



Eerste grondbeginselen der natuurkunde van den mensch: een populair leesboek over het zamenstel des menschelijken ligchaams en de verrichtingen van zijne deelen

<https://hdl.handle.net/1874/289188>

A. M. Schaeffer

96

EERSTE GRONDBEGINSELEN

DER

NATUURKUNDE

VAN DEN

M E N S C H.

EEN POPULAIR LEESBOEK

OVER HET ZAMENSTEL DES MENSCHELIJKEN LIGCHAAMS
EN DE VERRIGTINGEN VAN ZIJNE DEELEN.

DOOR

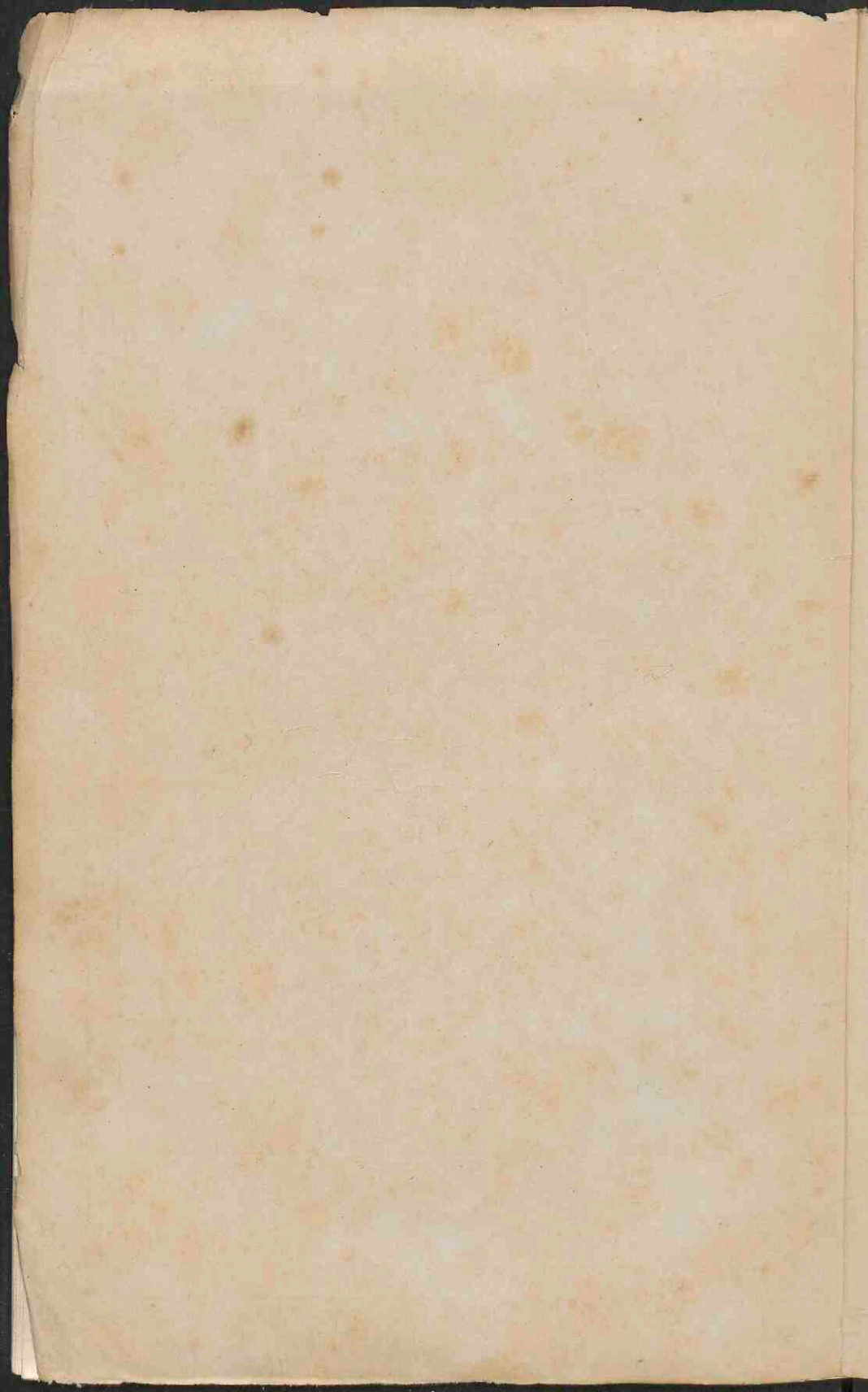
Dr. D. LUBACH.

Met 166 Houtsnee-figuren.

Tweede, nageziene en verbeterde druk.

AMSTERDAM,

C. L. BRINKMAN.



Voor Schapman, met uitroeping van
R. Lyp tot aan het einde.

[Handwritten signature]

N A T U U R K U N D E

VAN DEN

M E N S C H.

STATIONER

1854

EERSTE GRONDBEGINSELEN

DER

NATUURKUNDE

VAN DEN

M E N S C H.

EEN POPULAIR LEESBOEK OVER HET ZAMENSTEL DES
MENSCHELIJKEN LIGCHAAMS EN DE VERRIGTINGEN
VAN ZIJNE DEELEN.

DOOR

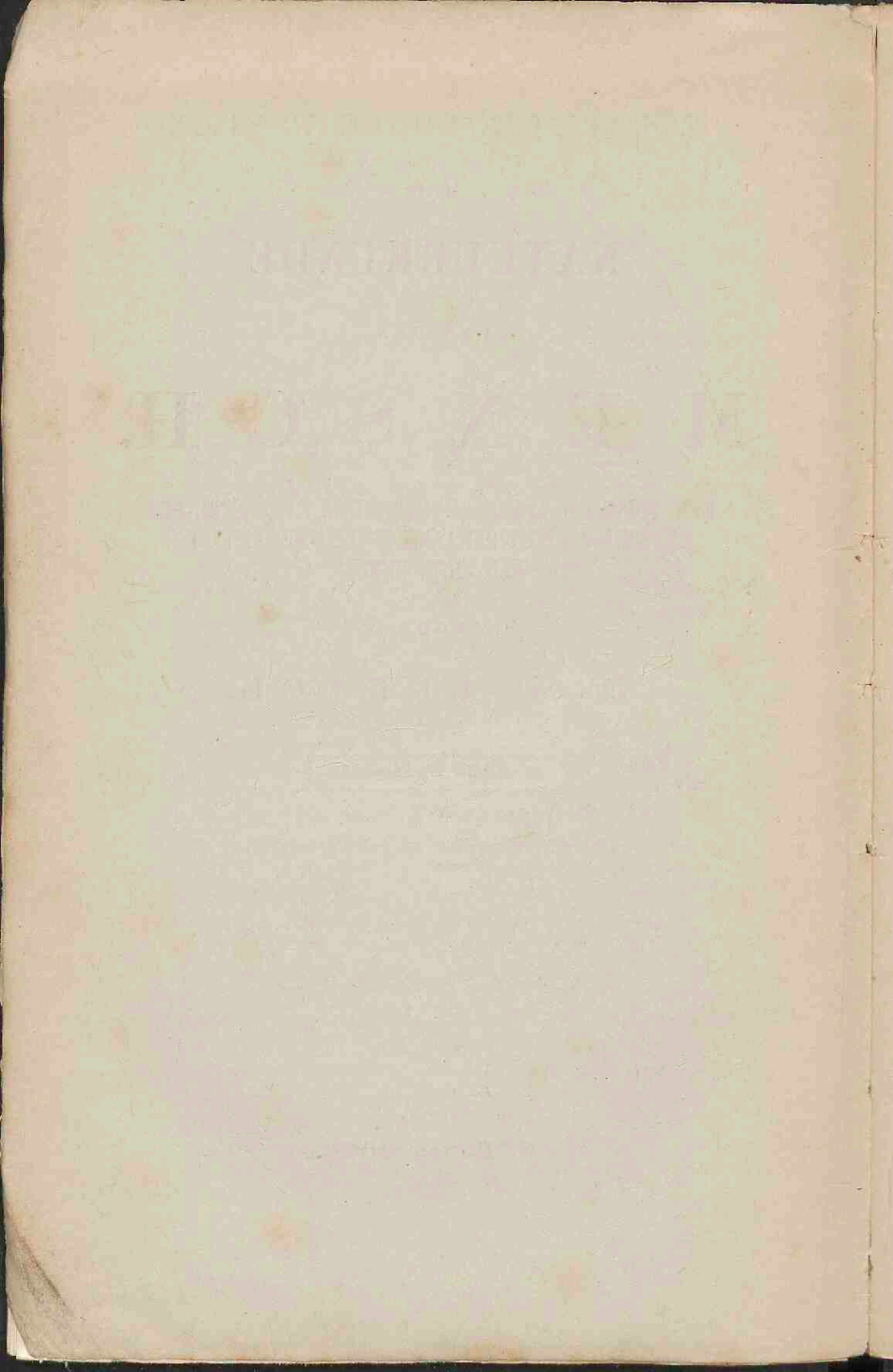
DR. D. LUBACH.

~~~~~  
Met 166 Houtsnedes.  
~~~~~

Tweede, nagezichte en verbeterde druk.



GOUDA.
G. B. van GOOR.
1868.



VOORBERIGT

VOOR DEN EERSTEN DRUK



Door den uitgever aangezocht tot het zamenstellen van een in populairen trant geschreven leesboek over de Natuurkunde van den mensch, besloot ik al spoedig daaraan mijne krachten te beproeven, omdat het nut van een dergelyk leesboek mij niet twijfelachtig scheen, en mij evenwel in het Nederduitsch niets van dien aard bekend was, zoodat in waarheid kon gezegd worden, dat er aan zulk een werkje in onze taal behoefte bestond.

Ik zal hier wel niets behoeven te zeggen over het belangrijke en nuttige, dat eenige bekendheid met het zamenstel des menschelijken ligchaams en met de verrijgingen van zijne deelen voor ieder bezit; in het eerste hoofdstuk van dit werkje heb ik trouwens daarover iets aangevoerd. Er bestond evenwel, toen ik het plan opratte ter vervaardiging eener populaire physiologie, in het Nederduitsch niets zoodanigs, dan de vertaling der Physiologische Briefte van C. VOIGT. Ofschoon ik er verre van af was, de verdiensten van dit boek te miskennen, zoo scheen het mij echter toe, dat de wijze, waarop VOGT zijn onderwerp behandelt, niet die was, welke men te volgen heeft, wanneer men zich lezers voorstelt, geheel onkundig in de wetenschap *E coelo descendit γινώσκει θεοειτόν*, van welke men hen een denkbeeld geven wil, — die zich derhalve hier op een geheel vreemd terrein bevinden, en die zelfs met de spraak en den redeneertrant dier wetenschap onbekend zijn. Het eerste stuk der vertaling van de populaire Anthropologie van BURDACH was toen nog niet verschenen, en zou mij trouwens ook van mijn voornemen niet hebben afgehouden, omdat, hoe voortreffelijk dat werk ook zijn moge, en hoe vruchtbaar de lezing daarvan zijn moet voor hen, die reeds eenige algemeene denkbeelden over physiologie bezitten, het loch niet geheel beantwoord zou hebben aan het denkbeeld, dat ik mij van eene populaire physiologie voorstelde; — een denkbeeld, waarvan de hoogst mogelijke eenvoudigheid en duidelijkheid onafscheidbaar waren.

Het is hierop, dat ik mij bij het schrijven van dit werkje vooral heb toegelegd. Ik heb altijd getracht mij lezers voor te stellen, die voor het eerst iets van de natuurkunde van den mensch, of liever in het algemeen van de natuurkunde van het levend organisme hoorden, die daarbij in de overige vakken der natuurkunde weinig bedreven waren, voor wie dus elk punt eene duidelijke uiteenzetting noodig had, en bij wie men dus niets, ook niet het eenvoudigste

physiologische denkbeeld of woord, als bekend veronderstellen mogt. Ik heb tenens gepoogd, zoo ver dit geschieden kon en mij mogelijk was, de meest algemeen als waar erkende uitkomsten der wetenschap mede te deelen, doch mij onthouden van het opgeven van verschillen in zienswijzen, of van verouderde meeningen; — een en ander geval uitgezonderd (b. v. bij de adembaling), waar mij eene tegenovergestelde handelwijze nuttig toescheen. Waar eene keuze uit verschillende zienswijzen of oogenpunten noodig was, heb ik aan de eenvoudigste en bevattelijkste de voorkeur gegeven. En overal, waar dit geschieden kon zonder alweder van mijne lezers te veel te eischen, heb ik mij beijverd te doen gevoelen, dat de verschijnselen des levens te voorschijn worden geroepen door die zelfde krachten, welke in de gansche natuur werken, en dat dus de natuurkunde des levens, behalve in de fijnere ontleedkunde, hare volmaking moet vinden in de algemeene natuurkunde, welke ons die krachten leert kennen, en de wetten, volgens welke deze werken, ontvouwt.

In hoever ik nu in dit alles eenigermate moge gestaaft zijn, en mijne pogingen niet als geheel mistukt mogen beschouwd worden, laat ik aan den lezer over te beslissen. Er zullen op het een en ander ongetwijfeld gegrondde aanmerkingen te maken zijn; er zijn mij zelven, bij het doorbladeren van het afgedrukte boek, verscheidene zaken voorgekomen, die ik nu zoude wenschen anders geschreven te hebben. Men houde hier echter de moeijelijkheid der onderneming in het oog, — eene moeijelijkheid, die naar mijne overtuiging slechts door hem in hare geheele grootte kan gevoeld worden, die zich zelven met het zamenstellen van populaire geschriften over het een of ander vak van wetenschap heeft onledig gehouden.

Over de door mij gevolgde orde heb ik alleen dit te zeggen, dat ik ook in dit opzigt te rade ben gegaan met hetgeen ik meende dat eenvoudigheid en duidelijkheid vorderden. Zoo scheen het mij b. v. noodzakelijk, om de beschrijving van het geraamte reeds in de eerste, inleidende afdeeling te geven, en die niet te besparen tot de derde afdeeling, waar zij eigenlijk te huis behoort, enz.

Ik heb geene reden gezien, waarom ik, zooals in populaire physiologische en zoölogische geschriften doorgaans geschiedt, de voortplantings-verrigtingen geheel met stilzwijgen zou moeten voorbijgaan. Het verstaat zich evenwel van zelf, dat ik daarbij mij niet op volledigheid kon bevlifigen, en eenigzins fragmentarisch moest te werk gaan.

Dat overigens de lezing van dit werkje iets moge bijdragen tot meerdere verspreiding van die zelfkennis, welke ook de kennis van ons lichamelijk wezen omvat, en in het algemeen tot opwekking van den lust tot natuurstudie bij hen, wier maatschappelijke betrekkingen hen niet onmiddelijk daartoe leiden, is mijn hartelijke wensch.

VOORBERIGT

VOOR DE TWEEDE UITGAAF.

Bij hetgeen ik in het Voorberigt voor den eersten druk schreef, heb ik thans het volgende te voegen.

Ik meen het er voor te mogen houden, dat de eerste uitgaaf van dit boek, voor zoo veel van een populair werk kon getischt worden, vrij wel het toenmalig standpunt der physiologie vertegenwoordigde. In de sedert verloopene jaren is die wetenschap vooruitgegaan en hebben de inzichten der physiologen omtrent vele punten wijzigingen ondergaan. Bij het bewerken dezer nieuwe uitgave was het niet noodig van verscheidene dier wijzigingen kennis te nemen, omdat de punten, die zij betreffen, in de eerste uitgave niet aangevoerd waren, en buiten het bestek van dit boek konden gerekend worden te liggen. Andere wijzigingen daarentegen lieten zich niet ignoreren. Van deze kon ik vele in den tekst opnemen, eenvoudig door hier iets weg te laten, daar een paar woorden of een paar regels bij te voegen, elders door eenige uitdrukkingen te veranderen. Op andere plaatsen daarentegen moest ik meer belangrijke veranderingen en bijvoegingen maken. Ik heb bij deze gelegenheid ondervonden, hoe moeijelijk het is een boek, dat reeds ettelijke jaren oud is, zoo te bewerken, dat het aan het tegenwoordig standpunt der wetenschap evenzeer beantwoordt, als het dit deed aan een vroeger. Het zal vaak gemakkelijker zijn een geheel nieuw boek te schrijven. — Er is dan ook geen twijfel aan, of men zal hier of daar eene of andere bijzonderheid ontmoeten, die op eene andere wijze had kunnen worden voorgesteld, of iets missen, dat wel vermeld had mogen worden. Doch over 't geheel vertrouw ik, dat ook deze tweede uitgaaf van mijne populaire physiologie, even als de eerste, geschikt zal worden bevonden om hen, die haar ter hand nemen, een allezins voldoende overzicht te geven van den bouw en de verrichtingen des menschelijken ligchaams en van zijne deelen

Ik heb mij verpligt geacht de bewoordingen, waarmede ik in de eerste uitgaaf geïjverd heb voor de stelling: "dat de verschijnselen des levens te voorschijn worden geroepen door dezelfde krachten, die in de gansche natuur werken", eenigzins te verzachten, omdat mijne overtuiging te dezen aanzien, niet veranderd, maar toch in enkele opzigten gewijzigd is. De daardoor te weeg gebragte veranderingen zijn echter naauwelijks merkbaar.

De in de eerste uitgaaf hier en daar, schoon zeldzaam, voorkomende toepassingen op de gezondheidsleer heb ik vermeerderd, door achter sommige hoofdstukken eenige leefregels te voegen, die hunnen grond vinden in de voorafgaande physiologische feiten. Ik hoop dat deze regels, ofschoon het er ver van af is, dat zij te zamen genomen eene volledige gezondheidsleer zouden vormen, het nut van het werkje zullen verhoogen.

De goedkeuring, die aan dit boekje te beurt is gevallen, is mij zeer aangenaam geweest, en nog meer de overtuiging, dat het nut heeft gesticht. Moge ook deze tweede uitgaaf met welwillendheid worden ontvangen en dienstbaar blijven aan het meer algemeen verspreiden van physiologische kennis!

HAARLEM.

Mei 1868.

D. LUBACH.

I N H O U D.



E E R S T E A F D E E L I N G.

I N L E I D I N G.

1° HOOFDSTUK. Inleidende opmerkingen. Bewerk- tuigde en onbewerktuigde lichamen. Bl. 1.

Belangrijkheid en noodzakelijkheid der zelfkennis, in 't bijzonder van de kennis des ligchaams 1. — Onderwerp der Physiologie of Natuurkunde van den mensch, en belangrijkheid van hare kennis 2. — Bewerktuigde en onbewerktuigde lichamen 3. — Onderscheid tusschen helden; organen, verrigtingen, weefsels 3 — Bewerktuiging, bewerktuigd zamenstel, individualiteit 4. — Onderscheid in scheikundige zamenstelling tusschen bewerktuigde en onbewerktuigde lichamen 5. — Onderscheid in gedaante 6. — Onderscheid ten opzichte van het voortbestaan en den groei 6. — Verschil in ontstaan 7. — Leven en dood 7 — Recapitulatie 7. — Grondoorzaak des levens 8. — Levenskracht 8. — Gronden tegen het aannemen daarvan 9.

2° HOOFDSTUK. Verschil tusschen planten en dieren. Bl. 10.

Moeijelijkheid der bepaling van het onderscheid tusschen planten en dieren 10 — Kenmerken der dierlijkheid 11. — Organische verrigtingen aan planten en dieren gemeen. Verschil tusschen planten en dieren ten aanzien van die verrigtingen 12. — Dierlijke verrigtingen: gevoel met bewustheid en willekeurige beweging 12. — Verstandelijke vermogens 13. — Betrekkelijke onafhankelijkheid

van elkander van de verschillende deelen der plant, en onderlinge afhankelijkheid van de deelen des diers 14. — Onderscheid in den fijneren bouw van planten en dieren, en in hun scheikundig samenstel 15.

3° HOOFDSTUK. Verdeeling van het dierenrijk.

Plaats van den mensch in de rij der dieren.

Vershil tusschen mensch en dier. Bl. 16.

Verdeeling van het dierenrijk in vier of acht hoofdgroepen 16. — Verdeeling van de gewervelde dieren in vier klassen en van de klasse der zoogdieren in elf orden 16. — Orde der tweehandigen, welke slechts ééne familie, één geslacht en ééne soort bevat 17. — De grondvorm van het ligchaam des menschen is gelijk aan dien van het ligchaam der zoogdieren 17 — Eigenschappen waardoor zich de mensch van de zoogdieren onderscheidt. Opgerigte stand en gang 17. — De menschelijke hand Grootte omvang des schedels 19. — Gelaatshoek. Omvang der hersenen en verhouding van deze tot het ruggemerg 20. — Andere eigenaardigheden in het samenstel des menschen. De spraak, den mensch alleen eigen 21. — Alleen de mensch is een redelijk en zedelijk wezen 21.

4° HOOFDSTUK. Blik op de weefsels des menschelijken ligchaams.

. Bl. 23.

Weefsels 23. — Ontstaan der weefsels in het algemeen. Kiemstof. Elementair-korrels Kerncn. Cellen 23. — Kernligchaampjes. Tusschen-celstof Verschillende ontwikkeling der cellen 24. — Kleurstof 24. — Opperhuiden. Plavei-epithelium. Cylinder-epithelium. Trilhaar-epithelium. Bindweefsel Vetweefsel 25. — Elastisch weefsel 26. — Bloed, lympha en chyl. Vliezen. Slijmvliezen 26. — Weivliezen 27. — Beenderen en kraakbeenderen. Spieren; pezen; spiervliezen Vaten. Zenuwen 28 — Klieren 29. Onderscheid der scheikundige samenstelling van plantaardige en dierlijke stoffen. Grondstoffen des dierlijken ligchaams. Naaste bestanddeelen daarvan. Eiwitachtige ligchamen 29. — Albuminoiden 30. — Hooger geoxydeerde eiwitachtige ligchamen en albuminoiden. Vet. Zouten 31.

5° HOOFDSTUK. Het menschelijk geraamte. Bl. 32.

Beenderen. Lange, korte en platte beenderen. Verschil in zelfstandigheid 32. — Weefsel der beenderen; bij de sponsachtige beenderen; bij de lange beenderen; beenkanaaltjes Scheikundige bestanddeelen der beenderen: kraakbeenachtige zelfstandigheid en

beenaarde 33. -- Beenvlies, mergvlies, merg. Geraamte. Onbewegelijke beenvereeniging. Bewegelijke vereeniging; gewricht. Scharniergewricht, volkomen gewricht en draaigewricht 34. -- Banden; heursband. Kraakbeenderen. Kraakbeenvlies. Beewording 36 -- Verdeeling van het geraamte in hoofd, romp en ledematen. Verdeeling des hoofds in schedel en aangezigt. Schedel Schedelholte. Schedelbeenderen Bodem der schedelholte 37. -- Achterhoofdsгал. Gehoororgaan. Aangezigtsbeenderen 38. -- Onderkaaksbeen. Oogholten, neusholte, mondholte 39. -- Beenderen van den romp: wervelkolom, borst en bekken. Wervelkolom; wervelen 40 -- Vereeniging der wervelen; ruggemergskanaal; beweging der wervelkolom 40. -- Heiligbeen en stuitbeen. Beenderen der borst: ribben, borstbeen. Borstholte 42 -- Beenderen van den buik: bekken. Heupbeenderen: darmbeen, schaambeek en zitbeen. Buikholte Middenrif. Bovenste en onderste ledematen. Bovenste ledematen; schouder: schouderblad en sleutelbeen 43. -- Opperarm: opperarmbeen. Voorarm: ellepijp en spaakbeen. Hand: achterhand, middenhand en vingers 44 -- Onderste ledematen: Bekken. Dijkbeen. Knieschijf Been: scheenbeen en kuitbeen Voet: achtervoet, middenvoet en teenen 45.



TWEEDE AFDEELING.

ORGANISCHE VERRIGTINGEN.

1° HOOFDSTUK. Over spijs en drank, kaauwen en slikken. Bl. 47.

Stofwisseling. Tijdperk daarvoor. Hét bloed, de bron der stofwisseling 47. -- Noodzakelijkheid van het van buiten af opnemen van nieuwe stof. Voedsel; voedende beginselen in het voedsel. Spijsvertering. De mensch een alles etend dier 48. -- Voedingbeginselen: eiwitstoffen, vetten, zetmeelachtige stoffen en zouten. Verteerbaarheid der spijsen 48. -- Nadere beschouwing der voedingstoffen en voedingbeginselen; eiwitstoffen; vetten 50. -- Zetmeelachtige stoffen. Zouten 51. -- Bijkomende voedingbeginselen: stikstofhoudende en stikstofvrije. Beschouwing der meest gebruikelijke voedsels 52. -- Afwisseling van voedsel. Drink. Noodzakelijkheid der vernieuwing van de vloeibare bestanddeelen des lichaams. Water. Getrokken dranken 53. -- Gegiste en

gedestilleerde dranken 54. — Honger en dorst. Eerste bewerking der voedsels 55 — Mondholte; keelholte 56. — Tong. Speekselklieren 57. — Tandem 59. — Kaauwen, vermenging met speeksel en doorslikken 60 — Stokdarm en beweging der voedsels daardoor 61.

2° HOOFDSTUK. De spijsvertering. Bl. 62.

Spijsverteringswerktuigen 62 — Buikholte, buikvlies. Spijskanaal. Maag 63. — Darmkanaal; dunne en dikke darmen 64. — Rokken der darmen. Darmvlokken en darmklieren 65. — Darmscheil. Netten. Lever 66. — Gal. Alvleeschklier. Milt. Beweging der maag 67 — Verandering der spijsen in eene spijsbrij of chymus. Tijd der spijsvertering in de maag 68. — Het voedsel in de darmen. Veranderingen die het voedsel ondergaat. Vertering der eiwitachtige stoffen 69. — Vertering van het vet 70. — Vertering der zetmeelachtige stoffen 72. — Oplossing der niet organische zouten 73. Beweging der spijsbrij in de dikke darmen. Drekstof. Ontlasting daarvan. Dranken 74.

3° HOOFDSTUK. Over de opslorping, de lympha en de chijl. Bl. 75.

Opslorping. Zij heeft door het geheele ligchaam plaats. Vereischen voor de opslorping 75. — Watervaten. — Watervaatsklieren. Lympha; lympha-korrels 76 — Borstbuis. Opslorping door de aderen 77. — Volheid of ledigheid der vaten wijzig de kracht der opslorping. Theorie der opslorping Diffusie 78. — Endosmose 79. — Toepassing op de opslorping. Ongenoegzaamheid dezer toepassing Overbrenging van stoffen door de electriciteit 80. — Chijl; chijlvaten 82. — Chijlligchaampjes. Veranderingen die de chijl gedurende haren loop ondergaat 83. — Hoofdregelen voor het gebruik van spijs en drank 83.

4° HOOFDSTUK. Het bloed en de bloedsomloop. Bl. 86.

Bloed. Slagaderlijk en aderlijk bloed. Bloedvocht 86. — Bloedligchaampjes; gekleurde en ongekleurde 87. — Overgang der lympha in bloed. Milt en schildklier. Stremming des bloeds 88. — Organen van den bloedsomloop. Hart 89 — Hartzakje. Regter- en linkerheft des harten 90. — Kamers en boezems 91. — Weefsels van het hart Vaten: slagaderen 92. — Aderen. Haarvaten. Beschouwing van het vaatstelsel in het algemeen en van het slag-

aderen-stelsel in het bijzonder 93. — Bloedsomloop 96. — Gang daarvan 97. — Grootte en kleine bloedsomloop 98. — Oorzaken van den bloedsomloop. Beweging van het hart 99. — Werking der klapvliezen van het hart 100. — Hartslag. Getal der hartslagen. Hartgeluiden 103. — Voortstuwingskracht der linker hartkamer 103. Zuigkracht der boezems. Vergelijking tusschen den grooten en kleinen bloedsomloop 104. — Vergelijking van het hart met eene dubbele persomp. Werking van de wanden der vaten 105. — Polsslag. Vertraging des bloedsomloops in de slagaderen 106. — Versnelling in de aderen. Werking van de klapvliezen der aderen 107.

5°. HOOFDSTUK. De ademhaling. . . . Bl. 108.

Strottenhoofd 108. — Luchtpijp 109. — Longen 110. — Verandering in de longen van het aderlijk en slagaderlijk bloed 111. — Ademhaling. Inademing en uitademing. Veerkracht der lucht. Voorstelling van hetgeen bij de in- en uitademing geschiedt 112. — Inademing 113. — Uitademing 114. — Snelheid der ademhaling. Hoeveelheid der ingeademde lucht. Ademhalings-geruisch 113. — Ceeuwen, hikken, hoesten, niezen, lagchen, weenen 116. — Zamenstelling der dampkringslucht. Verandering, die de ingeademde lucht ondergaat 116. — Verandering, die het bloed in de longen ondergaat. Uiteenzetting van de wijze, waarop in de longen lucht en bloed op elkander werken 117. — Diffusie en endosmose der gassen 119. — Nadere verklaring van de bijzonderheden van het ademhalings-proces 120. — Adembaarheid van eenige luchtsoorten. Zuurstof 121. — Slikstof en waterstof. Slikstofoxydule-gas. Koolzuur. Koolstofoxyde 122. — Zwavelwaterstofgas. Behoeftte aan zuivere lucht en noodzakelijkheid van ventilatie van besloten lokalen 123.

6°. HOOFDSTUK. De Stofwisseling. . . . Bl. 124.

Opwekkende eigenschappen van het bloed 124. — Stofwisseling. Bewijzen van haar bestaan 125. — Bestanddeelen van het bloed, die tot de stofwisseling dienen. Assimilatie van deze aan de verschillende weefsels 126. — Endosmose bij het voedingsproces 127. — Desassimilatie. Stofverbruik door krachtsuitoefening. Groei door intussusceptie en door appositie 128. — Voorbeelden van deze laatste: de groei der nagels, der haren, der opperhuid 129. — Regeneratie. Groei en wisseling der tanden 130. — Nadere beschouwing der desassimilatie 132. — Stofwisseling in het bloed 133.

**7°. HOOFDSTUK. De eigene warmte dor ligcha-
men. Bl. 134.**

Dierlijke warmte of eigene warmte des ligchaams. Omstandigheden, die haar verhoogen of verlagen 134. — Wijze van ontwikkeling der dierlijke warmte 135. — Verband tusschen stofwisseling en warmteontwikkeling. Rol van het vet. Verklaring van de reden waarom sommige omstandigheden de ontwikkeling van dierlijke warmte bevorderen, andere die belemmeren 136. — Middelen, waardoor de eigene warmte van de inwendige deelen des ligchaams nagenoeg op gelijke hoogte gehouden wordt. De huid, als moderator der eigene warmte 137. — De mensch kan van alle dieren het langst en het best eene zeer hooge en eene zeer lage lucht-temperatuur verdragen 138.

8°. HOOFDSTUK. De afscheiding. Bl. 138.

Algemeen denkbeeld der afscheiding 138. — Verdeeling in eigenlijke afscheidingen en uitscheidingen. Wijze waarop de afscheiding geschiedt 139. — Organen der afscheiding: vliezen, klieren, zamenstel der klieren 141. — Afscheiding in de klieren. Optelling van klieren en van de door haar afgescheidene vochten. Huidklieren 142. — Smeerklieren der huid. Zweetklieren. Ongevoelige huiduitwaseming en zweet 143. — Opsporing door de huid 144. — Nieren 144. — Pisleiders. Pisblaas. Urine-afscheiding 145. — Urine. Snelheid der ontlasting van stoffen door de urine. Hoeveelheid der afgescheidene urine en omstandigheden, die daarop invloed kunnen uitoefenen 146.

**9°. HOOFDSTUK. Terugblik op de organische ver-
rigtingen. Bl. 147.**

Beknopt overzicht der organische verrigtingen 147. — Elke organische verrigting sluit beweging in 149. — De organische bewegingen zijn óf zuiver natuurkundige processen, óf zij hangen af van spierzamentrekkingen, die onder den invloed der zenuwwerking staan. Prikkelbaarheid. Gevolg van prikkeling: ophooping van bloed en vermeerdering van afscheidingen 150. — Flikkerbeweging 151. — Verband tusschen de organische en de dierlijke verrigtingen, en onderlinge afhankelijkheid van beide. Eenige leefregels 152.

DERDE AFDEELING.

DIERLIJKE VERRIGTINGEN.

1°. HOOFDSTUK. Over de dierlijke verrigtingen
en over het zenuwstelsel in het algemeen Bl. 154.

Gewaarwording en willekeurige beweging 154. — Dierlijke verrigtingen. Zenuwstelsel. Organisch of vegetatief en dierlijk zenuwstelsel 155 — Centraal en peripherisch gedeelte der zenuwstelsels. Vormbestanddeelen van het zenuwstelsel. Zenuwbuisjes 156. — Zenuwcellen of gangliënkogels 157. — Hersenen. Schedelholte 158. — Grootte en kleine hersenen 160. — Beschouwing der grootte en kleine hersenen 161 — Ruggemerg 163. — Zenuwen 165. — Beschouwing der zenuwen des dierlijken levens: hersenzenuwen 167 — Ruggemergzenuwen 168. — Zenuwen des vegetatieven levens. Zenuwknoopstelsel 169 — Verband tusschen de zenuwen des dierlijken en des vegetatieven levens 170.

2°. HOOFDSTUK. De verrigtingen der zenuwen Bl. 171.

De zenuwen zijn de geleiders van den invloed, die in de hersenen gewaarwording en in de spieren beweging veroorzaakt. Centripetale en centrifugale geleiding der zenuwen 171. — De gevoelzenuwbuisjes kunnen gezegd worden steeds centripetaal, de beweegzenuwbuisjes centrifugaal te geleiden 172. — Proeven betrekkelijk de zenuwgeleiding 173. — Geïsoleerde geleiding der zenuwbuisjes 174. — Standvastige betrekking van elk gevoelzenuwbuisje tot het punt der peripherie, waar het eindigt 175. — Associatie van bewegingen en gewaarwordingen 176. — Reflexie 177. — Snelheid der zenuwgeleiding. Onderdrukking en ophelling der zenuwgeleiding. Invloed van prikkels op de zenuwwerking 178. — Klassificatie der zenuwen als gevoels-, beweg- en gemengde zenuwen 179. — Verrigtingen van het zenuwknoopstelsel. Gevoel zonder bewustheid en willekeurige beweging. Gevallen, waarin dat gevoel tot bewustzijn komen kan 180. — Verband tusschen de werkdadigheid van het zenuwknoopstelsel en die der animale zenuwen 181.

3°. HOOFDSTUK. Zintuigelijke gewaarwordingen,
Gevoel, Reuk en Smaak. Bl. 182.

Gevoelzenuwen in den eigenlijken zin en zenuwen der zintuigelijke gewaarwordingen. Zintuigen. Enkelvoudige en zamengestelde

- zintuigen 182 — Eigenaardigheid der zintuigelijke gewaarwordingen. Zamenwerking der zintuigen. Inwendig gevoel. Voorwaarden tot het ontstaan eener duidelijke gewaarwording 183.
- Gevoel. Algemeen gevoel en tastzin 184. — De huid, het orgaan van het uitwendig gevoel en den tastzin. Lederhuid 185. — Onderhuidsch bindweefsel. Opperhuid. Haren 186. — Nagels. De huid der hand, in meer beperkten zin het tast-orgaan. Vergelijking van den graad van gevoel van sommige plaatsen der huid 187.
- Reuk. Riekeude stoffen. Zintuig van den reuk 188. — Voorwaarden voor het ruiken. Physiologische en ziekelijke reuk-gewaarwordingen 189.
- Smaak. Smaakdeeltjes. De tong 190. — Smaakzenuw. Verwaring van het gevoel der tong met den smaak. Voorwaarden tot het smaken. Verhand tusschen reuk en smaak 192. — Ziekelijke smaakgewaarwording 193.

4^e. HOOFDSTUK. Vervolg. Over het zien. Bl. 193.

Zintuig van het gezigt. Hulporganen van dit zintuig 193. — De oogbol 195. — Licht. Lichtende lichamen. Voortplanting der lichtstralen in eene rechte lijn 199. — Doorschijnende en ondoorschijnende lichamen. Terugkaatsing of reflexie van divergerende, convergerende en evenwijdige lichtstralen 200. — Spiegeling. Diffuse terugkaatsing. Teruggekaatste stralen 202. — Verlichte lichamen. Absorptie der lichtstralen. Straalbreking of reflexie 203. — Straalbreking door lenzen, bepaaldelijk door verzamellenzen 205. — Vorming van een omgekeerd beeld achter eene verzamellens 209. — Ontleding of verstrooijing des lichts; kleuren 210. — Vorming van het kleurspectrum 211. — Zamenbrenging van gekleurd licht tot wit licht 212. — Enkelvoudige en zamengestelde hoofdkleuren; complementaire of aanvullingskleuren 213. — Refractie der lichtstralen in den oogbol en vorming van een beeld op het netvlies 214. — Wij zien alleen door het diffuus teruggekaatste licht 216. — Verschillende gevoeligheid van verschillende punten van het netvlies. Nut der zwarte kleurstof. Verrigtingen der iris 217. — Achromasie van het oog. Regt zien van een omgekeerd beeld 219. — Hoe wij een oordeel vellen over de grootte en den afstand der voorwerpen 220. — Accommodatie der oogen voor verschillende afstanden 223. — Verzigtigheid 224. — Kortzigtigheid 226. — Ongevoelige en minder gevoelige plaatsen van het netvlies. Nut van het bezit van twee oogen 227. — Stereoskopen 230.

— Irradiatie-verschijnselen 233. — Nabeelden 234. — Subjectieve kleuren. Contrast-verschijnselen 236 — Vermogen om kleuren te kunnen onderscheiden. Belangrijke proeven van Plateau en Brewster 238. — Entoptische verschijnselen Subjectieve gezichtsverschijnselen 239

5°. HOOFDSTUK. Vervolg. Over het gehoor Bl 239.

Gehoor-orgaan. Uitwendig gehoororgaan 239. — Middengedeelte des gehoororgaans 240. — Inwendig gehoororgaan 241. — Gehoorzenuw 242 — Geluid Geluidstrillingen 243. — Gedruisch. Toon. Hoogere en lagere toonen. Sterkte des geluids. Voortplanting er van 244. — Regtlijnige voortplanting des geluids in alle richtingen. Terugkaatsing en breking der geluidstralen. Goede en minder goede geleiders van het geluid 245. — Voortplanting der geluidstralen naar het inwendig oor. — Nut van de buis van Eustachius 246. — Verrigting van het ronde venster. Voortplanting des geluids door de beenderen des hoofds. Werking der oorsprietjes 247. — Verrigtingen der verschillende afdelingen van het inwendig oor. Scherp en fijn gehoor. Beoordeeling van den afstand en de rigting des geluids. Nageluiden. Entoptische verschijnselen. Cultuur der zintuigen 248.

6°. HOOFDSTUK. Over de Spierbewegingen. Bl. 250.

Spierbeweging. Spieren 250. — Spieren der willekeurige beweging 251. — Zamenstel der spieren Vleesch. Pezen 252 Spieren der onwillekeurige beweging Zamentrekbaarheid der spieren. Veranderingen, die de spieren bij de zamentrekking ondergaan. De zamentrekbaarheid, eene eigenschap der spiervezel zelve 253. — Invloed der zenuwwerking op de spieren Tonus. Verrigtingen van de spieren der onwillekeurige beweging 254 — Willekeurige bewegingen Spieren en beenderen, de actieve en passieve organen der beweging. Buiging en uitstrekking Antagonisten 255. Toepassing. Werktuigkundige beschouwing der willekeurige beweging 257. — Verbindig der gewrichten Vermoeidheid 261. — Vaardigheid der bewegingen Staàn en gaan 262 — Loopen en springen 263. — Gymnastiek 266. — Stem en spraak. Strottenhoofd 267. — Tongwerken 268. — Mechanismus der stem 269. — Hoogte der toonen 270 — Omvang der menschelijke stem. Registers. Kracht der stem. Klank. Spraak. Klinkers 271. — Medeklinkers. Rogchelen. Snorken. Fluiten 272.

7° HOOFDSTUK. Aard der zenuwwerking. Dierlijke electriciteit. Bl. 273.

Zenuwvloeistof, zenuwgeest, electriciteit. Ontdekking van Galvani 273. — Dierlijke electriciteit. Twist daarover tusschen Galvani en Volta 274. — Proef van Aldini 275. — Proef van Nobili. Vernieuwde opvatting van de dierlijke electriciteit. Proeven van Dubois-Reymond, en gevolgen uit deze proeven te trekken 276. — Twijfelingen betrekkelijk den spierstroom 279.

8° HOOFDSTUK. Verrigtingen der centraaldeelen van het zenuwstelsel. Bl. 280.

Verrigtingen van het ruggemerg, beschouwd als zenuwstam en als centraal-orgaan 280. — Onwillekeurige bewegingen van het ruggemerg uitgaande. Bewegingen van het pas geboren kind 281. — Gebaren. — Bewegingen bij het gaan 282. — Zamentrekking van eenige sluitspieren Het verlengde merg De vierdubbela lichamen. De halfronden der groote hersenen 283. — De kleine hersenen. De brug van Varolius 284. — De hersenen, het stoffelijk werktuig der ziel. Verband tusschen hersenen en ziel 285. — Materialisme 286. — Stelsel van Gall. 287. — Phrenologie. Localisatie der hersenverrigtingen 288. — Klassificatie der hersenverrigtingen 289. — Oordeel over de phrenologie 290. — Cranioscopie van Carus. Slaap 291. — Slaperigheid. Voorwaarden tot slaap. Verhouding der organische verrigtingen gedurende den slaap 292. — Verhouding der dierlijke verrigtingen. Duur van den slaap. Opwekking daaruit. Beteekenis van den slaap 293. — Samenhang tusschen den nacht en het waken. Toestand der zielsvermogens gedurende den slaap 294. — Droomen. Hypnotisme 295.

VIERDE AFDEELING.

**BLIK OP DE ONTWIKKELINGS-
GESCHIEDENIS.**

1° HOOFDSTUK. Inleiding. Bl. 296.

Voortplanting. Ontstaan uit ouders. Geloof aan eene oorspronkelijke voortbrenging 296. — Wederlegging van deze. Hedendaag-

sche strijd daarover 297. — Geslachtelooze en geslachtelijke voortplanting 298.

2° HOOFDSTUK. Ontwikkeling van het ei. Bl. 299.

Het ei. — Eijerleggende en levendbarende dieren. Ei der zoogdieren. Baarmoeder 299 — Eileiders. Eijerstokken Deelen van het ei. Het ei in den eileider 300 — Bevruchting Het ei in de baarmoeder. Ontwikkeling van het ei 301. — Vorming van den moederkoek. Verdere ontwikkeling der vrucht 306 — Duur der zwangerschap. Plaatsing en houding der vrucht 308. — Tweelingen, drielingen enz. Verhouding van het getal geboorten van beiderlei geslacht. Geboorte des kinds 309.

3° HOOFDSTUK. Voortgaande ontwikkeling van den mensch na de geboorte. . . . Bl. 309.

Toestand des kinds onmiddellijk voor en kort na de geboorte 309. — Punten van overeenkomst met het vruchtlevens: bijna aanhoudende slaap; voeding met de moedermelk. Zog-afscheiding. Hersen- en ruggemergsleven des kinds; zintuigelijke verrigtingen, bewegingen 310. — Eigenaardigheden in de evenredigheden en het zamensel der lichaamsdeelen Voortgaande ontwikkeling en groei 311. — Tandenkrijgen 312 — Verandering van voedsel. Loopen. Spreken. Het derde levensjaar 313. — Tweede kindscheit. Volwassen leeftijd 314. — Jongelingschap. Mannelijke leeftijd. Evenredigheden des volwassen menschelijken lichaams 315. — Verschil tusschen den bouw des mannelijken en des vrouwelijken lichaams 316. — Verstandelijk en zedelijk verschil tusschen den man en de vrouw 317. — Algemeen verschil tusschen de menschen in karakter, neigingen, temperatuur, enz. 318.

4° HOOFDSTUK. Stamverscheidenheden des menschelijken geslachts. Bl. 318.

Verschil tusschen de onderscheidene volksstammen 318. — Verdeling in hoofdstammen. Vijf hoofdgroepen of hoofdstammen. Verschil in schedelvorm 319 — Kaukasische, Iranische of Europeesche hoofdstam 320. — Mongoolsche, Turanische of Aziatische hoofdstam 321. — Æthiopische of Afrikaansche hoofdstam 322. — Maleische of Indo-Australische hoofdstam 323. — Amerikaansche hoofdstam 323. — Opvatting der stamverscheidenheden 324. — Begrip van soort en ras 324. — Toepassing van dit begrip op de

stamverscheldenheden onder de menschen 326 — Slotson: van deze toepassing 328. — Onderscheid tusschen eenheid van soort en eenheid van afstamming 328.

**5° HOOFDSTUK. Afnemning en verval van het
menschelijk organisme. Bl. 328.**

Teruggang van het organisme in den ouderdom 329. — Eerste ouderdom 329. — Tweede of hooge ouderdom 329. — Levenskansen 330. — Doodstrijd 331. — Natuurlijke dood. Wijze van sterven 331. — Kentekenen des doods 332. — Schijndood 332. — Ontbinding des ligchaams 333. — Gevolgen dier ontbinding; onophoudelijke omloop van stof in de natuur 334. — Besluit 334.



EERSTE AFDEELING.

INLEIDING.



I. HOOFDSTUK.

Inleidende opmerkingen. Bewerktuigde en onbewerktuigde lichamen.

Geene kennis kan voor den mensch belangrijker en noodzakelijker zijn dan de kennis van den mensch. De waarheid van deze stelling ligt zoo voor de hand, dat het geheel overbodig gerekend mag worden haar te betoogen, al ware het ook niet, dat zij ten allen tijde algemeen erkend was geworden. De les: „Ken u zelven,” welke een dichter der oudheid »van den hemel nedergedaald” noemde, stond reeds meer dan 600 jaren vóór het begin onzer tijdrekening te lezen voor den tempel van Apollo te Delphi, en door de wijzen van vroegeren en lateren tijd werd steeds met den grootsten ernst aangedrongen op hare opvolging, als op de eerste en onvermijdelijke schrede op den weg tot wijsheid en volmaking. Het is waar, die les werd veelal in een zuiver zedelijken zin opgevat, of althans bedoelde men met de zelfkennis, tot wier verkrijging zij aanspoorde, zulk eene, die in de eerste en voornaamste plaats het geestelijk, verstandelijk beginsel in den mensch tot onderwerp heeft. Maar indien wij in het oog houden, dat het ligchaam, dat de mensch met de dieren gemeen heeft, even goed tot zijn wezen behoort, als zijn geest, door welken hij met eene hoogere orde van zaken verwant is; — indien wij daarbij weten, dat die geest en dat ligchaam niet blootelijk bij en nevens elkander in den mensch aanwezig, maar integendeel zóó innig met elkander verbonden, zóó afhankelijk van elkander zijn, dat de kennis van 's menschen geestelijk leven zonder de kennis van zijn lichamelijk leven nooit anders dan uiterst oppervlakkig en gebrekkig zijn kan, — dan mogen wij die les niet anders opvatten, dan als eene aansporing tot eene volledige zelfkennis, tot de kennis van den *geheelen* mensch, zooals hij door zijnen Schepper hier op aarde geplaatst is, — en dus ook tot de kennis van zijn ligchaam.

Die kennis van het menschelijk ligchaam — de kennis van het samenstel daarvan en van de verrigtingen zijner deelen, — is het onderwerp der

Physiologie, der Natuurkunde van den mensch. En het behoeft nu wel geene nadere aanwijzing, dat deze, al beschouwen wij haar enkel en alleen uit een bespiegeld oogpunt, de grootste belangstelling verdient van iedereen, die op den naam van een beschaafd en welonderwezen mensch aanspraak maakt.

Het is 'smenschen dure verplichting te streven naar de hoogste bereikbare volkomenheid van zijn wezen, — te trachten om in den hoogsten en meest volmaaktsten trap mensch te zijn. Alleen hij, die dit doet, kan gezegd worden aan zijne bestemming te voldoen; want dat streven, dat trachten is des menschen bestemming. Behoort nu ons ligchaam tot ons wezen, bestaat er bovendien zulk een innig verband tusschen ons stoffelijk en geestelijk beginsel, dat de welstand en de behoorlijke ontwikkeling van het eene ten naauwste zamenhangt met die van het andere, dan zien wij hierin eenen grond voor onze verplichting, om voor het welzijn des ligchaams geene mindere zorg te dragen, dan voor dat van onzen geest. — Het behoort wel is waar tot de roeping der geneeskundigen om hiertoe den weg te wijzen, en wij mogen niet nalaten hier met blijdschap te erkennen, dat men vooral in den laatsten tijd meer en meer is begonnen in te zien en algemeen te verkondigen, dat het hoogste en eigenlijke doel der geneeskunde niet alleen gelegen is in het genezen der ziekten, maar veel meer nog in het voorkomen daarvan, of liever in de bevordering van den lichamelijken welstand — en dientengevolge, middellijk, van den welstand van den geheelen mensch; maar zullen de bemoeijingen der geneeskundigen te dien einde met een goed gevolg bekroond worden, dan zal niets daartoe meer kunnen bijdragen, dan indien zij, over wie hunne zorg zich uitstrekt, die bemoeijingen op hare regte waarde weten te schatten, en daaraan hunne medewerking en ondersteuning verlenen. Wordt hiertoe nu al niet vereischt, dat ieder eene wezentijk grondige kennis bezitte van de physiologie en de op haar gegronde gezondheidsleer, — iets, dat trouwens eene onmogelijkheid zijn zou, — het valt toch in het oog, van hoe veel nut, ik zoude bijna zeggen hoe noodzakelijk het is, om ten minste niet geheel en al vreemdeling te zijn op het gebied der genoemde wetenschappen. Laat het mij vergund zijn hier eenige regelen aan te halen van een onzer voortreffelijkste vaderlandsche geleerden, welke mijne bedoeling volkomen juist uitdrukken. „Voor ieder mensch is eenige kennis van zich-zelfen als object der geneeskunde niet slechts hoogst wenschelijk, maar zelfs noodzakelijk en pligtmagig. Of zoudt gij denken, dat het noodzakelijk ware, talen te leeren en geschiedenis en aardrijkskunde en rekenkunde, en onkundig te zijn in het verstaan der teekenen van ziekte en gezondheid, noch de geschiedenis van ons-zelfen, van ons ligchaam en ons physiek te weten, noch te huis te zijn in de topographie der deelen en organen, waardoor wij leven en ons bewegen, noch ontvangst en uitgaaf onzer machine te kunnen berekenen? zoudt gij gelooven, dat deze kennis ons meer onverschillig was, dan andere kundigheden, en dat het van geen gewigt zou zijn, het huis te leeren kennen, waarin wij gedurende ons

verblijf op deze aarde moeten leven, of de werktuigen, waarmede wij ons aanzijn moeten onderhouden, en voor ons en de onzen zorgen? Hangt een groot deel van ons geluk niet van den staat dezer aardse woning af, en kunnen wij zonder die werktuigen wel ons leven genieten, of die kundigheden, deugden en gaven ons eigen maken en oefenen en gedurig meer voltooijen, die wij moeten bezitten, om als menschen, als aardbewoners aan onze bestemming en roeping te beantwoorden? — Ik mag, dunkt mij, voor zeker houden, dat ge mij toe zult stemmen, als ik beweet, dat het: Ken u zelven," eene les is voor allen, die in eigen vorming belang stellen, en dat deze kennis het ligchaam meer nog dan den geest betreft, dat zij boven alles behoorde te worden aangekweekt, en dat, wat haar nut aangaat, geene andere kennis boven haar gesteld mag worden: veel minder, dat iedere andere haar zou moeten worden voorgesrokken, gelijk dit nog heden maar al te dikwijls bij de opvoeding der jeugd geschiedt." 1).

Ik acht het gezegde voldoende, om althans eenigermate een denkbeeld te geven van de belangrijkheid, welke eenige kennis der physiologie bezit voor iedereen, en niet slechts voor den geneeskundige, voor wien natuurlijk eene meer grondige bekendheid met haar een eerste vereischte is. Trouwens hij, die dit overzigt van de natuurkunde des menschen in handen neemt, bewijst reeds daardoor, dat het daarin behandelde onderwerp hem niet geheel onverschillig is. Ik zal dus, zonder verder op dit punt aan te dringen, dadelijk tot dat onderwerp overgaan. — Het eerste, wat ons daarbij te doen staat, is, dat wij ons een zooveel mogelijk juist en bepaald denkbeeld vormen van de plaats, welke de mensch in de aardse schepping inneemt; wij zullen aan een onderzoek dienaangaande dit en de twee volgende hoofdstukken besteden.

De lichamen, die zich op de oppervlakte der aarde bevinden, of in haren schoot besloten zijn, worden onderscheiden in *Bewerktuigde* en *Onbewerktuigde* lichamen. De laatste noemt men ook wel *Delfstoffen*, omdat zij, een gedeelte uitmakende van de verschillende lagen, waaruit de korst van den aardbol bestaat, meestal door opdelving daaruit worden verkregen. De bewerkteuigde lichamen onderscheidt men in *Dieren* en *Planten*. Het kan niemand onzer lezers onbekend zijn, dat men, zoowel in het dagelijksch leven als in de wetenschap, gewoon is alle voorwerpen der natuur tot drie groote afdelingen of rijken te brengen, welke het *Dierenrijk*, het *Plantenrijk* en het *Delfstoffelijk rijk* genoemd worden.

Het zal noodig zijn hier ter plaatse aan te wijzen, waarin het onderscheid tusschen bewerkteuigde en onbewerkteuigde lichamen gelegen is.

1) Anthropologisch onderzoek van C. PRUYS VAN DER HOEVEN, III Deel, blad. 472.

Een bewerktuigd voorwerp, een dier of eene plant, bestaat uit verschillende deelen, die van elkander zeer onderscheiden zijn. Een dier h. v. bestaat uit kop, romp en pooten, waarvan elk weder uit onderdeelen is zamengesteld; inwendig ontwaren wij beenderen, vleesch, bloedvaten, zenuwen, klieren, vliezen, ingewanden, enz. Eene plant bezit eenen stam of stengel, die beneden met wortels, boven met bladeren, bloemen en vruchten voorzien is; binnen in de plant vindt men cellen, vezels, vaten, vliezen, enz. De vereeniging van een aantal zulke onderscheidene deelen maakt het volkomen dier of de volkomene plant uit. Die deelen worden *werktuigen* of *organen* genoemd, voor zoover elk van hen, zooals wij later zullen zien, een bepaald doel heeft waarom het aanwezig is, en te dien einde eene zekere werking uitoefent; — met andere woorden, dewijl 't het *werktuig* is voor eene bepaalde *verrigting*. — Indien men verder elk van die in vorm, vastheid, enz. zeer verschillende organen naauwkeurig onderzoekt, dan ontwaart men spoedig, dat zulk een orgaan al wederom bestaat uit een aantal samenstellende deelen, en dat het verschil tusschen de organen van eenig dier of eenige plant niet enkel afhangt van den verschillende vorm, dien zij bezitten, maar oock van een verschil in hun *weefsel*, dat is, in den aard en den samenhang der eenvoudigste samenstellende deelen, waaruit zij bestaan.

Geheel anders is het gelegen met de onbewerktuigde lichamen, met de delfstoffen. Nemen wij een stuk krijt en beschouwen wij dit naauwkeurig. Hoe wij het ook van alle kanten, van buiten en van binnen onderzoeken, het ziet er overal eveneens uit. Vele delfstoffen mogen blijkbaar uit twee of meer zelfstandigheden zijn zamengesteld, en ten gevolge daarvan een gespikkeld of gemarmerd aanzien vertoonen, in haar geheel zijn zij toch slechts ééne eenvormige massa, en hoe men deze ook beschouwen moge, men ontwaart daaraan, evenmin als aan het krijt, eenig spoor van *onderscheidene deelen*, van iets, wat naar *organen* gelijkt. Wij kunnen eene delfstof wel verdeelen, dat is, in stukken slaan of breken; maar dan is elk stuk of stukje even zoo goed een stuk krijt, graniet, leisteen, zandsteen enz., als het grootte stuk, waarvan het vroeger een gedeelte uitmaakte. Immers, daar de delfstof eene overal eenvormige massa uitmaakt, zoo bezit zulk een afgebroken stuk, hoe klein ook, alles wat noodig is om een stuk krijt, graniet, enz. te zijn.

Het zal nu niet moeilijk te begrijpen zijn, waarom wij dieren en planten *bewerktuigde* wezens, de delfstoffen daarentegen *onbewerktuigde* lichamen noemen; — alsmede, wat men onder *bewerktuiging*, *bewerktuigd samenstel*, enz. verstaat.

De verrigtingen, die de organen van een bewerktuigd wezen uitoefenen, zijn wel is waar zeer onderscheiden, even onderscheiden, als de organen zelve zijn, maar zij staan daarom niet elke op zich zelve. Al die verrigtingen werken met elkander zamen tot één gemeenschappelijk doel, namelijk de ontwikkeling en instandhouding van het geheel. Daaruit volgt, dat het orga-

nisme — dat is, het samenstel van organen, dat een bewerktuigd geheel oplevert, — niet in één, twee of drie stukken verdeeld kan worden; dat een bewerktuigd wezen derhalve een *ondeelbaar* iets, een *individu* uitmaakt. Delfstoffelijke individuen bestaan er niet, zoo als uit het voorgaande genoegzaam kan worden opgemaakt 1).

De scheikundige samenstelling der bewerktuigde en onbewerktuigde lichamen biedt almede belangrijke punten van verschil aan. — De onbewerktuigde lichamen, die wij in de natuur aantreffen, bestaan óf uit eene en dezelfde eenvoudige, niet verder ontleedbare zelfstandigheid, *grondstof* of *element*, óf uit de verbinding van twee of meer zoodanige grondstoffen, — en er is onder al de ons thans bekende grondstoffen geene, die niet als samenstellend deel in het een of ander onbewerktuigd ligchaam wordt aangetroffen. Die verbindingen, uit welke de zamengestelde onbewerktuigde lichamen bestaan, zijn overigens zeer eenvoudige: zij zijn steeds tweeledige (binaire) verbindingen. Het bekende wonderzout of glauberzout (zwavelzure soda) b. v. is een zout, hetwelk scheikundig zamengesteld is uit *twee* bestanddeelen: zwavelzuur en soda. Het zwavelzuur bestaat ook uit *twee* bestanddeelen, welke beiden grondstoffen en dus niet meer ontleedbaar zijn, te weten: zwavel en zuurstof. Maar ook de soda bestaat uit *twee* grondstoffen: sodium en zuurstof. — Die tweeledige verbindingen nu zijn *vast*, dat is, hare bestanddeelen bezitten weinig neiging om elkander te laten varen, — en zij doen dit dan ook niet, dan alleen ten gevolge eener krachtige of aanhoudende inwerking van zulke andere stoffen, tot welke een van hen eene grootere scheikundige verwantschap bezit, dan tot die, waarmede het nu werkelijk verbonden is.

De zelfstandigheden, uit welke de organische lichamen bestaan, zijn van een veel minder eenvoudige, veel meer ingewikkeld scheikundig samenstel, ofschoon het aantal der grondstoffen, die tot de vorming der bewerktuigde natuur bijdragen, veel geringer is. — De wezenlijke grondslag van al de levende, organische deelen van planten en dieren, bestaat uit zoodanige zelfstandigheden, die uit slechts vier grondstoffen zijn zamengesteld, te weten: *koolstof*, *waterstof*, *zuurstof* en *stikstof*, en wel zóó, dat zij geene tweeledige, maar steeds eene drie- of vierledige (*ternaire* of *quaternaire*) verbinding vormen, waarbij echter de koolstof *altijd* voorhanden is. Als voorbeelden van zulke, eigenlijk organische, zelfstandigheden noem ik, bij de planten: zetmeel, suiker, hout-

1) Men waarschuwt wel eens tegen eene te strenge en te volstrekte opvatting van de individualiteit van planten en dieren, op grond dat daarop uitzonderingen zouden bestaan, b. v. de polyphen, die in stukken kunnen gesneden worden, zoo, dat toch ieder stuk een volledigen polyp uitmaakt. Zulk eene beperking is evenwel geheel onnoodig. De stukken, waarin een zoetwaterpolyp verdeeld wordt, *zijn* geene zoetwaterpolyphen, evenmin als een afgesneden tak een volkomen boom is; — zij *worden* dit slechts onder gunstige omstandigheden. De stukken of stukjes van een granietblok daarentegen zijn na hunne afscheiding van het grootte stuk dadelijk volkomene granietbrokken en brokjes, even zoo volkomen als het grootte blok, waarvan zij een oogenblik geleden een gedoolte uitmaakten.

vezel, olie, kleefstof, enz.; bij de dieren: eiwit: vezelstof, lijm, vet, enz. — In en nevens deze organische zelfstandigheden zijn in het dierlijk of plantaardig samenstel nog eenige weinige andere elementen aanwezig, welke daarin onder den vorm van binaire verbindingen voorkomen, en welke de *onbewerkte bestanddeelen* van dat samenstel genoemd worden. Die elementen zijn: zwavel, phosphorus, chlorium, fluorium, silicium, kalium, natrium, calcium, magnesium, manganium en ijzer, — en bij de planten bovendien nog zeer kleine hoeveelheden bromium, iodium, aluminium en koper. — Eene opmerkelijke eigenschap van de organische bestanddeelen is hunne geringe vastheid, de zwakheid hunner verbinding; hunne elementen toch bezitten altijd eene neiging om elkander te verlaten en, hetzij onder elkander, hetzij met andere ligchamen, nieuwe binaire, niet organische verbindingen aan te gaan. Zij worden slechts bijgehouden onder den invloed van de verrigtingen der organen, voor korteren of langeren tijd; aan dien invloed onttrokken, of wanneer die verrigtingen ophouden, bij den dood b. v., worden de meeste organische verbindingen onthouden, en uit hare elementen vormen zich andere verbindingen van niet-organischen aard.

Elke plant, elk dier bezit, gelijk ieder weet, eene bepaalde, bij elke soort standvastige *gedaante*. Die gedaante of vorm is doorgaans min of meer afgerond, zelden regtlijnig of hoekig; waarvan de reden, zoo niet geheel, dan toch grootendeels toe te schrijven is aan de vloeistoffen, die altijd de vaste deelen van dieren en planten doordringen, of bestolen zijn in de holten, die door vele organen gevormd worden, en welke vloeistoffen, even zeer als de vaste deelen, tot het samenstel van het organisme moeten gerekend worden te behooren. — De dieren en de planten bezitten ook eene bepaalde *grootte*: of liever, er bestaan zekere grenzen voor de grootte van elk dier en van elke plant, die deze niet overschrijden. — Bij de delfstoffen ontmoet men slechts bij diegene, welke den kristalvorm bezitten, eene bepaalde gedaante; en wat de grootte betreft, zoo weet elk, dat eene delfstof elke mogelijke grootte kan bezitten, van die eens rotsgevaarten af tot die eens zandkorrels toe, zonder dat dit verschil aan haar eigenlijk wezen iets verandert.

Binnen het dier en de plant, in al hunne deelen, heeft eene onophoudelijke beweging, een gedurige aanvoer en afvoer van stof plaats. De stof namelijk, waaruit de vaste en vloeibare deelen van dieren en planten bestaan, is in eenen staat van onophoudelijke verandering; — ik herinner hier de losheid der scheikundige verbindingen, waaruit de organische stoffen bestaan. Na eenigen tijd een deel van het geheel te hebben uitgemaakt, worden de organische stoffceltjes eindelijk gedeeltelijk scheikundig ontleed, en van het geheel losgemaakt en verwijderd, maar tevens vervangen door andere, nieuwe stof, die van buiten af in het bewerkte samenstel wordt ingevoerd. Men noemt dit *stofwisseling*, en wij zullen daarover later uitvoeriger handelen, waarom wij ons hier ter plaatse slechts tot dit oppervlakkig denkbeeld daarvan he-

palen. Met die stofwisseling hangt de *groei*, de toeneming in omvang der dieren en planten, ten naauwste zamen; hij heeft plaats, wanneer de aanvoer van nieuwe stof de verwijdering der losgemaakte overtreft, en de eerste het ligchaam om zoo te zeggen doordringt, ten einde zich met de reeds aanwezige stofdeeltjes te vereenigen, en die, welke verwijderd worden, te vervangen. — De delfstoffen daarentegen zijn in een voortdurenden toestand van inwendige rust; alleen aan hare uitwendige oppervlakte grijpt vaak eene scheikundige verandering (verweering b. v.) plaats, ten gevolge van de inwerking van uitwendige invloeden (b. v. van lucht, water enz.) — maar inwendig blijven de deeltjes, waaruit zij bestaan, altijd dezelfde, en vernieuwen zich niet. Nemen de delfstoffen in sommige gevallen in omvang toe, dan geschiedt dit alleen, wanneer zich eene zekere hoeveelheid stof van buiten aan hare oppervlakte aanhecht; zij groeijen niet in den eigenlijken zin des woords; en wil men hare vergrooting toch groei blijven noemen, dan is deze hloot een groei door *neven-aanvoeging* (*juclapositie*), terwijl de groei der bewerktuigde lichamen een groei door *tusschen-opneming* (*intussusceptie*) is.

Ook ten opzichte van hun *ontstaan* verschillen de bewerktuigde en onbewerktuigde lichamen. Wanneer een onbewerktuigd ligchaam ontstaat, dan geschiedt dit, doordien zich twee of meer stoffen met elkander verbinden, die in aard verschillen van het voorwerp, dat uit hare vereeniging geboren wordt. Salpeter (salpeterzure potasch) b. v. ontstaat, wanneer potasch (kalium met zuurstof) scheikundig zich verbindt met salpeterzuur (stikstof met zuurstof). Zwavelzure soda of wonderzout wordt geboren uit de vereeniging van soda met zwavelzuur. — Met de dieren en planten is dit geheel anders. Zij kunnen niet ontstaan dan uit een reeds bestaand gelijksoortig dier of eene reeds bestaande gelijksoortige plant, derhalve slechts uit *ouders*, en nimmer uit eene bloote vereeniging van grondstoffen.

Het zal den opmerkzamen lezer reeds in het oog gevallen zijn, dat de bewerktuiging ten naauwste moet zamenhangen met het *leven*. Immers, de bewerktuigde wezens zijn juist die, welke men, in tegenoverstelling van de delfstoffen, *levende* wezens noemt. — Bewerktuiging en leven zijn ook inderdaad zoo naauw met elkander verbonden, dat geen stoffelijk voorwerp levend kan genocmd worden, wanneer het geene werktuigen bezit. Want juist in de werking, in de verrigtingen, die eenig deel uitoefent, bestaat het leven van dat deel; en in de zamenwerking van alle verrigtingen tot één gemeenschappelijk doel, namelijk de ontwikkeling en instandhouding van het geheel, bestaat het leven van dat geheel, van het geheele organisme, van het geheele levende voorwerp.

Daar het leven slechts aan de bewerktuigde lichamen eigen is, zoo heeft ook het *sterven*, de overgang tot den *dood*, het ophouden van alle verrigtingen, alleen op hen betrekking.

Vatten wij al het gezegde nog eens kortelijk te zamen, dan komt het onder

scheid tusschen bewerktuigde en onbewerktuigde lichamen hoofdzakelijk op het volgende neder.

Bewerktuigde, levende lichamen zijn de zoodanige, welke bestaan uit van elkander onderscheidene, verschillend zamegestelde deelen, die men werktuigen, organen, noemt; wier scheikundige zamenstelling een mengsel van drie- en vierledige, ligt ontleedbare verbindingen aabiedt; in welke eene gestadige stofwisseling plaats heeft; die groeijen door opneming van stof in het binnenste weefsel hunner deelen; die uit gelijksoortige, reeds als zoodanig vooraf bestaande voorwerpen, dat is, uit ouders ontstaan; en die eenen bepaalden, min of meer afgeronden vorm en eene bepaalde grootte bezitten.

Onbewerktuigde, levenlooze zelfstandigheden zijn die, wier zamenstel geene van elkander onderscheidene deelen vertoont; die uit tweeledige verbindingen bestaan; in welke geene stofwisseling plaats heeft; die in grootte toenemen door uitwendige aanhechting van stof; die, voor zoover zij zelve geene grondstoffen of elementen zijn, ontstaan door de vereeniging van ongelijksoortige stoffen; wier vorm regtlijnig, en meestal onbepaald is, terwijl voor hare grootte geene bepaalde grenzen bestaan.

Wij zeiden, dat het leven innig zamenhangt met de bewerktuiging, dat het de vereeniging is van al de werkingen, welke een organisch zamenstel uitoefent. — Wij ontwaren het leven door de met onze zintuigen waarneembare *gevolgen*, door de *blijken* dier werkingen, dat is: door de *verschijnselen*, die het levend organisme ons oplevert.

Het is zeer natuurlijk, dat de mensch, wiens aanleg hem dringt om bij alle verschijnselen, die hij waarneemt, naar de oorzaak daarvan te vragen, en van de naaste oorzaken tot de meer verwijderde op te klimmen, om eindelijk te komen tot de kennis van de laatste en de grondoorzaak dier verschijnselen, — niet staan blijft bij de bloote aanschouwing van de onmiddellijk in het oog vallende verschijnselen des levens, maar weten wil, welke de oorzaken dier verschijnselen zijn. Er geschiedt in het levend organisme veel, wat wij al spoedig verklaren kunnen door de bekende, algemeene eigenschappen der stof, ook der niet-georganiseerde stof, d. i. door de bekende algemeene physische en chemische natuurkrachten. Zoo kan h. v. op die wijze de beweging des bloeds zeer goed verklaard worden als het natuurlijk gevolg van de zamentrekkingen des harten, in verband met de geheele inrigting des bloedvaatstelsels. Maar waanneer men nu verder van oorzaak tot oorzaak opklimt — wanneer men h. v. in het aangevoerde voorbeeld voortgaat met vragen: maar wat is nu de oorzaak van die zamentrekkingen van het hart? enz., enz. — dan stuit men eindelijk op moeilijkheden, en eindelijk is het ons niet meer mogelijk reden te geven van hetgeen wij waarnemen. Dan vooral zien wij in, dat er toch tusschen de stof, wanneer zij tot een *bewerktuigd* zamenstel verbonden

is, en die, welke deze bewerktuiging mist, een groot onderscheid is, voor zooverre wij bij de eerste verschijnselen waarnemen, die wij bij de andere niet bespeuren, en die wij niet geheel verklaren kunnen door de eigenschappen, die aan *alle* stof als zoodanig eigen is. Dit verschil in den aard der verschijnselen, en het onverklaarbare van veel daarbij, doen ons dan op het vermoeden komen, dat er in de bewerktuiging krachten huisvesten, die niet aan de onbewerkte stof eigen zijn, — krachten, die niet behooren aan de stof, waaruit het bewerktuigd zamenstel bestaat, maar aan dat zamenstel zelf. Dat vermoeden wordt versterkt door de omstandigheid, dat het ons, — al slaat het ook in onze magt sommige verschijnselen van het levend organisme door werktuigen en toestellen na te bootsen, — toch volstrekt onmogelijk is om iets in het minste voort te brengen, wat naar een levend voorwerp gelijkt, zelfs geen grasscheutje, geen schimmelplantje, geen infusiediertje. Op die wijze voortredenerende, is men er dan ook werkelijk toe gekomen om een eigen, van de zoogenaamde doode (physische en chemische) natuurkrachten geheel onderscheiden beginsel aan te nemen, hetgeen men met den naam van *Levenskracht* bestempelde, en waartoe men zijne toevlugt nam, wanneer het er op aankwam om reden te geven van eenig verschijnsel in het dierlijk of plantaardig organisme, waarvoor men in de onbewerkte natuur geen tegenhanger vond. Te eerder kwam men er toe om *eene enkele* zoodanige kracht als oorzaak des levens van elk organisme aan te nemen, omdat daardoor de doelmaticheid en de onderlinge samenwerking der verrigtingen tot één doel eene gereede verklaring vond, die men op eene andere wijze niet meende te kunnen vinden.

In latere tijden heeft men de levenskracht uit de wetenschap verbannen, op grond dat er geene enkele goede reden zou bestaan, waarom men het er niet eenvoudig voor zoude mogen houden, dat alle levensverschijnselen de gevolgen zijn van de algemeene natuur- en scheikundige eigenschappen der stof, waaruit het organisme bestaat, en die zij als stof met de onbewerkte stof gemeen heeft. »Het verschil b. v.», dus kan men zeggen, «tusschen de verschijnselen der organische en niet-organische natuur laat zich in het algemeen zeer goed begrijpen uit de geheel verschillende omstandigheden, onder welke zich de stof in beide gevallen bevindt. Dezelfde krachten, werkende onder zeer ongelijke omstandigheden, hebben ook zeer verschillende gevolgen. En dat de stof zich in het bewerktuigd zamenstel werkelijk onder geheel andere omstandigheden bevindt dan bij de onbewerkte lichamen, is uit het voorafgaande reeds vrij duidelijk en zal in het vervolg nog duidelijker worden. Kunnen wij ook niet overal en in elk geval aanwijzen, dat en hoe de algemeene natuurkrachten in het levend organisme werken, — in vele gevallen kunnen wij dit wel degelijk, en het aantal dier gevallen neemt toe, naar mate der vorderingen van de gansche wetenschap der natuur. En is de mensch, hoe vernuftig hij ook van de hem bekende physische en chemische krachten

weet gebruik te maken, toch niet bij magte om door aanwending dier krachten ook zelfs het eenvoudigste en geringste plantje of diertje voor te brengen,— hij kan evenmin alle niet-organische zelfstandigheden, die de natuur aanbiedt, vervaardigen. De reden waarom hij dit niet kan, is, dat hij de voorwaarden van het ontstaan der levende voorwerpen niet kent, en dat, al kende hij die, de geringheid der hulpmiddelen, de kortheid des tijds, waarover hij beschikken kan, het hem in vele gevallen niet zouden toelaten. En wat eindelijk die doelmatigheid, die harmonie in de organische natuur aangaat, — de zwakheid van dezen grond wordt genoegzaam aangetoond door de enkele vraag: of dan in de verschijnselen der niet-organische natuur alles ondoelmatigheid, alles disharmonie is?"

Het besluit zou dus zijn, dat de reden, waarom wij veel nog niet uit algemeene physische en chemische wetten kunnen verklaren, gelegen is in de beperktheid onzer kennis, — geenszins, dat het niet door die wetten te verklaren zou zijn, en wij daarom onze toevlugt zouden moeten nemen tot eene willekeurig gesmede *levenskracht*. Die levenskracht is ook inderdaad in den zin, waarin dat woord door enkele vroegere physiologen gebruikt werd, slechts een *woord*, dat *niets* verklaart noch opheldert. Indien ik zeg: »de lever scheidt de bestanddeelen der gal uit het bloed af door de levenskracht,» dan zeg ik volstrekt niet meer dan: »de gal wordt gevormd in de lever.» Zulke woordveranderingen voor *verklaringen* aan te nemen brengt de wetenschap geene schrede vooruit. — Wanneer men intusschen onpartijdig de zaak beschouwt, dan blijkt het, dat velen ook het woord *levenskracht* hebben gebezigd eenvoudig als de zamenvatting van juist die ons onbekende omstandigheden, onder welke de stof zich in het levend organisme bevindt, en die, volgens de bestrijders der levenskracht, de oorzaak zijn van het verschil tusschen de verschijnselen der organische en niet organische natuur. Welke die omstandigheden zijn, of zij bestaan in eigenaardigheden van de zamenvoeging der stoffeelen of der eenvoudigste onleedkundige elementen van het organisme, of in iets anders, daarvan, van de *oorzaak* dus des levens, weten wij niets. Het is echter raadzaam om ook in *dezen* zin het woord levenskracht niet te bezigen, omdat men daarbij zoo ligt er toe komt tot het aannemen van eene afzonderlijke kracht, waarvan het bestaan niet bewezen is.

II. HOOFDSTUK.

Vershil tusschen planten en dieren.

De grenzen tusschen het dieren- en het plantenrijk zijn bij lange na zoo scherp niet afgebakend, als die tusschen de bewerkte en de onbewerkte lichamen, en het is uiterst moeilijk, zoo niet onmogelijk, zoodanige

kenmerken op te geven, waardoor alle dieren en planten, zonder uitzondering, van elkander verschillen, — zoodanige eigenschappen, welke een voor alle gevallen geldig kenmerk ter onderscheiding van beiden opleveren.

Dit zal menigeen vreemd en wonderspreukig voorkomen. Immers, die dieren en planten, welke wij dagelijks zien, verschillen zoo duidelijk, zoo bepaald van elkander, dat men meenen zoude, dat niets gemakkelijker zijn moest, dan op te geven, door welke eigenschappen zich het dier van de plant onderscheidt. Zeker, indien wij ons mogten bepalen tot de beschouwing van die dieren en die planten, aan welke ieder aanstonds denkt, wanneer er van dieren en planten gesproken wordt, dan zou het opgeven van zulk een kenmerkend verschil zulk eene moeilijke zaak niet zijn. Doch wanneer men het gansche dierenrijk en het gansche plantenrijk overziel, en zich dus niet slechts tot de meer zamengestelde hoogere dieren en planten bepaalt, maar ook het oog vestigt op de meer eenvoudige lagere, — dan bevindt men, dat, hoe meer wij de allereenvoudigste vormen van het dieren- en plantenrijk beschouwen, wij des te minder onderscheidende kenmerken overhouden, totdat ons eindelijk genoegzaam alle ontzinken en het ons onmogelijk wordt een kort en bepaald antwoord te geven op de vragen: wat is een dier? wat is eene plant?

Indien wij echter van de eenvoudigste dieren trapsgewijs tot de meer zamengestelde opklimmen, dan ontmoeten wij al spoedig in hun maaksel zekere bijzonderheden, die wij bij de planten niet opmerken, en die al duidelijker en duidelijker in het oog vallen, en zich al meer en meer op den voorgrond stellen, naarmate men hooger in de rij der dieren opklimt. Deze eigenschappen zijn het, die de eigenlijke kenmerken der diersheid uitmaken; zij worden bij de eenigzins hoogere vormen des dierenrijks nimmer geheel gemist, terwijl zij daarentegen ook bij de meest volkomene planten geheel ontbreken, — en het zijn deze, die wij moeten beschouwen, ten einde ons een algemeen denkbeeld te vormen van datgene, wat eigenlijk het onderscheid tusschen dieren en planten uitmaakt.

Wij moeten te dien einde wederom het oog vestigen op de verrigtingen, waarvan de uitoefening, gelijk wij zagen, eene der hoofdeigenschappen is, door welke zich de organische, levende, van de niet-organische, levenloze voorwerpen onderscheiden. Al die verrigtingen bedoelen, gelijk wij almede zagen, de instandhouding van het organisch geheel. Al aanstonds moet ik echter doen opmerken, dat die verrigtingen in twee klassen onderscheiden worden, waarvan de eene die bevat, welke de instandhouding des diers zelf of der plant zelve, de instandhouding van het *individu*, bedoelen, terwijl die der tweede klasse de instandhouding der *soort*, de *voortplanting* tot uitkomst hebben. — Tot ons tegenwoordig doel echter hebben wij alleen met de verrigtingen der eerste klasse te doen.

Van deze verrigtingen, welke dienen om het individu in stand te houden, zijn eenige tot dat doel volstrekt onmisbaar; het zijn die, welke regtstreeks

den groei, de voeding, de stofwisseling bewerkstelligen. Uit die onmisbaarheid blijkt, dat zoowel de planten als de dieren deze verrichtingen moeten uitoefenen, en zij worden daarom dan ook *Organische verrichtingen* genoemd, dewijl zij aan alle organische wezens, als zoodanig, gemeen zijn. In de wijze evenwel, waarop zij worden uitgeoefend, en in de werktuigen, die daartoe dienen, merkt men tusschen de dieren en de planten onderscheidene belangrijke punten van verschil op. Het meest in het oog loopende, ofschoon niet het eenige, is het volgende. Zoowel bij dieren als bij planten moeten de voedingstoffen, die zij van buiten af in zich opnemen, door het ligchaam gevoerd worden, ten einde in alle deelen daarvan groei en stofwisseling mogelijk te maken. Bij de planten begint die rondvoering onmiddellijk nadat de zelfstandigheden, die de voedingstoffen bevatten, binnen de plant zijn opgenomen. Zoodra h. v. het met voedende bestanddeelen bezwangerde water door de haarworteltjes eener plant uit den grond opgeslorpt is, wordt het van cel tot cel en van deel tot deel door de geheele plant rond- en aan elk afzonderlijk deel toegevoerd. Bij de dieren daarentegen komen de stoffen, die de voedende beginselen bevatten, vooraf door den *mond* in eene holte, de *spijsbuis* (die bij de hoogere dieren in slokdarm, maag en darmen is afgedeeld), waarin het voedende van het niet voedende wordt afgescheiden en eene voorafgaande bewerking ondergaat, eer het door de opslorpande vaten der spijsbuis — die met de haarworteltjes der planten kunnen vergeleken worden — wordt opgenomen, om dan verder door het geheele ligchaam heen gevoerd te worden. — De dieren bezitten dus eene *spijsbuis*, waarmede verscheidene andere organen in verband staan, en in die spijsbuis heeft de spijsvertering plaats. Bij de planten ontwaren wij geene spijsbuis en er geschiedt bij haar geene spijsvertering. — Daarbij voeden zich de planten met niet-organische stoffen, terwijl daarentegen het voedsel der dieren altijd van organischen oorsprong is: de plantenetende dieren voeden zich met planten, de vleeschetende met dieren. De planten maken alzoo — om dit in het voorbijgaan op te merken — als 't ware een tusschenlid uit tusschen de niet-organische natuur en de dieren; de niet-organische stof wordt in de planten tot organische omgevormd, en deze laatste dient nu vervolgens tot den groei en het onderhoud van het dierlijk organisme.

Er is eene verrigting, die met den omloop der voedingsvochten en met de stofwisseling in het naauwste verband staat; ik bedoel de ademhaling. Deze heeft bij de planten wel vooral door de bladeren, maar ook op de geheele groene oppervlakte der plant plaats; bij de dieren geschiedt zij door afzonderlijke organen, luchtbuizen, kieuwen of longen. Daarbij ademen de dieren zuurstof in en koolzuur uit, terwijl de planten, althans bij dag, koolzuur in- en zuurstof uitademen.

Maar behalve de organische verrichtingen, die, op hoedanige wijze zij dan ook uitgeoefend mogen worden, ter instandhouding van elk organisch levend

wezen geheel onmisbaar zijn, zijn er nog andere, die ook wel die instandhouding bedoelen, maar welke te dien einde op eene geheel andere wijze werkzaam zijn dan de organische. Die verrigtingen nu zijn de *zinluigelijke gewaarwordingen* (gevoel, reuk, smaak, gehoor, gezigt), door welke het schepsel verwittigd wordt van hetgeen nuttig of schadelijk voor zijn bestaan kan wezen, en de *willekeurige beweging*, waardoor het in staat gesteld wordt om het nuttige op te zoeken en het schadelijke te vermijden. Die verrigtingen nu, door welke, gelijk duidelijk is, eene inniger verbinding van het leveud wezen met de hem omringende natuur ontstaat, oefenen alleen de dieren uit, en de planten niet; zij worden daarom dan ook *dierlijke verrigtingen* genoemd, ter onderscheiding van de organische. Natuurlijk zijn de planten ook geheel verstoken van de organen, die ter uitoefening van de dierlijke verrigtingen dienen.

Ik sprak daar echter niet zoo zeer van beweging, maar uitdrukkelijk van *willekeurige beweging*. Beweging in het algemeen toch kan men aan de planten niet ontzeggen. Ieder immers heeft wel eens opgemerkt, hoe vele bloemen zich des avonds of bij somber weer sluiten, om des morgens of bij eene heldere lucht weder open te gaan; — hoe andere bloemen zich gestadig naar de zon gekoerd houden en deze in haren loop volgen; — hoe het zoogenaamde *kruidje roer mij niet* (*Mimosa pudica*) zijne bladen zamentrekt, wanneer men het aanraakt. Deze en nog meer verschijnselen bewijzen, dat de planten niet van beweging verstoken zijn. Maar die bewegingen hangen niet van haren wil af; zij zijn niet *willekeurig*, maar *onwillekeurig*. Zulk eene onwillekeurige beweging bezitten de dieren ook; ik behoef maar alleen te wijzen op de kloppingen van het hart en de slagaderen, op de zamentrekkingen van den oogappel, wanneer men uit eene donkere kamer in een helder verlicht vertrek treedt. Maar zich te bewegen naar eigen willekeur kunnen alleen de dieren, — de planten missen dat vermogen geheel.

Gewaarwordingen, wil, veronderstellen *bewustzijn*. En hieraan knoopt zich vermogens, welke als het hoogste kenmerk der dierlijkheid te beschouwen zijn, — ik bedoel de *verstandelijke vermogens*. Wij ontwaren daarvan wel is waar bij de alleriaagste, eenvoudigste dieren geene of althans slechts uiterst twijfelachtige teekens, — het is ons niet mogelijk te beslissen of b. v. de bewegingen, die zij uitoefenen, wel waarlijk willekeurig zijn, — maar, hoe verder wij ons van hen verwijderen en tot de meer zamengestelde, hoogere dieren opklimmen, des te duidelijker treden die vermogens op den voorgrond. Bepaaldelijk houdt hunne ontwikkeling gelijken tred met die der hersenen, tot zij eindelijk bij de zoogdieren, die ook in elk ander opzigt de hoogste plaats onder de dieren innemen, haar hoogste toppunt bereikt. Hoe de mensch ten opzichte der verstandelijke vermogens niet alleen aan het hoofd der zoogdieren en dus van het geheele diereenrijk slaat, maar als een geheel op zich zelf staand wezen moet worden aangemerkt, zal ik later breeder ontwikkelen, wanneer wij ons tot de beschouwing dier vermogens zullen bepalen.

De opgenoemde eigenschappen, welke aan de dieren boven de planten toekomen, zijn van het hoogste gewigt om zich het verschil tusschen de beide organische natuurrijken goed voor te stellen, al is het ook, dat niet *alle* dieren en *alle* planten daardoor van elkander zouden kunnen worden onderscheiden. Immers er zijn eene menigte lagere diersoorten, die geene spijsbuis bezitten, en hij welke de voeding omtrent op dezelfde wijze als bij de lagere planten geschiedt. Bij een groot aantal dieren, insgelijks der lagere soorten, valt het ook moeilijk te beslissen of zij wel eigenlijke zintuigelijke gewaarwordingen bezitten, althans of hunne bewegingen wel willekeurig zijn; terwijl men aan den anderen kant ontdekt heeft, dat de kiemkorrels (*sporae*), waardoor sommige der eenvoudigste waterplanten (*confervae*) zich vermenigvuldigen, zich op dezelfde wijze als de infusiedierljes door middel van trilbaren in het water bewegen. Ik merkte daareven ook aan, dat er dieren zijn, bij welke geene of zeer twijfelachtige sporen van hoogere, verstandelijke vermogens bespeurd worden. — Maar dit alles geldt alleen van de eenvoudigste, minst zamengestelde, laagste dier- en plantensoorten; hoe meer men bij de dieren van de eenvoudigste tot de meer zamengestelde, hoogere opklimt, des te meer ziet men die eigenschappen, welke ik opgenoemd heb, zich ontwikkelen, des te duidelijker vertoonen zij zich, zooals ik reeds opmerkte, als de kenmerkende eigenschappen der dierlijkheid.

Dit alles geldt evenzeer van nog een ander kenmerkend onderscheid, dat, hoezeer al weder alleen op de hoogere planten en dieren betrekking hebbende, toch als zoodanig verdient vermeld te worden. Het bestaat hierin, dat de verschillende deelen, waaruit het dier is zamengesteld, veel meer afhankelijk zijn van elkander en van het geheel, waartoe zij behooren, dan zulks bij de plant plaats vindt. Snijdt men eenen tak van eenen boom af, dan blijft niet alleen de boom leven, maar bovendien groeit de tak, in de aarde gestoken, tot een nieuwen boom. Die proef kan niet alleen met een klein takje, maar ook met eenen wortel, ja zelfs met eenen knop getukken. Nu kan men ook wel een dier van een lid berooven, b. v. van een poot of vleugel, zonder dat het daarom sterft, maar — behalve dat men hier met zulk eene vermindering bij lange na niet zoo ver kan gaan als bij eene plant, — het afgescheiden deel blijft niet voortleven, en nog minder groeit er weder een geheel dier uit. De reden daarvan is, dat het dier zekere organen bezit, die aan bepaalde plaatsen des ligchaams gebonden zijn, zooals de hersenen, het ruggemerg, de longen, het hart, de maag, enz., — welke organen op andere plaatsen des ligchaams niet aanwezig zijn. Die organen zijn bij het dier tot het leven des geheels onontbeerlijk, — en daar nu b. v. een poot die werktuigen niet bezit, zoo volgt daaruit van zelf, dat een van het ligchaam afgescheiden poot — of welk ander deel ook — niet kan blijven voortleven. Bij de planten is dit anders. Alle hare deelen, hoe zeer zij uiterlijk mogen verschillen, hebben inwendig nageoeg hetzelfde zamenstel. Zij bezitten geene van die slechts op ééne plaats

aanwezige organen, zooals de dieren die hebben; in den tak vindt men dezelfde zamenstellende deelen als in den stam, de stam verschilt wederom weinig van de wortels, enz., zoodat men wel eens boomen het onderste boven verplant heeft, met dat gevolg, dat de wortels voortaan bladeren, en de takken haarworteltjes voortbragten. Elk deel der plant, althans elk blijvend, niet afvallend deel, bezit dus al die organen, welke het tot leven behoeft, en kan daardoor, onafhankelijk van het geheel, op zich zelf blijven bestaan, — hetgeen bij de dieren niet plaats vindt; ten minste zoo men die lagere dieren uitzondert, wier maaksel eene soortgelijke eenvormigheid bezit, als dat der planten, ten gevolge waarvan dan ook bij hen een van het geheel afgescheiden deel kan blijven voortleven en zich tot een geheel dier ontwikkelen.

Ik kan niet voorbijgaan nog een onderscheid aan te stippen, dat wij in den fijnsten bouw der weefsels bij planten en dieren opmerken. Bij het eerste ontstaan van planten en dieren beiden bestaat de grondslag van al hunne weefsels uit *cellen*, blaasjes, waaruit vervolgens, door verschillende omvormingen, al die verschillende weefsels ontstaan, waaruit de plant en het dier zijn zamengesteld. Die omvormingen nu zijn bij het dier, gedurende zijne verdere ontwikkeling, van veel meer belang dan bij de plant; de oorspronkelijke cellen ondergaan bij het eerste eene veel grootere verandering dan bij de laatste; en het gevolg daarvan is, dat de meeste weefsels van het reeds ontwikkelde dier geene duidelijke sporen aanbieden van hun ontstaan uit cellen. Dat zij daaruit ontstaan zijn, leert men door de waarneming van de traspwijze ontwikkeling, door de ontwikkelingsgeschiedenis der weefsels, — geenszins uit de bloote beschouwing der reeds volledig ontwikkelde deelen. Daarentegen blijven niet alleen de plantenweefsels veel duidelijker de blijken vertoonen, dat zij oorspronkelijk uit cellen bestonden, maar ook zelfs de planten der hoogere klassen bestaan voor een groot gedeelte voortdurend uit cellen.

Ten opzigte van de scheikundige zamenstelling voeg ik hier slechts bij, dat een hoofonderscheid tusschen planten en dieren hierin bestaat, dat de dierlijke zelfstandigheden oneindig meer stikstof bevatten dan de plantaardige, al is het ook, dat de planten de stikstof in haar scheikundig zamenstel niet geheel missen, en er ook enkele dierlijke zelfstandigheden zijn, die geheel geene stikstof bevatten.

Het aangevoerde zal voldoende zijn om de voornaamste eigenschappen der dierlijkheid in het licht te stellen. Beschouwen wij nu de dieren van nader bij, en onderzoeken wij, welke de plaats is, die de mensch in de rij van dezen bekleedt.

III. HOOFDSTUK.

Verdeeling van het dierenrijk. Plaats van den mensch in de rij der dieren. Verschil tusschen mensch en dier.

Sedert CUVIER heeft men het dierenrijk verdeeld in vier groote afdeelingen of hoofdgroepen, elke waarvan een aantal dieren bevat, wier organisme, hoe verschillend anders ook, toch een enkelen bepaalden grondvorm vertoont, die bij alle dieren van die groep dezelfde is. Met andere woorden: de dieren, die tot eene en dezelfde dier vier groepen behooren, zijn, om zoo te zeggen, gevormd volgens een en hetzelfde algemeen plan. Men onderscheidt dientengevolge de dieren in 1^o *Straaldieren* (*Animalia radiata*), waarvan ik de polypen, de zeesterren, de zeekwallen als voorbeelden aanvoer; 2^o *Gelede dieren* (*An. articulata*), b. v. alle insecten, benevens de spinnen, de krabben en kreeften, de aardworm, enz.; 3^o *Weekdieren* (*An. mollusca*), zooals de oester, de slak, de inktvisch; 4^o *Gewervelde dieren* (*An. vertebrata*), waartoe alle hoogere dieren behooren, die dieren namelijk, welke de algemeene eigenschappen der dierlijkheid, waarvan ik in het vorig hoofdstuk sprak, in den hoogsten graad en in de grootste ontwikkeling vertoonen.

Later hebben de meeste dierkundigen de groepen der straaldieren en der gelede dieren in meer afdeelingen gesplitst, en daaruit is eene indeeling van het dierenrijk ontstaan in 1^o *Protozoën*, de allereenvoudigste dierlijke organismen (*Protozoa*); 2^o *Wortelpootigen* (*Rhizopoda*); 3^o *Hollijvigen* (*Coelelenterata*); 4^o *Stekelhuidigen* (*Echinodermata*); 5^o *Weekdieren* (*Mollusca*); 6^o *Wormen* (*Vermes*); 7^o *Gelede dieren* (*Arthrozoa* of *Arthropoda*); 8^o *Gewervelde of ruggemergsdieren* (*Vertebrata* of *Medullata*).

Elke dezer groepen wordt nu weder in een aantal klassen verdeeld, en wel bepaaldelijk de gewervelde dieren in vier, te weten: 1. *Visschen* (*Pisces*); 2. *Kruipende dieren* (*Reptilia*); 3. *Vogelen* (*Aves*) en 4. *Zoogdieren* (*Mammalia*) 1)

De klasse der zoogdieren verdeelt men meestal in elf orden, namelijk 1^o *Monotremen* (*Monotremata*), b. v. het vogelbekdier; 2^o *Buideldieren* (*Marsupialia*), b. v. de opossum, de kangeroe; 3^o *Walvisschen* (*Cetacea*), b. v. de walvisch, de bruinvisch; 4^o *Dikhhuidigen* (*Pachydermata*), b. v. de elefant, het zwijn, de tapir, het nijlpaard, het paard; 5^o *Herkauwenden* (*Ruminantia*), b. v. de kameel, het hert, de giraffe, de antilope, de geit, het schaap, de koe; 6^o *Tandelloozen* (*Edentata*), b. v. de miereneter, het schubdier, de lujaard; 7^o *Knaagdieren* (*Rodentia*), b. v. de eekhoorn, de muis, de haas; 8^o *Verscheurende* (*Ferae*), b. v. de egel, de beer, de hunssem, de hond, de kat, de zee-

1) Korthedshalve ga ik de kenmerken der hoofdgroepen, der klassen en orden met stilzwijgen voorbij; — in elk handboek der Natuurlijke historie vindt men die opgegeven.

hond; 9°. *Handleugeligen* (*Chiroptera*): de vledermuizen; 10°. *Vierhandigen* (*Quadrumanæ*): de apen, — en eindelijk 11°. *Tweehandigen* (*Bimana*): de mensch.

Elke dezer orden wordt alwederom verdeeld in familiën, geslachten en soorten. Alleen de orde der tweehandigen bevat slechts ééne familie, één geslacht, ééne soort: den met rede begaafden mensch (*Homo sapiens* LINN).

Zoo zijn wij dan gekomen tot het eigenlijk onderwerp van onze beschouwingen, den mensch.

In het algemeen is het ligchaam des menschen naar denzelfden grondvorm, denzelfden typus, geschapen, als dat der overige gewervelde dieren, en meer bepaaldelijk als dat der zoogdieren. Hij moet, even als zij, ademhalen, zich voeden, zich bewegen, gevoelen en zich voortplanten; geen wonder, dat de organen, die bij hem daartoe dienen, — en dientengevolge zijn geheel zamenstel, — ook op dezelfde wijze als bij de dieren zijn ingerigt. Maar zijn de gewervelde dieren verre boven de overige dieren verheven, omdat bij hen die eigenschappen, welke de eigenaardige kenmerken der dierlijkheid zijn, in de hoogste en volkomenste mate worden aangetroffen, en staan de zoogdieren, om diezelfde reden, zonder tegenspraak aan het hoofd van alle gewervelde dieren, — de bewerktuiging van den mensch drukt, in alle rigtingen van het dierlijk leven, den allerhoogsten graad van volkomenheid uit, en de mensch staat daardoor aan het hoofd der zoogdieren, en zodoende aan het hoofd der geheele aardsche schepping.

Gaan wij thans, met voorbijgang van alle minder wezenlijke verschillen, kortelijk die eigenschappen na, door welke zich de mensch zoo zeer van alle dieren onderscheidt, dat hij werkelijk als een geheel op zich zelven staand wezen kan worden aangemerkt. Het is voldoende, indien wij hem te dien opzichte met de zoogdieren vergelijken, dewijl toch alles, wat deze van de overige dieren onderscheidt, evenzeer op den mensch toepasselijk is.

Tot die eigenschappen behoort, in de eerste plaats, de *opgerigte stand en gang*, die alleen den mensch, en geen ander zoogdier, eigen zijn.

Bij verre de meeste zoogdieren dienen alle vier de ledematen om er op te staan en te loopen, en zijn dan ook geheel en al te dien einde ingerigt. Die dieren worden daarom *viervoetige* dieren genoemd. Bij de apen zijn zij daarentegen volgens hun maaksel minder geschikt om er op te loopen, dan wel om er mede te grijpen; de apen hebben namelijk handen aan de vier ledematen: zij zijn *vierhandige* dieren. Wel is waar laat de lengte hunner armen hen toe, om vrij gemakkelijk en vlug op hunne vier handen zich op den vlakken grond te bewegen; maar de beweging, die voor hen de gemakkelijkste en natuurlijkste is, en waartoe zij ten gevolge van het bezit van vier handen geheel zijn ingerigt, is het klimmen in de boomen, waarop zij het grootste gedeelte van hun leven doorbrengen. Op den grond geplaatst, kunnen zij zeker

gemakkelijker dan de meeste andere zoogdieren eenen opgerigten stand aan nemen en op de achterpooten gaan; doch dit valt hun moeilijk; zij nemen die houding niet gaarne aan, en dan nog liefst met behulp van eenen stok. Die moeilijkheid hangt, behalve van andere eigenaardigheden in hunnen bouw, vooral af van de smalheid des bekvens, en van de omstandigheid, dat de achterhanden bij den opgerigten stand niet plat, maar met den buitenkant op den grond rusten, terwijl de buigspieren der achterpooten zooveel krachtiger zijn dan de uitstreckende spieren, dat men de apen, als zij regt op heeten te staan, altijd met gebogene achterpooten, met kromme knieën, ziet, — eene houding, waarin het gewigt des lichaams slechts met moeite en inspanning door de achterpooten gedragen wordt.

De mensch bezit alleen voeten aan de achterste — bij hem de onderste — ledematen. Zijn voet is breed; het been rust loodregt daarop, terwijl de hiel naar achteren uitspringt, en hierdoor, en door den afstand, die tusschen beide voeten plaats heeft, is het grondvlak, waarop het ligchaam bij den opgerigten stand rust, van eene aanmerkelijke grootte, grooter naar evenredigheid dan bij elk ander dier in diezelfde houding. Die afstand tusschen de beide voeten, welken de mensch nog vrijwillig vergrooten kan, hangt af van de groote breedte des bekvens, en van de lengte en de schuinsche rigting van den hals des dijbeens. Er is daarom geen dier, dat zóó vast op twee ledematen staan kan, als de mensch dit zonder inspanning kan doen. Daartoe draagt bij de omstandigheid, dat de uitstreckende spieren der dijen en beenen, die bij den regtopstaanden stand door hunne zamentrekking uitwerken, dat deze deelen met den romp in eene rechte lijn liggen, bij den mensch sterk ontwikkeld en krachtig zijn, zoodat het gewigt des lichaams op de onderste ledematen, als op twee rechte kolommen, met groot gemak gedragen wordt. En daar het hoofd in dien stand geheel in evenwigt op den hals staat, omdat de plaats, waar de hals zich met het achterhoofd vereenigt, bijna onder het midden van de massa des hoofds gelegen is, zoo draagt ook de hals het hoofd zonder eenige inspanning.

De groote breedte van het bekken van den mensch verschaft daarbij aan de ingewanden, die in de buikholte gelegen zijn, eene behoorlijke ondersteuning bij den opgerigten stand.

Indien de mensch het ook al *wilde*, dan zou hij toch niet bij voortdoring op handen en voeten *kunnen* gaan. Zijne beenen zijn daarvoor naar evenredigheid te lang, en hij zou weldra met de knieën op den grond zinken. Zijne aan de buitenzijde van den romp aangehechte en van een staande, met tot gaan geheel en al ongeschikte handen voorziene armen, zouden het voorste gedeelte des lichaams slechts met moeite ondersteunen. Dewijl de plaats, waar zich de bovenste halswervel met het hoofd vereenigt, bij den mensch geheel *onder* aan het hoofd, en niet, gelijk bij de viervoetige dieren, meer naar achteren gelegen is, en er bij hem geen nekband aanwezig is, gelijk bij de

dieren, door welks behulp het hoofd regt gehouden zou kunnen worden, -- dewijl bovendien het menschelijk hoofd naar evenredigheid zwaarder is dan van eenig ander dier, zoo zou zijn hoofd naar beneden hangen, en hij zou, om vooruit te kunnen zien, het telkens moeten opligten, dat voor hem op den duur eene zware inspanning zijn zoude. In één woord, de mensch, wiens zamenstel, bij den opgerigten stand, de doelmatigste inrigting en de schoonste evenredigheid vertoont, zoude, wanneer hij op handen en voeten loopen moest, een slecht geëvenredigd, traag en hulpeloos schepsel zijn.

Er zijn in den bouw des menschelijken ligchaams nog meer bijzonderheden, welke met den opgerigten stand en gang, die den mensch van nature eigen zijn, in verband staan. Ik heb echter alleen de voornaamste en het meest in 't oog loopende willen opgeven, als zijnde deze genoegzaam om aan te toonen, dat de mensch niet, gelijk sommigen vroeger wel eens beweerd hebben, eigenlijk door de natuur bestemd is tot een viervoetig dier; waaruit men dan het gevolg trek, dat de opgerigte stand kunstmatig aangenomen en onnatuurlijk zijn zou.

De mensch bezit alleen aan de voorste of bovenste ledematen handen, voorzien met lange, buigzame vingers, die zich elk afzonderlijk kunnen bewegen, en waarvan de duim, die naar evenredigheid langer is dan de groote teen, niet, zooals deze, in dezelfde lijn ligt met de overige vingers, maar geheel afgezonderd, en zich zóó naar de andere vier vingers heen bewegen kan, dat hij met deze eene soort van tang vormt. Door deze bijzonderheid, door hare geheele inrigting, en door het fijne gevoel, dat vooral in de vingertoppen zetelt, is de hand des menschen het *werktuig der werktuigen*, gelijk ARISTOTELES haar noemde. Ofschoon het onwaar is, dat de verstandelijke meerderheid der menschen boven de dieren aan het bezit van twee geheel volkomene handen haren oorsprong verschuldigd zou zijn, gelijk van ouds ANAXAGORAS, en in nieuweren tijd HELVETIUS en BUFFON beweerden, zoo is het toch niet te ontkennen, dat zonder haar behulp de verstandelijke ontwikkeling van het menschedom met veel meer hinderpalen te worstelen zoude hebben gehad.

Behalve door de plaatsing van het achterhoofds-gat, verschilt het hoofd van den mensch nog aanmerkelijk van dat der dieren. Van dit verschil ligt de grond vooral hierin, dat het bovenste gedeelte van het hoofd, de *schedel*, bij den mensch naar evenredigheid van veel grooteren omvang is dan bij de dieren, de apen niet uitgezonderd; -- terwijl daarentegen bij de laatsten de aangezigts-beenderen naar evenredigheid veel grooter zijn dan bij den mensch. Met andere woorden: bij den mensch bezit de schedel verreweg het overwigt boven het aangezicht; bij de dieren heeft het tegendeel plaats. In fig. 1 is een menschenhoofd afgebeeld, waar de schedel van het daar beneden liggend aangezicht door eene gestippelde lijn is afgescheiden, zoodat het bij den eersten oogopslag duidelijk is, wat men onder schedel en aangezicht verstaat. Vergelijkt men nu met dit hoofd, hetwelk dat van eenen neger is -- dus van

dat menschenras, hetwelk den meest dierlijken vorm des hoofds bezit, — dat van een jongen Orang-Oetan (fig. 2) — het dier, dat in den vorm en de evenredigheden van 't hoofd het meest

Fig. 1

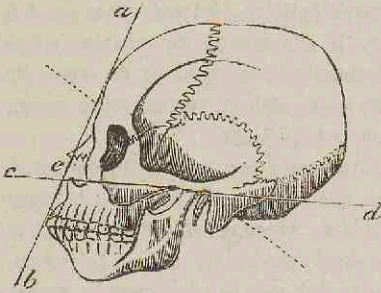


Fig. 2

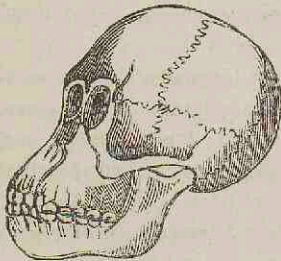
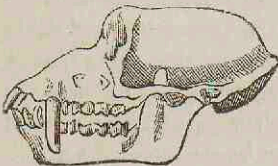


Fig. 3



op den mensch gelijkt, — dan zal het groote onderscheid tusschen beiden al aanstonds in het oog vallen, en nog meer zal het dit, wanneer wij fig. 1 vergelijken met fig. 3, welke het hoofd van eene andere apensoort (*Macacus*) voorstelt.

Die betrekking tusschen den omvang des schedels en des aangezigts kan tamelijk nauwkeurig bepaald

worden door den *gelaatshoek*, die, het eerst door CAMPER daartoe gebezigd, naar hem de *gelaatshoek van CAMPER* genoemd wordt. Wanneer men, fig. 1, eene rechte lijn *cd* trekt door den bodem der neusholte en het gehoorgat, en op deze lijn eene tweede *ab* door het meest uitstekende punt des voorhoofds en den tandkasrand der bovenkaak, dan snijden deze lijnen elkander in *e* en vormen aldaar eenen hoek. Hoe grooter nu de omvang des aangezigts is, in evenredigheid tot dien des schedels, naar die mate steekt ook de bovenkaak meer naar voren uit, en des te scherper zal de hoek zijn, dien de beide lijnen met elkander vormen. Bij den mensch nu is die hoek grooter dan bij alle dieren. Hij wisselt bij hem, al naar gelang der onderscheidene menschenrassen, die in dit opzigt nog

al van elkander verschillen, af van 90 tot 70°; bij de verschillende apensoorten (fig. 2 en 3) is hij 60 tot 30°; bij de overige zoogdieren is hij nog kleiner, en wordt bij eenigen zoo scherp, dat hij nauwelijks te meten is.

Die verschillende evenredigheid tusschen den schedel en het aangezicht, welke wij bij den mensch en de dieren waarnemen, staat in het nauwste verband met den meerderen of minderen omvang der *hersenen*. De schedel tocht vormt eene beenige doos, wier holte door de hersenen geheel angevuld wordt. Gelijk nu bij den mensch de uitwendige *omvang* des schedels naar evenredigheid veel grooter is, dan bij de dieren, zoo is ook bij hem de *inhoud* der schedelholte, en de omvang en het gewigt der hersenen, veel aanmerkeliiker, gelijk door onderscheidene onderzoekingen voldoende bewezen is.

De grootte van het verschil der hersen-massa bij den mensch en de dieren valt wel het duidelijkst in het oog, wanneer wij acht geven op de evenredigheid, welke er bij de hoogere dierklassen bestaat tusschen den omvang der *hersen*, — de werktuigen der verstandelijke vermogens, — en het *verlengde- en ruggemerg*, de organen der meer zuiver dierlijke verrichtingen: gevoel en beweging. Men heeft berekend, dat bij de visschen de hersenen zich tot het ruggemerg verhouden als 2 tot 1; bij de kruipende dieren als $2\frac{1}{2}$ tot 1; bij de vogelen als 3 tot 1; bij de zoogdieren als 4 tot 1; bij den mensch eindelijk als 23 tot 1.

Een aantal eigenaardigheden in het samenstel der menschen ga ik, om niet te uitvoerig te worden, met stilzwijgen voorbij. Met een woord gewaag ik slechts van de zeker niet onbelangrijke omstandigheid, dat bij den mensch geen zintuig uitsluitend ten koste, om zoo te zeggen, van de anderen, ontwikkeld is, zooals wij dat bij zoo vele dieren waarnemen, bij welke één zintuig zeer sterk, de overige daarentegen in veel geringere mate ontwikkeld zijn; — van het vermogen des menschen om zijne gemoedsaandoeningen door zijn gelaat uit te drukken, waardoor dit laatste als de spiegel der ziel wordt; — van de langzame ontwikkeling van 's menschen ligchaam, in tegenstelling met dat der meeste zoogdieren; — van de gemakkelijheid, waarmede zich dat ligchaam schikt en als 't ware plooit naar de verschillende omstandigheden, waaronder hij leeft, en de verschillende klimaten, die hij bewoont. Maar vooral gewaag ik hier van het vermogen, dat den mensch, en ook alleen den mensch, eigen is, om zijne gedachten en gewaarwordingen door middel van de *spraak* mede te deelen. Alleen de mensch bezit eene gearticuleerde stem of spraak. Het is wel waar, dat men sommige vogels zoo afrigten kan, dat zij verscheidene woorden duidelijk uitspreken; maar het is even zoo waar, dat geen dier ooit zijne denkbeelden door woorden kenbaar maakt. Dit komt niet daar van daan, dat de dieren de werktuigen tot spreken missen: de papegaai en de ekster bewijzen genoegzaam het tegendeel. Maar gebruik te maken van die werktuigen tot het vormen eener spraak, eener taal, is het werk van het verstand; en daarin is de reden gelegen, waarom de mensch wel, en het dier niet spreken kan.

En zoo komen wij als van zelf tot het vooruaamste, het hoofdonderscheid tusschen den mensch en de dieren. *Alleen de mensch is een redelijk en zedelijk wezen*: — eene onmetelijke kloof scheidt hem daardoor van alle, ook zelfs van de meest volkomene en schranderste dieren af; hij wordt daardoor tot een wezen, dat op aarde geheel op zich zelve staat. — Wij kunnen den aard van dit oneindige verschil tusschen den mensch en de dieren hier niet ontwikkelen, maar slechts een algemeenen blik op de uitwerkingen daarvan slaan. — Reeds daár, waar het slechts de bevrediging van zijne bloot lichamelijke behoeften geldt, vertoont zich 's menschen hoogere aanleg in de wijze, waarop hij in die behoeften voorziet. Van hetgeen de hand der natuur hem

vrijwillig tot voedsel aanbiedt, tracht hij zich te verzekeren door landbouw en veeteelt; hij doet het daarenboven wijzigingen ondergaan, die het smakelijker en beter verteerbaar maken, of te weeg brengen, dat het langeren tijd bewaard kan blijven. Tegen de ongemakken van het weder beveeligt hij zich door kloederen en woningen; tegen den aanval van verscheurende dieren of kwaadwillige medemenschen, door wapens; en, niet tevreden met het noodige alleen, verschaft hij zich gemakken, die het dier niet kent, of zich althans niet zelf bereiden kan. Tot die einden onderwerpt hij zich de geheele natuur; hij verandert en hervormt de voorwerpen, die de drie natuurrijken hem aanbieden, tot kunstvoortbrengselen, die hem de nuttigste diensten bewijzen; hij maakt de dieren tot zijne slaven, om hem bij zijn onophoudelijk streven te helpen; de krachten, die de geheele natuur bezielen, moeten hem daarbij ten dienste staan. Alleen en op zich zelf staande zou hij echter nooit zoo ver komen; maar de maatschappij, tot welke hij zich met andere menschen vereenigt, en waarvan het huisgezin de grondslag is, verleent hem daartoe de middelen. Zij verschaft hem niet alleen het genot van onderlinge hulp en verdediging, maar ook dat van wederkeerige inlichting en leering; bij welk alles vooral de slechts in eene maatschappij mogelijke verdeding van den arbeid, met hare groote gevolgen, niet uit het oog te verliezen is. Eerst enkel met het oog op de voldoening zijner begeerten, later onder den invloed van het genot, dat het weten zelf oplevert, streeft hij naar dat weten, zoekt de wereld en zich zelven te leeren kennen, en verwerft zich kennis en wetenschap. Ten gevolge van dit streven en van zijnen arbeid bij het omvormen der natuur-voorwerpen in kunstvoortbrengselen, ontwaakt bij hem het gevoel van orde, evenredigheid en schoonheid, benevens de begeerte om dat gevoel in hetgeen hij doet en spreekt en voortbrengt uit te drukken; — en terwijl, als een noodzakelijk gevolg van zijn maatschappelijke toestand, de denkbeelden van eigendom, van regt en onregt, van schuld, belooning en straf, van wet en gehoorzaamheid aan deze zich bij hem ontwikkelen, terwijl de liefde tot den medemensch zich van uit het huisgezin uitstrekt tot de leden der maatschappij, waarvan hij zelf lid is, — zoo ontwikkelt zich bij en uit dat alles, onder den invloed van het echt menschelijke geloof aan een hooger, volmaakt, heilig wezen, aan wien hij zich geheel onderworpen gevoelt, en uit de verwachting van een ander leven, dat eene voortzetting is van datgene, dat hier op aarde eindigt, het hoogere begrip van zedelijkheid, van deugd, en van eene immer toenemende zedelijke volmaking.

Van dit alles ontwaren wij bij het dier niets, gelijk ik wel niet noodig zal hebben door een tegenovergesteld tafereel aan te toonen.

Indien wij den tot dus ver gevolgden weg bleven volgen, zouden wij thans het oog moeten vestigen op het verschil tusschen *menschen* en *menschen*,

waarvan de grond ligt in de aangeborene verscheidenheid tusschen de verschillende volken, die de aarde bewonen, in het verschil der seksen, der temperamenten, en der onderscheidene levensstijlperken. Om meer dan eene reden komt het mij evenwel gepaster voor, over deze punten later te handelen; ik voer ze hier slechts ter herinnering aan. Laat ons nu tot eene nadere beschouwing van het menschelijk ligchaam overgaan, door eerst een blik te werpen op het fijnere maaksel van de deelen, waaruit dat ligchaam is zamengesteld, voor zoo ver zulk een blik noodig is tot regt verstand van hetgeen later volgen zal.

IV. HOOFDSTUK.

Blik op de weefsels des menschelijken ligchaams.

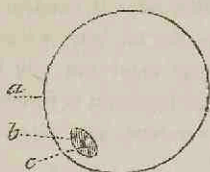
Beschouwen wij thans kortelijk de *weefsels*, waaruit de organen des menschelijken ligchaams zijn zamengesteld, en wel in de eerste plaats en vooral de allereenvoudigste vormbestanddeelen des ligchaams, die eenvoudige grondweefsels, op welke eene, al fijner en fijner, eindelijk mikroskopisch wordende ontleding der ligchaamsdeelen ten laatste stuit. — Wij moeten daartoe beginnen met iets te zeggen over de wijze, waarop alle weefsels ontstaan.

Elk weefsel ontstaat uit eene homogene, vloeibare of halfvloeibare stof, die men *kienstof* of *celkiestof* (*blastema*, *cytoblastema*) heet. De eerste trap tot organisatie daarvan is deze, dat er zich een groot aantal uiterst fijne korreltjes in vormen, die alleen door middel van sterk werkende microscopen kunnen worden waargenomen, en die men *elementair-korrels* noemt. Vervolgens pakken zich verscheidene van die korrels opeen, en vormen zoodoende grootere, doch altijd mikroskopische ligchaampjes, welke *kernen* genoemd worden. Rondom elke reeds gevormde kern zet zich nu verder andere stof uit het vocht af, waardoor de kern, als door een dun vliesje of laagje, geheel ingesloten wordt. Dit vliesje nu groeit, het wordt grooter, door opneming van nieuwe stof tusschen de deeltjes, waaruit het is zamengesteld; en, daar de kern niet verder groeit, zoo is daarvan het natuurlijk gevolg, dat het vliesje zich gedurig meer van de kern verwijderd, — dat de kern al ruimer en ruimer komt te liggen, en dat er eindelijk uit het geheel een klein blaasje, eene *cel*, ontstaat, binnen welke de kern besloten is.

Op deze wijze geschiedt, over 't algemeen, de *celvorming*, welke de eerste grondslag is van alle organisatie. In fig. 4 is zulk eene cel afgebeeld; men kan daar opmerken, dat de kern *b* niet in het midden der cel *a*, maar ter zijde gelegen is, dicht aan den celwand, — iets, wat bijna altijd het geval is. Men ziet ook op de kern eene donkere stipp *c*, waaromtrent men nog in het

onzekere is, of zij als eene uitholling, dan wel als een vaster gedoelte der kernzelfstandigheid moet beschouwd worden, maar welke men toch gewoon

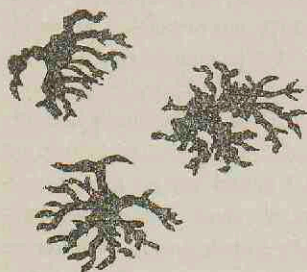
Fig. 4. 250 m. vergr.



is *kernligchaampje* te noemen. — Zulke cellen ontstaan nu bij menigte in de tot den georganiseerden toestand overgaande stof; zelfs worden er wel in het vocht, dat binnen de cellen bevat is, nieuwe celletjes geboren, welke, in grootte toenemende, eindelijk de moedercel doen barsten. Al die cellen worden met elkander tot een geheel vereenigd door het tusschen haar overblijvende blastema, helgeen

nu *tusschencelstof* genaamd wordt. — Verder gaat het nu met de cellen op verschilleude wijze toe, al naar mate van de plaats, waar zij zich gevormd hebben, en van het deel, tot welks vorming of herstelling zij moeten bijdragen. Sommige blijven cellen, doch nemen verschilleude vormen aan, worden plat, hoekig, langwerpig, stervormig, met holle uitgroeisels of takken, enz. Van die stervormige cellen zijn er drie in fig. 5 afgebeeld, en wel die, waarin de zwarte kleurstof uit het binnenste van het oog bij eenen kikkvorsch bevat is.

Fig. 5. 250 m. vergr.



Bij andere cellen versmelt het celvlies met de tusschencelstof, waardoor dus uithollingen in deze laatste ontstaan. Weder andere cellen, die in de lengte naast elkander zijn gelegen, verlengen zich, zoodat zij elkander raken en als een snoer aaneengroeijen; de tusschenwanden tusschen elke twee cellen verdwijnen daarop, en er wordt alzoo eene onafgebroke buis gevormd. Wanneer verscheidene getakte cellen, zoodals die in fig. 5, maar welke geene kleurstof bevatten, met

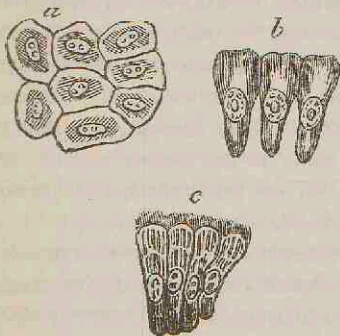
de uiteinden der verlengsels aaneengroeijen, en vervolgens de tusschenwanden op de plaatsen der zamengroeiing verdwijnen, dan ontstaan daardoor netten van haarvaten. Cellen, zoodanig afgeplat, dat de inwendige holte geheel verdwenen is, vergroeijen met elkander tot vliesachtige uitbreidingen of lagen; andere dergelijke cellen voegen zich in de lengte aaneen en vormen vezels. Ook uit eene kern kan eene vezel (*kernvezel*) ontstaan, doordien zij eerst ovaal wordt, en dan aan de beide punten voortgroeit, waarbij men opmerken moet, dat niet *alle* kernen door een celvlies omhuld werden. Op deze en dergelijke wijzen ontstaan alle gronddeelen van het organisme uit *cellen* en *cellenkernen*.

De *kleurstof*, het *pigment*, waarvan wij zoo even met een woord gewaagden, en van welke de donkere of soms zwarte kleur van sommige deelen (van de huid bij de negers, van het vaatvlies in het oog, enz.) afhangt, bestaat uit zeer fijne, bolvormige, of ook hockige of langwerpige, bruingekleurde korrel-

tjes, die binnen cellen besloten zijn, welke rond, hoekig, afgeplat of wel, zooals wij reeds zagen, stervormig van gedaante zijn.

Tot de eenvoudigste weefsels behooren de *epithelia* of opperhuidjes. Onder *epithelium* verstaat men de dunne laag, welke het bekleedsel uitmaakt van de vrije oppervlakten der huid, der slijm- en weivliezen, en van de inwendige oppervlakte van de wanden der vaten en van de afvoerbuizen der klieren. Als voorbeeld voeren wij de opperhuid aan, die de uitwendige oppervlakte der eigenlijke huid bekleedt. — De *epithelia* bestaan allen uit cellen met kernen; sommige uit afgeplatte, als tegelsteenen dicht naast elkander gerangschikte cellen (*placci-epithelia* fig. 6a) — of uit verlengde, regtopstaande en in de

Fig. 6. 300 m. vergr.



lengte naast elkander geplaatste, zogenoemde *cilindercellen* (*cilinder-epithelia* (fig. 6b). Sommige cilindercellen zijn aan haar bovencinde voorzien van kortere, heldere, platte en puntige draadjes (*trilhaartjes*), die gedurende het leven en zelfs nog eenigen tijd na den dood in eene draaijende beweging zijn. De uit zulke cellen zamengestelde *epithelia* noemt men *trilhaar-epithelia*, fig. 6c.

Overal door het geheele ligchaam vindt men het *bindweefsel*, vroeger celweefsel genaamd, verspreid. Dit weefsel vult niet alleen de ruimten aan, welke de onderscheidene organen tusschen elkander overlaten, terwijl het tevens die deelen, waaraan het is vastgehecht, onderling verbindt en alzoo in hunne natuurlijke ligging bewaart. — maar het wordt ook in het binnenste dier organen aangetroffen, waar het dient om de onderscheidene kleinere gedeelten, waaruit zij bestaan, vast met elkander te vereenigen. Het is eene weeke, doorschijnende, rekbare zelfstandigheid, die, zooals bij het mikroskopisch onderzoek blijkt, zamengesteld is uit weeke, waterheldere, uit gewijzigde cellen bestaande vezels, die met elkander tot slangsgewijs of golfsgewijs gebogene bundels vereenigd zijn; welke bundels onderling verhonden zijn tot blaadjes, die, wegens hunne zamenstelling uit de genoemde vezels een gestreept aanzien vertoonen. Die blaadjes doorkruisen elkander in allerlei rigtingen, zóó, dat er tusschen hen een aantal ruimten of hollen openblijven, die met elkander gemeenschap hebben, en waarin zich een waterhelder vocht bevindt. Behalve de genoemde vezels, vindt men in het bindweefsel ook een aantal kernvezelen, die met de eerstgenoemden evenwijdig loopen. Ook bezit het bindweefsel een groot aantal fijne bloedvaten. Overigens komt het bindweefsel onder verschillende vormen voor, als opengehoopte massa, als scheeden, enz.

In de ruimten of hollen van het bindweefsel ligt op vele plaatsen des

ligchaams *vet*. Dit ligt echter daarin nooit vrij, maar besloten in *vetcellen*, welke bestaan uit een fijn, doorschijnend vliezig blaasje, waarvan elk een uiterst klein droppeltje vloeibaar vet bevat. Deze *vetcellen* zijn hoopsgewijs in de ruimten des bindweefsels bij elkander gelegen.

Een ander eenvoudig vorm-element, het *elastische weefsel*, komt meestal in verbinding met bindweefsel voor, ofschoon er ook eenige weefsels en deelen zijn, die er bijna hoofdzakelijk uit bestaan. Tot deze laatste behooren verscheidene banden, de veêrkrachtige rok der bloedvaten, en het zoogenaamde balkweefsel der milt. Deze deelen onderscheiden zich door eene stroogeete kleur. Het elastische weefsel bestaat uit platte, gekronkelde vezelen, die elkander in allerlei rigtingen doorkruisen. Die, welke tot de opgenoemde deelen behooren, splijten zich vaak in smallere vezels, die zich vervolgens weder onderling of met andere vezelen vereenigen. — Of de elastische vezels uit cellen of celkernen ontstaan, schijnt nog niet volkomen uitgemaakt te zijn.

Tot de algemeene vorm-elementen des ligchaams behooren nog het *bloed*, de *lympha*, en de *chyl*. Wij zullen over deze echter later spreken, en maken er hier slechts met dit ééne woord melding van. Alleen merken wij aan, dat het bloed de vloeistof is, welke aan alle deelen van het ligchaam de tot hunne ontwikkeling en voeding noodige stoffen toevoert.

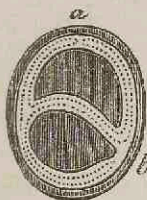
Thans zouden wij moeten overgaan tot de beschouwing der meer zamengestelde weefsels, uit welke de verschillende deelen en organen des ligchaams gevormd zijn. Wij keuren het echter, in een werk als het tegenwoordige, beter, de beschrijving dier weefsels te verschuiven tot den tijd, wanneer wij over die organen zelve zullen moeten handelen. — Van enkele moeten wij evenwel reeds hier kortelijk gewagen, ten einde niet telkens genoodzaakt te zijn den gang onzer beschouwingen af te breken door verklaringen, welke door een kort woord hier ter plaatse overbodig kunnen gemaakt worden.

Ieder mag verondersteld worden een algemeen begrip te hebben van hetgeen men onder een *vlies* verstaat, — en dit begrip zal in 't vervolg van zelf al duidelijker en juister worden, zoodat ik mij ontslagen mag rekenen daarvan hier eene bepaling te geven, die voor velen toch nog niet helder zijn zou zonder de ophelderingen, die het vervolg van dit werk zelf zal moeten leveren. — In het ligchaam nu bevinden zich vliezen van velerlei aard, en daarvan verdienen in de eerste plaats de *slijmvliezen* onze aandacht. Deze vliezen bekleeden van binnen al de ligchaamsholten, tot welke de lucht een vrijen toegang heeft, die derhalve eene opening naar buiten het ligchaam bezitten. Tot deze holten behooren de neus- en de mondholte; — verder de luchtpijp en de slokdarm, welke de voortzettingen, de vervolgen, van neus- en mondholte zijn; — de al fijner en fijner wordende longtakjes, die uit de luchtpijp ontspruiten; — de maag, waarin de slokdarm eindigt; — de darmen, waarin de maag overgaat; — en bovendien nog eenige andere holten, welke wij later zullen leeren kennen. Al deze holten zijn door het slijmvlies zóó bekleed,

als eene kamer door haar behangsel, gesteld, dat het behangsel ook over den vloer en den zolder voortliep. Aan de uitwendige openingen dier holten gaat het slijmvlies over in de huid, of vloeit daarmede zamen, zooals b. v. op den rand der lippen. Het is in het algemeen rood-, of grijsachtig van kleur, week, nu eens glad, dan eens van vouwen en rimpels voorzien. — De slijmvliesen bestaan: 1 uit eene middelste homogene laag, waarin geen spoor van eenige vezelachtige, bladerige of andere samenstelling te bespeuren is; 2. uit een epithelium (plavet-, cilinder- of ook wel trilhaar-epithelium), dat de vrije oppervlakte van die homogene laag bekleedt; 3. uit eene onderste laag, die uit bundelswijze zamengedrongen celweefsel met kern- en elastische vezelen bestaat, hetwelk overgaat in eene laag vormloos bindweefsel, hetwelk het slijmvlies vasthecht aan de wanden der holte, die het bekleedt — Men neemt op de slijmvliesen een aantal kleine, zeer zenuwrijke, wratachtige verhevenheden der homogene laag waar, die men *tepelljes* heet; — alsmede zeer kleine trechtervormige of ook celachtige, zakvormige indrukfels of kuiltjes in diezelfde laag, *slijmklieren* genaamd, door welke klieren *slijm* — een ijmerig, witachtig, doorschijnend, reuk- en smakeloos vocht — wordt afgescheiden 1). Het samenstel der slijmvliesen verschilt overigens hier en daar eenigzins, gelijk wij later zullen doen opmerken, zoover dit noodig is.

De *weivliesen* zijn in vele opzichten van de slijmvliesen onderscheiden. Zij worden aangetroffen op zoodanige plaatsen en in zulke holligheden, welke *niet* voor de lucht toegankelijk, maar van alle zijden gesloten zijn, zonder eenige opening naar buiten. Zij bekleeden de wanden dezer holten (hersenhollen, borstholte, buikholte, enz.), evenals de slijmvliesen de voor de lucht toegankelijke holten bekleeden; maar zij zijn nergens doorboord, en vormen dus zakken, die van alle zijden gesloten zijn. De ingewanden, die gelegen zijn binnen de door weivliesen bekleede holten, — en dus ook binnen den door het wandbekleedende weivlies gevormden zak, — bezitten ook een uitwendig bekleedsel van weivlies, een weivliezigen rok, welk bekleedsel een verlengsel

Fig. 7.



is van het wandbekleedende weivlies. Om hiervan eene voorstelling te geven dient de nevensgaande schets (fig. 7). Zij stelt voor de doorsnede eener denkbeeldige, van rondom geslotene lichaamsholte, welke twee ingewanden bevat, welke door de beide donkere massa's worden aangeduid. Het weivlies wordt aangeduid door eenen gestippelden omtrek; men ziet daar de doorsnede van het weivlies, dat den wand der holte bekleedt, en van datgene, dat de uitwendige rokken der beide ingewanden uitmaakt, — en

1) In sommige organen worden zekere eigenaardige vochten voortgebracht, b. v. slijm, wei, speeksel, gal, enz., van welke vochten de bestanddeelen, door die organen uit het bloed afgezonderd, worden afgescheiden. Daarom noemt men de voortbrenging dier vochten *afscheiding*. Later komen wij op die verrigting opzettelijk terug

tevens den zamenhang tusschen beiden in *a* en *b*. Men vergelijkt ook wel eens de beide soorten van weivliezen met eene dubbele slaapmuts, waarvan de buitenste muts het wandbekleedend weivlies voorstelt, terwijl de binnenste, die het hoofd onmiddellijk bekleedt, en die als een verlengsel der buitenste kan aangemerkt worden, vergeleken wordt met den weivliczigen rok der ingewanden. — De weivliezen zijn dun en doorschijnend, en bestaan uit dicht opcengedrongene bundels bindweefsel. Zij zijn door eene laag los bindweefsel gehecht aan de wanden der hollen en aan de buitenste oppervlakte der ingewanden. Hunne vrije oppervlakte is bedekt met plavei-epithelium; zij is glad en altijd vochtig, waardoor de onderlinge beweegbaarheid der met weivliezen omkleede ingewanden zeer bevordert wordt. Het vocht, waarvan deze eigenschap afhangt, en hetwelk door de bloedvaten der weivliezen wordt afgescheiden, bezit veel overeenkomst met het vocht, dat in de ruimten van het losse bindweefsel (bladz. 25) bevat is, en met de bloedwei, waarover later zal gesproken worden.

Over de *beenderen* en *kraakbeenderen* zullen wij in het volgend hoofdstuk opzettelijk handelen.

De *spiere*n zijn zamengesteld uit vleesch en pezen. In het algemeen bestaat elke spier uit een middelste gedeelte, hetgeen eene, uit naast elkander liggende vezels bestaande, roode vleeschmassa is, wier beide uiteinden in eene *pees* uitloopen, die harder en taajer, zilverwit van kleur, en vast aan de beenderen gehecht is. Men ziet dus, dat eene spier geen vezel of koordachtig ligchaam is, zooals men in het dagelijksch leven vaak het woord spier opvat. Het spiervleesch kan zich zamentrekken, d. i. verkorten en inkrimpen, en ten gevolge dier eigenschap zijn de spieren de werktuigen der beweging. Later zullen wij over de spieren meer opzettelijk moeten handelen; het hier gezegde zij voorshands genoeg. Alleen merk ik nog aan, dat, zooals wij spoedig zullen zien, er ook *spiervliezen* zijn, d. i. vliezen, welke zamengesteld zijn uit naast elkander gelegene vleeschvezels.

Slechts met een enkel woord gewaag ik hier van *vaten* (bloedvaten, weivaten, chijlvaten) op welke wij later terugkomen. Het zijn kanalen of buizen, welke zich in menigvuldige takken verdeelen, en door welke de vochten des ligchaams stroomen. Het bloed, dat in de bloedvaten bevat wordt, is, gelijk wij reeds zagen, het vocht, dat ter ontwikkeling en voeding van alle ligchaamsdeelen dient.

Zenuwen zijn dunne, witte, glinsterende koorden of draden, welke grootendeels uit de hersenen of uit het ruggemerg ontspringen, en zich daar van daan naar de andere deelen des ligchaams begeven. In dien loop geven zij takken af. Zij zijn of gevoels- of bewegingszenuwen; de eerste planten het gevoel en de zintuigelijke indrukken naar de hersenen over; de laatste leiden de kracht, waardoor zamentrekking, d. i. beweging, in de spieren wordt voortgebracht, van de hersenen en het ruggemerg naar die deelen heen. Van eene

derde klasse van zenuwen, welke de buiten ons bewustzijn en wil gelegene verrigtingen der organen regeren, zullen wij later spreken.

Klieren zijn organen van zeer verschillend maaksel, maar die hierin overeenkomen, dat zij zeer rijk aan bloedvaten zijn, uit wier bloed, ten gevolge der bewerkluing dier klieren, zekere vochten worden afgescheiden, die vervolgens door eene uitlozingsbuis worden uitgestort. Wij zullen bij onze beschouwingen al spoedig eenige klieren ontmoeten, en later zal ik in de gelegenheid zijn iets meer over den inwendigen bouw en de verrigtingen dier organen mede te deelen.

Ten slotte van dit hoofdstuk nog een kort overzicht van de scheikundige samenstelling des ligchaams.

Eene omstandigheid, waardoor zich de dierlijke stoffen in het algemeen van de plantaardige onderscheiden, is deze, dat — terwijl de laatste meestal bestaan uit zulke naaste bestanddeelen, die slechts uit zuurstof, waterstof en koolstof zijn zamengesteld, en zij over 't geheel arm aan stikstof zijn, — de eerste daarentegen rijk zijn aan stikstofverbindingen; slechts het vet en de melksuiker in de melk bevatten geene stikstof.

De grondstoffen of elementen, in welke het ligchaam ten laatste ontleed worden kan, zijn ongeveer: zuurstof, waterstof, koolstof, stikstof, zwavel, phosphorus chlorium, fluor, kiezel, calcium, natrium (sodium), magnesium en ijzer. Deze vormen, in onderscheidene evenredigheden met elkander verbonden, de naaste scheikundige bestanddeelen, welke den grondslag uitmaken van de weefsels der organen, en waaruit de vochten des ligchaams zijn zamengesteld 1).

Van de eigenaardige naaste of grondbestanddeelen van het dierlijk organisme, zoowel der vloeibare als der vaste deelen daarvan, zijn de volgende de voornaamste.

1. *Eiwitachtige lichamen (Albuminalen, Proteïne-verbindingen)*, welke daarin overeenkomen, dat zij een en denzelfden, uit koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof bestaanden grondslag ($C^{10} H^{22} N^{10} O^{12}$) bezitten, die men *proteïne* noemt. Tot deze verbindingen behooren:

- a. *Eiwitstof (Albumine)*, beschouwd als eene verbinding van 10 atomen proteïne met 1 at. phosphorus en 2 at. zwavel. Eene reuk-, kleur-, en smakelooze zelfstandigheid, die o. a. met water verbonden het eiwit vormt. Verhit, stremt het, en het gestremde eiwit is niet meer, zooals vroeger, in water oplosbaar.
- b. *Vezelstof (Fibrine)* bestaat uit 10 at. proteïne met 1 at. phosphorus en 1 at. zwavel. Men kan vezelstof verkrijgen door bloed met een rijs-

1) Slechts twee van deze elementen komen in bijna alle vochten des ligchaams in *vrijen toestand* voor, te weten *zuurstof* en *stikstof*.

bundeltje te kloppen. Zij vormt dan eene draderige, witte, reuk- en smakelooze, veêrkrachtige massa, die in water onoplosbaar is. Door het uitdroogen krimpt zij zeer in, wordt geelachtig, broos en ondoorschijnend, doch verkrijgt door weeken in water hare vorige eigenschappen terug. In de spieren, het bloed en andere vochten, enz.

- e. *Kaasstof (Caseïne)* is eene verblinding van 10 at. proteïne met 1 at. zwavel. Zij komt overvloedig voor in de melk, en is eene witte, in gedroogden toestand geelachtige zelfstandigheid, die veel overeenkomst met eiwit heeft, maar door de hitte niet stremt, wel echter door bijvoeging van zuren, en die in water niet oplosbaar is.
- d. *Globuline*, in de kristallens, de bloedligchaampjes, de spieren, enz.
2. Met de vorige verwante stikstofhoudende stoffen (*Albuminoiden*). Zij bestaan ook uit koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, eenige ook uit zwavel; doch deze elementen zijn in andere evenredigheden verbonden en verschillen ook in eenige eigenschappen van de ware eiwitstoffen.
- a. *Lijmstof (Gelatine)* wordt verkregen door koking van onderscheidene ligchaamsdeelen (bindweefsel, vliezen, banden, pezen, hoornzelfstandigheid, beenderen) met water. De aldus verkregene oplossing stolt tot eene gelei, welke, gedroogd, eene kleur-, smaak- en reukelooze, doorschijnende, harde zelfstandigheid vormt, die door warmte zacht wordt. De gewone lijm is eene onzuivere lijmstof. Zij bestaat uit koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof ($C^{15} H^{20} N^1 O^5$) met wat zwavel.
- b. *Kraakbeenlijm (Chondrine)* verkrijgt men op dezelfde wijze uit kraakbeenderen. Zij verschilt van de gewone lijm door de verhouding der elementen, waaruit zij is zamengesteld, die overigens dezelfde zijn, en doordien zij door onderscheidene zelfstandigheden uit de oplossing wordt nedergeploft, hetgeen met de gewone lijm niet het geval is.
- c. *Bloedkleurstof (Haematine)* is het kleurend beginsel des bloeds. Afzonderlijk daargesteld is zij eene bruine, smaak- en reukelooze stof, die door eene alkalische oplossing rood gekleurd wordt. Zij bevat eenig ijzer, dat na de verbranding overblijft. De zamengstelling is $C^{14} H^{14} N^6 O^5 Fe$.
- d. Verschillende *kleurstoffen (pigmenten)*, zooals die der gal, der urine, der haren, der opperhuid, enz., enz.
- e. *Slijmstof (Mucine)* vormt met water eene zeer kloverige zelfstandigheid, en is een bestanddeel der slijmvliezen en van het door deze uit het bloed gevormde slijm.
- f. *Hoornstof (Keratine)* is onoplosbaar in water, maar wordt gemakkelijk door dit doordrongen. Zij is een bestanddeel van alle hoornweefsels (opperhuid, haren, nagels).
- g. *Giststoffen of Fermenten* zijn zoodanige stoffen, die, wanneer zij, zelfs in zeer geringe hoeveelheid, met andere lichamen in aanraking worden gebracht, daarin zekere veranderingen tot stand brengen, zonder dat zij

zelve merkbaar veranderd of verbruikt worden. Zoodanige zijn de *sukervormende*, die zetmeelachtige lichamen in dextrine en druivensuiker omzetten, — de *melkzuurvormende*, die de suiker in melkzuur veranderen, — die, welke eiwitachtige lichamen oplosbaar maken, — die welke met vetten emulsiën vormen 1) of vetten ontleden. De eerstgenoemde komen voor in het speeksel, alvleeschvocht, darmvocht, en in de lever. De tweede vindt men in het maagvocht, in de melk, enz. De derde zijn aanwezig in het maag-, alvleesch- en darmvocht, — de vierde in de gal, het maagvocht en vooral in het alvleeschvocht. Wij zullen de werking van deze stoffen later behandelen.

3. Hooger geoxydeerde eiwitachtige lichamen en albuminoiden Over hunne vorming spreken wij later en zeggen hier alleen, dat zij meerendeels producten zijn der zoogenaamde *teruggaande* ontwikkeling, m a. w. bestanddeelen des lichaams, die ten gevolge van de uitoefening van de verrigtingen der organen uit het ligchaam moeten worden verwijderd. Zij zijn meestal kristalliseerbaar en zeer oplosbaar in water. Eenige van hen zijn weder hoogere oxydatie-producten der andere. Daartoe behooren nu *Leucine* (in de klieren) en *Inosinezuur* (in het spiersap), *Taurine* en *Glycine* (in de gal), *Kreatine* en *Kreatinine* in het spiersap, *Sarcine* of *Hypoxanthine* (in spiersap en klieren), *Xanthine* (in dezelfde deelen en in urine), *Piszuur* (in spieren, klieren en vooral in urine), *Ureum* of *pisstof* (in de urine). Door telkens hoogere oxydatie vormt zich uit sarcine xanthine, uit dit piszuur, en uit piszuur ureum.

4. *Vet* komt in het ligchaam voor als samenstellend beginsel van sommige organen, b. v. der hersenen, of in de in het bindweefsel op onderscheidene plaatsen aanwezige vetcellen, of in de vloeistoffen des ligchaams. Alle vet, ook het plantaardige (olie), wordt beschouwd als bestaande uit eene verbinding van vetzuren (margarine-, stearine-, of olaezuur) met het oxyde van oliesuiker (glycerine). De grondstoffen van alle vetsoorten zijn koolstof, waterstof en zuurstof.

5. Bovendien worden in eenige deelen standvastig zekere zouten aangetroffen. Doorgaans is de hoeveelheid daarvan niet groot, met uitzondering der beenderen, gelijk wij weldra zullen zien.

Later zullen wij in de vochten, die door onderscheidene klierachtige organen worden afgescheiden, nog eenige andere eigenaardige stoffen ontmoeten. Deze kunnen echter niet gezegd worden tot de naaste bestanddeelen des ligchaams zelf te behooren.

Dit weinige moest ik, tot beter verstand van hetgeen volgen zal, laten voorafgaan. Voor eene meer volledige beschouwing van de scheikundige samenstelling der dierlijke weefsels verwijs ik naar de leerboeken over Scheikunde.

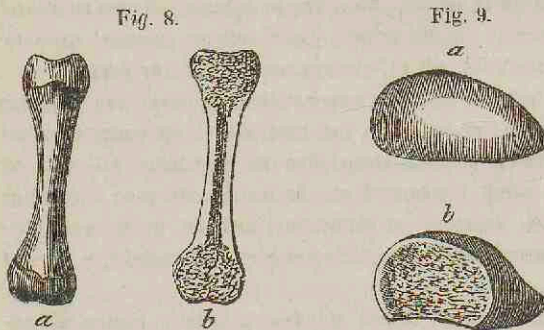
1) Emulsie is een mengsel van vet en water, in welk laatste het fijn verdeelde vet door tusshenkomst van een of andere daartoe geschikte stof (eiwit, gom, enz.) als 't ware zwevend gehouden (*gesuspendeerd*) wordt.

V. HOOFDSTUK.

Het menschelijk geraamte.

Voor wij eenen aanvang maken met de beschouwing van de verrigtingen des menschlijken ligchaams, zal ik eene korte beschrijving van het geraamte laten voorafgaan, dewijl eenige bekendheid daarmede onmisbaar is, wanneer men zich een eenigzins juist denkbeeld wenscht te vormen van de ligging der organen, met wier zamenstel en verrigtingen wij ons al spoedig zullen moeten bezig houden. De beenderen toch, waaruit dat geraamte bestaat, vormen den grondslag des geheelen ligchaams; zij dienen tot ondersteuning, gedeeltelijk ook tot beschutting der weeke deelen. Later komen wij op de beenderen terug, om ze te beschouwen als werktuigen der willekeurige beweging, als hefboom, die door de spieren in beweging worden gebracht.

De beenderen zijn, gelijk bekend is, vaste harde deelen, van eene geelachtig witte kleur. Men onderscheidt ze in *lange* of *pijpbeenderen*, in *korte*, en in *platte* beenderen. De lange beenderen zijn, gelijk de naam aanduidt, langwerpig; rolrond, aan de einden dikker dan in het midden; en dit middelste, dunste, meest rolvormige gedeelte bezit van binnen eene holte, *mergpijp* genaamd. Fig. 8 stelt



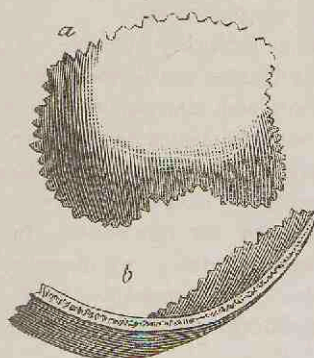
zulk een lang been, en de doorsnede daarvan met de mergpijp voor. — De kortere beenderen zijn min of meer holvormig, of veelhoekig, gelijk in fig. 9 zichtbaar is. — Platte beenderen zijn de zoodanige, die eene

grootte breede oppervlakte bezitten, en naar evenredigheid dun zijn (fig. 10), gelijk de door getande naden met elkander vereenigde schedelbeenderen (fig. 13.)

De zelfstandigheid van het middengedeelte of ligchaam der lange beenderen is zeer *vast*; de uiteinden daarentegen zijn minder vast, meer sponsachtig (fig. 8d), en bevatten een groot aantal kleine holligheden — *mergcellen* — die met elkander gemeenschap hebben, en overeenkomen met de mergpijp in het middenstuk. — De platte beenderen bestaan uit twee lagen van vaste beenzelfstandigheid, tusschen welke eene laag sponsachtige — het *diploë* — gelegen is, zooals de doorsnede *b* in fig. 10 aanwijst. De kortere beenderen zijn sponsachtig, maar veelal van buiten met eene vaste korst omgeven. Zie fig. 9b.

Het weefsel der beenderen is bladerig. De wanden der mergcellen in de sponsachtige beenzelfstandigheid bestaan uit beenplaatjes, die elkander in

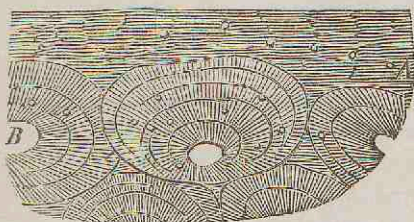
Fig. 10.



alle rigtingen doorkruisen. De beide vaste platen der platte beenderen bestaan uit laagswijs op elkander gelegene bladen beenstof. In het ligchaam der pijpbeenderen vertoonen zich de beenbladen als in elkander gestokene en vast met elkander zamenhangende huizen of scheden, die rondom de mergpijp en evenwijdig aan deze gelegen, en wederom door bladen, die om al die stelsels van scheden heenloopen, tot een geheel verbonden zijn. Fig. 11 kan daarvan een denkbeeld geven. Zij stelt

voor een negentigmaal vergroot stukje van de doorsnede eens pijpboons, waar de uit concentrische lagen beenstof bestaande huizen of scheden B, en de

Fig. 11.



alle deze omgevende lagen A, duidelijk waar te nemen zijn. Men ziet ongeveer op het midden der doorsnede van elke rol eene opening; deze is de doorsnede van een kanaaltje, dat zich binnen in elke rol bevindt, en dat, gelijk zich niet moeilijk begrijpen laat, aan de mergpijp evenwijdig loopt.

Al die *beenkanaaltjes* staan door dwarslopende verbindingen met elkander, met de holte der mergpijp en met de uitwendige oppervlakte des beens in gemeenschap. — In de platte beenderen loopen dergelijke kanaaltjes tusschen de bladen beenstof, waaruit de beide vaste lagen bestaan, — en in de sponsachtige beenzelfstandigheid loopen zij in de dikte der wanden, die de mergcellen van een scheiden.

Wat de scheikundige bestanddeelen der beenderen aangaat, zoo bestaan zij, vooreerst, uit eene *kraakbeenige* zelfstandigheid, die door koken in lijn wordt veranderd, — en, ten tweede, uit *niet-organische* zelfstandigheden, die men gewoonlijk te zamen met den naam van beenaarde bestempelt, zijnde deze hoofdzakelijk phosphorzure en koolzure kalk. Aan dezc beenaarde zijn de beenderen hunne hardheid verschuldigd. Laat men een stuk been eenigen tijd weeken in zoutzuur, dan lost dit langzamerhand de kalkzouten op, en men houdt alleen het weekere, buigzame kraakbeen over. Brandt men daarentegen een been in een heet vuur uit, dan wordt de kraakbeenstof daardoor verteerd, en men verkrijgt de vuurvaste kalkzouten afzonderlijk. — Bij het

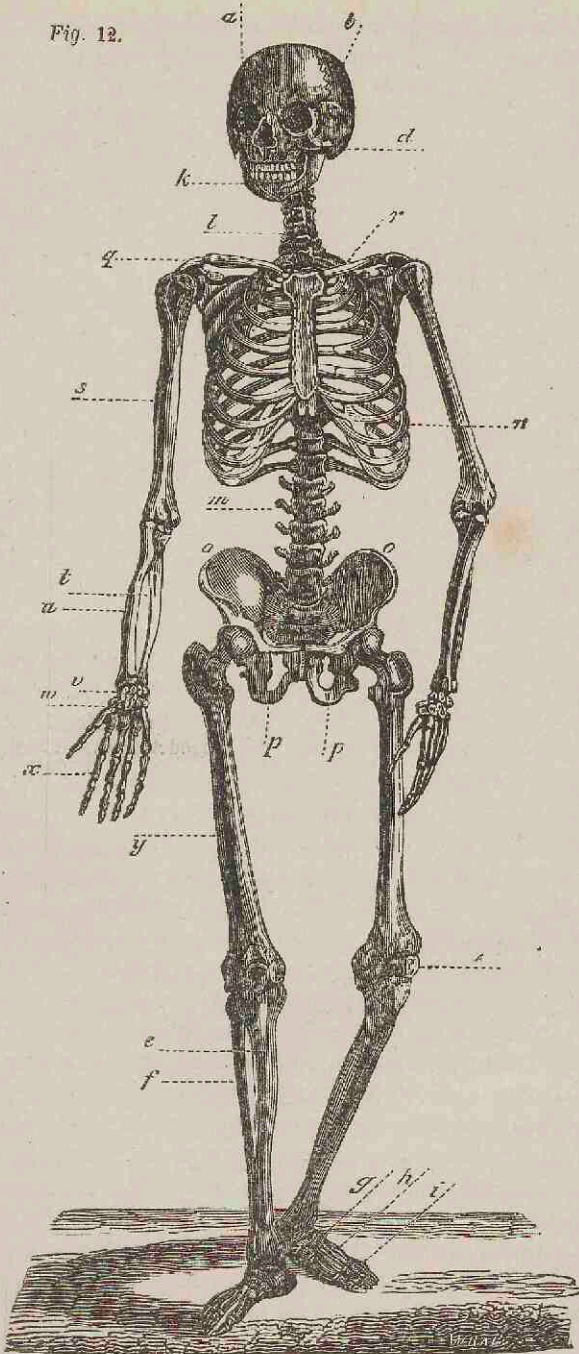
kind bedraagt de beenaarde de helft van het gewigt der beenderen, bij volwasschen $\frac{1}{5}$, bij oude lieden $\frac{1}{6}$. Daarvandaan de mindere hardheid, en grootere buigzaamheid der beenderen bij jonge kinderen, en de grootere hardheid, maar ook grootere breekbaarheid derzelve bij hoogbejaarden.

De beenderen zijn — met uitzondering van de gewrichtsvlakten en van die plaatsen, waar twee beenderen met elkander verbonden zijn — geheel omgeven met een vezelig vlies, het *beenvlies*, hetwelk het been zeer naauw omsluit en vast daaraan gehecht is. Dit vlies bezit vele bloedvaten, welke door de uitwendige openingen der heenkanaaltjes gemeenschap oefenen met de bloedvaten des beens, welke zich binnen die kanaaltjes bevinden. — Zenuwen bezitten noch het beenvlies, noch het been, voor zoo ver men weet. — In de mergpijp der lange beenderen bevindt zich een fijn vlies — het *mergvlies* — hetwelk in zijne mazen met vet gevulde collen — het *beenmerg* — bevat. In de mergcellen van de sponsachtige beenzelfstandigheid vindt men daarentegen eene roodachtige, eiwithoudende vloeistof.

De beenderen des ligchaams maken onderling een geheel uit, het *geraamte*, dat in fig. 12 voorgesteld wordt. De wijze nu, waarop zij met elkander verbonden zijn, is verschillend. Sommige beenderen namelijk zijn *onbewegelijk* met elkander vereenigd; zij zijn door in elkander sluitende, min of meer gefante naden, of door het op en in elkander sluiten hunner ruwe oppervlakten, of door middel van tusschenliggend kraakbeen zóo vast aan elkander gehecht, dat er tusschen hen geene, of slechts eene zeer beperkte beweging mogelijk is. Anderen daarentegen vormen met elkander eene *bewegelijke* vereeniging, een *gewricht*. Dit geschiedt, door dat het eene been eene met glad kraakbeen bekleede, min of meer uitgeholde vlakke of holle bezit — eene *gewrichtsvlakte* of *holte* — waartegen of waarin het insgelijks met glad kraakbeen overtrokkene min of meer afgeronde uiteinde — het *gewrichtshoofd* — van het naast bij gelegene been sluit, zóó, dat er tusschen beide beenderen eene beweging mogelijk is. Er zijn hoofdzakelijk drie soorten van gewrichten, en wel vooreerst het *scharniergewricht*, waar beide beenderen zich slechts in ééne rigting hoeksgewijs op elkander bewegen kunnen, op de wijze van een knipmes; zoodanige gewrichten zijn b. v. het elleboogs- en het kniegewricht. Andere gewrichten, b. v. het schouder- en heupgewricht, zijn *volkomene* of *vrije* gewrichten; het gewrichtshoofd van het eene been kan zich, in of op de gewrichtsholte of vlakke van het andere, naar alle rigtingen bewegen, even als de ronde knop van een wandelstok in de holle hand. Eindelijk zijn er ook *draaigewrichten*, waar het eene been zich in eenen halven cirkel ringswijs rondom het andere beweegt; dit is b. v. het geval met de beide naast elkander gelegene beenderen van den voorarm, de ellepijp *t* en het spaakbeen *u* fig. 12, waarvan het laatste, bij het voor- en achteroverkantelen der hand, zich rondom het eerste beweegt.

De beide beenuiteinden, die te zamen een gewricht vormen, worden op

Fig. 12.



hunne plaats en met elkander in aanraking gehouden door *banden*, — buigzame, taaije, weinig veerkrachtige deelen, van een vezelig weefsel en eene paarlmoerwitte kleur. Elk gewricht bezit eenen band, die het als eene beurs geheel omringt, en daarom *beursband* genaamd wordt. Andere gewrichtsbanden zijn eenvoudige strengen, die heide beenige gewrichtsdeelen met elkander verbinden. De binnenste, naar het gewricht gekeerde oppervlakte van den beursband is bekleed met een uit bindweefsel bestaand vlies, dat een vocht afscheidt, hetwelk men *gewrichtsvocht* noemt, en waardoor de met kraakbeen overtogene gewrichtsvlakte glibberig worden gehouden.

Van de beenderen sprekende, mogen wij de *kraakbeenderen* niet voorbijgaan. Deze, ofschoon zeer vast, zijn echter niet hard, maar buigzaam en tevens veerkrachtig. Zij bevatten dan ook slechts weinig aardachtige bestanddeelen, waarvan, zooals wij zagen, de hardheid der beenderen afhangt. Het weefsel des kraakbeens is ook niet bladerig, maar — met uitzondering van enkele, die een vezelig weefsel vertoonen, — éénvormig, structuurloos, zooals men het noemt. Onder het mikroskoop bemerkt men er echter een groot aantal kleine uithollingen in, welke celkernen of cellen met kernen bevatten. De kraakbeenderen zijn paarlmoerwit, of geelachtig wit van kleur, en veelal halfdoorschijnend. Zij zijn, evenals de beenderen, omgeven met een eigen vlies, het *kraakbeenvlies*, — met uitzondering evenwel van die kraakbeenderen, welke de gewrichtsvlakten en gewrichtshoofden bekleeden. Overigens bezitten de kraakbeenderen niet alleen geene zenuwen, maar ook geene bloedvaten; het kraakbeenvlies daarentegen bezit deze laatste.

Wij zagen, dat de gewrichtsuitenden der beenderen met kraakbeen zijn overdekt; de onbewegelijke of weinig bewegelijke verbinding van sommige beenderen heeft ook door tusschengevoegd kraakbeen plaats. Wij leerden almede, dat een der twee hoofdbestanddeelen van het been zelf kraakbeening is. Bovendien bestaan sommige, niet tot het geraamte behoorende deelen, zooals de neus, de oorschelp, het strottenhoofd, geheel of gedeeltelijk uit kraakbeen.

Bij de wording en ontwikkeling van het lichaam in den moederlijken schoot bestaan alle deelen, die later been zullen zijn, in 't eerst geheel uit kraakbeen, en zelfs bij de geboorte is de beenwording in de meeste gevallen niet geheel voltooid. De wijze, waarop de verandering van het beenwordende kraakbeen in been plaats grijpt, komt ongeveer hier op neder, dat de in rijen gelegene kleine uithollingen in de kraakbeenzelfstandigheid, door het verdwijnen der tusschenschotten, in huizen — de *beenkanaaltjes* — veranderen, terwijl zich dan uit den inhoud dier uithollingen *bloedvaten* ontwikkelen, welke met de bloedvaten van het kraakbeenvlies zamenhangen, en door deze van bloed voorzien worden. Hierna begint zich de kraakbeenstof in *bladen* te slijten, en tevens begint zich, uit het in de nieuw gevormde bloedvaten stroomende bloed, beensaarde in die kraakbeenstof af te zetten. Deze verbeening begint in elk beenwordend kraakbeen niet op alle punten te gelijk, maar slechts op eene of

meer bepaalde plaatsen, die men *verbeeningpunten* noemt, en die bij de lange beenderen aan het ligchaam en aan de beide uiteinden, en bij de platte op het midden des beens gelegen zijn. Van uit die punten breidt zich dan de verbeening trapsgewijs over het geheele been uit.

Ook bij den verderen groei van het geraamte bestaat het nieuw gevormde been, dat zich aan het reeds bestaande toevoegt, aanvankelijk uit kraakbeen, dat echter aldra verbeent

Het geraamte wordt, even als het geheele ligchaam, in drie deelen onderscheiden: het *hoofd*, den *romp*, en de *ledematen*

1. Het *hoofd*. Het beenig hoofd wordt verdeeld in twee gedeelten: een bovenste gedeelte, den *schedel* of het *bekkenoel*, en een onderste, het *aangezicht*. In fig. 1 zijn deze beide gedeelten door eene gestippelde lijn van elkander gescheiden.

De schedel vormt eene ovale, beenige doos, die van alle zijden gesloten is, en in welker holte — de *schedelholte* — de hersenen bevat zijn. De schedel is zamengesteld uit onderscheidene beenderen. Het bovenste gedeelte, het *gewelf* dezer doos, wordt gevormd van voren door het *voorhoofdsbeen* (fig. 12 en

Fig. 13

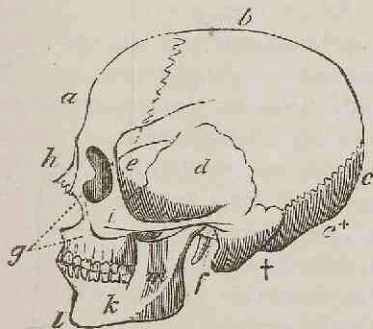


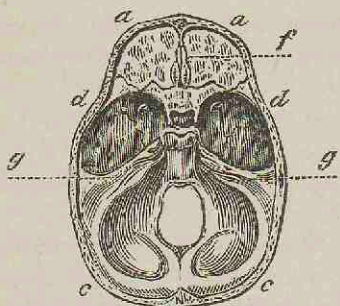
fig. 13a); in het midden door twee *wand- of kruibeenderen*, waarvan *b* het linker voorstelt; van achteren door het *achterhoofdsbeen* *c*, dat zich in *c* naar voren ombuigt; en door twee *slaapbeenderen*, waarvan *d* het linker aanduidt. De *bodem* des schedels wordt gevormd door eenige naar binnen gerigte uitsteeksels der genoemde beenderen, zooals door het voorwaarts gebogene deel des achterhoofdsbeens, — door het *rotsbeen*, een naar binnen gekeerd uitsteeksel des

slaapbeens; — verder door het *wiggebeen*, een zeer zonderling gevormd been, dat als eene wigge tusschen de overige schedelbeenderen ingedreven zit; — door een horizontaal binnenwaarts gerigt gedeelte des voorhoofdsbeens; — en eindelijk door het *zeefbeen*, dat eene spleet van het laatstgenoemde been aanvult.

Om zich van dien bodem der schedelholte een denkbeeld te vormen, beschouwe men fig. 14. Het schedelgewelf is hier door eene horizontale zaagsnede weggenomen; *aa* is de afgezaagde rand van het voorhoofdsbeen, *dd* van de slaapbeenderen, *cc* van het achterhoofdsbeen. Men ziet hier eerst het horizontaal loopend gedeelte des voorhoofdsbeens, hetgeen, met het in

eene spleet daarvan gelegene zoolbeen *f*, het voorste gedeelte van den bodem der schedelholte vormt. Het achterste gedeelte van dien bodem wordt ge-

Fig. 14.



vormd door het naar voren omgebogen gedeelte des achterhoofdbeens, waarin zich een groot rond gat, het *achterhoofds gat* bevindt, waarvan de ligging in fig. 13 door een + is aangewezen. Aan dit been sluiten zich de beide rotsheenderen *gg* aan. De overige ruimte wordt gesloten door het wiggebeen *ee*, helgeen met het achterhoofdsbeen vergroeid is, zoodat het door velen als een gedeelte van dit laatste beschreven wordt.

In het zoo even genoemde rotsbeen is het gehoororgaan verborgen, tot hetwelk eene opening fig. 13*f*, het *uitwendige gehoor gat*, van buiten af toegang verleent. — Een gedeelte van het wiggebeen vormt ook nog (zie fig. 13*e*) een gedeelte van den zijwand des schedels.

Al de schedelbeenderen zijn of door getaande naden of door de zamenvoeging hunner ruwe oppervlakte vast en geheel onbewegelijk met elkander vereenigd.

Niettegenstaande, zooals aangemerkt is, de schedel eene aan alle zijden geslotene doos vormt, zoo bestaat er evenwel gemeenschap tusschen de in hare holte beslotene hersenen en de overige deelen des ligchaams. Deze gemeenschap grijpt plaats door onderscheidene daartoe bestemde gaten en spleten. Het grootste dier gaten is het reeds vermelde achterhoofds gat, door hetwelk het ruggemerg met de hersenen zamenhangt; en verder bevinden zich in den bodem der schedelholte nog een aantal kleine openingen, door welke zenuwen en bloedvaten uit of in den schedel dringen.

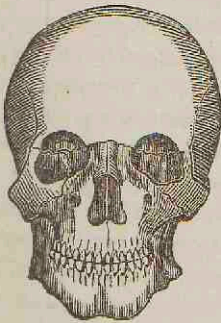
Van de aangezichtsbeenderen moeten wij eerst onze aandacht vestigen op de beide bovenkaaksbeenderen, fig. 13*g*, die te zamen de bovenkaak vormen. Elk bovenkaaksbeen is met het voorhoofsbeen op zoodanige wijze vereenigd, dat zijn hovenste gedeelte met het onderste gedeelte des voorhoofsbeens de ronde opening der oogholte vormt; terwijl beide bovenkaaksbeenderen van boven eene ruimte tusschen zich openlaten, die de opening der neusholte is, en welke van boven overweld is door twee kleine, vast met elkander verbondene beentjes, de *neusbeentjes h*. Dit alles is zonder aanwijzing van letters ook in fig. 13 duidelijk te zien. In den onderrand der bovenkaaksbeenderen bevinden zich de *tandkassen*, in welke de *boventanden*, als spijkers in hunne boorgaten, ingedreven zijn. — Aan de binnenzijde van elk bovenkaaksbeen, welke natuurlijk in de figuur onzichtbaar is, bevindt zich, even boven de tanden, het horizontale *gehemelte-uitsteeksel*; beide gehemelte-uit-

steeksels vormen met nog een klein *gehemeltebeen* het *harde gehemelte*, hetgeen den bodem der neusholte en tevens de zoldering der mondholte uitmaakt. De neusholte wordt in eene regter en linker helft gescheiden door eene dunne vertikale beenplaat, waarvan de voorrand in fig. 13 zichtbaar is. — Tusschen de bovenkaaksbeenderen en de slaapbeenderen liggen de *jukbeenderen*, fig. 13i; elk daarvan vormt, met een uitsleeksel des slaapbeens, een min of meer van het hoofd afstaanden boog, den *jukboog*, die zich van het oog tot het oor uitstrekt. — Slechts volledigheidshalve maak ik nog gewag van de *traanbeentjes*, die aan de binnenste ooghoeken gelegen zijn, van het *ploegbeen*, dat zich in de neusholte bevindt, en van de *schelpsgewijze beentjes*, waarop wij later zullen terugkomen.

Alle deze aangezichtsbeenderen zijn, even als de schedelbeenderen, geheel onbewegelijk met deze laatste en onderling vereenigd. Dit is niet het geval met het *onderkaaksbeen*, fig. 13 k, een been, dat den vorm bezit van eenen boog, waarvan het meest vooruitstekende deel de kin *l* is. Aan elk der beide achtereinden van dezen boog bevindt zich een opwaarts gerigt gedeelte *m*, hetwelk van boven in twee uitsleeksels uitloopt, waarvan het voorste, puntige, het *kraanjenbeks-uitsleeksel* genaamd wordt. Het achterste heet het *knokkeldragend uitsleeksel*, en bezit van boven een gewrichtshoofd, hetgeen sluit in eene in het slaapbeen voorhandene gewrichtsholte. Daar deze laatste vrij ruim en niet diep is, zoo kan zich de onderkaak niet alleen op en neder, maar ook eenigzins voor- en achterwaarts en regts en links bewegen. In den bovenrand van het boogsgewijze gedeelte des onderkaaksbeens zijn de onderste tanden, evenals de bovontanden in de bovenkaak, in hunne tandkassen ingeplant.

Tot het aangezigt behooren de *oogholten*, de *neusholte* en de *mondholte*, van

Fig. 13.



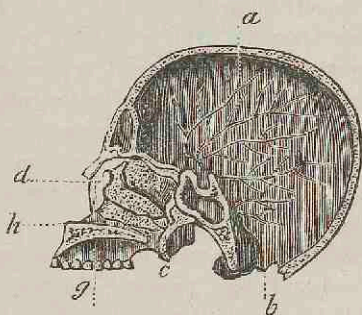
welke ik reeds met een woord melding maakte. De oogholten, (fig. 13) wier voorste opening, gelijk wij zagen, door het voorhoofsbeen en de bovenkaaksbeenderen gevormd wordt, zijn kegelvormig van gedaante, dat is: de reeds beschrevene voorste opening is wijd, maar hunne holte wordt naar binnen al smaller en smaller, en loopt eindelijk in eene stompe punt uit. Ik ga de wijze, waarop de wanden dier holte door de omliggende beenderen gevormd worden, als voor ons doel minder noodig, met stilzwijgen voorbij.

Op het middendeel des aangezichts, tusschen en beneden de oogholten, bevindt zich de voorste opening der neusholte, van welke opening ik reeds gewaagde. De neusholte wordt voornamelijk van boven door het zeebeen, en beneden en ter zijde door de bovenkaaksbeenderen gevormd en ingesloten. Over het inwendig za-

menstel der neusholte zullen wij later iets moeten zeggen — hier zij het genoeg nog op te merken, dat de neusholte door eene vertikale beenplaat, het *middenschot*, in eene rechter- en linker-neusholte afgedeeld wordt. Dit middenschot verdeelt insgelijks de voorste opening der neusholte in twee helften (zie fig 15), zoodat er eigenlijk twee *voorste* openingen zijn. En zoo zijn er ook twee *achterste* neusopeningen, waardoor de neusholte in de keel uitkomt.

Tusschen de bovenkaaksbeenderen en de onderkaak bevindt zich de opening der mondholte, welke van de neusholte is afgescheiden door het *verhemelte*, hetwelk dus het beenig gewelf der mondholte en den bodem der neusholte uitmaakt. De plaats, waar mond- en neusholte van achteren in elkander

Fig. 16.



loopen, heet de *keel*. De verdere insluiting der mondholte geschiedt door spieren en door de huid

Gaven wij in fig 14 eene afbeelding van eenen horizontaal boven den bodem der schedelholte doorgezaagden schedel, in fig 16 zien wij eene vertikale doorsnede van het geheele hoofd, en wel de gheele rechterhelft des hoofds van binnen voorgesteld, evenwel zonder de onderkaak. In die figuur is *a* de schedelholte; *b* het groote achterhoofds gat;

d de neusholte, van de schedelholte gescheiden door den bodem dezer laatste; *g* het bovenste gedeelte der mondholte, van de neusholte gescheiden door het gehemelte *h*, terwijl *c* de plaats aanduidt waar neus- en mondholte in de keel zamenkomen.

Fig 17.



2. De beenderen van den romp zijn de *wervelkolom*, de beenderen der *borst*, en die des *bekkens*

a. De wervelkolom, ook ruggegraat of ruggestrong genaamd, welke in de afbeelding van het geheele geraamte gedeeltelijk van voren duidelijk zichtbaar is, maar in fig. 17 op zich zelf en van de linker zijde gezien wordt voorgesteld, wordt verdeeld in de eigenlijke *wervelkolom* (fig 17 *abc*) het heiligbeen *d* en het stuitbeen *e*.

De eigenlijke wervelkolom bestaat uit 24 op elkander gestapelde *wervelbeenderen* of *wervelen*, welke onderscheiden worden in 7 *halswervelen* *a*, 12 *rugge- of borstwervelen* *b* en 5 *lendewervelen* *c*

Fig 18 stelt een' wervel voor, van boven op zijn plat gezien. Elke wervel bezit een *ligchaam*, zijnde eene vrij dikke, boven en onder platte, rondachtige schijf *a*, en eenen *boog*, welke aan het achterste gedeelte der schijf geplaatst

is, en met het ligchaam eene soort van ring vormt. Aan den hoog bevinden zich onderscheidene naar buiten uitpuiende uitsteeksels, zeven in getal, van

Fig. 18.



welke echter maar drie in de figuur goed zichtbaar zijn. Daarvan heet *b* het *doornwijze* uitsteeksel, en *c* de twee *dwarze* uitsteeksels. De vier overige zijn de twee bovenste en de twee onderste *schuinische* uitsteeksels. — De wervelen zijn allen zoo op elkander geplaatst, dat de lichamen, met daartusschen liggende dunne schijfjes vezelig kraakbeen, op elkander sluiten, terwijl de openingen der ringen juist boven elkander komen, zoodat door de zamenvoeging van al die 24 ringen eene buis, een ka-

naal, ontstaat, dat zich door de geheele wervelkolom uitstrekt, en waarin zich het ruggemerg bevindt. Ten gevolge dezer schikking verloont de achterste oppervlakte der wervelkolom eene zich van boven tot beneden nitstreckende rij uitsteeksels, waarvan vooral de doorwijze door de huid heen duidelijk voelbaar zijn — terwijl de voorzijde, in vergelijking met de achterzijde, glad is. — Nog verdient het opmerking, dat elke twee wervelhogen tusschen elkander, rechts en links, eene zijdelingsche opening overlaten, waardoor de zenuwen, die uit het ruggemerg ontspringen, zich buiten het wervelkanaal begeven.

De bovenste of eerste halswervel (gewoonlijk *atlas* genoemd), is door een gewricht en banden met het achterhoofdsbeen vereenigd, en wel zoo, dat het gat van dien wervel juist geplaatst is onder het groote achterhoofds gat, door hetwelk, zooals wij reeds aanmerkten, het ruggemerg uit de schedelholte treedt. De verbinding van dezen wervel aan de eene zijde met het hoofd, en aan de andere zijde met den tweeden halswervel is zoodanig, dat het hoofd zich op den hals in onderscheidene rigtingen bewegen kan. — De overige wervelen zijn op zich zelve voor slechts zeer geringe beweging vatbaar, daar zij met breede en platte oppervlakten op elkander sluiten en daarenboven door stevige banden en spieren vast aan elkander verbonden zijn. Maar die geringe bewegingen van al de 24 wervelen *te zamen genomen*, werken uit, dat de ruggegraat zich toch vrij sterk naar voren en op zijde buigen kan. Geschiedde die buiging door een enkel of een paar gewrichten, dan zou daarvan eene hoogst gevaarlijke zamendrukking van het teedere ruggemerg het gevolg zijn. Maar nu die beweging bij kleine gedeelten over de gansche wervelkolom verdeeld is, heeft men voor eene zoodanige zamendrukking niet te vreezen.

Wanneer men fig. 17 beschouwt, dan valt het in het oog, dat de wervelkolom niet regt, maar gebogen is. Boven en beneden bezit zij eene bogt naar voren, waarvan de bovenste gevormd wordt door de onderste hals- en de bovenste rugwervelen, de benedenste door de leudewervelen, terwijl de tusschenbeide inliggende holte * gevormd wordt door de middenste rugwervelen. Natuurlijk zijn er nu aan de achterste oppervlakte der wervelkolom twee uithollingen, die door eene bogt naar achteren gescheiden worden, zooals de figuur duidelijk genoeg aantoont.

De hals-, borst- en lendenwervelen (fig. 17 *abc*, fig. 12 *l* de hals- *m* de lendenwervelen), schoon in de hoofdzaken aan elkander gelijk, bieden onderling eenig verschil aan, waarbij wij ons echter niet zullen ophouden, alleen nog maar opmerkende, dat de wervelen naar beneden toe hoe langer hoe dikker en zwaarder worden, en dat de onderste lendenwervel geplaast is op het *heiligbeen*.

Dit been is gelegen van achteren tusschen de beenderen des bekken (zie fig. 12 vergeleken met fig. 17 *d*) en raakt van boven aan den laatsten lendenwervel. Het is van boven breed en loopt naar beneden spits toe, terwijl het bovendien eenigzins schulpvormig gebogen, en daardoor aan de voorzijde hol en aan de achterzijde bol is. Eigenlijk bestaat het uit 5 wervelen, die evenwel vast met elkander vergroeid zijn, zoodat hunne grenzen slechts aangeduid worden door eenige dwarsstrepen op de voorvlakte, en door eenige gaten (met de zijdelingsche wervelgaten overeenkomende) op de achtervlakte. Op deze laatste ziet men eenige kleine knobbelige uitsteeksels. Van binnen bevindt zich in het heiligbeen een kanaal, dat het vervolg en het onderste uiteinde van het wervelkanaal is.

Onder aan de punt des heiligbeens bevindt zich nog een klein, naar voren gebogen beentje fig. 17 *e*, hetwelk bestaat uit vier zeer kleine, aan elkander gegroeide werveltjes, doch zonder kanaal. Dit beentje is het *stuit-* of *staartbeen*, en bestaat bij vele dieren uit een veel grooter aantal, niet vergroeide, onderling beweegbare wervelen. Bij den mensch is tusschen het heilig- en stuitbeen slechts eene kleine beweging mogelijk.

b. De beenderen der borst zijn de ribben en het borstbeen

Aan elken der 12 rugwervelen zijn, door middel eener kleine gewrichtsvlakte, die zich aan elke zijde van het ligchaam en aan de dwarse uitsteeksels bevindt, twee lange en platte beenderen *n* bevestigd, die zich van achteren naar voren om de borst heenbuigen, en wier einden zoo doende op het voorste gedeelte der borst tot elkander naderen. Deze beenderen worden *ribben* genaamd. De voorste einden der zeven bovenste paren loopen in kraakbeenderen uit en zijn door middel van deze kraakbeenige uiteinden bevestigd aan het *borstbeen*, een langwerpig, plat, smal been, dat van voren midden op de borst gelegen is. De drie volgende ribbenparen bezitten ook kraakbeenderen aan hunne uiteinden; doch deze hechten zich niet onmiddellijk aan het borstbeen vast, maar vereenigen zich met de kraakbeenderen der beide zevende ribben. De twee onderste paren zijn geheel niet aan het borstbeen gehecht. Die vijf onderste ribben worden *valse ribben* genaamd.

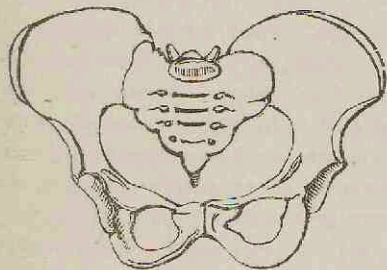
Wat het borstbeen aangaat, zoo noemt men het bovenste breedere stuk het *handvatset*, het middenste langste stuk het *ligchaam*, en de onderste punt het *zwaardwijze uitsteeksel*, dat soms, zooals in fig. 12, gespleten voorkomt.

Door deze 12 paren ribben, door de ruggewervelen, en door het borstbeen wordt de *borstkas* gevormd, welke, daar de bovenste ribben de kortste zijn, en

de daarop volgende naar beneden al langer en langer worden, eene klokvormige gedaante bezit en dus van boven smaller dan van onderen is. De holte, door de borstkas ingesloten, heet men de *borstholte*.

c. Het *bekken*, de beenige grondsteun der buikholte, wordt gevormd van achteren door het heiligbeen en het stuitbeen, van voren en ter zijde door de beide *heup-* of *bekkenbeenderen* fig. 12 o. De beide eerste, die tot de wervelkolom behooren, hebben wij reeds

Fig. 19.



leeren kennen. — De heupbeenderen zijn vrij onregelmatig van gedaante. Zij sluiten — gelijk men zonder aanwijzing van letters in fig. 12 en 19 zien kan — van achteren tegen de beide zijden des heiligbeens, buigen zich langs de zijden van den buik om, en komen van voren tot elkander. Het heiligbeen en de beide heupbeenderen omsluiten al

zoo te zamen eene ronde opening. Het bovenste, schulpvormige gedeelte van elk heupbeen, alwaar in fig. 12 de aanwijzende letter *o* geplaatst is, noemt men het *darmbeen*. Het voorste, dwarsliggende gedeelte, ter plaatse waar de beide heupbeenderen van voren tot elkander naderen, heet het *schaambeen*. Onder elk schaambeen ziet men nog een hoogvormig gedeelte *p* dat met het schaambeen een open ring vormt en het *zitbeen* genaamd wordt. De plaats, waar de beide schaambeenderen elkander raken, heet de *schaambeensvereeninging*.

Aan de buitenzijde van elk heupbeen bevindt zich eene diepe ronde uitholling, welke de gewrichtsholte voor het dijbeen is.

Het bekken is de grondsteun der *buikholte*, welke holte verder door spieren en huid voltooid en ingesloten wordt. De buikholte wordt van de borstholte gescheiden door een spierachtig, bijna horizontaal liggend middenschot, het *middenrif* genaamd, dat aan de bovenste lendenwervels, de onderste ribben en het zwaardvormig uitsteeksel gehecht is.

3. De *ledematen* zijn de *bovenste* en *onderste* ledematen of de armen en de beenen.

a. Tot de bovenste ledematen behooren de *schouder* of het grondstuk der bovenste ledematen, de *opperarm*, de *voorarm* en de *hand*.

Tot den schouder behoort het *schouderblad* en het *stuitbeen*. — Het schouderblad, fig. 12 *g*, is een dun, plat, driekantig been, dat aan het bovenste en achterste gedeelte der borstkas — den rug — tegen de ribben ligt en van boven naar de buitenzijde eene ondiepe gewrichtsvlaakte heeft, ter opnemng van het gewrichtshoofd des opperarmbeens. Aan den bovenrand vindt men een uitsteeksel, het *ravenbeksuitsteeksel*, en op de platte achtervlaakte ziet men

eene dwarsloopende verhevenheid, welke boven de gewrichtsvlakte in een ander uitsteeksel eindigt, dat de *schouder-top* genaamd wordt. Dit laatste uitsteeksel is door banden onbewegelijk bevestigd aan het eene einde van het *sleutelbeen r*, een langwerpig gebogen, rolrond been, dat met het andere einde even vast verbonden is met het handvat van het borstbeen. Het sleutelbeen dient ter ondersteuning van de beenderen der bovenste ledematen, welke alleen door middel van dit been met de beenderen van den romp verbonden zijn

De opperarm wordt alleen gevormd door het *opperarmbeen s*. Het is een lang been, welks dik, rond boveneinde, het *hoofd*, zich in de reeds vermelde gewrichtsvlakte van het schouderblad in alle rigtingen bewegen kan. Het breede onderend des opperarmbeens heeft twee knokkels, en het daar tusschen in gelegene gedeelte heeft den vorm van een dwars liggend rolletje.

De *voorarm* bestaat uit twee naast elkander gelegene lange beenderen, de *ellepijp l* en het spaakbeen *u*. Het boveneind van de ellepijp is haakvormig uitgesneden, en die uitsnijding sluit om het genoemde rolletje van het opperarmbeen, vormende daarmede een scharniergewricht. De bovenste punt des haaks heet de *ellehoog*. — Het spaakbeen ligt aan de buitenzijde der ellepijp, en is met deze en het opperarmbeen zoodanig verbonden, dat het spaakbeen zich in een halven cirkel om de ellepijp heen wentelen kan. Het benedeneind des spaakbeens heeft aan zijn uiteinde de geleidingsvlakte voor de achterhand; het benedeneind der ellepijp heeft eenen knokkel, die in eene insnijding van het spaakbeen sluit — De ellepijp dient dus om den voorarm met den opperarm te verbinden en het elleboogsgewricht te vormen, terwijl het spaakbeen de hand draagt. Wanneer het spaakbeen zich om de ellepijp wentelt, dan ontstaan daardoor die bewegingen, die men vooroverbuiging en achteroverbuiging der hand noemt. Legt men de hand met de palm op eene tafel, dan heet de hand voorovergebogen; keert men daarentegen den rug der hand naar beneden, dan is zij achterover gebogen.

De *hand* bestaat uit de beenderen der *achterhand*, der *middenhand* en uit de *vingers*. — De achterhand *v* bestaat uit 8 korte beentjes, welke in twee rijen gelegen zijn. Die beentjes zijn onderling onbewegelijk met elkander verbonden, maar te zamen vormt de bovenste rij met het spaakbeen het handgewricht, dat voor zeer vrije beweging vatbaar is, terwijl de onderste rij weinig bewegelijk verbonden is met de beenderen der *middenhand w*. Deze laatste zijn langwerpige, naast elkander gelegene beentjes, vijf in getal, een voor elk en vinger. Zij kunnen onderling weinig van elkander wijken, uitgezonderd het middenhandsbeen van den duim, dat korter en bewegelijker is. — Elke *vinger x*, uitgezonderd de duim, bestaat uit drie *leden*, kleine, doch tot de lange beenderen behorende beentjes, welke met het onderende van het aan den vinger sluitende middenhandsbeen, en onderling, door gewrichten verbonden zijn. Het derde vingerlid, dat den top des vingers uitmaakt, loopt in een platten, af-

geronden rand uit. De duim heeft slechts twee leden, waarvan het tweede met het derde lid der overige vingers overeenkomt. De eerste vinger, die op den duim volgt, heet de *wijsvinger*, de tweede de *middenste vinger*, de derde de *ringvinger*, en de vierde de *pink*.

b Het grondstuk der onderste ledematen is het bekken, en wel bepaaldelijk het heupbeen, in hetwelk zich de geleidingholte voor het dijbeen bevindt, even als de geleidingvlakte voor het opperarmbeen aan het schouderblad gevonden wordt. De onderste ledematen bestaan verder uit de *dij*, het *been* en den *voet*.


Het *dijbeen*, fig 12 *y*, is het langste en zwaarste been van het geraamte. Het is een lang rolrond been, dat aan het boveneinde een kogelrond gewrichtshoofd heeft, hetwelk niet boven op het einde des dijbeens geplaatst is, gelijk met de overige lange beenderen het geval is, maar daarmede verbonden is door een zoogenaamden *hals*, welke met het dijbeen zelf een stompen hoek maakt. Daar, waar de hals in het ligchaam des dijbeens uitloopt, ziet men twee knokkels, waarvan de buitenste de *grootte draaijer* en de binnenste de *kleine draaijer* genaamd wordt. Het op den hals geplaatste gewrichtshoofd snijt in de vroeger reeds vermelde diepe gewrichtsholte in het heupbeen en kan zich daarin vrij bewegen. Het benedeneinde des dijbeens eindigt in twee knokkels, welke in de geleidingsholte van het scheenbeen vatten. Voor aan het onderste gedeelte des dijbeens ligt de *knieschijf* *z*, een rond en plat been, dat met het elleboogsuitsteeksel overeenkomstig kan gerekeud worden, ofschoon het niet, zooals dit laatste, een uitsteeksel van een ander been, maar een op zich zelf staand been is.

Het been bestaat uit het *scheenbeen e* en het *kuitbeen f*, evenals de voorarm uit de ellepijp en het spaakbeen bestaat. Het scheenbeen bezit aan het boveneinde eene, door eene verhevenheid in tweeën verdeelde, uitgeholde gewrichtsvlakte, waarop de knokkels des dijbeens sluiten, zoodat hier een met dat des elleboogs overeenkomstig scharniergewricht gevormd wordt. Aan het andere eind des scheenbeens is eene gewrichtsvlakte voor den achtervoet. — Het kuitbeen ligt aan de buiten- en achterzijde des scheenbeens en is niet zoo lang als dit laatste, waarmede het door banden vast verbonden is. Beneden aan het scheenbeen is een uitsteeksel, de *binnen-enkel*, en aan het kuitbeen een ander, dat de *buiten-enkel* heet.

De voet wordt, op dezelfde wijze als de hand, verdeeld in den *achtervoet g*, den *middenvoet h* en de *teenen i*. Onder de beenderen van den achtervoet — die, even als die der achterhand, korte, in twee rijen gelegene beenderen zijn — verdienen vooral opmerking het *hielbeen*, een zwaar, achteruitstekend been, en het *koolbeen*, dat met het scheenbeen het voetgewricht vormt. — De beenderen van den middenvoet zijn nog onbewegelijker met elkander verbonden, dan die der middenhand, maar zwaarder en meer gewelfd dan deze. — De leden der teenen zijn even als de vingerleden gevormd, doch korter. Daarbij is de groote teen, schoon slechts uit twee leden zamengesteld, toch

de grootste der teenen, en staat niet, zooals de duim, geheel op zich zelve, maar in ééne rij met de overige teenen, waarom hij zich ook niet naar deze laatste heen bewegen kan, zooals dit met den duim het geval is, waarop ik reeds op bladz. 19 heb opmerkzaam gemaakt.

Met deze korte beschrijving van de beenderen en het menschelijk geraamte besluit ik deze eerste, inleidende afdeeling.



TWEEDE AFDEELING.

ORGANISCHE VERRIGTINGEN.

I. HOOFDSTUK.

Over spijs en drank, kaauwen en slikken.

Wij hebben gezien, dat van die verrigtingen, welke dienen ter instandhouding van het ligchaam, eenige daartoe volstrekt onmisbaar zijn, die namelijk, welke met de stofwisseling in verband staan. Daar die verrigtingen aan alle organische wezens, zoowel aan de planten als aan de dieren, eigen zijn, hoewel zij bij gene op eene andere wijze plaats hebben dan bij deze, zoo noemt men ze daarom, gelijk wij mede vernamen, *organische* verrigtingen. Over deze zullen wij thans spreken.

Wat stofwisseling is, heb ik, toen ik op het verschil tusschen organische en niet-organische voorwerpen opmerkzaam maakte, reeds met een enkel woord aangetoond. Meest alle deelen van ons ligchaam zijn in een' voortdurenden staat van verandering; de stof, waaruit zij bestaan, wordt onophoudelijk vernieuwd; de stof, die, om zoo te zeggen, uitgediend heeft, wordt van het geheel losgemaakt en buiten het ligchaam gevoerd, maar moet dan ook, zal dit ligchaam blijven bestaan, door van buiten af nieuw aangevoerde stof worden vervangen. De volksmeening, die men nu en dan wel eens hoort uiten, dat het menschelijk ligchaam om de zeven jaren geheel veranderd wordt, rust op een wezenlijk bestaand feit, ofschoon dat tijdperk van zeven jaren daarbij geheel willekeurig aangenomen wordt. Men moet daarbij ook in het oog houden, dat de kracht en snelheid der stofwisseling in de onderscheidene deelen zeer verschillend is; zij geschiedt veel krachtiger en sneller in het bloed, dan in de vaste deelen, en onder deze laatsten zijn er, in welke de stofwisseling zoo langzaam voortgaat, dat zij binnen eenen bepaalden tijd nauwelijks merkbaar is.

Het is het bloed, hetwelk, behalve dat het zelf aan de stofwisseling onderworpen is, bij die stofwisseling, ook der vaste deelen, de voornaamste rol speelt. Ieder deel van het ligchaam staat aan het bloed onophoudelijk de stof af, die het eenigen tijd heeft helpen zamenstellen, — maar put ook gelijktijdig uit het bloed, om het afgescheidene en weggevoerde te vergoeden. De nieuwe

stof dus, die de verlorene herstellen en vervangen zal, moet ook onophoudelijk van buiten af aangevoerd en in het bloed gebragt worden; — en, zal de stofwisseling naar behooren plaats grijpen, en het ligchaam in leven, en daarbij gezond en sterk blijven, dan moet er binnen een' bepaalden tijd zóó veel nieuwe organische stof in het bloed worden gebragt, als er binnen denzelfden tijd aan uitgedionde stof uit de verschillende ligchaamsdeelen wordt weggevoerd. Bij een kind dat nog groeit, moet natuurlijk de aanvoer van nieuwe stof het verlies aan oude overtreffen.

Die nieuwe stof, door welke de *voeding* en de *groei* onderhouden worden, is het *voedsel*. De stoffen, waarin dat voedsel bevat is, worden, gelijk wij reeds zagen, bij de dieren niet maar zoo dadelijk in het bloed opgenomen; zij bestaan toch voor een gedeelte uit zelfstandigheden die tot voeding ondienstig zijn, en de voedende zelfstandigheden zelve zijn niet allen geschikt, om zonder eenige voorbereiding in de bloedvaten opgenomen te worden. Daarom moeten de eigenlijke voedende beginselen eerst van het ter voeding onnutte worden afgescheiden, en tevens die veranderingen ondergaan, waardoor zij geschikt worden om door de vaten te worden opgeslorpt. Die bewerking nu geschiedt, zooals ik vroeger almede aanmerkte, in de spijsbuis of het spijskanaal — een kanaal, waarvan mondholte en keel het begin uitmaken, en dat verder uit den slokdarm, de maag en de darmen bestaat. De bewerking zelve noemen wij *spijsvertering*; en het is met deze, dat wij onze beschouwing der organische verrigtingen zullen aanvangen

Wij moeten in de eerste plaats het een en ander aanmerken over het voedsel des menschen.

De dieren voeden zich deels en vooral met organische, deels echter ook met niet organische stoffen. Die organische stoffen nu zijn óf plantaardig óf dierlijk, en onder de dieren maken sommige uitsluitend van plantaardig, andere wederom van dierlijk voedsel gebruik. De mensch leeft, gelijk ieder weet, bij plantaardig en dierlijk voedsel beide; hij is, zooals men het uitdrukt, een allesetend dier. Men heeft wel eens betwijfeld of hij zulks van nature was, en beweerd, dat hij eigenlijk door de natuur bestemd was om alleen van planten te leven. Indien wij evenwel de inrigting der organen, die bij den mensch tot de spijsvertering dienen, met die der planten- en vleesch-etende dieren vergelijken, dan komen wij tot de uitkomst, dat hij in dit opzigt genoegzaam tusschen die beide diergroepen in het midden staat. Bij de planten-etende dieren zijn de kiezen groot en van breede en ruwe bovenvlakten voorzien, tusschen welke de spijs, als tusschen molensteen, zeer fijn kan worden gemalen; te dien einde zijn da ook de spieren, die de onderkaak zijdelings voor- en achterwaarts kunnen bewegen, zeer sterk ontwikkeld; hun darmkanaal is daarbij zeer wijd en lang. De planten toch, die zij als voedsel

gebruiken, bevatten geen rijken voorraad aan sommige voedende beginselen; zal dus de voeding naar behooren geschieden, dan moeten zij daarvan zeer groote hoeveelheden tot zich nemen, en om daaruit zooveel mogelijk al het voedende te trekken, moet het zeer sijn verdeeld worden en langen tijd binnen het darmkanaal blijven, om daar behoorlijk te worden bewerkt. Bij de vleeschetende dieren daarentegen zijn de kiezen scherp en snijgend, en tot het vermalen van voedsel minder geschikt; de hoektanden zijn groot, sterk en spits, geschikt ter vasthouding en vaneenschouwing van het voedsel; niet de spieren, die de onderkaak horizontaal bewegen, maar die, welke de onderkaak naar boven trekken, en dus dienen bij het bijten en verscheuren, zijn zeer zwaar en sterk; het darmkanaal eindelijk is nauwer en korter dan dat der plantenetende dieren. Immers het dierlijk voedsel, dat de vleeschetende dieren gebruiken, is zeer rijk aan voedende beginselen en over 't geheel gemakkelijk te verteren; er behoeft daarvan dan ook geene zoo groote massa gebruikt te worden; het heeft geene zoo fijne verdeling noodig, en behoeft ook niet zoo lang in het darmkanaal te vertoeven — Bij den mensch nu is wel is waar het gebit dat van een plantenetend dier, maar zijne overige spijsverteringsorganen houden in elk opzigt het midden tusschen die der vleesch- en der planten-etende dieren. En wanneer men daarbij bedenkt dat, zoover de oudste historische oorkonden ons leeren, de mensch van de allervroegste tijden af vleesch benevens plantenvoedsel tot zijne spijsze heeft gebruikt, dan mogen wij het er gerust voor houden, dat de natuur hem bestemd heeft om zoowel uit dierlijke als uit plantaardige zelfstandigheden zijne voedsel te trekken, al leerde ons ook de ondervinding niet, dat hij juist bij eene behoorlijke verhouding dezer beide klassen van voedingsmiddelen den besten welstand geniet.

Gelijk ik zoo even aanmerkte, bestaan de voedsels, de spijsen, die de mensch gebruikt, voor een gedeelte uit zelfstandigheden, die ter voeding ongeschikt zijn. De vraag is derhalve nu: welke zijn dan de stoffen die het eigenlijk voedsel uitmaken, de voedingsbeginselen, die, te gelijk met het niet voedende in de spijs voorhanden, daaruit moeten worden afgezonderd? Die voedingsbeginselen zijn: eiwitstoffen, vetten, zetmeelachtige stoffen en zouten. Zal het voedsel goed en voldoende zijn, dan moet het van elke dezer vier soorten van voedings-beginselen eene behoorlijke hoeveelheid bevatten; eene spijs, die geene eiwitstof bevat, is op zich zelve tot voeding ongeschikt, al bevat zij ook eene rijke hoeveelheid der overige beginselen: maar evenzoo is een voedsel, dat geen vet en geen zetmeelachtige zelfstandigheid bevat, op den duur niet voldoende, al mogt het ook nog zoo rijk aan eiwitstof en zouten wezen. Ook van niet-organische stoffen, t. w. van sommige zouten, moet eene zekere hoeveelheid aanwezig zijn.

De meerdere of mindere verteerbaarheid der spijsen hangt af van hare meerdere of mindere oplosbaarheid in de vochten, die in het spijskanaal voorhanden zijn, en van haren gemakkelijker of moeilijker overgang in het bloed.

Kunnen de genoemde spijsverteringsvochten er geene werking op uitoefenen (zoo als b. v. op de schillen van peulvruchten, op pezen, beenderen, enz.), dan zijn zij onverteerbaar. De voedingsbeginselen zijn des te ligter te verteren, naarmate zij in het spijskanaal minder veranderingen behoeven te ondergaan, voor zij geschikt zijn om in de vaten te worden opgenomen.

De eiwitachtige stoffen (zie bladz. 29) maken de bestanddeelen uit van een groot gedeelte der gewigtigste organen van het menschelijk ligchaam, en die organen kunnen op den duur niet in behoorlijken welstand blijven, indien niet eene genoegzame hoeveelheid dier stoffen van buiten af aan het ligchaam wordt toegevoerd. Reeds in de melk, waarvan de zuigeling leeft en groeit, vinden wij de kaasstof (*caseïne*; zie bladz. 30) in ruime hoeveelheid voorhanden. Behalve de melk, bevatten die voedsels, welke van dierlijken oorsprong zijn, het meest daarvan, te weten de eijeren en het vleesch. Wanneer men het water, dat deze bevatten, niet mederekent, en ze dus in volkomen droogen toestand néemt, dan bestaan de voegeleijeren, die men gewoonlijk eet, bijna geheel uit eiwit, en het vleesch voor ongeveer de helft uit vezelstof (hetgeen ook eene eiwitachtige verbinding is, zie bladz. 29) met eiwit. Wat de meest gebruikelijke soorten van vleesch betreft, zoo volgen zij, met betrekking tot haar eiwitgehalte, ongeveer in deze orde op elkander: gevogelte, ossenvleesch, kalfsvleesch, varkensvleesch en visch. Ook vischeijeren (kaviaar) zijn zeer rijk aan eiwit. — Wat de plantenspijzen betreft, deze bevatten minder eiwitstoffen, doch verschillen te dezen aanzien veel meer van elkander dan de spijzen van dierlijken oorsprong. De plantenzaden bevatten daarvan het meest, wortels en knollen weinig, bladgroenten bijna niets. Het volgend tafeltje wijst aan, hoeveel er in 100 deelen van eenige plantaardige spijzen, geheel droog genomen, te vinden is:

Boonen	29,5.	Boekweit	10,7.
Erwten	19,5.	Rijst.	3,8.
Tarwemeel	19,2.	Aardappelen	3,5.
Roggemeel	12,8.	Maïs.	2,8.

Niet minder dan de eiwitachtige stoffen zijn vetten en zetmeelachtige stoffen tot onderhoud des levens noodig. In de zamenstelling van een aantal deelen des ligchaams komt vet voor; het bevindt zich ook in het bloed, en, gelijk wij weten, op onderscheidene plaatsen des ligchaams in de ruimte van het bindweefsel ingesloten. Maar bovendien moet ik hier al aanstonds opmerkzaam maken op de *verbranding*, d. i. de verbinding met zuurstof, welke het vet en de vetzuren, die altijd in het bloed in bepaalde hoeveelheid voorhanden zijn, zonder ophouden in het bloed ondergaan; welke verbinding de voorname bron der dierlijke warmte is. Het spreekt van zelf, dat de hoeveelheid vet in het ligchaam om die reden gedurig moet aangevuld worden. Nu is het wel waar, dat het organisme het vermogen bezit om zetmeelachtige stoffen in vet te veranderen, en men zoude daarom wel geneigd zijn te

denken, dat het er niet op aankwam of er vet gebruikt werd, zoo er maar eene genoegzame hoeveelheid zetmeel werd genuttigd. Maar de ondervinding heeft geleerd, dat juist die omvorming van zetmeelachtige stoffen in vet niet behoorlijk geschieden kan, zoo er niet tevens eenige, al is het ook geringe, hoeveelheid vet gebruikt wordt. In de meeste gewone spijsen is dan ook eenig vet voorhanden. Dat dit ook zelfs bij het magerste vleesch het geval is, weet ieder; en de dojers der eijeren zijn hunne gele kleur aan eene zekere hoeveelheid geel vet verschuldigd. Sommige plantenzaden zijn zeer rijk aan olie; maar ook zelfs in de gewone graansoorten, ja in de aardappelen, ontbreekt deze niet geheel. En wie denkt hier niet aan de boter, de reuzel, de olie, waarmede men de armoede aan vet bij vele spijsen te gemoet komt?

En nu de zetmeelachtige stoffen? Tot deze, ook wel *suikerachtige* stoffen, of ook *koolstof-hydraten* genoemd, behooren de bekende suikersoorten (riet-suiker, druivensuiker, melksuiker), het zetmeel, de gom en de in alle planten overvloedige cellulose. Alle deze zelfstandigheden bestaan, evenals het vet, uit koolstof, waterstof en eenige zuurstof, zonder stikstof, terwijl daarentegen de eiwitverbindingen aan stikstof rijk zijn. De zetmeelachtige stoffen worden gemakkelijk in elkander omgezet of veranderd: onder zekere omstandigheden verandert de cellulose in zetmeel, het zetmeel daarentegen in suiker. Wij zagen reeds, dat het organisme deze stoffen in vet vermag om te zetten, en van hoe groot gewigt eene zekere hoeveelheid vet en vetzuren in het bloed is. Om deze hoeveelheid, en die van de druivensuiker, die insgelijks in geringe maar altijd vastbepaalde hoeveelheid in het bloed aanwezig is, gestadig op dezelfde hoogte te houden, dienen de zetmeelachtige stoffen. — Onderzoekingen van lateren tijd schijnen te bewijzen dat de zetmeelstoffen bij het instandhouden des ligchaams en van zijne verrigtingen eene veel grootere rol spelen, dan men eenige jaren geleden vrij algemeen dacht. Op hoedanige wijze dit toegaat en of en in hoe ver zetmeel tot eene zekere hoogte eiwit vervangen kan, is niet wel te hopen en wij kunnen daaromtrent hier in geene beschouwingen treden.

De meeste plantenvoedsels, de granen, de peulvruchten, aardappelen en wortelen bieden ons van die stoffen eenen ruimen voorraad aan.

Ik merkte op, dat behalve eiwitstof, vet en zetmeelachtige stoffen, nog *zouten* in goed voedsel voorhanden moesten zijn. Immers, gelijk ik reeds op bladz. 31 aanmerkte, in eenige deelen des ligchaams worden standvastig zekere zouten aangetroffen; wij weten b. v. dat de beenderen voor een groot gedeelte daaruit bestaan; ook in het bloed vindt men ze, en zij zijn daar eene voorwaarde voor de stofwisseling. Ik zal die zouten hier niet allen opnoemen, maar doe slechts opmerken, dat, aangezien zij gedurig uit het bloed worden afgescheiden, een aanhoudende toevoer daarvan evenzeer noodig is, als van de eiwitstof, het vet, en het zetmeel. Bij genoegzaam gebruik van die spijsen, welke deze drie klassen van voedingsbeginselen bevatten, kom

er te gelijk eene zekere hoeveelheid van de noodige zouten in het ligchaam, en ook het water, dat wij drinken, in hetwelk eenige zouten zich in opgelosten toestand bevinden, draagt hiertoe het zijne bij. — Met een enkel woord gowaag ik hier van het algemeene geloof, dat het gebruik van keukenzout voor den mensch onmisbaar zijn zou, en hij zonder dit niet zou kunnen leven, althans niet gezond leven. De omstandigheid echter, dat sommige volksstammen geen zout gebruiken, anderen het slechts bij enkele gelegenheden bij hunne spijszen voegen, moest evenwel tot twijfel aan de gegrondheid van deze meening opwekken.

Een woord nog over eenige *bijkomende voedingsbeginselen*. Ik bedoel daarmede eenige stoffen, die vaak in het voedsel voorkomen, en welke *gedeelteeljk* de reeds genoemde, eigenlijke voedings-middelen kunnen vervangen, maar nooit *geheel*, — en die aan den anderen kant zeer wel kunnen worden gemist. Zij zijn of stikstofhoudend, of stikstofvrij. Tot de eerste behooren de gelei of lijn, die men door koking uit beenderen, pezen enz. verkrijgt, de chondrine, enz. Deze kunnen waarschijnlijk, in matige hoeveelheid gebruikt, de plaats innemen van dat gedeelte der eiwitverbindingen, dat niet tot herstelling der weefsels verbruikt, maar op velerlei wijze in het bloed scheikundig omgezet wordt; of zij ook tot opbouw der organen kunnen dienen, is moeilijk te beslissen. Van de stikstofvrije zelfstandigheden komen hier vooral de plantenzuren en hunne zouten, b. v. de plantenzure alkaliën, in aanmerking. Ook deze kunnen misschien de koolstof-hydraten, doch slechts in sommige opzigten, vervangen.

Slaan wij nu een' blik op de voedsels, die 'tmeest algemeen gebruikt worden, dan staat het vleesch, benevens de eijeren, met peulvruchten en brood zonder twijfel boven aan — Vooral moet ik hier echter de melk noemen, die als de natuurlijke type van een in alle opzigten volkomen voedingsmiddel mag worden beschouwd. Zij bevat alle noodige voedings-beginselen in eene behoorlijke evenredigheid, te weten: kaasstof, boter, melksuiker en eenige zouten, en hare vloeibaarheid doet haar tevens dienen tot drank, d. i. tot herstellingsmiddel van het watergehalte van het organisme. Gedurende de eerste kindsheid, wanneer de vorming en ontwikkeling der weefsels in krachtvolle werkdadigheid verkeerden, voorziet de moedermelk in alle stoffelijke behoeften van het organisme, en ook voor den volwassene mag de melk als een der beste voedsels worden beschouwd. — Rijst, aardappelen, maïs, bevatten wel eene groote hoeveelheid zetmeel, maar zeer weinig eiwitverbindingen. Dit laatste is ook het geval met wortelen en rapen, en nog meer met moeskruیدن en ooff, die bijna geene voedende stoffen bevatten, ofschoon zij om andere redenen een gezond bijvoegsel bij de meer eigenlijk voedende spijszen uitmaken. Wanneer men, gelijk op goede gronden aangenomen kan worden 1), bedenkt, dat een volwassen mensch, om in alle opzigten naar ligchaam en geest gezond en krachtig te blijven, in 24 uren 100 wigties eiwitverbindingen,

1) G. J. MULDER, de voeding in Nederl., in verband tot den volksgeest. Rotterdam. 1847.

even zooveel vet en omstreeks 400 wigtjes zetmeelachtige stoffen noodig heeft,— en dat hij, om die hoeveelheid eiwitverbindingen uit aardappelen te bekomen, tien Nederl. ponden gekookte aardappelen in de 24 uren zou moeten nuttigen, — dan kan men in verband met het reeds gezegde, zich eenigermate een denkbeeld vormen van de waarde der meest gebruikte voedingsmiddelen. Het is toch vooral op het eiwitgehalte, waarop wij bij de bepaling van het voedend vermogen der spijzen, en dus bij de keuze en behoorlijke vereeniging daarvan, meest behooren te letten. Zetmeelachtige stoffen toch komen in de meest gebruikelijke plantenvoedsels rijkelijk genoeg voor; vet minder: doch dit kan gedeeltelijk door de genoemde stoffen vervangen worden; eiwitverbindingen daarentegen zijn in zeer velen slechts in betrekkelijke geringe hoeveelheid voorhanden; en toch zijn het juist deze, welke bij de voeding en herstelling des ligchaams eene hoofdrol spelen. Wij zien hieruit dan ook, dat er in het dagelijksche leven bij de keuze der voedingsmiddelen groote feilen worden begaan; ik heb hier bepaaldelijk het oog op het in onze tijden, helaas, niet alleen bij den gemeenen man, maar ook onder den middenstand zoo algemeene aardappelen-diët, waarbij de aardappelen wel niet uitsluitend genuttigd worden, maar toch doorgaans den hoofdschotel uitmaken.

Behalve voor de goede hoedanigheid van het voedsel, moet ook voor eene behoorlijke afwisseling daarvan gezorgd worden, gelijk de ondervinding en op dieren genomene proeven schijnen te leeren.

Ik kan over dit punt, alsmede over hetgeen, van het standpunt der gezondheidsleer, nog over de spijzen, hunne bereiding, en de daarbij vaak gebruikt wordende specerijen, te zeggen zou zijn, niet uitweiden. Nog slechts een woord over den *drank*.

Met het voedsel treedt eene zekere hoeveelheid vocht binnen het ligchaam, hetzij dit vocht reeds dadelijk een bestanddeel van dat voedsel uitmaakte, hetzij het er bij de toebereiding der spijzen wordt bijgevoegd. Maar wanneer men in het oog houdt, hoe groot de massa vocht is, die ons ligchaam bevat, en welke groote hoeveelheden daarvan onophoudelijk door de uripeloozing, de huiduitwaseming en andere afscheidingen verloren gaan, dan blijkt het, dat het vocht, in de spijzen bevat, bij lange na niet voldoende is om dat verlies te herstellen. Daarom moet de mensch drinken. Water is de eigenlijke drank bij uitnemendheid; want welke andere dranken wij ook mogen gebruiken, het is toch altijd het water, dat het een *drank*, dat is, een herstellingsmiddel voor de vloeibare deelen des ligchaams, doet zijn. Zoo is het b. v. met de koffij en de thee, alsmede met de chocolade, ofschoon deze laatste minder met het doel om den dorst te stillen gebruikt wordt. De koffij en de thee bevatten eene stikstofhoudende stof (*cafeïne* of *theïne*), die tot de bovengenoemde bijkomende voedings-beginselen kan gebragt worden; de chocolade bevat, behalve eene dergelijke stof (*theobromine*), ook eiwit. Als *drank* beschouwd, zijn zij evenwel daáárom niet beter; want, ik herhaal het, 't is het water, dat hen

dranken doet zijn en de gewoonte om ze warm te drinken maakt ze daarenboven minder aanbevelenswaardig, vooral zoo zij den eenigen drank uitmaken

Ook de wijn en het bier moeten om hun aanmerkelijk watergehalte als dranken beschouwd worden, en wel des te meer, hoe ligter de wijn, hoe dunner het bier is. Eigenlijk voedende stoffen bevatten zij weinig of niet. Daarentegen bevatten zij eene meerdere of mindere hoeveelheid wijngeest of alkohol, maar zijn juist om de nadeelige werkingen daarvan tot dagelijkschen drank minder geschikt, en wel des te minder, naarmate er meer alkohol in voorhanden is. Opmerkelijk is het, dat er nagenoeg geen volk ter wereld bestaat, dat niet reeds van de oudste tijden af een' of anderen gegisten drank, eene wijn- of biersoort, wist te bereiden, om dien, niet als dagelijkschen drank, maar tot verkwikking en bij feestelijke gelegenheden te gebruiken. Het schijnt dus, dat een zeker natuurlijk instinkt den mensch daartoe drijft, — evenals ook de Chinezen, de Abyssiniërs en Arabieren, en de Zuid-Amerikanen, zonder iets van elkander te weten, tot drank gekozen hebben eene plant, die *theïne* bevat, — de Chinezen de thee, de Abyssiniërs en Arabieren de koffij, de Amerikanen de zoogenaamde Paragnay-thee. Goede wijn en krachtig bier, *van tijd tot tijd* en *matig* gebruikt, kunnen dan ook als opwekkingsmiddel bij gezonden, en als geneesmiddel bij zieken, zeer goede diensten bewijzen, — terwijl het gebruik der gewone *getrokkene* dranken: koffij en thee — mits matig en niet heet gebruikt — geene afkeuring verdient.

En nu de alkohol zelf, die, in verbinding met eene betrekkelijk geringe hoeveelheid water, als *sterke drank* bekend is? Drank kan deze niet genoemd worden: daartoe is de hoeveelheid water, die hij bevat, te gering. Maar juist omdat de alkohol in den sterken drank in meer geconcentreerden toestand voorhanden is, zijn zijne schadelijke uitwerkingen des te grooter. Alkohol verbrandt in het ligchaam, zooals de producten van de zetmeelachtige stoffen en van het vet, en hij ontwikkelt dus warmte. Maar die warmte-ontwikkeling wordt door onze gewone voedingsmiddelen in genoegzame mate op eene meer natuurlijke wijze voortgebracht, en zonder de verderfelijke bijkomende uitwerkingen van den alkohol. „De alkohol verleidt,” dus zegt de hoogleeraar DONDERS, „door eene behagelijke opwekking van het hersenen zenuwstelsel; maar hij beperkt de stofwisseling en ondermijnt de krachten van geest en ligchaam. Bij het sluiten der rekening heeft het gebruik meer levensvreugde vergald, dan bitterheid verzoet, en de oogst des levens is schraler uitgevallen. In geringe hoeveelheid werkt de alkohol niet anders dan in groote, slechts zwakker, en daarom minder merkbaar.” 1) Is alzoo het dagelijksch gebruik van wijn en bier reeds niet aan te raden, wegens den alkohol, dien zij bevatten, het gebruik van sterke dranken is geheel en

1) De voedings-beginselen. Grondslagen eener algemeene voedingsleer, door F. C. DONDERS. Tiel, 1852. Bladz. 104.

onvoorwaardelijk af te keuren. Hij, die het gebruik van sterken drank verdedigt op grond, dat die toch ook in wijn en bier wordt aangetroffen, handelt als hij, die het eten van zout zeer natuurlijk vindt, omdat zout toch ook in al onze voedzels wordt aangetroffen. Als eigenlijke *dranken* komen de zoogenaamde sterke dranken natuurlijk volstrekt niet in aanmerking.

De behoefte aan nieuwen toevoer van voedende stof geeft zich te kennen door het gevoel van *honger*, een gevoel, dat vooral in de maag zijne zitplaats heeft, en aan het bewustzijn schijnt te worden medegedeeld door een paar zenuwen, die de *zwerpende* zenuwen genaamd worden. — Men kan zich het ontstaan van dat gevoel zóó voorstellen, dat het van eene zekere hoeveelheid voedingsstoffen beroofde bloed de zenuwen der maag op eene onaangename wijze aandoet, — of wel, dat de aanwezigheid van spijsen een natuurlijke toestand van maag en darmkanaal is en het ontbreken van die spijsen een vreemd gevoel verwekt. Immers het vullen van de maag, ook met onverteerbare stoffen, neemt het gevoel van honger dadelijk weg. Heeft de maag nu zooveel voedsel ontvangen, als zij in eens verteren kan, dan krijgen wij daarvan kennis door een gevoel van *verzadiging*, dat, wanneer de maag te sterk wordt opgevuld, in een gevoel van volheid en spanning overgaat. Wordt de honger niet bevredigd, en ontvangt het ligchaam niet terug wat het ten gevolge der altijd voortgaande stofwisseling verliest, dan is verzwakking daarvan het eerste gevolg, waarbij, indien de onthouding van voedsel blijft voortduren, aldra andere zikkelijke verschijnselen zich voegen, tot eindelijk de dood door uitputting volgt.

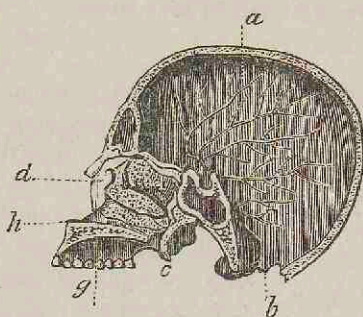
Heeft het bloed veel water verloren, dan geschieden ook alle vochtige afscheidingen daaruit minder overvloedig, en de deelen, die door die afscheidingen vochtig gehouden moeten worden, worden drooger. Daarom ontstaat dan ook een gevoel van droogte in de mondholte en de keel, door welke zich hoventien hij elken ademtocht een luchtstroom beweegt, die de verdamping van het afgescheiden vocht bevordert. Die gewaarwording, welke dus eene behoefte aan herstelling der vloeibare deelen aanwijst, is de *dorst*. Bij voortgezette onthouding van drank volgt de dood doorgaans nog eerder, en onder nog heviger verschijnselen, dan bij de onthouding van spijs.

Gaan wij thans de bewerkingen na, die het voedsel moet ondergaan, en welke men met den algemeenen naam van spijsvertering aanduidt.

De eerste dier bewerkingen, of, wil men, de voorbereiding voor de eigenlijke spijsvertering, is het kaauwen, waarmede de vermenging van het voedsel met *speeksel* vergezeld gaat. Dit geschiedt in de mondholte. Vervolgens moet de spijs worden *doorgestikt*, om zoo uit de mondholte in den slokdarm, en door dezen in de maag te geraken.

Toen wij over de aangezichtsbeenderen spraken, merkten wij op, dat de mondholte gelegen is tusschen de bovenkaaks-beenderen en de onderkaak, en van de neusholte afgescheiden is door het beenig gehemelte. In de navens-

Fig. 20.



staande figuur duidt *h* het beenig gehemelte aan; *g* is de mondholte, maar alleen het bovenste gedeelte daarvan, dewijl op deze figuur de onderkaak ontbreekt, die het onderste gedeelte dier holte omsluit; *c* duidt de plaats aan, waar de mondholte *g* en de neusholte *d* van achteren in eene holte namelijk in de keel, zamen komen.

Fig. 21 stelt eene doorsnede van de mond- en keetholte voor, maar op grootere schaal dan de vorige figuur, met

de zachte deelen, die er zich om en in bevinden. Ten einde deze met fig. 20 te kunnen vergelijken, lette men op, dat in beide figuren *h* het beenig gehemelte is, en *b* de plaats van het grootte achterhoofsgat aanwijst. Het overige zal uit de volgende beschrijving duidelijk worden.

De mondholte en de daarin gelegene deelen, met uitzondering der tanden, zijn overal met een rood gekleurd slijmvlies bekleed, dat rijk aan slijmklieren, en, aan het gehemelte, ook aan tepeltjes (bladz. 27) is. Dat gedeelte van het slijmvlies, hetwelk het beenig gehemelte bekleedt, houdt niet aan den achterrand van dat gewelf de mondholte op, om zich dan om dien achterrand om te slaan en zich met het slijmvlies der neusholte te vereenigen; — het loopt nog een eindweegs verder, en hangt van dien achterrand naar beneden als eene soort van gordijn, die men het *zacht gehemelte* noemt. Het slijmvlies, dat den bodem der neusholte, dat is, de bovenste oppervlakte van het harde gehemelte, bekleedt, doet even zoo; en alzoo bestaat het zacht gehemelte uit twee platen, eene voorste en eene achterste, waarvan de eerste door het slijmvlies der mondholte, de tweede door dat der neusholte gevormd wordt. In fig. 21 duidt *a* dit nederhangende, zachte verlengsel van het beenig gehemelte aan, hetwelk door een streepje duidelijk van het laatste is afgezonderd. Wij zien hier evenwel slechts de doorsnede daarvan; de volgende schets, fig. 22, wijst aan, hoe het zachte gehemelte zich, van voren beschouwd, vertoont. Aldaar ziet men van boven den achterrand van het beenige of harde gehemelte, van welken het zachte als eene gordijn afhangt. De onderrand van genoemde gordijn is als 't ware uitgesneden in de gedaante van twee naast elkander liggende bogen, de *ghemeltebogen*, welke door een tusschen beide gelegen middenstuk, de *huig*, van een gescheiden worden. Het buitenste gedeelte, de buitenste slip of kolom van elken boog, welke zich in het slijmvlies van den zijwand der mondholte verliest, verdeelt zich overlans

in twee strooken, waar tusschen zich een rondachtig ligchaam bevindt, dat niets anders is dan eene verdubbeling, eene uitpuling van het slijmvlies tus-

Fig. 21.

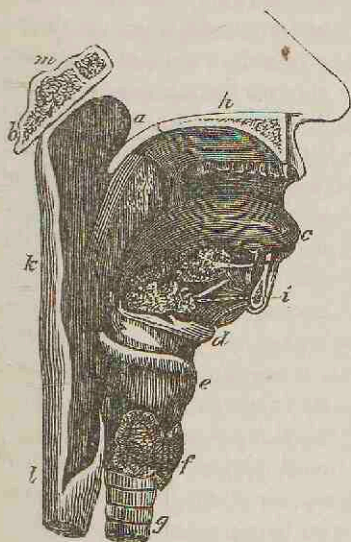


Fig. 22.



schen de strooken, en welke verdubbeling zeer rijk aan slijmklieren is. Men noemt het de *amandel*. Dit alles is zonder aanwijzing van letters genoegzaam in fig. 22 op te merken, en ook in fig. 21 zijn de beide linksche strooken van het zachte gehemelte duidelijk waar te nemen. Het onderste gedeelte der figuur duidt den wortel of het achterste gedeelte der tong aan. De donkere holte, waartoe de opening tusschen het zachte gehemelte en de tong toegang verleent, is de keelholte. Vergelijkt men nu hiermede de vorige figuur, waarin *c* de tong aanduidt, dan zal men zich van het zachte gehemelte een vrij goed denkbeeld kunnen vormen.

De *tong c* is een spierachtig ligchaam, welks achterste, dikke gedeelte de *wortel*, en het voorste, smallere de *punt* heet, terwijl de bovenste oppervlakte de *rug* genaamd wordt. De wortel der tong, zit door spieren aan het tongbeen *d* en het strottenhoofd *e*, alsmede aan de stijlvormige uitsteeksels (fig. 13 *f*) bevestigd.

Ook de tong is met een slijmvlies omgeven, dat voorzien is van vele tepeltjes. Fig. 23 stelt voor de tong, uit de mondholte genomen; *a*, *b*, *d* zijn de tepeltjes, waarover later, wanneer wij over het zintuig van den smaak spreken. — Daar, waar dit slijmvlies onder aan de tong in het den bodem der mondholte bekleedende slijmvlies overgaat, vormt het eene langwerpige plooi, die het *toompje* heet, en alleen de punt der tong vrij laat. — Het spierachtig maagsel der tong en de vele spieren die er bovendien aan vastgehecht zijn, maken dat dit deel, vooral zijne vrije punt, zich naar alle rigtingen bewegen kan.

De bodem der mondholte, waarvan ik zoo even gewaagde, wordt gevormd door een aantal spieren, die de hoogsgewijze ruimte, welke het onderkaakbeen omsluit, aanvullen.

Onder de tong ziet men in fig. 21 twee rondachtige ligchamen *i*, welke twee *speekselklieren* voorstellen, en wel de voorste de regter-tongklier, en de achterste de regter-onderkaaksklier. Die der linker zijde kan men hier natuurlijk niet zien. Beide klieren bezitten een korrelachtig maagsel, en heb-

ben elke eene uitloozingsbuis, die in de figuur duidelijk te zien is, en zich naar

Fig. 23.

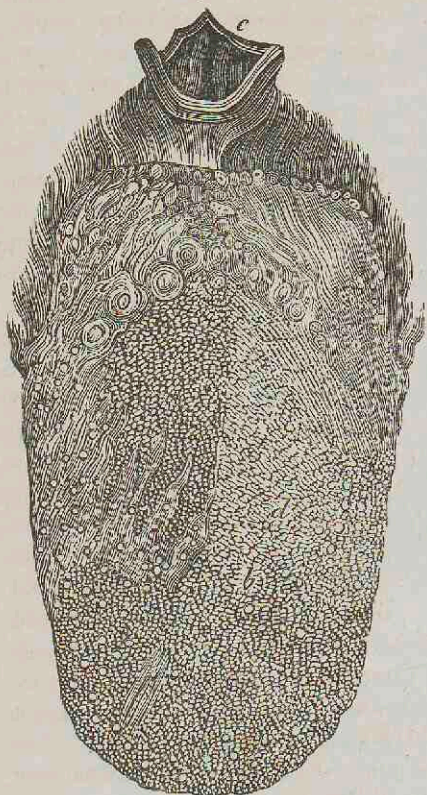


Fig. 24.



voren naast het tongtoompje in de mondholte opent. Eene dergelijke, maar grootere en hier niet afgebeelde klier, ligt er aan elke zijde des hoofds, vóór het oor, op het opwaarts gerigte deel der onderkaak, en dus onmiddellijk onder de huid, en niet binnen de mondholte. Deze klier heet de *oorklier*; hare uitloozingsbuis doorboort de wang op de hoogte van de eerste en tweede bovenkies. Alle die klieren dienen ter afscheiding van het *speeksel*, over welk vocht wij al spoedig zullen moeten spreken. Fig. 24 geeft van het inwendig korrelig maaksel der speekselklieren een denkbeeld; later komen wij daarop weder terug.

Het *keelgat* of de *keel k* (waarvan de plaats reeds in fig. 20 door *c* is aangeduid), is eigenlijk het bovenste gedeelte van den slokdarm *l*, en bestaat uit een spiervlies, dat uit vleeschvezelen is zamengesteld, die in verschillende rigtingen loopen, — en uit een slijmvlies, dat dit spiervlies bekleedt, en, gelijk reeds uit het op bladz. 26 gezegde op te maken is, met het slijmvlies van mond- en neusholte, en met dat van den slokdarm zamenhangt en één geheel vormt. Fig. 21 stelt het keelgat

geopend voor van de zijde waar men er in ziet. — Van boven en van achteren is het keelgat bevestigd aan het grondstuk des schedels *m*, en aan de hier niet afgebeelde halswervelen. Beneden is het gehecht aan het strottenhoofd *e*; van onderen loopt het in den slokdarm *l* uit.

Van het strottenhoofd, waarover wij later meer opzettelijk zullen moeten spreken, meld ik thans alleen, dat het een kraakbeenig deel is, boven aan de luchtpijp *g* geplaatst, en dienende tot voortbrenging der stem. Boven in bevindt zich eene spleet, de *stemspleet*, waardoor de lucht bij het adembalen en het spreken in en uit de luchtpijp, en door deze in en uit de longen stroomt. Boven deze spleet zit een veërkrachtig klepje, de *stroklep*, dat van voren onder de wortel der long aan het strottenhoofd vast is, en wanneer het nedergedrukt wordt, de stemspleet sluit.

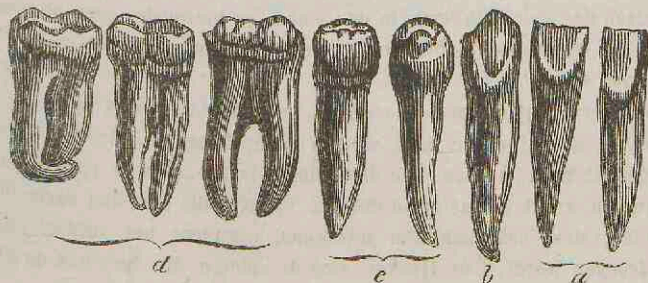
In de mondholte bevinden zich verder de *tanden*. Zij zijn met hunne wortels in de tandkassen der boven- en onderkaak ingeplant, zooals op bladz. 38 vermeld is. In elke kaak zijn er 16, dus in 't geheel 32. — Elke tand bestaat uit eene *kroon*, het gedeelte, dat bij het openen van den mond zichtbaar is. — uit eenen *wortel*, welke in de tandkas besloten is, — en uit eenen *hals*, het gedeelte, waar kroon en wortel zich vereenigen en dat bedekt is door het *tandvlesch*, 't geen niets anders is dan het slijmvlies der kaakranden. Elke tand is verder uit drie zelfstandigheden zamengesteld. Van binnen namelijk bestaat hij uit eene harde, witte zelfstandigheid, het *ivoor*, dat aan de kroon

Fig. 25.



voorzien is van een nog harder, insgelijks wit bekleedsel, het *glazuur* of *email*, terwijl de hals en de wortel overtoegen zijn met een ander, veel minder hard, beenig, geelachtig bekleedsel, dat de *bast* genoemd wordt. Fig. 25, welke eene wat vergrootte afbeelding van eenen in de lengte doorgezaagden tand voorstelt, toont de onderlinge ligging dier drie zelfstandigheden aan. Men ziet daar ook, dat het ivoor eene langwerpige holte beval, welke door een naauw kanaal in den wortel zich naar buiten opent. Die holte is met een vliesje bekleed, waarin zich fijne bloedvaten en zenuwen verspreiden, die door de genoemde naauwe opening naar binnen dringen.

Fig. 26.



De mensch bezit drie soorten van tanden, te weten in elke kaak 4 *snijtanden*, 2 *hoek-*, *honds-* of *noegtanden*, en 10 *kiezen*, *maal-* of *baktanden*.

Fig. 26 verbeeldt de tanden van de eene helft eener kaak. De snijtanden *a* hebben enkele wortels, en beitelvormige, met eene scherpe snede voorziene kroonen. De hoektanden *b* hebben ook enkele maar langere wortels, en kegelvormige spitse kroonen. De kiezen *c, d* bezitten breede, dikke, van boven met verhevenheden voorziene kroonen, en hebben stevige wortels, die bij de voorste, *kleine*, kiezen *c* enkel, bij de achterste, *grootte*, *d* dubbel of driedubbel zijn.

Tusschen de tanden nu wordt het voedsel fijn gebroken en vermaald. Geschiedde dit niet, dan zoude het niet genoegzaam doordrongen kunnen worden van die vochten, welke, gelijk wij zien zullen, later eene groote rol bij de spijsvertering spelen, en al dadelijk blijkt hieruit van hoe veel belang het is, dat wij ons vast voedsel goed fijn kaauwen. De snijtanden dienen daarbij om het voedsel in stukken te snijden of af te bijten; de hoektanden — welke, zooals wij zagen, bij de vleeschetende dieren zeer ontwikkeld zijn, — om het af te scheuren; de maaltanden zijn het, die de werktuigen zijn der eigenlijke vermaling der voedsels. Op bladz. 48 merkte ik op, dat de onderkaak zich op en neder, maar ook voor- en achterwaarts en zijdelings heen en weer bewegen kan. Bij het albijten en afscheuren wordt de onderkaak door krachtige, ter zijde van het hoofd gelegene spieren naar boven getrokken, en de hoven- en beneden-tanden vast naar elkander toe gedrukt. Bij het kaauwen werken tevens andere spieren mede, door welke de onderkaak heen en weder bewogen wordt. Terwijl alzoo het voedsel tusschen de platte, breede kroonen der kiezen geklemd wordt, wordt het tusschen deze, door de te gelijk plaats grijpende zijdelingsche beweging der onderkaak, als tusschen molensteenen fijn gewreven. Gedurende dit kaauwen wordt het voedsel onophoudelijk weder tusschen de kiezen gevoerd door de tong en de wangspieren, totdat eindelijk de vermaling volkomen is.

Terwijl het kaauwen plaats heeft, vloeit het speeksel rijklijk door de uitloozings-buizen der speekselklieren in den mond; en hiermede, even als ook met het slijm der mondholte, wordt nu gedurende die bewerking het voedsel innig doordrongen.

De tong verzamelt nu het genoegzaam gekaauwde en met speeksel doortrokkene voedsel tot éénen brok, welken zij op haren rug brengt, en welke nu doorgeslikt moet worden. Te dien einde drukt zij hare punt tegen het gehemelte, en wordt tevens zelve door de spieren, die zich aan haren wortel vasthechten, sterk naar achteren getrokken, waardoor het voedsel naar de keel gedrongen wordt. Nu trekken zich de spieren, die tusschen de kin en

het strottenhoofd liggen, te zamen, en, daar de kin bij een gesloten mond onbewegelijk is, zoo wordt daardoor het strottenhoofd in eene rigting naar de kin toe, dat is, boven- en voorwaarts tegen den wortel der tong getrokken. Daar echter het boveineind des slokdarms, het keelgat (fig. 21) aan het strottenhoofd vast zit, zoo gaat dit natuurlijk mede, en komt alzoo den spijsbrok te gemoet. Op die wijze geraakt de brok in het keelgat: aanstonds trekt zich de spierrok van dat deel zamen, en dringt hem verder naar beneden in den slokdarm.

Terwijl dit geschiedt, wordt het zachte gehemelte door daartoe bestemde kleine spieren zoo naar beneden getrokken, dat het en mede behulpzaam is bij het naar beneden dringen der spijs in het keelgat, en tevens den toegang tot de neusholte voor den spijsbrok afsluit. — Bij het optrekken van het strottenhoofd, en de daarbij te gelijker tijd plaats hebbende achterwaartsche beweging der tong, wordt de strokclep stijf tegen den wortel der tong gedrukt en alzoo de stemspleet gesloten, zoodat het voedsel bij het slikken niet door die spleet in de luchtpijp geraken kan. Als men onder het slikken te gelijk ademen wil, dan gebeurt het wel dat de spijs, zooals men zich uitdrukt, »in de »verkeerde keel» schiel, waardoor dan een geweldig hoesten ontstaat, en de spijs niet zelden door den neus weder uitgedreven wordt. Dit komt, omdat bij het ademen en spreken de stemspleet noodzakelijk moet openstaan, en dus het strottenhoofd niet tegen de tong kan gedrukt blijven, waardoor dan de spijs gelegenheid krijgt, om daar binnen te treden.

Is het slikken volbragt, dan keeren al de deelen, die daarbij werkzaam zijn geweest, weder in hunne gewone ligging terug, totdat een nieuw gevormde spijsbrok de herhaling van dezelfde bewegingen vordert.

De *slokdarm*, waarin de spijsbrok nu komt, is eene buis, welke, van het keelgat af, langs de voorzijde der hals- en rugwervelen, maar een weinig ter linkerzijde, naar beneden loopt, tot zij eindelijk door eene daartoe bestemde opening in het middenrif (bladz. 46) in den buik komt en in de maag overgaat. Hij is met de omliggende deelen door bindweefsel verbonden.

De slokdarm bestaat, evenals zijn boveineind, het keelgat, uit twee vliezen of rokken. De buitenste, spierachtige rok bestaat uit vleeschvezelen, waarvan eenige overlangs van boven naar beneden loopen, de andere ringvormig om den slokdarm liggen. De binnenste rok is het slijmvlies, dat den slokdarm van binnen bekleedt.

Door de zamentrekking der overlangsche vezelen wordt de slokdarm korter, door die der ringvormige naauwer, en door de vereenigde werking der beide soorten van vezelen wordt de spijsbrok naar beneden, naar de maag, heengestuwd. Was dit niet het geval, dan zou de spijs in den slokdarm blijven hangen, hetgeen werkelijk geschiedt, wanneer de spiervezelen

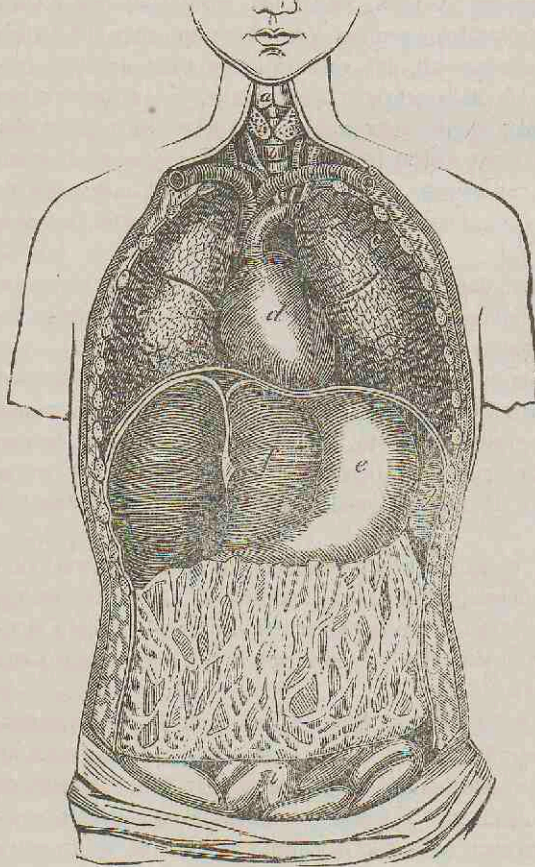
van dat deel door verlamming buiten werking zijn gesteld. De spijsen zakken dus geenszins door hunne eigene zwaarte naar beneden, hetgeen trouwens reeds weersproken wordt door de waarneming, dat bij iemand, die op het hoofd staat, de spijsen en dranken toch behoorlijk doorgeslikt kunnen worden, en in de maag komen.

II. HOOFDSTUK.

De Spijsvertering.

Fig. 27 levert eene afbeelding van de spijsverteringswerktuigen in hunne natuurlijke ligging. Wij zien hier de buik- en borstholte beiden van voren geopend; niet alleen zijn hier de huid en de spieren wegge-

Fig. 27.



genomen, die de voorste oppervlakte van den romp utmaken, maar ook het borstbeen met de voorste helft der ribben. De doorsneden der huid en der spieren, zoo- wel als die der ribben, zijn in de figuur zichtbaar. Ook van de voorste oppervlakte van den hals zijn de huid en de spieren wegge- genomen. Men ziet hier de doorsnede van het reeds op bladz 43 vermelde spierachtige mid- denschol, het *mid- denrif*, waardoor borst- en buikhofte van elkander ge- scheiden zijn; boven dit middenrif ligt de

borstholte, en beneden hetzelfde de buikholte. Over de eerste spreken wij thans nog niet; het zijn alleen de buiks-ingewanden, die ons hier moeten bezig houden.

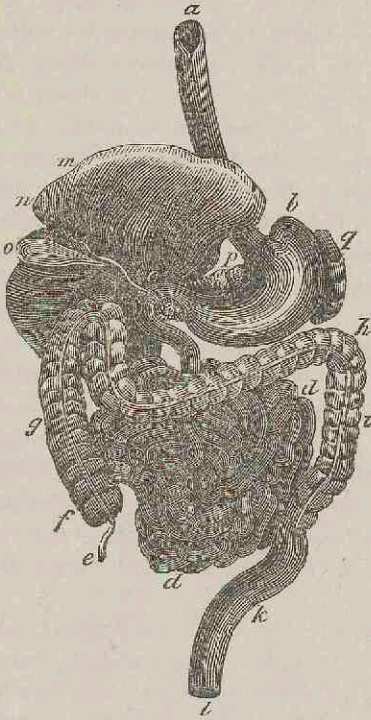
De wanden, door welke de buikholte omgeven is, zijn: van boven het middenrif, van onderen het bekken, van achteren de wervelkolom, en verder eenige groote, breede en platte spieren, die tusschen de onderste ribben, de wervelkolom en het bekken als het ware uitgespannen zijn. — Van binnen zijn de wanden der buikholte, — die eene voor de lucht ontoegankelijke holte is, — bekleed met een weivlies, het *buikvlies* genaamd, dat naar de meeste in den buik bevatte ingewanden verlengsels afzendt, en deze daardoor met eenen buitensten rok voorziet. De op en tegen elkander gelegene ingewanden raken dus zoowel elkander als den wand der holte, waarin zij gezamenlijk besloten zijn, overal met weivliezige oppervlakten aan, en daar deze altijd vochtig en glibberig zijn, zoo schuiven en bewegen zij zich gemakkelijk over elkander heen. Wanneer men bedenkt, dat de buikholte bij sommige lichaams-houdingen, b. v. bij eene voorovergebogene, vernauwd, bij andere daarentegen verwijd wordt, — dat ook de ademhaling, bij welke het middenrif, gelijk wij later zien zullen, beurtelings naar beneden en naar boven bewogen wordt, den inhoud der buikholte wijzigt, — en dat daarenboven sommige buiks-ingewanden nu eens door daarin voorhandene stoffen sterk worden uitgezet, dan eens, ledig geworden, in omvang aanmerkelijk afnemen, — dan valt het in het oog, dat zulk een gemakkelijk over elkander heenschuiven dier wanden eene zaak van het grootste belang is.

Het spijskanaal van den mensch vormt, gelijk reeds aangemerkt is, eene buis of pijp, waarvan de mond- en keelholte het begin uitmaken; daarop volgt dan de bijna overal even wijde, darmvormige slokdarm; deze, door het middenrif in de buikholte gekomen, wordt daar aanmerkelijk wijder, en vormt zoodoende de *maag*, fig. 27. Men ziet dit in fig. 28, welke het geheele spijskanaal eens menschen, met de daarbij behoorende deelen, voorstelt, zooals alles zich vertoont, wanneer het uit het ligchaam genomen is, en alle die deelen zoover uit hunne natuurlijke ligging verschoven zijn, als noodig is, om ieder deel afzonderlijk te kunnen beschouwen; — iets, dat men in fig. 27 niet doen kan, omdat de deelen daar hunne natuurlijke ligging behouden hebben, en dien ton gevolge elkander gedeeltelijk bedekken en aan het oog onttrekken. In deze figuur is *a* de slokdarm en *b* de maag. (fig. 27 *e*).

De maag is een vliezige zak, gelegen in het bovenste gedeelte der buikholte, van eene gekromde gedaante. De plaats, waar de slokdarm in de maag overgaat, noemt men den *mond* of den *krop* der maag; de plaats *c*, waar de maag eindigt en in den dunnen darm uitloopt, heet de *portier*. — De maag bestaat uit drie rokken of over elkander heengetrokken vliezige zakken. De buitenste rok bestaat uit een weivlies, dat een verlengsel van het buikvlies is. De middenste is een spierachtige rok, die, evenals de spier-

rok des slokdarms, — waarvan hij een vervolg is, ovenals de maag slechts een vervolg en verwijding is des slokdarms, — uit overlansche en ringswijze

Fig. 28.



vezelen bestaat. De eerste loopen in eene rigting van den maagmond naar den portier, van *b* naar *c*; de ringswijze omgeven de maag cirkelvormig, zoo, dat zij zich met de overlansche vezelen kruisen. De derde of binnenste rok is een slijmvlies, — almede eene voortzetting van het slijmvlies des slokdarms. Dit maag-slijmvlies bezit een groot aantal kleine, van de eigenlijke slijmklieren onderscheidene, klier-tjes, — de *maagklieren*, — die een eigenaardig vocht afzonderen, dat men het *maagsap* noemt.

Aan den portier *c* wordt de maag nauwer, en gaat daar in het *darmkanaal* over. Dit is eene vliesachtige buis, uit drie dergelijke rokken als die der maag zamengesteld. Zij vormt eene menigte kronkelingen, en daardoor alleen wordt het mogelijk, dat de buikholte haar bevallen kan: bij den mensch loch is zij ongeveer zevenmaal langer dan het

geheele ligchaam 1). Men onderscheidt het darmkanaal in twee gedeelten, den *dunnen* en den *dikken* darm.

De dunne darm (fig. 28 *d*) maakt, van de maag af gerekend, het eerste gedeelte, en omtrent twee derden van de geheele lengte des darmkanaals uit. Hij is zeer gekronkeld, veel meer dan de dikke darm, maar niet zoo wijd. Het gedeelte, dat het naast aan de maag gelegen is, bestempelt men gewoonlijk met den naam van *twaalfvingerigen* darm.

De dikke darm *f, g, h, i, k* is, zooals de naam aanduidt, dikker en wijder dan de dunne darm. Hij begint op de hoogte van het regter heupbeen, stijgt dan naar boven, loopt vervolgens dwars onder de maag langs naar de linkerzijde, daalt dan naar beneden, vormt dan nog eene bogt (die in de figuur verschoven en bijna geheel uitgewischt zich vertoont) en eindigt in een regt

1) Bij den leeuw is het darmkanaal slechts ongeveer driemaal, bij het schaap meer dan twintigmaal zoolang als het ligchaam. Verg. hier bladz. 49.

naar beneden loopend gedeelte, dat vlak vóór het heiligbeen en het stuitbeen gelegen is, en zich buiten het ligchaam opent. — Het einde van den dunnen darm gaat, zooals in de figuur even boven *f* te zien is, niet in het *begin* van den dikken darm over, maar vereenigt er zich bijna rechthoekig mede, en wel zoo, dat het begin van den dikken darm eene soort van zak *f* vormt, welke men den *blinden darm* noemt, en waaraan zich het holle *worms wijze verlengsel e* bevindt. Van de inplanting des dunnen darms af, heet de dikke darm *karteldarm*, die wederom in een opklimmend, dwars en nederdalend gedeelte onderscheiden wordt, terwijl het onderste regte gedeelte *h*, — waarvan de uitwendige opening de *aars l* is, — de *regte- of endeldarm* genoemd wordt.

De spierachtige rok vormt in den dunnen darm twee lagen, waarvan de binnenste uit ringsgewijze, de buitenste uit overlangsche vezelen bestaat. Maar in den dikken darm vormen de overlangsche vezelen geene laag, maar drie strengen, die elke afzonderlijk langs den blinden en karteldarm loopen, tot zij den endeldarm bereiken, waar hare vezelen weder uit elkander loopen en dien darm geheel omgeven. Eene dier strengen, en het weder uiteen loopen derzelve rondom den endeldarm, is in fig. 28 te zien. Daar de kringwijze vezelen den karteldarm op verscheidene plaatsen sterker insnoeren, dan op andere, zoo ontstaan daardoor verscheidene dwarse plooiën, die in de holte van den darm uitpuilen en tusschen elke twee waarvan zich eene celvormige uitzetting des darms bevindt (zie fig. 28). Vandaar heeft dan ook het aldus gekartelde, grootste, gedeelte van den dikken darm den naam van karteldarm verkregen — Rondom de uitwendige opening van den endeldarm ligt eene ringvormige spier, die, schoon uitrekbaar, voortdurend samengetrokken is, en zoodoende die opening gesloten houdt.

Het slijmvlies der darmen biedt vele eigenaardigheden aan, die ik evenwel slechts kortelijk kan opnoemen. Behalve de *plooiën*, waarmede vooral het slijmvlies van den twaalfvingerigen darm en den karteldarm rijkelijk voorzien is, komen hier het allereerst in aanmerking de *darmvolkken*. Het geheele slijmvlies van den dunnen darm is daarmede bezet, en haar aantal zoude omstreeks vier millioen bedragen. Zij bestaan uit fijne verlengsels van de middenste, homogene laag (bladz. 29 vg.) van het slijmvlies, die vingervormig in den darm uitpuilen, met cylinder-epithelium bekleed, en aan den top van kleine, geslotene blaasjes voorzien zijn. Elk vlokje bevat een zeer fijn slagadertje, adertje en watervaatje.

Er zijn in het darm-slijm vier soorten van klieren waargenomen. Deze zijn 1. de *Brunnersche klieren*, korrelachtige kliertjes, die slechts in den twaalfvingerigen darm aanwezig zijn, en zeer met zamengestelde slijmklieren overeenkomen; 2. de *Lieberkühnsche klieren*, zeer overeenkomende met de boven genoemde maagklieren; in den dunnen darm, bevinden zich hare openingen aan de basis der volkken, in den dikken darm liggen zij vrij en digt nevens elkander; 3. de *verstrooide slijmklieren*, zoo groot als een spelden-

knop; zij staan geheel afzonderlijk, niet in groepen vereenigd, en worden door het geheele darmkanaal aangetroffen; 4. de *Peijersche klieren*, die alleen in het onderste gedeelte van den dunnen darm worden gevonden, en bestaan uit geslotene blaasjes van de grootte eens gierstkorrels, die ten getale van honderd en meer tot groepen (platen) vereenigd zijn

Ik behoef over de verschillende verlengsels van het buikvlies, die van den weivliezigen rok van het eene ingewand tot dien des anderen overgaan, niet uit te weiden. Alleen merk ik aan, dat het verlengsel, waarmede het buikvlies in den buitenrok der darmen overgaat, de brug, om zoo te zeggen, tussehen het buikvlies en den weivliezigen darmrok, het *darmscheil* geheeten wordt. Tussehen de beide platen van het darmscheil ligt de weg der bloedvaten, watervaten en zenuwen, die naar en van de darmen loopen. — Overigens maakt het buikvlies nog andere verlengsels, *netten* genaamd, die ook uit twee platen bestaan, waartussehen veel vet bevat is. — Een daarvan neemt zijnen oorsprong van de maag en den dwarsen karteldarm, en hangt als eene gordijn voor de darmen, zoodat het deze soms geheel, soms gedeeltelijk bedekt. In fig. 27 wordt het door *h* aangeduid.

Boven aan de regterzijde der buikholve ligt de *lever*, een vrij groot, vast (dat is, niet hol) ingewand, van eene roodbruine kleur en een zacht, maar tevens vast weefsel. Van hare gedaante kan men zich, zonder nadere beschrijving, een denkbeeld vormen uit fig. 27 *f*, waar men haar in hare natuurlijke ligging op hare voorste of bovenste, bolle oppervlakte ziet, en uit fig. 28 *m*, waar zij naar boven opgeslagen vertoond wordt, zoodat nu hare achterste of onderste, eenigzins uitgeholve oppervlakte, zichtbaar is. — Van buiten is de lever met een weivlies overtrokken, hetwelk van het middenrif neêrdaalt en op de voorste oppervlakte den zoogenaamden *ophangband*, in fig. 27, zichtbaar, en op de achterste den *kroonband* vormt, door welken de lever aan het middenrif bevestigd is. — Den fijneren bouw der lever te beschrijven, ligt niet in mijn plan. Het is voor ons doel genoeg te weten, dat de zelfstandigheid der lever bestaat uit gele kerncellen, tussehen welke eene menigte bloedvaten en andere fijne kanalen, *gal-kanalen* genaamd, loopen. Een groote aderstam, de poortader, die het bloed opneemt, dat van de in de buikholve gelegene spijsverteringsorganen terugkeert, verdeelt zich in de lever in eene menigte takken, welke zich allen weder in fijnere takjes splitsen, die zich in allerlei rigtingen vereenigen en doorkruisen, en zoodoende met elkander een netvormig weefsel met kleine mazen vormen. Uit dat weefsel van adertjes ontspringen weer grootere aderen, die het bloed, dat door de poortader in het adernet gevoerd werd, daar weder uitleiden. De gal-kanaaltjes vormen een dergelijk net als de adertakjes, en beide weefsels doorstrengelen elkander zóó, dat de lever-zelfstandigheid overal uit naast elkander gelegene en als dooreen geweevene adertjes en gal-kanaaltjes bestaat. De gal-kanaaltjes vereenigen zich tot grootere takken, die met elkander de *leverhuis* vormen

(fig. 28 *n*), welke aan de achterste oppervlakte der lever uit dit ingewand te voorschijn treedt en zich naar den twaalfvingerigen darm begeeft. Vóór de leverbuis echter dien darm bereikt, verbindt er zich een ander kanaal, de *galblaasbuis*, mede, welke voortkomt van de galblaas *o*, een vliezig, aan de lever vastgehecht zakje. Het door die vereeniging gevormd kanaal, dat nu de *galbuis* heet, bereikt den twaalfvingerigen darm, doorboort zijne rokken en opent zich in zijne holte. — Een derde net van vaten in de lever wordt gevormd door de takjes, waarin zich de lever-slagader verdeelt, welke slagader het bloed aanvoert, dat tot voeding der lever dient. Bovendien bezit de lever watervaten en zenuwen.

Uit het bloed, dat de poortader in hare fijne takverdelingen bevat, wordt in de lever, een orgaan dat tot de klieren (bladz. 32) behoort, een eigenaardig vocht, de *gal*, afgescheiden. Dat vocht verzamelt zich in de gal-kanaaltjes, loopt daar door heen naar de grootere gal-kanalen, en komt eindelijk in de leverbuis. Uit deze buis vloeit de gal, gedurende de spijsvertering, door de galbuis in den twaalfvingerigen darm. Maar buiten den tijd der spijsvertering loopt de gal niet in dien darm, maar uit de galbuis door de gal-blaasbuis in de galblaas, en blijft daarin vertoeven, om, wanneer de spijsvertering weder aan den gang is, gezamenlijk met de reglstreeks uit de lever komende gal door de galbuis in den darm te worden uitgestort. — Eene bijzonderheid is het, dat, terwijl in de andere klieren de afscheidingen geschieden uit het bloed van slagaderen, de gal in de lever wordt gevormd uit het bloed van eene ader.

Achter de maag ligt eene vrij groote geelachtig roode, langwerpige klier *p*, die uit een groot aantal korrelige deelen is zamengesteld, waarvan elk eene kleine uitlozings-buis bezit, alle welke uitlozings-buisjes in een enkel gemeenschappelijk kanaal uitloopen, dat zich, tegelijk met de galbuis, in den twaalfvingerigen darm opent. Die klier heet de *alveeschklier*, en het vocht, dat zij afscheidt, wordt het *alveeschsap* genaamd.

In fig. 27 ziet men nog in *g* de *milt*, een orgaan, waarover wij evenwel thans niet, maar eerst later zullen moeten spreken.

Laat ons thans nagaan, wat er met het ingeslikte voedsel in de maag en in de darmen voorvalt. Eerst spreken wij over de spijsvertering in de maag

Gedurende al den tijd, dat er voedsel in de maag aanwezig is, bevinden zich hare wanden in eene golvende beweging, door welke het voedsel in de maagholte heen en weder en door elkander bewogen wordt, iets wat natuurlijk bevorderlijk zijn moct aan de doordringing van het fijngekaauwde voedsel door de vochten, die in de maag voorhanden zijn. Oudtijds meende men, dat door die beweging der maag de spijsen nog meer fijn gewreven zouden worden.

Dat dit niet wel het geval kan wezen, en dat de bewegingen der maag daartoe veel te zwak zijn, zou men reeds hebben kunnen opmaken uit de dunheid van den spierrok der menschelijke maag. Maar men heeft bovendien door proeven aangetoond, dat er tot vertering der spijsen zulk eene vernieuwde sijnmaling niet vereischt wordt. Men dwong namelijk dieren om kleine, met gaatjes doorboorde, blikken kokertjes in te zwelgen, in welke kokertjes eenig voedsel, b. v. een klein stukje vleesch, bevat was. Aan zulk een kokertje was een draad vastgemaakt, door middel van welke men het, na verloop van eenige uren, weer naar buiten kon trekken. In het kokertje was nu het voedsel geheel aan de sijnwrijvende werking der maag, zoo er zulk eene werking bestond en tot de vertering noodig was, onttrokken, — en toch bevond men, na het uittrekken der kokertjes, dat het voedsel behoorlijk verteerd was. Dit nu was geschied, doordien de vochten der maag door de gaatjes in de kokertjes waren gedrongen, en deze hadden, zonder eenige werktuigelijke hulp van den kant der maag zelve te behoeven, de spijsvertering hewerkstelligd. Men is nog verder gegaan; men heeft kleine hoeveelheden spijs geheel *buiten* het ligchaam eene vertering doen ondergaan, door ze eenigen tijd te leggen in de maagvochten, die men zich te dien einde op de eene of andere wijze had weten te verschaffen. De slotsom is, dat de spijsvertering in de maag afhangt van de scheikundige werking der maagvochten op het voedsel, geenszins van eene veronderstelde werktuigelijke sijnmaling door de zamentrekkingen der maagwanden; die zamentrekkingen kunnen hoogstens aan de innige vermenging der vochten met de spijs bevorderlijk zijn.

Naarmate de maag met voedsel wordt opgevuld, ondergaat zij eene soort van omkanteling, ten gevolge waarvan eindelijk hare onderste, groote bogt naar voren, en hare hovenste, kleinere bogt naar achteren komt te liggen. Daardoor wordt de slokdarm op die plaats, waar hij in de maag overgaat, als toegevouwen, zoodat nu de spijsen niet gemakkelijk in haar kunnen terugtreden. Tezelfder tijd trekken zich de ringvormige spiervezelen, die rondom de portier liggen, te zamen, en vernaauwen daardoor de genoemde opening, zoodat er door haar geen voedsel in den twaalfvingerigen darm geraken kan.

Eene algemeene uitwerking van de vochten der maag op het voedsel is deze, dat dit laatste daardoor, zoo ver het verteerbaar is, in eene gelijkvormige, homogene pap of brij — *spijspap, chymus*, — wordt veranderd. Is deze verandering geheel bewerkstelligd, dan zijn de spijsen gereed, om de maag te verlaten. Dit geschiedt bij het eene voedsel spoediger dan bij het andere; de tijd, die er tot eene volledige oplossing der stoffen in de maag vereischt wordt, verschilt, en wisselt af tusschen 1½ en 5½ uren. BEAUMONT, een Amerikaansch gencesheer, die gelegenheid had op eenen man, beheld met eene maag-pijpzwear, door welke men het binnenste der maag kon gadeslaan, gedurende geruimen tijd waarnemingen te doen, bevond, dat de volgende stoffen minder dan 2 uren in de maag vertoefden: wecke zoete appelen, geklopte

eijeren, gekookte forellen, gekookte sago, gekookte hersenen. Tusschen 2 en $5\frac{1}{2}$ uren bleven in de maag: gekookte melk, rauwe eijeren, gekookte stokvisch, wecke zure appelen, gebradene ossenlever (2 uren), — gekookte gelei, gekookt ruggemerg, rauwe kool, rauwe oesters, week gekookte eijeren, rauwe ham, heefsteak (tusschen 2 en 3 uren), — versch tarwebrood, oude kaas, gekookte aardappelen, gebraden rundvleesch, gekookte gezouten zalm (tusschen 3 en 4 uren), — versch gezouten spek, gekookte kool, talk van schapen en ossen, gekookte pezen (tusschen 4 en $3\frac{1}{2}$ uren).

Zijn de spijsen genoegzaam opgelost, dan ontspannen zich de tot dusver zamenge trokkene spiervezelen van de portier; deze opening ontsluit zich, en de spijsbrij wordt door de beweging der maag in den twaalfvingerigen darm geleid. Het schijnt zonderling, dat de portier, alsof zij met verstand begaafd was, zich zoo juist ter regter tijde sluit en opent. Dergelijke verschijnselen komen intusschen in het dierlijk organisme meer voor. Om dit eenigermate op te helderen, doe ik opmerken, dat het in het algemeen eene eigenschap der zamentrekbare deelen, bijzonder der spiervezelen, is, dat zij zich, wanneer zij door vreemde lichamen of vreemde invloeden (*prikkels*) aangedaan (*geprikkeld*) worden, dadetijk zamen trekken, — maar vervolgens, wanneer de prikkeling weder ophoudt, zich weder ontspannen, verslappen. Het voedsel, dat van buiten in de maag komt, is in den beginne voor dit orgaan een vreemde prikkel, en verwekt, als zoodanig, zoowel de afwisselende zamentrekkingen van den geheelen spierrok, als de meer blijvende van die ringvezels, welke de portier omgeven. Naderhand, als het voedsel in eene spijsbrij veranderd is, doortrokken en veranderd door de vochten der maag, houdt het op een vreemde prikkel te zijn, en de zamentrekking der ringvezelen laat na, terwijl daarna, als de maag ledig geworden is, ook hare golvende beweging verdwijnt.

Eene dergelijke golvende (*peristaltische*) beweging heeft ook in de darmen plaats, en de spijsen worden daardoor door de geheele lengte van het darmkanaal naar den endeldarm voortgestuwd.

Welke zijn nu de veranderingen, welke het voedsel in de maag en in de darmen ondergaat; waarin bestaat, met andere woorden, de spijsvertering? Ik zal deze vraag trachten te beantwoorden door eenen blik te doen werpen op den invloed, welke de in de maag en de darmen aanwezige vochten uitoefenen op die in de spijsen voorhandene stoffen, welke wij als de eigenlijke voedingsstoffen hebben leeren kennen. In de scheikundige werking toch der vochten op die stoffen is, gelijk ik reeds met een woord deed opmerken, het wezen der spijsvertering gelegen.

Wat vooreerst de *proteïne-verbindingen*, de *eiwitachtige stoffen* aangaat, zoo moeten wij hier vooral op de werking van het maagsap acht geven. Dit vocht, dat gedurende de spijsvertering uit de maagklieren afgescheiden wordt, is eene doorschijnende, bijna heldere, geelachtige, eigenaardig riekende vloci-

stof, die zuurachtig smaakt, en, even als andere zuren bevattende vloeistoffen, met lakmoes gekleurd papier rood maakt, en zich gaarne met alkaliën (loogzouten) onder opbruising verbindt. Het werkzaam beginsel van het maagsap is eene stof, welke ontstaat door de verbinding van het daarin bevatte zuur met het maagslijm, welke stof door SCHWANN *pepsine*, door PAYEN *gastrase* genoemd is. — Hierdoor nu bezit het maagsap het vermogen om de proteïne-verbindingen op te lossen, waarbij deze tevens eenigzins van eigenschappen, ofschoon niet in zamenstelling, veranderen. Merkwaardig is het daarbij, dat de kaasstof der melk door den invloed der pepsine eene stremming ondergaat, om naderhand weer te worden opgelost. Op deze eigenschap berust het kaasmaken door middel van de *leb*, dat is, het inwendige vlies der lebmaag van het kaif, welke met zuur water wordt afgetrokken, en welk vocht men dan bij de melk voegt.

De proteïne-verbindingen, alzoo door het maagsap opgelost, worden ook reeds in de maag voor een groot gedeelte door de vaten opgeslorpt. Hetgeen in de maag nog onopgelost bleef, en dus in de dunne darmen overging, ondervindt daar de werking van het alvleeschsap (zie later) en van het *darmsap*, een door de Lieberkühnsche klieren der darmen afgescheiden geelachtig vocht, dat zich in draden laat trekken, en hetwelk in het bovenst gedeelte van den dunnen darm zuur, maar lager alkalisch van aard is. Het alvleeschsap en zure *darmsap* nu bezitten ook het vermogen om proteïneverbindingen op te lossen, ofschoon in mindere mate dan het maagsap; en wat nu in de maag nog onveranderd bleef, wordt in het bovenste gedeelte der dunne darmen opgelost.

En nu het *vet*? Voor zoo ver dit niet reeds vloeibaar was, smelt het door de warmte der maag, en dit is de geheel verandering, die het in dat orgaan ondergaat. Eerst in het darmkanaal wordt het geschikt gemaakt, om door de wanden van hetzelfde in de vaten te kunnen dringen, ten einde alzoo in het bloed te geraken. Hierbij moeten wij acht slaan op de werking der *gal*, die, door de lever gevormd en afgescheiden, door de galbuis in den twaalfvingerigen darm wordt uitgestort. Dit vocht is eene geelachtig groene, lijmerige, zeer bitter smakende vloeistof; die gal, welke eenigen tijd in de galblaas verbleef heeft, is groener en dikker dan die, welke eerst sedert kort door de lever is afgescheiden. De bittere smaak hangt vooral af van een daarin aanwezig grondbestanddeel, dat met de namen van *biline*, *picromel*, *choleïnezuur*, *galzuur* bestempeld wordt. De overige bestanddeelen der gal zal ik hier niet opnoemen, en merk alleen aan, dat de meesten hunner van alkalischen aard zijn.

Het is zeker, dat door de galafscheiding vele stoffen, die niet langer in het ligchaam mogen vertoeven, naar buiten worden gevoerd, om met de drekstoffen ontlast te worden, even als dit ook door andere afscheidingen, b. v. die der urine, geschiedt. Maar, heeft men gevraagd, heeft die afscheiding al of niet nog een ander doel, en is de gal enkel voor een uitwerpsel te houden, dat

hoe eerder hoe liever uit het ligchaam moet worden verwijderd? Dit is door sommigen beweerd. Indien wij echter nagaan, dat de gal niet *dadelijk* naar buiten wordt uitgestort, maar eerst nog zulk een langen weg door het darmkanaal moet afleggen, en daarbij in innige aanraking komt met de spijsbrij, van het oogenblik bijna af, dat deze uit de maag in de darmen komt, — dan kan het wel niet anders, of wij moeten vermoeden, dat de galafscheiding een hooger doel heeft, en dat de gal bij het werk der spijsvertering de eene of andere rol te vervullen heeft. En werkelijk is dit allezins het geval.

Door hare scherpe, prikkelende eigenschappen is de gal, in de eerste plaats, zeer geschikt om de golvende zoogenaamde wormsgewijze (*peristaltische*) beweging, welke de darmen uitoefenen, op te wekken en aan te zetten. Die bewegingen dienen om hetgeen in de darmen aanwezig is voort te stuwten. Dat zij noodig zijn, laat zich ligt begrijpen, maar valt het meest in 't oog, wanneer men (zie fig 28) nagaat, hoe én de dunne én de dikke darm dikwijls eene naar boven gerigte kronkeling maken, in welke de stoffen tegen hare eigene zwaarte moeten opklimmen.

Wanneer men verder bij een levend dier de galbuis, die de gal in den twaalfvingerigen darm voert, met een draad dicht bindt, vervolgens de galblaas opeut, en die opening dan zóó in verband brengt met de wond, die men vooraf in de huid heeft moeten maken, dat al de gal, die uit de lever door de leverbuis en de galblaasbuis in de galblaas komt, vrij naar buiten uitloopen kan, — dan heeft men meermalen gezien, dat het dier deze operatie zeer goed doorstond, en dat de randen der wond van de galblaas met de randen der huidwond zamengroeiden, zoodat de wond genas, met uitzondering van eene kleine opening, waaruit natuurlijk voortdurend gal vloeide. Desniet-tegenstaande nam men waar, dat het dier allengs vermagerde, al zwakker en zwakker werd, en eindelijk stierf. Dewijl hier de afscheiding en uitloozing der gal volstrekt niet helemmerd was, zoo konden ook de ziekte en de dood des diers geenzins het gevolg zijn van terughouding in het ligchaam van de ter uitwerping bestemde gal, maar moest men besluiten, dat zij afhingen van de omstandigheid, dat de gal niet meer in den twaalfvingerigen darm werd uitgestort, en dus niet meer op de voedende zelfstandigheden werken kon. Wanneer men verder het gestorvene dier opende, dan bevond men, dat de watervaten der darmen (de chijlvaten), die anders met een wit, melkachtig vocht zijn opgevuld, thans slechts eene waterachtige vloeistof bevatteden, even als datgene, wat in de watervaten van de overige deelen des ligchaams wordt aangetroffen. — Men wist, dat de witte kleur, in gewone omstandigheden aan het vocht van de chijlvaten eigen, afhangt van eene hoeveelheid vet, die daarin voorhanden is, welk vet door die vaten uit de spijsbrij wordt opgenomen. En wat was nu natuurlijker, dan hieruit te besluiten, dat de afwezigheid van vet in de chijlvaten het gevolg moest zijn van de afwezigheid van gal in de darmen, en dat dus de gal bij de vertering van het vet eene groote rol moet spelen?

Maar welke rol? Wij weten, dat vet of olie zich niet met water laat vermengen; schud water en olie, zoo veel ge wilt, ondereen, — zoodra het vocht tot rust komt, scheidt zich het vet van het water af en drijft boven. Het vet in het darmkanaal zou zich dan ook niet met de overige daarin aanwezige vochten kunnen vermengen, en evenmin door de met waterige vloeistoffen doortrokkene vliezen der darmen en der vaten kunnen dringen; — het zou niet door de chylvaten opgeslorpt kunnen worden. Wanneer wij evenwel olie met zekere zelfstandigheden, b. v. met gomslim wrijven, en dan dit mengsel met water schudden, dan wordt de olie daardoor in uiterst kleine, door het sterkst werkende mikroskoop niet waarneembare oliedeeltjes of droppeltjes verdeeld, en deze kunnen in dien toestand eene geruimen tijd met het water vermengd blijven. Zij worden wel niet in dat water opgelost; want zet men het mengsel in rust, dan scheidt zich toch eindelijk na eenig tijdsverloop de olie langzamerhand weder van het water af en komt bovendrijven. Maar de olie blijft hier toch vrij lang in het water *gesuspendeerd*, *opgehaagen*, zoo als men het heet. Zulk een mengsel van vet en een waterig vocht noemen wij eene *emulsie*. De gal nu bezit het vermogen, om met de vetten zulk eene emulsie te vormen, en hen hierdoor geschikt te maken, om met de overige vochten door de vliezen te worden heengevoerd en door de chylvaten opgenomen te worden. — Dit vermogen komt evenwel niet alleen aan de gal, maar ook aan het insgelijks alkalische alvleeschsap en aan het darmsap toe

Men heeft beweerd, dat de werking van de alkalische gal en het alkalische alvleeschsap op de vetten vooral daarin zoude bestaan, dat zij deze laatste zouden ontleden en verzeepen; ieder weet, dat uit de verbinding van vetten en alkalien (loogzouten) zeep geboren wordt, en dat zeep in water oplosbaar is. Hierdoor was dan almede de mogelijkheid van de opslorping van het vet door de chylvaten voldoende verklaard. Intusschen mag men op goede gronden het er voor houden, dat in het bovenste gedeelte des darmkanaals, waar de alle verzeeping belemmerende werking der zuren de overhand heeft, geene zoodanige zeepwording der vetten plaats vindt, en dat het emulserend vermogen der darmvochten volkomen toereikend is, om daár de opslorping der vetten mogelijk te maken. Lager echter in het darmkanaal, van daar af, waar ook het darmsap alkalisch wordt, mogen wij veronderstellen, dat er werkelijk eene zoodanige verzeeping der vetten plaats grijpt

Thans moeten wij zien, wat er met de *koolstof-hydraten*, de *zetmeelachtige* of *suikerachtige stoffen* geschiedt. De vochten, die op deze stoffen invloed uitoefenen, zijn vooral het speeksel en het alvleeschsap. — Het *speeksel*, dat door de op bladz. 7 en 60 vermelde speekselklieren wordt afgescheiden, is eene waterachtige, eenigzins lijmerige vloeistof, waarin behalve eenige zouten, eene kleine hoeveelheid vrije soda is opgelost, terwijl het bovendien eene eigenaardige, aan eiwitstof verwante, doch daarvan wezenlijk onderscheidene stof,

speekselstof (ptyaline), hevat. Gedurende het eten reageert het speeksel altijd alkalisch, dat is, het kleurt blaauwe plantensappen groen, terwijl het op andere tijden, vooral bij onthouding van voedsel, zuur reageert, dat is, diezelfde plantensappen rood kleurt. — Het met het slijm der mondholte vermengde speeksel — niet het zuivere speeksel alleen — bezit de eigenschap, gekookt zetmeel in druivensuiker te veranderen. Dit is bewezen door opzettelijk te dien einde genomene proeven, en is reeds te bemerken, wanneer men goed doorbakken brood lang kaauwt, daar dit dan al zoeter en zoeter wordt. — Deze verandering van het zetmeel begint alzoo reeds in de mondholte, gedurende het kaauwen; in de maag werkt bovendien het doorgeslikte speeksel op het zetmeel; doch tevens wordt hier die werking zeer vertraagd en belemmerd door het zure maagsap; zoodat een zeer groot gedeelte der zetmeelachtige stoffen onveranderd in den dunnen darm overgaat. Hier echter worden zij vermengd met het reeds vroeger genoemde *alvleeschsap*, dat afgescheiden wordt door de alvleeschklier, wier uitlozingsbuis, zooals wij weten, zich met de galbuis in den twaalfvingerigen darm opent. Dit heldere, alkalisch reagerende vocht bezit, nog meer dan het met mondsljm vermengde speeksel, het vermogen om zetmeel in druivensuiker om te zetten, en, wat door het alvleeschsap nog niet veranderd wordt, ondergaat ten laatste de werking van het in de lagere gedeelten des darmkanaals alkalisch reagrend darmsap, dat almede, schoon in minderen graad, een omvormenden invloed op het zetmeel uitoefent. — De gewone suiker, die wij gebruiken, de rietsuiker, ondergaat, even als het zetmeel, eene omzetting in druivensuiker. — Maar bij deze verandering van het zetmeel en de rietsuiker blijft het niet. Eenmaal aan den invloed der genoemde vochten onderworpen, gaat die omzetting verder voort; de gevormde druivensuiker wordt in melkzuur, het melkzuur in boterzuur omgezet. In het bovenste gedeelte der dunne darmen vertraagt de aanwezigheid van zure vochten die omzetting, en er heeft hier eene opneming in het bloed plaats van niet verder omgezette druivensuiker; doch lager in het darmkanaal treffen wij melkzuur en boterzuur aan, welke daár, even als hooger op de druivensuiker, onophoudelijk, maar in slechts kleine hoeveelheden te gelijk, door de vaten uit de darmen worden opgeslorpt.

Wat aangaat de *niet-organische stoffen*, waarvan ongeveer 2 tot 4 looden verbonden zijn met de 6 a 7 onsen organische voedingsstof, die de volwassen mensch dagelijks gebruiken moet, zoo worden deze door de waterige maag- en darmvochten opgelost, voor zoo ver zij voor eene oplossing daarin vatbaar zijn. Wat onoplosbaar is, wordt ook niet in de vaten opgenomen, maar blijft in het darmkanaal en wordt met de drekstoffen uitgeworpen.

De leer der spijsvertering, zooals die sedert TIEDEMANN en GMELIN, later door MULDER, FRERICHs, DONDErs en sedert door eenige nieuweren van tijd tot tijd meer en meer ontwikkeld is geworden, biedt nog een groot aantal bijzonderheden aan, waarbij ik niet mag stilstaan. Ik heb mij moeten

bepalen tot het aangeven der hoofdtrekken; doch deze zijn voldoende, om zich van deze zoo gewigtige verrigting eenig denkbeeld te kunnen vormen.

De spijsbrij wordt, terwijl al het bovengenoemde plaats heeft, eerst in de maag, vervolgens in de dunne darmen al gaande weg meer en meer van voedingsstoffen beroofd, en wordt ten gevolge van het verdwijnen van zoo vele opgeslorpte vochtige deelen langzamerhand dikker en minder vloeibaar. In den dikken darm gaat die opslorping van vocht nog voort. Daaraan zijn hier zeer bevorderlijk de plooijen, die in zijne holte uitpuilen, doordien deze zijne anders zoo ruime holte vernauwen en de stof dwingen om met eene grootere oppervlakte der darmwanden in aanraking te komen. Die stof is nu geene spijsbrij meer; zij is, deels door de bijmenging van gal en andere vochten, deels door de plaats gehad hebbende opslorping, deels door de veranderingen, die de achtergeblevene onverteerbare stoffen zelve ondergaan hebben, geheel van aanzien en aard veranderd: zij is *drekstof* geworden. In den endeldarm gekomen, wordt zij daar door de aanhoudende zamentrekking der sluitspier (bladz. 65) zoo lang opgehouden, totdat door eene al te groote opheffing zich de behoefte tot hare ontlasting doet gevoelen. Door de zamentrekking van eenige aan den endeldarm vastgehechte spieren, waardoor die darm verwijd en tevens verkort wordt, en door de gelijktijdige zamentrekking van de spierachtige wanden der geheele buikholte, waardoor deze laatste sterk vernauwd wordt, worden de drekstoffen met kracht naar beneden gedrongen, de tegenstand der sluitspier overwonnen, en de ontlasting heeft plaats.

Wat de dranken betreft, het waterige bestanddeel daarvan wordt voor het grootste gedeelte reeds in de maag opgeslorpt, en komt alzoo al zeer spoedig in het bloed. De voedende stoffen, die in de dranken voorhanden zijn, ondergaan echter dezelfde veranderingen als die, welke in de spijsen gevonden worden.

Ik heb in dit hoofdstuk meermalen van opslorping moeten gewagen. Hoe deze opslorping in het werk gaat, en hoe door haar de voedende zelfstandigheden uit de darmen in het bloed geraken, zullen wij in het volgend hoofdstuk nagaan.

III. HOOFDSTUK.

Over de opslorping, de lympha en den chijl.

Wij zagen in het vorig hoofdstuk, dat de in het darmkanaal aanwezige, van het niet voedende afgescheidene, en in vloeibaren toestand verkeerende voedingsstoffen nu uit dat darmkanaal in de vaten moesten worden opgenomen. Zulk eene opneming in de vaten van vloeistoffen, die zich tot dus ver buiten die vaten bevonden, noemt men *opslorping*. Opslorping heeft echter niet alleen in het darmkanaal, maar overal door het geheele ligchaam plaats. Immers, wij weten, dat de stof, die tot herstelling en altijd voortgaande vernieuwing des ligchaams dienen moet, bevat is in het bloed, hetwelk door de bloedvaten onophoudelijk naar elk deel gevoerd wordt. In elk deel treedt een gedeelte des bloeds, het voedingsvocht, door de dunne wanden der kleinste bloedvaatjes (haarvaten) heen, doordringt de inwendige zelfstandigheid van dat deel, en een gedeelte van de in dat vocht bevatte stoffen gaat dan uit den vloeibaren in den vasten staat over. gelijk ik dit daar, waar ik (bladz. 23) over de cellen sprak, reeds met een woord aanwees. Maar al het voedingsvocht, dat het deel drenkt, wordt daarbij niet verbruikt; men zal dit te eerder begripen, wanneer men bedenkt, dat de aanvoer des bloeds, en de doorzweefing van voedingsvocht door de wanden der kleine vaten geen oogenblik stilstaat. Het overtollige voedingsvocht — hetgeen zich bovendien belast met eenige uitgodiene, los en vloeibaar geworden stof van het deel zelf, — moet dus naar dezelfde mate worden weggevoerd, als het aangevoerd en in het wissel des deels afgezet wordt. Om te worden weggevoerd, moet het echter weder in de vaten komen, dat is, het moet door vaten worden opgeslorpt; en, daar elk deel aan stofwisseling en voeding onderworpen is, zoo moet er dan ook eene opslorping door het geheele ligchaam plaats vinden.

Wij zagen verder, dat in de ruimten van het bindweefsel en door de weivliezen eene zekere vloeistof, wei, wordt afgescheiden. Dat vocht kan niet naar buiten wegvloeijen, en, daar die afscheiding onophoudelijk voortgaat, zoo zouden de ruimten van het bindvlies en de door weivliezen bekleede hollen des ligchaams weldra tot berstens toe met vocht zijn gevuld, en verdrukking van een aantal deelen met volslagene belemmering hunner verrigtingen zoude daarvan het gevolg zijn. Maar ook hier wordt dit kwaad verhoed door eene aan de afscheiding evenredige wederopslorping van het afgescheiden vocht.

Zal eene stof worden opgeslorpt, dan wordt er vereischt, dat zij vloeibaar zij, en zoo zij dit uit haren aard niet is, dat zij in eene vloeistof opgelost of althans daarin in sijn verdeelden toestand gesuspenderd zij (bladz. 72). Stoffen, die niet oplosbaar of voor geene zoodanige suspensie vatbaar zijn, worden ook nimmer opgeslorpt. Daarom moeten dan ook de vaste voedingsstoffen in het darmkanaal opgelost worden; daarom gaan dan ook de onbruikbaar

gewordene vaste deelen bij de stofwisseling in den vloeibaren toestand over, alvorens zij worden opgeslorpt.

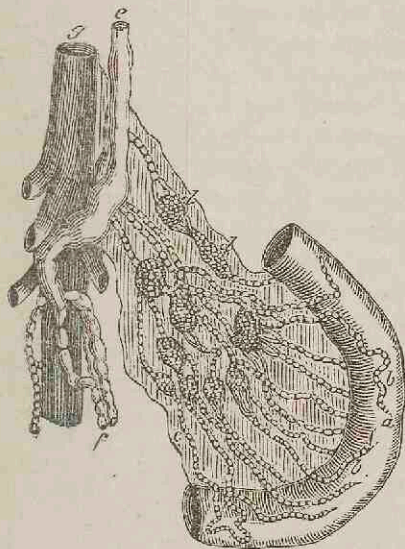
De werktuigen der opsorping zijn in de eerste plaats de zoogenaamde *watervaten* of *lymphatische vaten*. Echter zijn deze dit niet uitsluitend; want ook de haarvaten slorpen op. Intusschen moet men de watervaten als de hoofdorganen dezer verrigting beschouwen. — Zij komen in hun zamenstel veel met de aderen overeen, waarover later zal gesproken worden; huane wanden zijn dun en doorschijnend, en van binnen zijn zij, even als de aderen, voorzien van klapvliezen, dat zijn plooijen van den inwendigen rok, die zóó ingerigt zijn, dat zij beletten, dat het in de watervaten voorwaarts bewogene vocht niet terugvloeije naar de plaats, waar het opgeslorpt is. Ook van deze klapvliezen later, wanneer wij over de aderen spreken, meer. Wanneer de watervaten vol vocht zijn, dan wordt daardoor elk vat boven elk klapvlies uitgezet, en dien ten gevolge bezitten de watervaten dan een minder cylinder-vormig aanzien dan de bloedvaten, maar vertoonen zich beurtelings wijd en naauw, zoodat het soms schijnt, alsof zij uit aancengeregene botteljes bestonden. Men kan dit opmerken bij de in fig 29 *bb* afgebeelde watervaten der darmen. De watervaten zijn ook daardoor nog van de overige vaten onderscheiden, dat zij gedurende hunnen loop hier en daar door zoogenaamde *watervaatklieren* loopen, die op sommige plaatsen des ligchaams in vrij groote hoeveelheden hiecen gelegen zijn. Van de ontelbare watervaten, die in en door alle deelen des ligchaams heenloopen, is er geen enkel, dat gedurende zijnen loop niet door ten minste óéne watervaatklier heengaat. Die klieren, die, daar zij geene ware afscheidingswerktuigen zijn, slechts oneigenlijk den naam van klieren dragen, zijn eirond, 1" — 1" lang. In elke klier dringt aan het eene eind een of meer watervaten, die zich daarin in een fijn vet verdeelen, uit welk vet weer grootere watervaten ontstaan, die wederom aan het andere eind uit de klier komen, om nu verder hunnen loop te volgen. In fig. 29 ziet men een aantal zulke klieren afgebeeld, van welke een paar met *d* geteekend zijn. — Overigens zijn de watervaatklieren bekleed met een vezelig omhulsel, en hun weefsel is verdeeld in kwabjes, die van elkander gescheiden zijn door vliesjes, welke met het genoemde omhulsel samenhangen. Verder bestaat dit weefsel uit elementair-korrels en cellen, doorweven, behalve door het watervaatnet, door een fijn net van bloedvaatjes.

De vloeistof, in de watervaten bevat, en gedeeltelijk afkomstig, zooals wij zagen, van het overtollige voedingsvocht der onderscheidene lichaamsdeelen, is de *lympha*. Deze is eene dunne, niet geheel heldere, doorschijnende, over het algemeen eenigzins geelachtig gekleurde vloeistof, zonder reuk en van een flauwen smaak met een ziltigen nasmaak. In de lympha zijn bevat elementair-korreltjes (bladz. 23), en zoogenaamde *lymphakorrels* of *ligchaampjes*, welke laatste bestaan uit eene kern van 3 of meer elementair-korreltjes, omgeven van een doorschijnend omhulsel. Verder bevat de lympha vezel-

stof, eiwit, eenig vet, alkalische zouten en sporen van ijzer-oxyde. Na 10 à 15 minuten huiten de vaten geweest te zijn, stolt de lympha en vormt een geleelachtigen, witten kock, die in een zwak geelgekleurd vocht drijft.

Het eerste begin der watervaten in de onderscheidene lichaamsdeelen is een zeer fijn watervatennet, dat het weefsel van elk deel doordringt. Uit dit net ontspringen takjes, of liever worteltjes, die zich achtereenvolgens vereenigen tot grootere en grootere watervaten, welke, na door eene of meer watervaatsklieren gegaan te zijn, ten laatste bijna allen uitloopen in één grooten stam, de *borst- of chijlbuis*. Deze buis, die de dikte van eene penne-schacht heeft, klimt uit het bovenste gedeelte der buikholte ter zijde der wer-velkolom naar boven, gaat door het middenrif, komt zoo in de borstholte en stort zich eindelijk in eene ader uit, die in het bovenste gedeelte dier holte gelegen is, en de *ondersteulelbeens-ader* genoemd wordt. De watervaten echter van het regter gedeelte des hoofds, van den hals en van de borst loopen niet

Fig. 29.



in die borst- of chijlvaten uit, maar in een afzonderlijk kort vat, de *regter chijlbuis*, die zich in de regter ondersteulelbeens-ader uitstort.

In fig. 29 ziet men in *f* eenige groote, hier afgesneden, water-vaatstammen, uit welker zamen-vloeiing het begin der borstbuis *e* ontstaat. Door *g* wordt de groote slagader aangeduid, naast welke de borstbuis gelegen is. Verder is hier afgebeeld een stuk darm *a* met het daartoe behoo-rende darmscheil *c*. Van dien darm ontspringen een aantal watervaten *b*, welke verder tusschen de beide platen van het darm-scheil voortloopen, op dien weg

door verscheidene watervaatsklieren (hier *darmscheils-klieren*) gaan, en zich eindelijk in de borstbuis ontlasten. Van deze laatste is hier natuurlijk slechts het onderste gedeelte, het begin, afgebeeld.

In het genoemde watervatennet der weefsels en in de fijnste takjes der watervaten geschiedt eigenlijk de opslorping; de grootere watervaten dienen slechts als voerbuizen, ten einde het vocht naar de borstbuis te geleiden. — Zoo is het ook met de bloedvaten; vooral in de haarvaten en kleinere aderen heeft hier opslorping plaats: de grootere aderen dienen slechts, zoo-als wij later zien zullen, om het bloed naar het hart te voeren.

De opslorping schijnt sneller te geschieden door de haarvaten dan door de watervaten, en, terwijl de eerste allerlei zelfstandigheden kunnen opslorpen, ook zulke, die geheel aan het organisme vreemd, ja voor hetzelfde schadelijk zijn, zoo schijnen de watervaten alleen die zelfstandigheden te kunnen opnemen, die de gewone bestanddeelen van hunnen vloeibaren inhoud uitmaken.

Van de onderscheidene ligchaamsdeelen zijn in het algemeen die, welke de meeste vaten, vooral watervaten, bezitten, de zitplaatsen van de krachtigste opslorping; — iets, dat wel geene nadere verklaring behoeft

Hoe meer vocht in de vaten, 't zij bloed- 't zij watervaten van het ligchaam bevat is, des te moeilijker en langzamer gaat de opslorping in het werk. Hoe minder vocht die vaten bevallen, des te meer en krachtiger storpden zij op. Wanneer men een dier eene zekere hoeveelheid bloed aftapt, en daarentegen bij een ander dier van dezelfde soort de hoeveelheid der vochten vermeerdert door eenig water in de aderen te spuiten, en dan aan beide dieren eene gelijke hoeveelheid van eenig vergif doet inslikken, dan zal het eerste veel spoediger vergiftigd zijn dan het tweede, omdat het vergif daar veel sneller uit de ingewanden wordt opgeslorpt, dan hier.

Om nu te verklaren, hoe de opslorping geschiedt, hoe eene vloeibare zelfstandigheid, die zich *buiten* de vaten bevindt, daar *binnen* komt, nam men vroeger zijne toevlugt tot de veronderstelling, dat de fijnste uiteinden der opslorpene vaten met een open mondje eindigden, hetgeen, door het op te slorpene vocht omgeven, dit als 't ware inzoog. Men heeft echter nergens in de vaaljes zulke mondjes kunnen ontdekken; alle opslorpene vaten, zoo aderen als watervaten, ontstaan uit netten, aan welke geene eigenlijk gezegde *uiteinden* zijn aan te wijzen, en die van alle kanten gesloten zijn.

Maar ofschoon er nu in de wanden der vaten geene eigenlijke openingen, uitmondningen, bestaan, zoo hebben toch die wanden dit met andere lichamen gemeen, dat zij *poreus* zijn (zie VAN DER BURG'S Natuurkunde, bladz. 14). Door de poriën kan vocht dringen, en wel op tweeërlei wijze: door *filtratie* en door *diffusie*. Filtratie, doorzijing, heeft plaats wanneer een vocht door de poriën van een ligchaam, b. v. een vlies, heen gaat, ten gevolge van eene op dat vocht uitgeoefende *drukking*. Wanneer men b. v. een vocht door een doek of door filtreerpapier doorzigt, dan geschiedt dit ten gevolge van de eigene zwaarte van dat vocht. Filtratie kan evenwel bij de opslorping moeilijk plaats grijpen, omdat in verre de meeste gevallen de drukking, die het vocht in de bloed- of watervaten zou moeten dringen, ontbreekt. — Voor *diffusie* daarentegen is geene drukking noodig, ja zij geschiedt vaak tegen eene bestaande drukking in. Maar er wordt daartoe vereischt dat er *aan beide zijden* van het poreuze ligchaam of vlies vocht aanwezig zij, en wel twee van elkander *in digtheid verschillende vochten*. Stellen wij dat twee verschillend digte vochten, b. v. eene zoutoplossing en zuiver water, door een dunnen poreuzen tusschenwand van elkander gescheiden zijn, dan zullen

beide vloeistoffen, elk van hare zijde, in dien wand dringen. Men noemt dit *drenking, imbibitie*. Beide vloeistoffen zullen elkander weldra ontmoeten en alzoo in onmiddelijke aanraking met elkander komen, 't zij binnen in de dikte van den tusschenwand, 't zij op eene der oppervlakten daarvan. En zoodra de aanraking plaats grijpt, heeft hier eene wederzijdsche doordringing der beide vochten plaats. De zoutoplossing verspreidt zich, eerst door het in de poriën van den tusschenwand aanwezige water, en vervolgens door het water aan de andere zijde van dien wand; het water daarentegen doordringt op dezelfde wijze de zoutoplossing. En het noodzakelijke gevolg daarvan is, dat men, na eenig tijdsverloop, aan beide zijden van den tusschenwand eene volkomen gelijke, zwakkere, zoutoplossing vindt. — Dit nu heeft plaats in elk geval, wanneer twee ongelijksoortige, doch onderling mengbare vochten door eenen poreuzen tusschenwand, vooral door een diertlijk of plantaardig vlies, maar ook door sommige niet-organische stoffen, van elkander gescheiden zijn. Er ontstaan dan, door dien tusschenwand heen, twee stroomen in tegenovergestelde rigtingen, zoo lang, totdat beide vochten zoo met elkander vermengd zijn, dat zij geheel gelijksoortig zijn geworden. — Daar echter het eene vocht altijd gemakkelijker door een bepaalden tusschenwand dringt, dan het andere, zoo bezitten die beide stroomen eene ongelijke kracht.

Dit verschijnsel, deze diffusie van ongelijksoortige vochten door eenen poreuzen tusschenwand heen, is door **DUTROCHET** met den naam van *endosmose* bestempeld.

Fig. 30.



Om die endosmose (fig. 30) duidelijk aan te toonen, neme men eene glazen buis, liefst zulk eene, die aan het eene eind eenigzins wijd uitloopt, ofschoon dit niet volstrekt noodig is, en binde dat wijdere einde met een natgemaakt vlies, b. v. een stuk darm of blaas toe. Men vult de buis nu tot op zekere hoogte met water, waarin een zout, b. v. koper-vitriool (zwavelzuur koper) is opgelost, en dompelt het geslotene uiteinde in een glas met zuiver water. Hier zijn dus twee ongelijksoortige vochten, de blaauwe koper-vitriool-oplossing en het water, door een vliezig, poreuzen tusschenwand vaneengescheiden. Na verloop van eenigen tijd zal men merken, dat het vocht in de buis gestegen is, terwijl daarentegen het water in het glas eenigzins is gedaald. De reden hiervan is, dat er eene wederzijdsche doordringing der vochten heeft begonnen plaats te grijpen; er is water door de blaas binnen de buis gedrongen, en

daarentegen vitriool-oplossing uit de buis, door de blaas, in het water getreden; doch, daar het water veel gemakkelijker door de blaas dringt, dan die oplossing, zoo is de stroom van het water naar de oplossing veel sterker geweest, dan die der oplossing naar het water, en dien ten gevolge is de

oplossing in de buis gerezen, en het water buiten de buis gedaald. Dat er wel degelijk ook een stroom van de oplossing naar het water plaats vindt, bemerkt men spoedig aan de blaauwachtige kleur en den zamentrekkenden smaak, die het water al spoedig verkrijgt.

Men kan ook het water in de buis, en de zoutoplossing in het glas doen. Er zal dan hetzelfde verschijnsel worden waargenomen, — maar natuurlijk zal hier het vocht in de buis *dalen*.

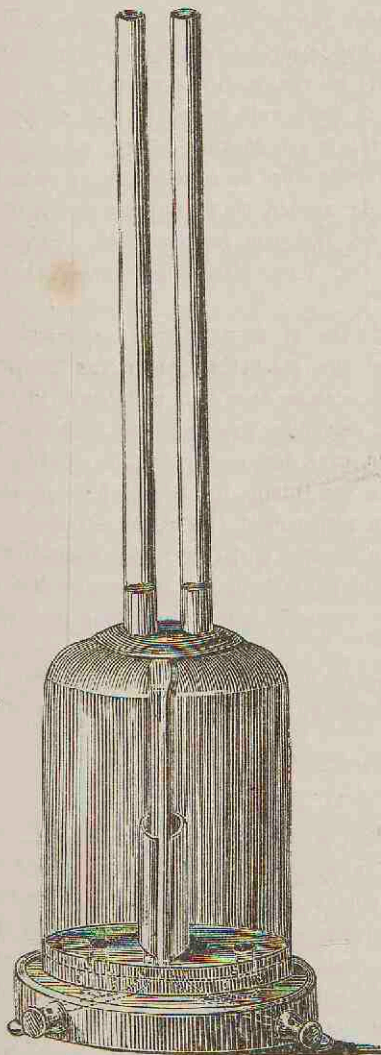
Het moet den opmerkzamen lezer reeds duidelijk geworden zijn, dat de diffusie een hoogst belangrijk verschijnsel is ter verklaring van de opslorping door de vaten. Immers, wanneer het vocht, dat reeds in de vaten bevat is, ongelijksoortig is met dat wat buiten die vaten is gelegen en door deze opgeslorpt moet worden, — en indien dan bovendien beide vochten van dien aard zijn, dat de sterkere stroom van buiten naar binnen dringen moet — dan laat zich die opslorping vrij gemakkelijk door diffusie verklaren. Stellen wij, dat de maag met water gevuld is. Dit water wordt van de in de vaten der maag aanwezige vochten gescheiden door poreuze vliezen; die vochten en het water zijn ongelijksoortig; er heeft dus diffusie plaats; maar, daar de in de vaten bevatte vochten digter zijn dan het in de maag bevatte water, zoo gaat de sterkere stroom van het water naar de vochten in de vaten, en er heeft dus opslorping van dat water door de vaten plaats. Deze opslorping geschiedt des te gemakkelijker en vollediger, omdat in de eerste plaats de stroom die uit de vaten gaat betrekkelijk gering is, en in de tweede plaats de in de maagvaten aanwezige vochten ten gevolge van hunne onophoudelijke voortbeweging gedurig vernieuwd worden, door welke beide omstandigheden de wederzijdsche vloeistoffen voortdurend hunne ongelijksoortigheid blijven behouden. — Het laat zich hierdoor ook verklaren, waarom de opslorping der bloedvaten sneller en krachtiger is, dan die der watervaten. Immers het bloed stroomt veel sneller door de eerste, dan de lympha door de laatste.

Maar indien nu de vochten, die zich reeds binnen de vaten bevinden, en die, welke nog opgeslorpt moeten worden, *gelijksoortig* zijn, zooals b. v. het geval schijnt te zijn bij de wederopslorping van het voedingsvocht door de watervaten, hoe geschiedt die opslorping dan? Hier is het eenvoudige verschijnsel der diffusie ter verklaring ontoereikend, want zij heeft slechts plaats tusschen ongelijksoortige vochten. Intusschen laat de natuurkunde ons ook hier niet geheel in den steek. Wij moeten hier het oog vestigen op een ander verschijnsel, waarop het eerst door PERRET is opmerkzaam gemaakt; ik bedoel de *overbrenging van stoffen door middel der electriciteit*. Dit verschijnsel vertoont zich op de volgende wijze.

Een vocht is bevat in een bak of vat, dat door een' poreuzen tusschenwand in twee afdelingen is gescheiden, zoodat het vocht, dat zich in de eene afdeling bevindt, met dat in de andere afdeling door de poriën van dien tusschenwand, en door deze alleen, in gemeenschap is. Deze poriën zijn sijn

genoeg om te veroorloven, dat het vocht in beide afdeelingen op verschillende hoogte sta, en staan blijve, zonder dat het wegens het verschil in drukking daardoorheen dringt. Door middel van twee platen of stangen van metaal of eene andere geleidende stof, die elk in eene der beide afdeelingen van het bakje gedompeld en met de beide polen van eene galvanische batterij of van

Fig. 31.



een magneto-elektrisch werktuig verbonden zijn, leidt men eenen elektrischen stroom zóó door het vocht, dat hij — de elektrischen stroom namelijk — door den tusschenwand heen gaat, of, met andere woorden, van het vocht der eene afdeeling in het vocht der andere overgaat. Nadat men de keten eenigen tijd gesloten heeft gehouden, ziet men aan de verandering van den stand der vloeistof in beide afdeelingen, dat hierbij het vocht door den tusschenwand heen is overgebracht geworden, en wel steeds in zoodanige rigting, dat het daár, waar de geleider stond, die in verbinding was met de positieve pool der batterij, is verminderd, en in de andere afdeeling vermeerderd.

Ter verduidelijking van het gezegde sla men het oog op nevensgaande figuur 31, zijnde de afbeelding van een door den heer LOGEMAN uitgedacht toestelletje, door middel waarvan men het verschijnsel, dat ons thans bezig houdt, elk oogentoonen kan. Dat toestelletje bestaat in een glazen klokje, in tweeën gescheiden door eenen tusschenwand van onverglasd aardewerk, waarvoor men echter ook een dierlijk vlies of eene andere porceuze stof nemen kan. Elk der aldus gevormde twee afdeelingen van het klokje is overigens van alle kanten dicht af-

gesloten, op de opening na, die er van onderen is ingebracht, om het

met vocht te vullen en die door een stopje kan worden gesloten, en eene tweede opening van boven, waardoor zij gemeenschap heeft met een regtopstaand glazen buisje. Aan elke der beide zijden van den tusschenwand is binnen het klokje een blaadje platina geplaatst, hetwelk door een metalen geleiddraad, in de figuur door stippellijnen aangeduid, verbonden is met een der beide metalen knoppen, die ter zijde aan den houten voet van den toestel bevestigd zijn. Aan deze knoppen kunnen de geleiddraden vastgemaakt worden, die verbonden zijn met de polen van de batterij of het magneto-elektrisch werktuig. Vult men nu het klokje met gedestilleerd water, zoodat de beide afdeelingen niet alleen geheel vol zijn, maar het water ook de beide huizen tot dezelfde hoogte, b. v. tot de helft, vult, en maakt men nu de geleiddraden der batterij of van het werktuig aan de knopjes vast, dan gaat de elektrische stroom op de vroeger vermelde wijze door het vocht, en men heeft geen zeer sterken stroom aan te wenden, om in weinige oogeblikken het vocht in het buisje, dat boven het met den positiven pool verbondene platinaplaatje staat, aanmerkelijk te zien dalen, terwijl het water even zoo veel in het andere rijst.

Wanneer dus twee vochten, om 't even of ze al of niet ongelijksoortig zijn, door een poreuzen tusschenwand zijn gescheiden, en er van het eene vocht naar het andere een elektrische stroom door dien tusschenwand heen gaat, dan dringt er gelijktijdig vocht door dien tusschenwand heen, en wel altijd in de rigting van den positiven naar den negativen pool. — Maar nu mag men, vooral na de onderzoekingen van DUROIS-REYMOND, als zeker vaststellen, dat er in het levend ligchaam aanhoudend elektrische stroomen bestaan. Dit geeft ons grond tot de in velerlei opzigt zeer aannemelijke veronderstelling, dat de opslorping, en wel bepaaldelijk die, welke niet door de diffusie alleen te verklaren is, op de vermelde overbrenging van stof door elektrische stroomen berust.

Keeren wij nu, na deze beschouwing van de opslorping in het algemeen, tot de opslorping der voedende zelfstandigheden uit de spijsverteringsorganen terug.

Gelijk ik reeds op bladz. 74 aanmerkte, wordt het water grootendeels reeds door de vaten der maag opgeslorpt, en met het water een gedeelte der opgeloste eiwitverbindingen. De opslorping van de overige voedingsbeginzelen uit de spijsbrij heeft plaats in de darmen, en wel door de watervaten der darmen, die tot in de darmvlokjes (zie bladz. 63) doordringen. Dit opgeslorpte vocht nu vormt in die vaten, met de lympha die daar reeds in bevat is, den zoogenaamden *chyl*, en het is van dezen, dat de watervaten der darmen den naam van *chylvaten* bekomen hebben, met welken naam zij meest altijd worden bestempeld.

Deze chijl, waarmede de chijlvaten, vooral na het gebruik van voedsel, geheel opgevuld zijn, is een eenigzins kleverig vocht, van eene witte melkachtige kleur en min of meer ziltig van smaak. Zijne bestanddeelen zijn hoofdzakelijk water, eiwit, vezelstof, vet en eenige zouten. De melkwitte kleur hangt af van de groote hoeveelheid uiterst fijn verdeelde vetdruppeltjes, welke de chijl bevat. Was de spijs, die men gebruikt heeft, zeer weinig met vet bedield, dan is de chijl bleek. Vooral na het gebruik van boter is hij zeer wit en melkachtig. Is de chijl reeds door onderscheidene klieren gegaan, dan neemt de hoeveelheid vetdruppeltjes, die men door het mikroskoop kan waarnemen, aanmerkelijk af, en naar die mate vertoonen er zich meer *chijl-ligchaampjes* of *chijlbolletjes* in. Dit zijn zeer kleine, ronde, met eene korrelige oppervlakte voorziene korrels, die waarschijnlijk bestaan uit vet met een eiwit-omhulsel omgeven.

Naarmate de chijl door de chijlvaten en de borstbuis voortgaat, naar die mate wordt hij rijker aan vezelstof, stremt hij gemakkelijker, en neemt in het algemeen de overeenkomst tusschen hem en het bloed toe. Het mengsel van lympha en chijl, dat de borstbuis bevat, heeft zelfs eene roodachtige kleur, die vooral dan merkbaar wordt, als het aan de lucht wordt blootgesteld. Eindelijk worden én chijl én lympha, gelijk wij reeds weten, in de onderleutelbeensader uitgestort en alzoo bij het bloed gemengd.

Welke nu bepaaldelijk de veranderingen zijn, die de chijl gedurende zijnen loop in de chijlvaten ondergaat, en hoe die veranderingen plaats hebben, dit is nog niet in alle opzichten helder. Zoo veel is zeker, dat de bestanddeelen der chijl, zoo men de groote hoeveelheid vet uitzondert, niet ongelijk zijn aan die van het bloed, en dat, door het trapsgewijs verminderen van het vetgehalte, en de naar die zelfde mate vermeerderende hoeveelheid van vezelstof en chijl-ligchaampjes, die overeenkomst nog grooter wordt. De chijl- en lympha-ligchaampjes komen overeen met de in het volgend hoofdstuk te beschrijven ongekleurde bloed-ligchaampjes, uit welke de gekleurde bloed-ligchaampjes ontstaan, die aan het bloed zijne roode kleur geven. Vooral de darmscheitsklieren schijnen op die voortgaande verandering van den chijl den grootsten invloed uit te oefenen.

Ik voeg hier eenige hoofdregelen voor het gebruik van spijs en drank bij.

Niet wat wij eten, maar wat wij verteren, voedt ons.

Eene spijs is des te *voedzamer*, naarmate zij meer zoodanige bestanddeelen (voedingstoffen) bevat, die geschikt zijn om het dagelijksch stofverlies van het ligchaam te herstellen, — en, bij het kind, het ligchaam te doen groeijen.

Eene spijs is des te *ligter verteerbaar*, naarmate gedurende de spijsvertering die voedingstoffen er gemakkelijker uitgetrokken en door de spijsverteringsvochten opgelost worden.

Zal eene spijs voedzaam zijn, dan moet zij bevatten: 1^o. eene zekere hoeveelheid *eiwitstof*, 2^o. eene zekere hoeveelheid *zetmeelstof*, 3^o. ten minste een weinig vet, en, als de zetmeelstof ontbroekt, meer vet, 4^o. eenige zouten.

In de dierlijke voedsels (eijeren, vleesch, visch, kaas) is de eiwitstof in grootte hoeveelheid aanwezig; in de plantaardige daarentegen weinig, maar daarentegen veel zetmeel. Daar nu het voedsel der meeste menschen overwegend plantaardig is, zoo bezigt men doorgaans als maatstaf voor de meerdere of mindere voedzaamheid *het gehalte aan eiwitstof*; 't geen niet zeggen wil, dat zetmeelstoffen weinig of niet voeden, maar alleen dat in het gewone voedsel al ligt genoeg zetmeel is, en men dus bij de beoordeeling er van vooral op de meer schaarsche eiwitstoffen moet letten.

Naar dien maatstaf kunnen wij nu de meest gebruikelijke voedsels op de volgende wijze rangschikken.

1. De voedzaamste zijn *eijeren, vleesch, visch, kaas*.
2. Daarop volgen de peulvruchten, namelijk *erwtten, boonen en linzen*.
3. Dan komen eenige graansoorten, te weten *tarwe, rogge en gerst*.
4. Minder voedzaam is *boekweit*, nog minder *rijst*.
5. Zeer weinig voedende stoffen zijn bevat in *aardappelen, rapen en wortelen*.
6. Het minst van allen zijn zij aanwezig in de moeskruiden, b. v. *kool, spinazie, postelein, andijvie*, en in het ooft, b. v. in *appelen en peren*.

Vet en zetmeelstoffen (zetmeel, suiker) dienen niet alleen tot eigenlijke voeding, maar ook tot andere doeleinden, b. v. tot de ontwikkeling van de inwendige warmte des ligchaams, gelijk wij later zullen zien.

Vet vindt men in vleesch, in de melk (boter), in de kaas, in den dojer der eijeren. In sommige visschen is veel, in andere zeer weinig vet. In de meeste plantenspijzen vindt men er iets van, schoon doorgaans weinig.

In alle plantaardig voedsel is zetmeel, het meest in de aardappelen, de granen en de peulvruchten.

De zouten, die wij noodig hebben (omdat zouten een bestanddeel uitmaken van onze lichaamsdeelen), zijn aanwezig deels in ons voedsel, deels in het water, dat wij drinken.

In de *melk* vindt men eiwitstof (*kaas*), vet (*boter*), zetmeelachtige stof (*melk-suiker*) en zouten in behoorlijke evenredigheid met elkander vereenigd, zoodat de melk als het voorbeeld van een volmaakt voedsel kan worden beschouwd.

Spijzen, van welke men bij ondervinding weet, dat men ze niet goed verdragen kan, gebruike men óf geheel niet, óf zeer matig.

Zorg voor dagelijksche afwisseling van spijs. Van eene enkele spijs kan men op den duur niet leven, en die zijne spijzen *te weinig* afwisselt, trekt er te weinig voedsel uit.

Verbind de minder voedzame spijzen steeds met meer voedzame, de minst voedzame met de voedzaamste, en zoo naar evenredigheid. Vergeet daarbij niet om bij die spijzen, die weinig vet bevatten, iets daarvan te voegen. Voorbeelden van goede samenvoegingen zijn de volgende: Aardappelen met vleesch, of met visch en wat boter. Brood met vleesch of kaas. Rijst met vleesch, of met melk als soep. Boonen of erwten met vet, enz.

De moeskruiden, de rapen, de wortelen, het ooft, enz., bevorderen de verteerbaarheid der overige meer voedzame spijzen.

Eet niet te weinig en niet te veel. Ga daarom zoolang voort met eten, tot gij een gevoel van verzadiging bespeurt, maar *niet* zoo lang, tot gij niet meer eten kunt.

Die gejaagd en overhaast eet, en zijn eten niet behoorlijk kaawt, maakt dat zijn voedsel slecht verteerd wordt.

Na een rijkelijken maaltijd moet men, kan het zijn, zich niet *dadelijk* zeer inspannen.

Door het ontbijt bereiden wij ons voor tot den *arbeid* van den dag; het avondmaal gaat de *rust* van den nacht vooraf. Daarom moet het ontbijt voedzamer dan het avondmaal zijn. Krachtig ontbijt, krachtige arbeid; zwaar avondmaal, zware slaap.

Men verzuime niet te ontbijten voor men aan den arbeid gaat. Men gebruike het middagmaal liefst tusschen 11 en 2 ure, en het avondmaal een à twee uren voor men zich ter rust begeeft. De gewoonte doet echter hier veel af. Neemt men het middagmaal laat, b. v. ten 5 of 6 ure, dan gebruike men ten 12 of 1 ure toch eenig voedsel, maar voor het naar bed gaan weinig of niets.

Twee en een half ons gebraden vleesch met vier en een half ons tarwebrood staan in voedende kracht nagenoeg gelijk met 10 Nederl. ponden gekookte aardappelen.

De invoering der aardappelen in Europa moge in vele opzigten een zegen zijn geweest, — de gewoonte der mingevoeden om er den dagelijkschen hoofdschotel van te maken heeft dien zegen in een vloek veranderd.

De aardappelen toch zijn een *zeer goed voedsel*, maar het bijna uitsluitend eten daarvan, zooals dit bij de mindere klassen geschiedt, is nadeelig.

Gezonden moeten niet meer eten, dan hun *natuurlijke* oetlust vordert. Zicken, die geen trek in eten hebben, moeten *in 't geheel niet* eten, tenzij de arts dit om hem bekende redenen noodig keurt.

Onnoodige prikkeling van de maag verzwakt deze, of bevordert het ontstaan van andere maagkwalen. — Dus geene appetijt-wekkende zaken vóór het eten. De sterke drank in 't bijzonder heeft nog dit nadeelige, dat hij de vertering dor eiwitstoffen moeilijker maakt.

Specerijen (peper, kruidnagelen, notemuskaat, kaneel, mosterd) komen bij moeilijk te verteerbare en zeer vette spijzen goed te pas. Bij ligt verteerbare zijn zij overbodig; — veel en op den duur gebruikt zeer schadelijk.

Suiker kan men gerust gebruiken. Aanhoudend gebruik van zeer veel suiker verzwakt echter de maag.

De eigenlijke ware drank des menschen is zuiver water.

Eene soort van natuur-trek schijnt echter den mensch te drijven tot het gebruik van *warme afgetrokkene* en van *gegiste* dranken.

De afgetrokkene, die wij gebruiken, zijn koffij, thee en chocolade.

Men mag die gebruiken, doch steeds *matig* en *nooit heet*.

Aangaande de gegiste dranken zelden wij op bladz. 34 het noodige.

De uit de gegiste dranken door destillatie hereide *sterke dranken* zijn om verschillende redenen voor *drank* ongeschikt.

Maar er is toch ook alcohol in de gegiste dranken! Zeker! Wij doen ook zout in ons brood, in ons vleesch, in onze aardappelen, enz. Volgt daaruit dat het goed of onschadelijk wezen moet zuiver zout bij lepels te eten?

IV. HOOFDSTUK.

Het bloed en de bloedsomloop.

Wij hebben gezien, hoe de voedende zelfstandigheden uit de maag en de darmen worden opgenomen en in het bloed geraken. In dit hoofdstuk zullen wij eenen blik werpen op het bloed, en op de wijze waarop het door het geheele ligchaam wordt heengevoerd.

Het *bloed* des menschen is een rood gekleurd, een weinig kleverig vocht, van eenen ziltigen smaak en eenen eigenaardigen reuk. Het bezit eene temperatuur van 38,10° op den honderddeeligen thermometer, gelijkstaande met 30,48° Réaumur of 100,58° Fahrenheit. Zijn soortelijk of specifiek gewigt is omstreeks 1,05. Zijne hoeveelheid bedraagt bij eenen man van middelbaren leeftijd ruim 14 kilogrammen en bij eene vrouw van denzelfden ouderdom ruim 12.

Wij hebben reeds vroeger gezien, dat al het bloed bevat is in de bloedvaten, dat is, in de aderen, de slagaderen en de haarvaten. Tusschen het bloed der slagaderen en der aderen bestaat eenig onderscheid. Het *slagaderlijk* bloed namelijk is helder rood, het *aderlijk* daarentegen is ook wel rood, maar donker, bijna zwart. Later komen wij op dit verschil terug.

Het bloed bestaat uit een vocht, *bloedvocht* of *bloedplasma* geheeten, waarin eene menigte zeer kleine ligchaampjes zwemmen, die men *bloedligchaampjes* of, minder juist, *bloedbolletjes* noemt.

Het bloedvocht of bloedplasma, van bloedligchaampjes ontdaan (hetgeen

It best kan bewerkstelligd worden door kikvorschenbloed, welks ligchaampjes zeer groot zijn, door filtreerpapier te zijgen), is zeer zwak geel van kleur, helder en doorschijnend, eenigzins kleverig. Het bestaat uit water met daarin opgelost eiwit en vezelstof, vet, gedeeltelijk in verzeepden toestand (bladz. 72), eenige zouten van soda, potasch en kalk met phosphorzuur, melkzuur enz., vooral echter chloorsodium, en nog eenige andere zelfstandigheden, waarover ik hier niet kan uitweiden, maar waarvan enkele later ter sprake zullen komen. — Ook gassen zijn in het bloed aanwezig, en wel koolzuur, zuurstof en stikstof.

De bloedligchaampjes, die in het bloedvocht drijven, zijn van tweederlei aard: *gekleurde* en *ongekleurde*

De gekleurde roode bloedligchaampjes zijn, bij den mensch, ronde, niet bolvormige, maar schijfvormige blaasjes of cellen, welke in het midden eenigzins uitgehold (biconcaaf) zijn. Zij zijn week, buigzaam en veerkrachtig. Zij bestaan uit eene eiwitstof (*globuline*) en *haematine* (bladz. 50) met elkander tot eene kristallijne stof verbonden 1); voorts uit een weinig vet, zouten, enz. Fig. 32 vertoont eenige gekleurde bloedligchaampjes, omtrent 300 maal

Fig. 32.



in diameter vergroot, waaruit men kan opmaken, hoe klein ze zijn. Eenige dier ligchaampjes vertoonen hunne vlakke zijde, andere staan op hunnen kant. Men ziet er ook, die even als eene rol geldstukken tegen en over elkander liggen, hoedanige stelling zij vaak aannemen, en hoedanig zij zich dan ook bij het mikroskopisch onderzoek zeer dikwijls vertoonen. Er is ook een bloedbolletje bij, dat een

korrelig aanzien vertoont; de graveur heeft de korrels zelfs al te sterk van elkander afgescheiden; dit is er een, dat reeds een geruimen tijd buiten het ligchaam geweest is, en begint te veranderen. In dien toestand gelijkt het wel op een lympha-bolletje of ongekleurd bloedligchaampje, indien men de kleur uitzondert.

De roode bloedligchaampjes zijn in eene onbegrijpelijke hoeveelheid in het bloedvocht voorhanden, en het bloed is aan hen zijne roode kleur verschuldigd. Zij zijn natuurlijk alleen door het mikroskoop waar te nemen. Wil men ze eens regt duidelijk zien, dan gebruikt men daartoe bij voorkur een druppel kikvorschenbloed, welks bloedligchaampjes viermaal grooter dan die van menschenbloed zijn. Ze zien er echter bovendien ook eenigzins anders uit; want zij zijn niet rond, maar ovaal met holle oppervlakten, en bezitten in hun midden eene vaste kern, die men tot dus verre nog niet heeft kunnen aantoonen bij de bloedligchaampjes van den mensch. — Wil men de bloedligchaampjes zich in de bloedvaten zelve zien bewegen, dan beschouwe men

1) Voor eene meer nauwkeurige uiteenzetting van den aard dier *haematokristallijne* is het hier de plaats niet.

door het mikroskoop een of ander doorschijnend vlies bij een levend dier, b. v. het zwemvlies der achterpooten van eenen kikvorsch. Men ontwaart daarbij onder anderen, dat de bloedligchaampjes week, doch veêrkrachtig zijn. Men ziet ze namelijk gedurende hunnen loop door zeer nauwe bloedvaatjes dikwijls op allerlei wijze gedrongen en verbogen, en toch nemen zij, wanneer zij in eene ruimere plaats gekomen zijn, terstond hunnen oorspronkelijken vorm weder aan.

Ieder gekleurd bloedligchaampje ondergaat, na eenigen tijd met het bloed door het ligchaam te zijn rondgevoerd geworden, eene *teruggaande* verandering, dat is, het valt uiteen, wordt in het bloedvocht opgelost, en verdwijnt. Het hierdoor geleden verlies wordt echter zonder ophouden aangevuld door de *voorwaartsgaande* verandering der *ongekleurde* bloedligchaampjes in gekleurde.

Die ongekleurde bloedligchaampjes zijn in mindere hoeveelheid in het bloed aanwezig, dan de gekleurde; zij zijn rond, ongekleurd, en bezitten eene oneffene, korrelige oppervlakte. Zij zijn in niets onderscheiden van de kleine ronde ligchaampjes, die men in de lympha waarneemt, evenals ook het bloedvocht nagenoeg met de lympha en den chijl overeenkomt.

Wanneer derhalve de lympha en de chijl in het bloed gekomen zijn, dan is er, om die vochten in bloed te veranderen, hoofdzakelijk slechts dit noodig, dat de lympha-ligchaampjes, nu ongekleurde bloedligchaampjes genaamd, in gekleurde bloedligchaampjes veranderd worden. Hoe dit geschiedt, is nog niet in alle opzigten duidelijk. Velen zijn van oordeel, dat zekere organen des ligchaams, omtrent wier nut men tot dus ver in het onzekere was, tot die verandering der lympha-ligchaampjes zouden medewerken. Ik noem van deze organen de *milt*, een langwerpig rond, blaauwachtig graauw ingewand, waarvan de ligging in fig. 27 q aangewezen wordt, — alsmede de *schildklier*, een celachtig orgaan, dat in dezelfde figuur aan den hals beneden het strottenhoofd te zien is. De milt vooral zoude, volgens velen, met de ontwikkeling der gekleurde bloedligchaampjes in verband staan; volgens anderen zoude daarentegen in haar de teruggaande verandering derzelve eenen aanvang nemen. Hier staat tegenover, dat bij dieren (ratten b. v.) de milt kan worden weggenomen, zonder dat de gezondheid er blijkbare schade bij lijdt.

Ik ben genoodzaakt veel merkwaardigs aangaande het bloed, ook met betrekking tot de veranderingen, die het door onderscheidene invloeden ondergaan kan, met stilzwijgen voorbij te gaan. Eene eigenschap is echter te belangrijk, dan dat wij er niet een oogenblik bij zouden stilstaan.

Wanneer men bloed uit een bloedvat ontlast, door eene aderlating b. v., en het dan in eene kom aan zich zelven overlaat, dan verliest het binnen korten tijd (bij den mensch na drie tot zeven minuten) zijne vloeibaarheid; het begint te *stollen*, en vormt eerst eene roode geleelachtige, lillende massa, welke zich bij het voortgaan der stolling van alle kanten zamentrekt en allongs kleiner wordt, terwijl zich, om de roode, stollende massa heen, te ge-

lijker tijd een waterig, zwak geelgekleurd vocht vertoont. Is de stolling voltooid, dan is het bloed veranderd in eene roode, zamenhangende, min of meer taaije massa, de *bloedkoek* genaamd, die van alle zijden door het genoemde vocht, de *bloedwei*, omgeven wordt en daarin als het ware drijft.

Men kan den aard van dit verschijnsel ophelderen uit de eigenschap, welke de in het bloedvocht aanwezige vezelstof bezit, om bij de gewone temperatuur des dampkrings vast te worden, te stremmen. Het eerste nu, wat het uit de bloedvaten in eene kom gelaten bloed ondergaat, is afkoeling, en deze afkoeling gaat voort, tot de temperatuur des bloeds gedaald is tot die der omgevende lucht. Zoodra dit plaats heeft, begint de vezelstof van het bloedvocht te stremmen, en dien ten gevolge wordt het bloed meer zamenhangend, dikker. Maar naarmate die stremming voortgaat, naarmate zich dus de deeltjes der vezelstof meer opeenpakken, trekt deze zich zamen, wordt kleiner in omvang; waarvan dan het gevolg is, dat het vloeibaarste gedeelte des bloeds met wat daarin opgelost is, uit de zich zamentrekkende massa uitgedreven wordt. De bloedligchaampjes echter blijven in de vezelstof hangen en vormen daarmede den kock, welke in het nitgedrevene vloeibare gedeelte, de wei, drijft.

De bloedkoek is dus de gestremde vezelstof des bloeds, verbonden met de bloedligchaampjes. De bloedwei is het bloedvocht of bloedplasma, maar zonder vezelstof.

Stoet het bloed langzamer dan gewoonlijk, en hebben alzoo de bloedligchaampjes den tijd, om gedeeltelijk in het bloedvocht te bezinken, alvorens de vezelstof is begonnen te stremmen, dan bevat de bloedkoek aan zijne bovenste oppervlakte geene of weinige bloedligchaampjes, en is dus daár niet rood, maar wit- of geelachtig. Die koek schijnt dus van boven overdekt te zijn met eene witachtige taaije huid, die men *spekhuid* noemt. Men neemt dit verschijnsel waar in sommige ziekten, vooral bij ontstekingen, van waar men de spekhuid ook wel *ontstekings-korst* noemt.

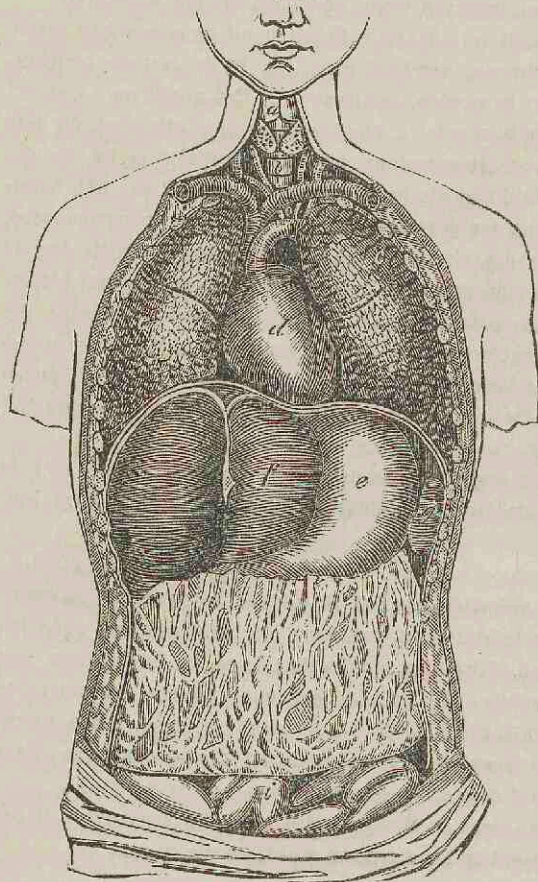
Laat ons nu, na deze korte beschouwing des bloeds, overgaan tot de organen, door welke het bloed in het ligchaam wordt rondgevoerd.

De organen van den bloedsomloop zijn het *hart* en de *bloedvaten*.

Het hart is gelegen in de borstholte. Deze wordt (vergelijk hier bladz. 45) omsloten door de ruggewervelen, de ribben en het borstbeen; de tusschenruimten, die deze beenderen tusschen elkander overlaten, worden door spieren aangevuld. Van onderen wordt de borstholte van de buikholte afgeschelden door het middenrif. Evenals de buikholte, is ook de borstholte van binnen bekleed met een weivlies, het *borstvlies* genaamd. De ingewanden, die binnen de borstholte hevat zijn, zijn de *longen* (fig. 33cc en fig. 34bb) en het *hart* (fig. 33d. en fig. 34cde).

Het hart is een hol, spierachtig ligchaam, dat van buiten omkleed is met een weivlies, hetwelk uit twee platen bestaat, waarvan de binnenste naauw

Fig. 33.



met de buitenste oppervlakte des harten zamenhangt, terwijl de buitenste plaat slechts los om het hart zit, zoodat dit ingewand daarin als in eenen wijden zak besloten zit. Daarom noemt men dit vlies dan ook het *hartezakje*. Beide platen scheiden in de ruimte, die zich tusschen beide in bevindt, een weich-
tig vocht af.

De gedaante van het hart is onregelmatig pyramidaal of kegelvormig, en, beter dan door eene wijldloopige beschrijving, uit de beschouwing van fig. 34 *cde* te begrijpen. Het ligt midden in de borstholte, tusschen de beide longen, op het middenrif. Het

breede einde des harten, de *basis*, ligt regts en naar boven, het puntige uiteinde (fig. 34 *c*) ligt links en lager. De oppervlakte, waarmede het hart op het middenrif rust, en die natuurlijk in geene der beide figuren zichtbaar is, is plat; de bovenste oppervlakte daarentegen is gewelfd en bol. — De grootte van het hart komt doorgaans bij elken persoon met de grootte der vuist overeen.

De holte van het hart wordt door een middenschot in eene *regter* en *linker* helft verdeeld; of, gelijk men zich ook uitdrukken kan, de mensch bezit een *regter*- en *linkerhart*, die door een' tusschenwand vaneen zijn gescheiden. Nevensstaande fig. 33 stelt eene doorsnede van het hart voor; het donkere

verbeeldt de holte des harten; de lichte rand, welke die holte omgeeft, stelt de doorsnede der hartwanden voor; *e* is het middenschot. Elke dier helften bestaat weder uit eene *kamer* en eenen *boezem*. In onze figuur is *a* de reg-

Fig. 34.

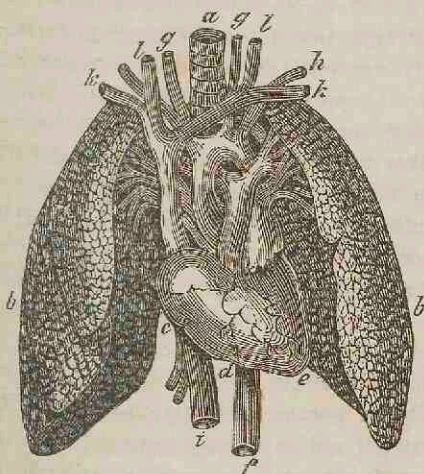
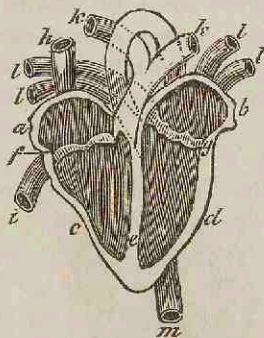


Fig. 35.



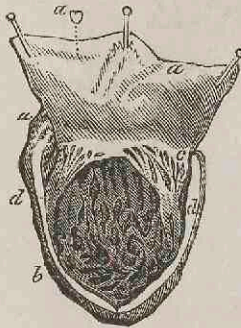
terboezem en *c* de regterkamer; *b* de linkerboezem en *d* de linkerkamer. — In den tussehenwand bevindt zich geene opening, en derhalve hebben de regter en linker helft des harten volstrekt geene gemeenschap met elkander. Maar er bestaat wel eene gemeenschap tussehen den boezem en de kamer van elke helft, daar er tussehen beide zich eene opening bevindt, het *adergat van de* (regter of linker) *hartkamer*, voor welke zich een klapvlies *f* en *g* bevindt, welks nut later blijken zal.

In fig. 34 wordt, buiten aan het hart, de ligging van den regterboezem door *c*, van de regterkamer door *d* en van de linkerkamer door *e* aangeduid. De linkerboezem bevindt zich boven de linkerkamer.

Behalve het aangeduide adergat, waardoor de boezem en kamer van dezelfde helft gemeenschap met elkander hebben, bezitten de holligheden des harten nog eenige andere openingen, die naar buiten leiden. — De regterboezem *a* heeft eene opening, welke de mond is der beide holle aderen *h*, *i* fig. 35, die haar bloed door die opening in den genoemden boezem uitstorten. In de regterkamer *c* vindt men ook eene opening — het *slagadergat der regterkamer* — welke uit die kamer in de longslagader voert. — Evenzoo is er in den linkerboezem *b* eene opening voor de longaderen *l*, en in de linkerkamer *d* een *slagadergat* voor de grootte slagader *m*. — Al die slagaderen en aderen, die zich in de holligheden van het hart uitstorten of daaruit ontspringen, vormen aan de basis van dat orgaan een' krans of bundel van bloedvaten, zooals in fig. 34 en 35 te zien is.

De wanden en het middenschot van het hart bestaan uit donkerroode vleeschbundels, welke in onderscheidene rigtingen gelegen zijn. Die bundels zijn aan de inwendige oppervlakte des harten duidelijk zichtbaar, en geven aan deze een eigenaardig aanzien. In fig. 35, welke slechts een overzicht van de betrekkelijke ligging der holligheden geeft, en alleen eene zoogenaamde *theoretische figuur*, eene schets is, is daarvan niets te zien. Uit fig. 36 daarenlegen, die eene opengesnedene hartkamer voorstelt, kan men zich van dat eigenaardig aanzien van de binnenste oppervlakte der hartwanden eenig

Fig. 36.



denkbeeld vormen. — Overigens is de zijwand der linker hartkamer ongeveer driemaal zoo dik als die van de rechterkamer, — en de wanden der boezems, in vergelijking met die der kamers, zijn zeer dun.

De holligheden van het hart zijn van binnen geheel met een fijn vlies bekleed, dat op een weivlies gelijkt.

Eenige andere bijzonderheden in het maaksel van het hart bewaar ik tot daár, waar wij over de verrigting van dat orgaan handelen. Thans moeten wij een en ander over de bloedvaten mededeelen.

De *vaten*, van welke ik reeds dikwijls gewaagde, en die ik op bladz. 28 met een paar woorden opzettelijk vermeldde, zijn vliezige buizen, die zich in menigvuldige takken verdoelen en door welke de vochten des ligchaams heen stroomen. Daartoe behooren: 1. de *slagaderen*, buizen, die zich even als de stammen der boomen vertakken, en door hare al dunner en dunner wordende takken het bloed van het hart naar de verschillende ligchaamsdeelen voeren; 2. de *aderen*, dergelijke buizen als de slagaderen, maar die met fijne worteltjes in diezelfde ligchaamsdeelen ontspringen, welke worteltjes zich dan tot dikkere adertjes vereenigen, door wier vereeniging weér grootere stammen gevormd worden, die het bloed weder uit de genoemde ligchaamsdeelen naar het hart terugbrengen; 3. de *haarvaten*, mikroskopisch kleine verbindings-takjes tusschen de uitetinden der fijnste slagadertjes en het begin der fijnste aderworteltjes, welke door hunne talloze verbindingen fijne netten vormen, die het wccfsel der deelen doordringen; 4. de *water- en chylvaten*, wier verrigtingen wij in het vorig hoofdstuk reeds hebben besproken.

De wanden der *slagaderen* bestaan uit drie *rokken*, — vliezige elkander vast omsluitende scheeden. De *binnenste* rok bestaat uit elastische vezelen (bladz. 26), die overlangs, in de rigting van het vat zelf, loopen, en aan de binnenzijde, waar zij onmiddelijk met het bloed in aanraking komt, met eene epithellium-laag bekleed zijn. — De *buitenste* rok bestaat uit overlangsche bindweefsel- en elastische vezelen in afwisselende lagen. — De *middenste* rok,

die tusschen den binnensten en buitensten in ligt, bestaat uit platte, zeer op gladde spiervezelen (waarover later) gelijkende vezels, die kringsgewijs om de slagader loopen, en met fijne elastische vezelen en plaatjes doorweven zijn, of wel met lagen daarvan afwisselen.

De *aderen* bestaan insgelijks uit drie rokken, die hoofdzakelijk met die der slagaderen overeenkomen, met die uitzondering evenwel, dat zij geene dier platte spiervezelen bezitten. De wanden der aderen zijn dunner dan die der slagaderen, zoodat het donkere aderlijke bloed er blaauw doorheen schijnt. Verder ontmoet men in vele aderen zekere plooiën van den inwendigen rok, die men klapvliezen noemt, en op welke wij straks terugkomen.

Wat de *haarvaten* aangaat, zoo is het moeilijk te zeggen waar zij beginnen en waar zij eindigen, — waar aan de fijnste slagaderen den naam van haarvaten moet gegeven worden, en waar de haarvaten dien naam zouden moeten verliezen en aderen genoemd worden. In de dunste uiteinden der slagaderen verdwijnen langzamerhand de onderscheidene lagen, waaruit zij zijn zamengesteld, zoodat de allerfijnste haarvaten slechts uit één enkel dun, doorschijnend vliesje bestaan. Verderop begint het laagsgewijze zamensel zich weder te vertoonen, eerst onduidelijk, later duidelijker, tot eindelijk de haarvaten in de fijnere aderen overgaan.

Ten opzigte der *water-* en *chylvaten* merk ik alleen aan, dat hunne wanden vrij wel met die der aderen overeenkomen, maar dunner zijn. Zij bezitten ook, gelijk gezegd is, klapvliezen, even als vele aderen.

Van de wijze, waarop de slagaderen verlopen en zich vertakken, geeft fig. 37 een algemeen denkbeeld, ofschoon natuurlijk in zulk een klein bestek slechts eenige grootere slagaderen zijn voorgesteld geworden. Men ziet in die figuur, dat sommige slagaderen enkel (*ongepaard*) zijn, zooals de groote slagader *a*; andere daarentegen dubbel (*gepaard*), zooals de darmbeensslagaderen *l*, in welke zich de groote slagader in de buikholte verdeelt, of zooals de okselslagader *f*, die aan beide armen gevonden wordt, enz. — De groote takken der slagaderen loopen vrij regt, de kleinere meer gekronkeld. — Veelal ontspringen de slagadertakken uit de grootere takken of stammen onder scherpe, zeldzamer onder rechte, het zeldzaamst ook onder stompe hoeken; in het laatste geval noemt men eene aldus ontspringende slagader *terugloopend*. — De verbinding van twee slagaderen heet eene *zamenmonding* (*anastomose*). Deze nu geschiedt, of doordien twee slagaderen zich tot elkander heenbuigen en met hare einden in elkander uitloopen, zoodat zij te zamen eenen boog (*slagaderboog*) vormen, of door eenen tusschen beide liggenden verbindingsstak, of eindelijk doordien zij onder een meer of minder scherp hoek zich met elkander vereenigen, uit welke vereeniging dan ééne enkele slagader ontstaat.

Het verschil in verloop en vertakking tusschen de aderen en de slagaderen is niet van zooveel belang voor ons doel, dat wij er lang bij behoeven stil te staan. Daar de aderen het bloed uit de onderscheidene lichaamsdeelen naar

het hart, en de slagaderen het daarenlegen van het hart naar die deelen voeren, zoo spreekt het van zelf, dat hetgeen bij de slagaderen een *tak* heet, bij de aderen een *wortel* genoemd wordt. Het aantal aderen is grooter dan dat der slagaderen; aan de ledematen b. v. wordt elke slagader doorgaans door twee aderen vergezeld, en bovendien zijn er verscheidene aderen, van welke geene overeenkomstige slagaderen beslaan. Eindelijk maken de aderen veel meer samenmondingen dan de slagaderen.

Het verloop der haarvaten is zeer verschillend van dat der aderen en slagaderen; zij vormen door hunne vele en zich gedurig herhalende samenmondingen *netten*, gelijk wij reeds zagen.

Over de walervaten is vroeger het noodige gezegd; trouwens wij bepalen ons thans uitsluitend tot de bloedvaten.

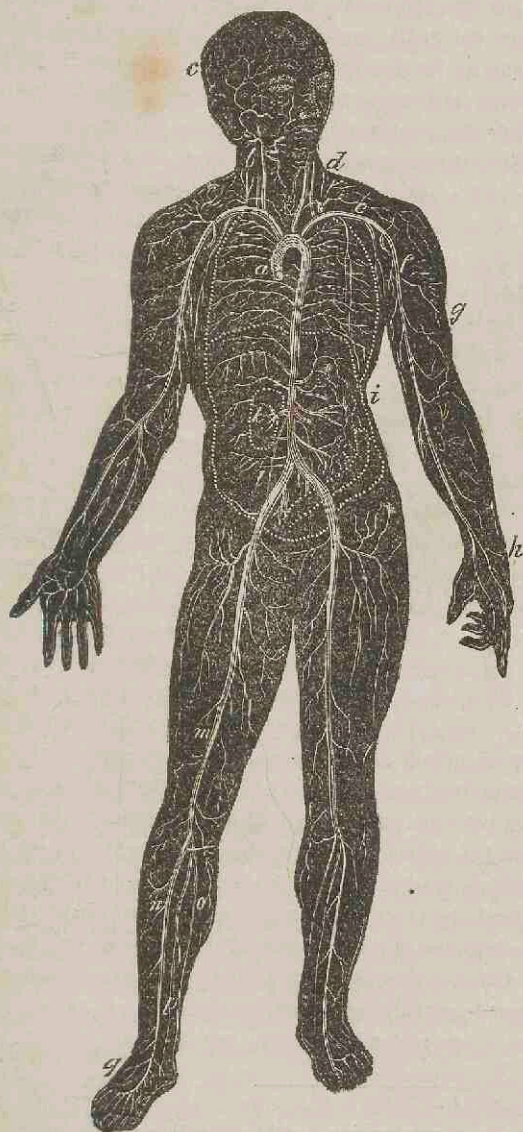
Beschouwen wij thans fig. 37 meer in de bijzonderheden. Al het bloed, dat naar de onderscheidene lichaamsdeelen gaat, ten einde deze te voeden en te onderhouden, wordt uit de linker hartekamer uitgestort in de *grootte slagader a*. Die slagader loopt eerst een klein eind wegs naar boven, buigt zich dan echter spoedig linksom en naar beneden, in welke laatste rigting zij blijft voortloopen tot in de buikholte. Uit dien bogt of dien *boog*, dien de grootte slagader, zooals ik zeide, kort na haren oorsprong uit het hart vormt (welken hoog men ook in fig. 34 en 35 gemakkelijk boven aan het hart vinden kan), ontspringt vooreerst de *strot-slagader b*, welke naar het hoofd en de hersenen gaat, en waarvan de *slaap-slagader* een tak is, — en ten tweede de *ondersleutelbeens-slagader e*, die weder de *wervel-slagader d* afgeeft, welke door het groote achterhoofdsgeel in de schedelholte treedt. De *okselslagader f* en de *armslagader g* zijn de voortzetting van de *ondersleutelbeens-slagader*, en voorzien de deelen, waarnaar zij genoemd zijn, door middel harer vertakkingen, van bloed. De armslagader verdeelt zich in de *ellepijps-* en *spalkbeens-slagader*, van welke slechts de laatste door *h* aangeduid is, maar die men aan den regterarm beide naast elkander ziet liggen. Deze slagaderen verdeelen zich in den voorarm en in de hand. — Nadat de grootte slagader haren boog gevormd heeft, geeft zij slagaderen af voor de borst, en wanneer zij daarna door eene opening in het middenrif in de buikholte gekomen is, de *bovenbuik-slagader i* voor de maag, de lever, de milt en den twaalfvingerigen darm, vervolgens takken voor de darmen, alsmede de *nier-slagader k*. Dan splitst zij zich in de twee *darmbeens-slagaderen l*, van welke iedere zich wederom verdeelt in takken voor het benedengedeelte des buiks, — en in de *schenkel-slagader m*, welke laatste uit de buikholte treedt, langs de dij naar beneden loopt, en vervolgens gesplitst wordt in twee takken *n* en *o*, de *voorst*e en *achterste scheenbeens-slagader*. Uit de voorste ontspringt de *voet-slagader q*, en uit de achterste de *kuitbeens-slagader p*.

Al de opgenoemde hoofdtakken of stammen verdeelen zich in kleinere takken, van welke elk zijn bijzonderen naam draagt, en die eindelijk, na nog

menigvuldige kleinere takverdeelingen ondergaan te hebben, in het haarvaten-net der lichaamsdeelen uitloopen.

Wat de verspreiding der aderen aanbelangt, zoo heb ik het minder noodig

Fig. 37.



geacht daarvan eene afzonderlijke figuur te geven. Men houde slechts in het oog, wat ik over het groote aantal aderen en aderstammen gezegd heb.

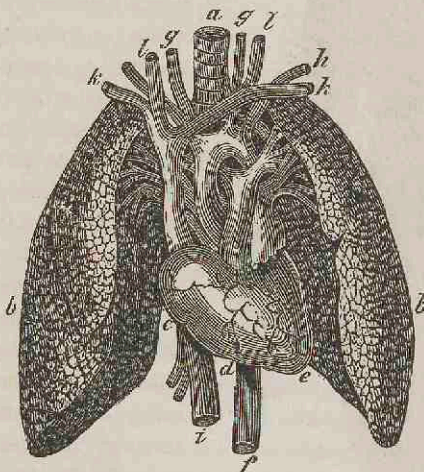
In den buik ontstaat de *ouderste* of *opklimmende holle ader* uit de zamenvloeiing der beide *darmbeens-aderen*, in welke laatste zich de aderen der onderste ledematen uitstorten. Daardoor heeft het *begin* der onderste holle ader nagenoeg dezelfde gedaante als het *einde* der groote slagader, waar deze zich in de beide darmbeens-slagaderen splitst — De aderen der spijsverterings-organcn loopen niet onmiddellijk in de onderste holle ader uit, maar vormen, gelijk vroeger (blad. 66) reeds is aangemerkt, de *poortader*, die zich, even alsof zij eene slagader was, in de

lever verdeelt. Uit het haarvaten-net der lever ontspringen dan weder de

leveraderen, die zich nu eindelijk in de *onderste holle ader* uitstorten. — Deze laatste klimt nu naast de groote slagader naar boven, neemt de overige buikaderen op, treedt door het middenrif in de borstholte, en stort zich uit in den linker boezem van het hart. Zoodoende wordt al het bloed van het onderste gedeelte des ligchaams ten laatste door de onderste holle ader opgenomen. — De aderen van het hoofd, van de hersenen, van den hals, van de bovenste ledematen en van de borst, komen daarentegen te zamen in de *bovenste holle ader*, die boven in de borst begint, naar beneden daalt, en zich, ven als de onderste holle ader, in den linker hartboezem uitstort.

In fig. 38 zijn de eerste takverdeelingen uit den boog der groote slagader en de loop der bovenste holle ader afgebeeld. De strot-slagader wordt door

Fig. 38.



g, de ondersleutelbeens-slagader door h, de strot-ader door l, de ondersleutelbeens-ader door k aangeduid. De beide eerste zien men daar uit den boog der groote slagader ontspringen, even als in fig. 37; de beide laatste ziet men in de bovenste holle ader te zamen komen. Het opklimmend einde der onderste holle ader is met i, en het borstgedeelte der groote slagader met f geteekend.

Met het geven van dit overzicht van den loop der slagaderen en der aderen was mijn doel alleen, om een algemeen denk-

beeld mede te deelen van dien loop en van de wijze, waarop zij zich naar en uit de deelen des ligchaams begeven. De lezers, voor welke dit werkje bestemd is, hebben daarom juist niet noodig zich al de opgegevene takverdeelingen en hare namen in het geheugen te prenten. Men trachte alleen het gezegde goed te begrijpen, en vergeet dit slechts niet, dat 1. al het slagaderlijk bloed (bladz. 86) door de takverdeelingen van éénen grooten slagaderstam, de *groote slagader*, van de linker hartkamer naar al de deelen des ligchaams wordt gevoerd; en dat 2. al het aderlijk bloed uit die zelfde deelen weder te zamen komt in twee groote slagader-stammen, de *bovenste* en de *onderste holle ader*, en door deze in den regter hartboezem wordt geleid.

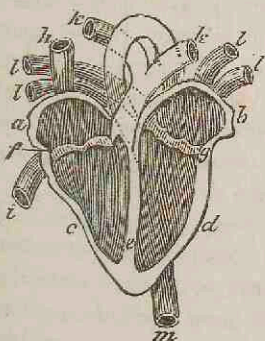
Thans gaan wij tot de beschouwing van den bloedsomloop zelven over.

Wij weten nu reeds, dat het helderroode slagaderlijke bloed uit de linker-

hartekamer door de groote slagader en hare takverdeelingen naar alle deelen des ligchaams gevoerd wordt, en verder, dat het, in die deelen gekomen, het net van haarvaten doorloopt, waarin die slagaderen ten laatste eindigen. In dat haarvatennet nu heeft de *voeding* der deelen door middel van bloed plaats, benevens de *afscheidingen*, over welk alles wij weldra opzettelijk zullen moeten spreken. Uit het haarvatennet gaat het bloed in de aderen over; maar het is nu van aard en aanzien veranderd, deels omdat het eene hoeveelheid van sommige zijner bestanddeelen bij de voeding verloren heeft, deels omdat er gedurende zijnen loop door de haarvaten andere stoffen in gekomen zijn: het is nu donkerrood, *aderlijk* bloed geworden. Het stroomt nu door de aderen terug naar het hart, en wordt eindelijk door de holle aderen in den regter harteboezem uitgestort, waarnaar het door het adergat in de regter hartkamer komt.

Wanneer het aderlijk bloed zoo ver, te weten in de regter hartkamer gekomen is, dan is het verlies aan voedende deelen, dat het geleden had reeds weder hersteld. De borstbuis toch stort, gelijk wij zagen, onophoudelijk chyl uit in het bloed, dat door de linker ondersleutelbeens-ader stroomt en zich dan in de bovenste holle ader uitstort. Maar desnietteenstaande is het bloed nog niet geheel geschikt geworden om op nieuw aan de voeding en onderhouding des ligchaams dienstbaar te zijn; nog ééne verandering is er noodig, om weder geheel in slagaderlijk bloed te worden veranderd. Die verandering geschiedt in de longen, door middel der ademhaling, over welke verrigting wij in het volgend hoofdstuk spreken. Er bestaat dan ook, zooals reeds is aangemerkt, geene regtstreeksche gemeenschap tusschen de regter helft van het hart, die al het aderlijk bloed opneemt, en de linker helft, uit welke al het slagaderlijk bloed in de slagaderen gestuwd wordt; het bloed

Fig. 39.



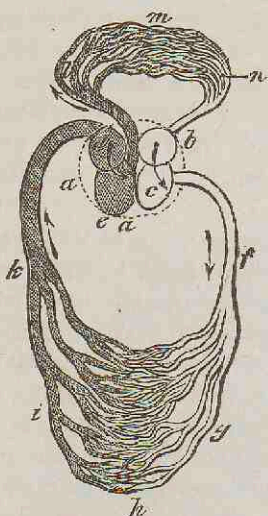
moet, om uit de regter helft des harten in de linker te komen, eenen omweg maken door het weefsel der longen heen, ten einde gedurende dien omweg geheel in slagaderlijk bloed veranderd te worden.

Het uit de onderscheidene ligchaamsdeelen terugkeerende aderlijk bloed, ik herhaal het nog eens, komt zamen in de beide holle aderen, en wordt door deze in den regter harteboezem *a* uitgestort. Uit dien boezem treedt het door het adergat *f* in de regter hartkamer; daaruit komt het door het slagadergat (bladz 91) in de longslagader *kk*, die het naar de

longen voert. Die slagader verdeelt zich binnen de longen in een fijn haarvatennet, waardoor nu het bloed heen stroomt, en waarin het de later te besprekene veranderingen ondergaat. Door die veranderingen slagader-

lijk, helderrood geworden, stroomt het nu uit het haarvatennet der longen door de longadoren *ll* naar den linker harteboezem *b*, en treedt daaruit door het adergat *g* in de linker hartkamer, uit welke het door het slagadergat in de groote slagader komt, om op nieuw door het geheele ligchaam verspreid te worden.

Fig. 40.



Uit de nevensstaande schets kunnen wij ons een overzicht vormen van den geheelen bloedsomloop. De vaten, die slagaderlijk bloed bevatten, zijn daar wit gelaten; die, welke aderlijk bloed voeren, zijn geschaduwd, en de rigting van den bloedstroom is door pijltjes aangewezen. De gestippelde kring *a* duidt het hart aan; *b* is de linker harteboezem, *c* de linker hartkamer, *f* de groote slagader, die zich in eenige takken *g* splitst, welke eindelijk in het haarvatennet *h* uitloopen. Uit die haarvaten ontspringen de aderen *i*, welke zich tot eenen hoofdtak *k* (de beide holle aderen) vereenigen, welke nu het bloed naar den regter harteboezem *d* en dan in de regter hartkamer *e* voert. Uit die regter kamer wordt nu het bloed door de longslagader *l* in het haarvatennet der longen *m* gevoerd, waaruit

het door de longader *n* weder in den linker harteboezem *b* terugkomt, om nu wederom denzelfden loop te vervolgen.

De lezer zal, verbeeld ik mij, wel begrijpen, dat deze figuur slechts eene schets, eene theoretische figuur is, die de zaken niet naauwkeurig, maar slechts in het ruwe voorstelt. De groote slagader en hare takken loopen, zooals genoegzaam uit de beschrijving van fig. 37 op te maken is, niet zooals deze figuur haar afbeeldt, enz. Zij dient alleen om een algemeen overzicht van den weg te geven, dien het bloed onophoudelijk in het levende ligchaam doorloopt, iets, dat beter door zulk eene ruwe schets geschieden kan, dan door eene naauwkeurige afbeelding van het bloedvatennet, waar het groot aantal vaten den beschouwer in verwarring brengen zou.

Het blijkt uit het gezegde, dat de bloedsomloop werkelijk een omloop, een rondloop is; het bloed loopt als in eenen kring rond. Maar evenzeer blijkt het, dat die bloedsomloop in twee gedeelten onderscheiden is, in twee *omloopen*, die evenwel, omdat de beide helften des harten geene gemeenschap met elkander bezitten, niet geheel volkomen zijn, in geene gesloten kringen loopen. De eene omloop, die men den *grooten* bloedsomloop noemt, gaat van het linker gedeelte des harten naar alle ligchaamsdeelen, en van deze naar het regter gedeelte des harten terug; zij is in fig. 40 beneden het hart ge-

teekend. De andere, de *kleine* bloedsomloop, gaat van het regter gedeelte van het hart, door de longen, naar het linker gedeelte.

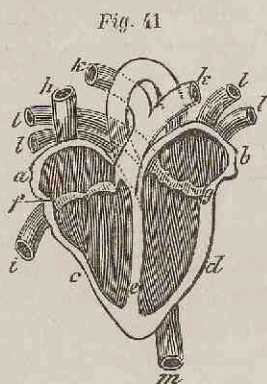
Gaat men het reeds gezegde na, en beschouwt men fig. 40 naauwkeurig, dan moet het in het oog vallen, dat de long-slagader *aderlijk*, en de long-aderen *slagaderlijk* bloed bevatten. Zijn dan die bloedvaten verkeerdelijk aldus genoemd? Dit is geenszins het geval, gelijk men zal moeten toestemmen, wanneer men bedenkt, dat de long-slagader, ofschoon aderlijk bloed bevattende, toch, even als elke andere slagader, dat bloed *uit het hart naar een lichaamsdeel* (hier de longen) *voert, en in het haarvatennet van dat deel eindigt*, — terwijl de long-aderen, die slagaderlijk bloed bevatten, desniettemin, even als alle andere aderen, *uit een haarvatennet ontspringen, en het bloed uit een lichaamsdeel naar het hart voeren*. Schijnen dus de long-slagader en longaderen ten opzichte van haren *inhoud* verkeerde namen te dragen, met betrekking tot hare *verrigting* komen haar die namen wel degelijk toe.

Met betrekking tot den kleinen bloedsomloop moet ik nog eene tweede aanmerking maken. Door dien kleinen bloedsomloop wordt al het bloed des lichaams door de longen heen gevoerd; maar men denke daarom niet, dat de longen van den grooten bloedsomloop uitgesloten zijn. Immers die organen moeten, even zoo goed als andere lichaamsdeelen, gevoed en onderhouden worden; — en de kleine bloedsomloop dient wel om gelegenheid te geven tot de volledige verandering van het aderlijk in slagaderlijk bloed, maar niet tot voeding van eenig orgaan. Daarom ontvangen de longen, behalve de long-slagader, nog andere slagaderen, die slagaderlijk bloed voeren, en, even als de slagaderen van alle andere deelen, uit de groote slagader ontspringen. Men moet zich alzoo in de longen een dubbel stel haarvaten voorstellen: één, dat van de longslagader ontspruit, en waarin de omvorming van al het slagaderlijke bloed des lichaams plaats heeft; en een tweede, waarin die andere slagaderen der longen uitloopen, en hetwelk alleen tot de voeding der longen dient.

Nu moeten wij nagaan, door welke oorzaken het bloed loopt, en wel juist langs dien weg, welken ik beschreven heb.

Het hart, dit weten wij, is eene spier, en als zoodanig voor zamentrekking, voor inkrimping vatbaar. Zoo lang de mensch leeft, bevindt het zich dan ook onophoudelijk in eenen staat van afwisselende zamentrekking en ontspanning: — beurtelings krimpt het in en zet zich weder uit. Door welke oorzaken deze van onzen wil geheel onafhankelijke beweging geschiedt, daarover kunnen wij hier nog niet spreken; wanneer wij over *beweging* in het algemeen handelen, komen wij daarop, even als ook op de even onwillekeurige beweging der maag, der darmen, enz., terug — Maar het hart, dat zich zoo aanhoudend zamentrekt en uitzet, is *hol*: het bezit in zijn binnenste vier holtten. Wat moct er nu gedurig met die holtten geschieden? Natuurlijk dit, dat zij bij elke zamentrekking van hare spierachtige wanden ver-

kleind, vernaauwd worden, en daarentegen bij elke verslapping of ontspanning dier wanden, zich weder verwijden en verruimen. Is nu zulk eene holte, gedurende het oogenblik dat zij verwijd is, geheel met vocht gevuld, dan moet dat vocht, bij de daarop volgende zamentrekking der wanden en vernaauwing der holte, met kracht door de openingen dier holte naar buiten gedreven worden. Hetzelfde heeft hier plaats, als wanneer men een met water gevuld gom-elastiek fleschje met de hand sterk zamendrukt: de holte van het fleschje wordt daardoor vernaauwd, en het water spuit met kracht uit de opening. Het onderscheid is maar, dat de wanden van het hart zich zelve *zamentrekken*, en niet door eene kracht van buiten worden *zamengedrukt*.



Die elkander gestadig en onophoudelijk opvolgende zamentrekking en verslapping van het hart hebben echter niet *gelijktijdig* in al zijne deelen plaats. Zij geschieden in twee tempo's: 1. gelijktijdige zamentrekking der beide boezems *a* en *b*, met verwijding der beide kamers *c* en *d*; — en dadelijk daarop 2. gelijktijdige verwijding der boezems met zamentrekking der kamers. — Wanneer dus de beide boezems *a* en *b* zich zamentrekken en zodoende het bloed, dat er in bevat is, naar buiten drijven, dan verwijden zich op datzelfde oogenblik de beide kamers *c* en *d*, en stellen zich voor het bloed open. Is nu al het bloed uit de boezems gedreven, en hebben zich daarentegen de kamers met bloed gevuld, dan verwijden zich de eerste op hunne beurt, ten einde wederom bloed te kunnen opnemen, en te gelijker tijd trekken zich de laatste zamen, om het bloed, dat zij gedurende hare verwijding ontvangen hadden, te kunnen uitdrijven.

Wanneer derhalve de beide holle aderen eene hoeveelheid bloed in den regter boezem *a* uitstorten, — hetgeen natuurlijk op dat oogenblik geschiedt, wanneer die boezem zoo pas verwijd en ledig is, — dan trekt zich diezelfde boezem onmiddellijk daarop zamen, en stuwt daardoor het in zijne holte gekomen bloed door het adergat in de regter kamer *c*, die op datzelfde tijdpunt, zooals wij zoo even zagen, verwijd is en voor het bloed openstaat. Maar naauwelijks is dit geschied, of het oogenblik is daar voor de zamentrekking der nu met bloed gevulde kamer, en door deze wordt nu het bloed door het slagadergat in de long-slagader gedreven, om dan weder naar de longen geleid te worden.

Maar waarom wordt het in den regterboezem bevatte bloed, bij de vernaauwing dier holte, niet weder in de holle aderen terug gespoten? En waarom keert het bloed, bij de vernaauwing der kamer, niet weder in den boezem terug? — Het eerste kan niet geschieden; want wanneer de boezem

zich zamontrekt, staat er in de holle aderen reeds weder eene massa bloed te wachten op het oogenblik, dat zij zich in den op nieuw verwijden boezem zal kunnen uitstorten, en de drukking van die bloedkolom verhindert den terugkeer des bloeds uit den boezem in de holle aderen. Er staat dus voor het bloed in den boezem geen andere weg open dan het adergat, dat in de kamer voert. — Het tweede, de terugstrooming van het in de kamer bevatte bloed naar den boezem, zou gemakkelijker plaats kunnen hebben; want wij weten, dat juist op dat oogenblik, wanneer de kamer zich vernauwt en zoodoende het bloed ufdrijft, de boezem ledig is en zich verwijdt, ten einde op nieuw uit de holle ader bloed te kunnen opnemen. Zoo zou dan ook het in de kamer bevatte bloed even goed in den ledigen en verwijden boezem kunnen worden teruggedreven, in plaats van in de long-slagader te komen. Daarvoor is echter gezorgd door het klapvlies *f*, dat zich tusschen den boezem en de kamer bevindt. Dat klapvlies is eene rondom het adergat gelegene plooi van het weivlies, dat de holten der harten van binnen bekleedt. Het heeft drie punten of slippen, waarom men het *driepuntig klapvlies* noemt. Op het oogenblik, dat het bloed uit den boezem in de kamer treedt, hangen die slippen slap in de kamer neder, en bieden aan het indringende bloed volstrekt geen wederstand, maar worden daarentegen daardoor tegen de wanden der kamer aangedrongen. Maar wanneer zich nu daarop de kamer zamentrekt, dan tracht wel is waar het zamengeperste bloed in den boezem aan die drukking te ontkomen, — maar het drijft dan juist dáardoor de slippen van het klapvlies voor zich uit, tegen het adergat aan; en wanneer de slippen in die stelling gekomen zijn — waarin zij ook in fig. 41 *f* en in fig. 42 *o* afgebeeld zijn — dan is het adergat volkomen gesloten, en het bloed kan daardoor niet in den boezem terug. Kon het bloed het klapvlies nu nog verder, dus binnen de holte des boezems, drijven, dan zou dat klapvlies natuurlijk niets haten, en het adergat zou toch geopend blijven. Dit wordt echter belet door kleine pezen, welke aan den wand der kamer van kleine vleeschbundels ontspringen en met het andere einde aan de punten van het

Fig. 42.



klapvlies gehecht zijn. Deze peesjes zijn juist zóó lang, dat zij toelaten, dat het klapvlies zich tot vóór het adergat kan begeven, maar niet, dat dit klapvlies verder in de holte van den boezem gedreven wordt. De nevensstaande figuur kan van deze schoone inrigting een denkbeeld geven. Zij stelt de ééne helft des harten, *b* v. de regter, en dus eenen boezem en eene kamer in doorsnede voor. In den stand, welke het klapvlies *o* hier heeft, is natuurlijk het adergat, de opening tusschen den boezem *a* en de kamer *b* gesloten, en wel zoo, dat het klapvlies wel wijken kan voor eenen bloedstroom die uit den boezem in de kamer gaat, maar niet voor eenen zoodanigen, die uit de kamer naar den

boezem dringt, daar in dit laatste geval de pezen *d*, die aan zijne punten vastgehecht zijn, die punten tegenhouden, en niet toelaten dat zij in den boezem gedreven worden. Het bloed alzoo, dat in de kamer bevat is, en door de zamentrekking daarvan gedwongen wordt eenen uitweg te zoeken, kan niet door het adergat in den boezem terug, maar is genoodzaakt zich door het slagadergat in de longslagader *f* te begeven.

Maar wanneer nu, nadat dit geschied is, de ontledigde kamer zich weder verwijdt, kan dan het bloed niet uit die long-slagader *f* in die ledige en verwijde kamer *b* terug vloeijen? Dit kan almede niet geschieden. Rondom den rand van het slagadergat, de opening der long-slagader, bevinden zich drie plooijen *g*, die eene halvemaanswijze gedaante hebben, en daarom *halvemaanswijze* klapvliesen heeten. Deze wijken voor den aandrang van het bloed, dat uit de kamer in de slagader gespoten wordt, en verleenen het alzoo eenen vrijen doortogt. Maar wanneer de kamer geleidigd is, en dus die aandrang ophoudt, dan worden zij door het uit de long-slagader *f* terugdringende bloed zakvormig uitgezet, en sluiten dan met hunne randen zoo vast tegen elkander, dat er geen bloed tusschen door kan.

Het bloed, aldus uit de regter hartekamer in de long-slagader gekomen, stroomt nu door dat bloedvat naar de longen, verder door het haarvatennet der longen, en vloeit dan door de longaderen terug naar het linker gedeelte van het hart. Het wordt hier door de longaderen in den linker harteboezem uitgestort, en dan door de zamentrekking van dien boezem gedreven in de linker kamer; hierbij kan het niet in de longaderen terug, wegens den gestadigen aanvoer van bloed uit de longen. Is de linker kamer met bloed gevuld, dan trekt zij zich op hare heurt samen; het bloed kan daarbij niet in den boezem terug treden, want voor het adergat bevindt zich, even als voor het regter adergat, een klapvlies, dat echter hier maar twee punten of slippen heeft en daarom *tweepuntig* of *mijfervormig* klapvlies heet, doch overigens op dezelfde wijze als het driepuntige is ingerigt. Het bloed vindt dan geenen anderen weg voor zich open, dan de opening der groote slagader. Uit de groote slagader kan het niet weêr in de kamer terug vloeijen, omdat zich aan de genoemde opening even zulke *halvemaanswijze* klapvliesen bevinden, als aan den mond der long-slagader. In de groote slagader gekomen, vervordert dus het bloed door haar en hare takken zijnen loop naar de onderscheidene lichaamsdeelen, om, na de haarvaten doorloopen te hebben, op nieuw in de aderen te komen, en eindelijk door de holle aderen wederom in den regter harteboezem te worden uitgestort.

Ik heb gezegd, dat de gelijknamige gedeelten van de beide helften des harten zich gelijktijdig zamentrekken en verslappen. Op het oogenblik dus, dat de regter boezem zich zamentrekt, geschiedt dat zelfde met den linkerboezem, en de beide kamers, die dan in ontspannen toestand verkeeren, worden gelijktijdig met bloed gevuld. Daarop trekken ook die kamers zich te gelijker

tijd zamen. Maar die zamentrekking der kamers, die overgang van het grootste gedeelte van het hart uit een' verslapt in een' zamengetrokkenen, harden toestand, geschiedt met een' schok of ruk, welke duidelijk door het gevoel waar te nemen is, vooral wanneer men den vinger legt op de tusschenruimte tusschen de vijfde en zesde rib, tegen welke de punt van het hart stoot. Die schok wordt de *hartstoot* of de *hartslag* genoemd. Het getal der hartslagen — en dus van de zamentrekkingen der kamers — die men binnen eenen bepaalden tijd, b. v. eene minuut, waarneemt, staat met den ouderdom des menschen in eene omgekeerde verhouding, dat is, hoe ouder een mensch is, des te minder hartslagen neemt men bij hem waar. Bij een pas geboren kind vindt men 139 tot 140 hartslagen in ééne minuut, hetwelk met de jaren vermindert tot op 70—80 bij eenen volwassenen, en 60 of minder bij eenen grijsaard. Gemoedsbewegingen en ziekten hebben echter op het aantal der hartslagen eenen grooten invloed. Sommige daarvan versnellen de beweging van het hart, andere vertragen die; nog andere veroorzaken, dat zij ongeregeld plaats heeft. Natuurlijk moeten zoodanige veranderingen aan den hartslag merkbaar zijn.

Houdt men het oor vlak op de van kleederen, vooral van wollen kleederen, onthloote hartstreek van eenen mensch, dan hoort men, behalve den hartslag, nog twee geluiden, die kort op elkander volgen, bijna als het tiktak van een zak-urwerk, dan eene korte tusschenpoos maken, en vervolgens zich weder doen hooren. Deze geluiden hangen af van de beweging van het drie- en tweepuntige klapvlies, en vervolgens van de halvemaanswijze klapvliesen. Ziekten van het hart, vooral van de genoemde klapvliesen zelve, brengen aanmerkelijke wijzigingen in die geluiden te weeg.

Van de zamentrekkingen des harten hangt de gansche omloop van het bloed door het ligchaam hoofdzakelijk af — Vooreerst komt hier in aanmerking de invloed van de zamentrekkingen der linker hartekamer. Elke golf bloed, welke die kamer in de groote slagader stuwt, drijft de geheele bloed-massa, die zich vóór haar in het gansche slagaderstelsel bevindt, voor zich uit; — en die voortstuwung wordt dus, bij elke zamentrekking dier kamer, tot in de fijnste takverdelingen der slagaderen voortgeplant.

De verdere voortbeweging van het bloed in de haarvaten hangt almede enkel en alleen van den stoot af, dien de gansche massa slagaderlijk bloed ontvangt bij elke zamentrekking der linker hartekamer, en die zich ook tot het in de haarvaten bevatte bloed voortplant. Bij elke zoodanige zamentrekking ontvangt het slagaderlijk bloed eenen stoot voorwaarts; natuurlijk moet daardoor ook telkens bloed in en door het haarvatennet worden gestuwd. — Maar evenzeer als het bloed in de haarvaten, is ook het bloed in de aderen aan de voortstuwende werking der linker hartekamer onderworpen; het zijn de zamentrekkingen dier kamer, welke niet alleen het bloed in de slagaderen,

maar ook in de haarvaten, en niet alleen in de haarvaten, maar ook in de aderen voortstuwen; die zamentrekkingen drijven, in één woord, de gansche bloedsomloop in den grooten bloedsomloop voort. Bij de aderen, vooral bij de holle aderen, komt hier evenwel nog eene andere beweeg-oorzaak in aanmerking. Immers, wanneer de regter hartboezem, na zich in de regter kamer van aderlijk bloed ontledigd te hebben, zich weder ontspant en zijne holte wijder wordt (evenals een fleschje van gom-elastiek na eene zamedrukking zijn vorigen vorm herneemt), dan is die holte natuurlijk op dit oogenblik luchtledig, en het aderlijk bloed stroomt er dus nu in, niet alleen wegens de drukking, die het van achteren ondervindt, maar bovendien omdat het door die ledige ruimte als 't ware opgezogen wordt. Neemt men een gom-elastiek fleschje, drukt men dit met de hand sterk zamen, en steekt men het zóó met den hals in eene kom met water, dan zal, wanneer men de drukking nalaat, en het fleschje zich nu weder uitzet, zijne thans wederom verwijde holte luchtledig zijn, en dadelijk door water worden ingenomen.

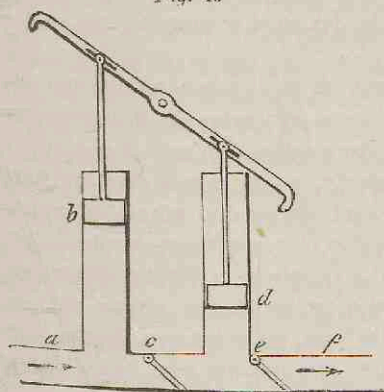
De lezer zal hebben opgemerkt, dat ik hier alleen over den *grooten* bloedsomloop heb gesproken; dat ik alleen heb aangetoond, hoe de beweging van het bloed, van de linker hartkamer af tot aan den regter hartboezem toe, geschiedt onder den invloed van de zamentrekkingen der linker kamer, en, gedeeltelijk, door de opzuiging van den regter boezem. De *kleine* bloedsomloop, die van de regter kamer door de longen heen naar den linker boezem gaat, geschiedt op gelijke wijze. Hier zijn het de zamentrekkingen der regter kamer, die het bloed door de longslagader, door de haarvaten der longen en door de long-aderen naar den linker hartboezem voortdrijven, waarbij dan ook door de ledige ruimte in dezen boezem het bloed der longaderen aangetrokken en opgezogen wordt.

Wat de snelheid van den bloedsomloop aangaat, dat is te zeggen, den tijd welken een bloeddeeltje besteedt om den grooten met den kleinen bloedsomloop te volbrongen, zoo kan men dien moeilijk met genoegzame juistheid bepalen. Gemiddeld kan men echter aannemen, dat daartoe de korte tijd van twee minuten voldoende is.

Vergelijkt men den grooten en den kleinen bloedsomloop met elkander, dan valt het in 't oog, dat het bloed bij den eersten veel verder moet voortgedreven worden dan bij den laatsten; bij den eersten toch moet het naar alle zelfs de verst van het hart verwijderde deelen des ligchaams gevoerd worden; bij den laatsten daarentegen slechts naar de longen, die met het hart in eene en dezelfde ligchaamsholte liggen. Daarom is het ook noodig, dat de kracht, die het bloed bij den grooten bloedsomloop voortstuwt, veel grooter zij dan die, van welke de voortdrijving des bloeds bij den kleinen bloedsomloop afhangt. Maar daarom zijn dan ook de spierwanden der linker hartkamer ongeveer driemaal dikker en steviger dan die der regter kamer, en kunnen zich dus met eene veel grootere kracht zamentrekken.

De beschrevene werking des harten kan zeer goed vergeleken worden met die van eene dubbele perspomp, fig. 43, welke zoo is ingerigt, dat de beide zuigers elkander in hunne werking afwisselen, en dus de eene nederdaalt, en het vocht, dat zich onder hem bevindt, wegdrukt, terwijl de andere oprijst

Fig. 43



en onder zich eene ledige ruimte open laat. Het vocht stroomt in de ruimte *a* (den boezem), die bij elke opwaartsche beweging van den zuiger *b* luchtledig wordt, waarop het water er in stroomt; nu daalt die zuiger naar beneden en perst het vocht zamen; dit kan wegens de gedurige toestrooming van nieuw vocht niet terug en moet dus de klep *c* openen, en in de ruimte tusschen de beide kleppen *c* en *e* (de kamer) treden. Maar naauwelijks is het daar, of de zuiger *d* daalt op zijne beurt naar beneden. Het water kan de klep *c* niet openen, en dus niet in de ruimte *a* terug treden, maar drijft nu de klep *e* voor zich uit en wordt met kracht naar buiten (in de slagaderen) *f* gedreven. Bij de daarop volgende oprijzing van den zuiger *d* wordt nu de ruimte tusschen *c* en *e* (de kamer) luchtledig; het water in *f* kan echter niet in haar terug, omdat het de klep *e* niet openen kan, en integendeel deze des te vaster sluit, hoe sterker het er tegen aan dringt; maar daarentegen heeft nu het op ditzelfde oogenblik door den zuiger *b* ineengeperste water tot die ruimte vrijen toegang.

Is het hart, door zijne zamentrekkingen, als de eigenlijke drijfveer van den bloedsomloop te beschouwen, de vaten moeten daarom niet aangemerkt worden als bloote pijpen of buizen, door welke het bloed slechts heenloopt, even als het door metalen buizen loopen zoude. Integendeel, ook de vaten, althans de slagaderen en aderen, dragen het hunne bij tot de voortgaande beweging des bloeds

Wij weten, dat de middenste rok der slagaderen uit veerkrachtig weefsel bestaat, alsmede uit eene laag spiervezelen. Telkens nu, wanneer er eene nieuwe golf bloed door de hartkamer in de slagaderen gestuwd wordt, wanneer de wanden der slagaderen den stoot ontvangen, die door die instuwing veroorzaakt wordt, verwijden zich die vaten en worden ruimer — iets, waar toe zij door hunne elasticiteit in staat zijn. Maar een gevolg van diezelfde elasticiteit der slagaderwanden, en van de zamentrekking der zich daarin bevindende spiervezelen is, dat die wanden zich, na voor den stoot der bloedgolf geweken te zijn, bij de daaropvolgende ontspanning der hartkamer ter-

stond weder zamentrekken en de slagader op nieuw vernauwen. Die verwijding en zamentrekking zijn wel zeer gering, maar toch moet de laatste noodzakelijk op de in die vaten bevatte bloedmassa invloed uitoefenen; zij drijft haar voort, en wel juist op dat oogenblik, waarop zij niet door de zamentrekkingen der hartekamer voortgestuwd wordt. En daarvan is het gevolg, dat het bloed in de slagaderen ook dan, en dus altijd onafgebroken en zonder tusschenpoozing blijft voortstroomen.

De sloot, welken het bloed in de slagaderen bij de zamentrekking der linker hartekamer ondergaat, en waarmede eene verlenging der slagaderen gepaard gaat, is de oorzaak van den *pols*, den aanslag, dien men gevoelt, wanneer men den vinger op eene slagader plaatst, vooral op zulk eene, die door weinig weke deelen bedekt en op een hard, beenig deel gelegen is, zocals de slaap-slagader en het onderste gedeelte der spaakbeen-slagader. Het spreekt van zelf, dat de polsslagen in alle slagaderen gelijktijdig (isochroon) met elkander en met de zamentrekkingen der hartekamer moeten zijn, en dat men daarom ook het getal zamentrekkingen, welke het hart binnen een' bepaalden tijd uitoeft (bladz. 103) afmeten kan naar het getal slagen, welke eene slagader binnen dien tijd maakt.

In de kleinere slagaderen neemt de polsslag in kracht af, en in de kleinste is zij niet meer te bespeuren. Dit hangt samen met het langzamer worden van den loop des bloeds, hoe verder het in de takverdelingen der slagaderen indringt. Dit langzamer worden hangt vooral dáárvan af, dat in het algemeen de snelheid, waarmede een vocht voortstroomt binnen een kanaal, afneemt naarmate dat kanaal wijder wordt. Nu zijn wel de takken, in welke zich eene slagader gedurende hare loop verdeelt, elke op zich zelve nauwer dan die slagader, — maar hunne ruimten zijn *te zamen genomen* veel grooter dan de ruimte van die slagader alleen. Derhalve komt het bloed, hoe verder het door de zich al gaande weg vertakkende slagaderen voortstroomt, ook in eene al grootere en grootere ruimte, — maar vloeit daarom dan ook des te langzamer.

De haarvaten schijnen zelve geen vooruitstuwend vermogen te bezitten; trouwens de fijnste haarvaten bezitten, gelijk wij zagen, geene andere wanden, dan een dun, enkelvoudig, doorschijnend vliesje. Evenwel vloeit het bloed in haar slechts weinig trager dan in de fijnste slagadertakjes; door de talrijke zamenmondingen in de haarvatennetten blijft hier de ruimte, waarin zich eene bepaalde hoeveelheid bloed beweegt, nagenoeg dezelfde.

Wat nu de aderen betreft, ofschoon deze minder veêrkrachtig zijn dan de slagadoren, en hare wanden geene spiervezelen bezitten, zoo is hare veêrkracht toch sterk genoeg, om althans eenigen invloed op de in haar bevatte bloedmassa te kunnen uitoefenen. De kracht, waarmede de hartekamer de gansche bloedmassa voortstuwt, is het hoofdmoment voor de beweging des bloeds in de aderen. Die kracht is evenwel reeds in de haarvaten in eene

meer gelijkmatige drukking veranderd, en, zooals wij weten, was de snelheid, waarmede zich het bloed voortbeweegt, reeds in de finere slagadortakken verminderd. Toch is de bloedsomloop in de aderen sneller dan in de haarvaten, vooreerst, omdat hier de elasticiteit der vaatwanden weder hare rol hanteert, deels omdat hier, ten opzichte van de ruimte der vaten, juist het omgekeerde plaats heeft, als in de slagaderen het geval was. Immers, de menigvuldige adersworteltjes, die uit het haarvatennet ontspringen, vereenigen zich tot aderen, deze tot groote aderen, tot aderstammen, enz.; de ruimte nu eener ader is altijd kleiner dan de som der ruimten harer wortels. Daardoor komt het in de aderen voortstroomende bloed al gaande weg in eene naauwere ruimte; iets, dat versnellend op den bloedstroom werken moet.

De aderen hebben dünnere, minder veerkrachtige wanden dan de slagaderen; zij kunnen niet zoo goed als deze aan nitwendige drukking wederstand bieden. Vooral daar, waar zij langs en tusschen spieren voortloopen, zijn zij zeer aan zamendrukking blootgesteld, daar de spieren zich bij hare zamentrekking verdikken en op de nevenliggende deelen drukken. Hierdoor zouden vaak belangrijke storingen in den bloedsomloop kunnen worden teweeg gebragt, daar ten gevolge van zoodanige drukking het in de aderen bevatte bloed naar de haarvaten zou kunnen teruggedreven worden; iets, dat door de geringe drukking van het uit de haarvaten in de aderen stroomende bloed niet verhinderd zou worden. Er heeft echter bij de aderen, die 't meest aan eene zoodanige zamendrukking zijn blootgesteld, eene inrigting

Fig. 44.



plaats, welke die zwaarigheid grootendeels uit den weg ruimt. Die aderen toch bezitten, gelijk reeds meermalen gezegd is, *klapvliezen*. In fig. 44 ziet men eene ader, die, benevens een' uit haar ontspringenden tak of wortel *c*, in de lengte is opengesneden en opengelegd. In *a* ziet men de openingen of uitmondningen van andere takjes of worteltjes, die echter zelve niet zichtbaar zijn. De klapvliezen *b b* zijn plooijen van den inwendigen rok der ader, en bezitten, gelijk duidelijk waarneembaar is, de gedaante van zakjes of taschjes met naar boven gekeerde openingen. In de afgebeelde ader liggen zij twee aan twee naast elkander, even als ook in den tak *c* bij *d*. Echter zijn zij ook wel enkel, zelden drievoudig. Wanneer men nu, in zijne gedachten, aan de ader haren natuurlijken vorm hergeeft, en te dien einde de beide zijdelingsche randen weder tot

elkander brengt, zoodat de ader weder eene huis vormt, dan zullen natuurlijk de nu naast elkander gelegene klapvliezen tegenover elkander komen te liggen. Verbeeldt men zich dan, dat er een stroom bloed van onderen op door die huis dringt tot in de tusschenruimte tusschen *b* en *b*, en dat men

nu de ader daar ter plaatse zamenknijpt, -- dan zal het bloed tusschen *b* en *b* of naar boven of naar beneden moeten ontwijken. Dringt het nu echter naar beneden, dan worden natuurlijk de taschjes der onderste klapvliezen daardoor vol bloed gedrukt; maar hoe sterker dit geschiedt, hoe sterker zij daardoor worden uitgezet, en hoe vastler en digter zij zich tegen elkander zullen sluiten, en daardoor aan het bloed den weg naar beneden versperren. Dringt het bloed daarentegen naar boven, dan drukt het tegen den bodem der bovenste klapvliezen aan, drijft zoodoende het bloed er uit, dringt ze plat tegen de wanden der ader, en baant zich alzoo gemakkelijk eenen weg tusschen hen door. Dientengevolge kan dan ook het bloed in eene met klapvliezen voorziene ader nimmer rugwaarts stroomen; en zelfs is eene voorbijgaande zamendrukking eener ader eerder geschikt om het daarin bevatte bloed voorwaarts te drijven, dan om belemmerend op den loop daarvan te werken -- De halvemaanswijze klapvliezen van het hart (bladz. 102) zijn op eene gelijksoortige wijze ingerigt als de klapvliezen der aderen, en hunne verrigting heeft op eene dergelijke wijze plaats.

Ook de water en chijlvaten, dit weten wij, bezitten zoodanige klapvliezen, welke hier ter bevordering van den voorwaartschen loop der lympha en der chijl van des te meer belang zijn, omdat hier geen ander voortstuwend vermogen werkt dan de aandrang, veroorzaakt door de gedurige opslorping van nieuw vocht in de worteltjes dier vaten.

Wij weten, dat al het bloed, gedurende zijnen geheelen omloop, door twee op zich zelf staande haarvatennetten stroomt, te weten bij den grooten bloedsomloop door het haarvatennet, dat aan alle lichaamsdeelen eigen is, en waarin het slagaderlijke in aderlijk bloed veranderd wordt, -- en bij den kleinen door dat haarvatennet der longen, waarin de verandering van het aderlijk in slagaderlijk bloed plaats heeft. Wij zullen nu onderzoeken, wat er met het bloed in beide die haarvatennetten geschiedt, en wel in de eerste plaats, welke de veranderingen zijn, die het in het haarvatennet der longen ondergaat onder den invloed der *ademhaling*.

V. HOOFDSTUK.

De Ademhaling.

De organen der ademhaling zijn de longen, met de daaraan verbondene luchtpijp en het strottenhoofd. -- Wij zullen later uitvoeriger over het strottenhoofd moeten spreken, wanneer wij zullen handelen over de stem en

de spraak. Thans merk ik daarover alleen aan, dat het *strottenhoofd*, dat in fig. 33 a zich aan het bovenste gedeelte van den hals vertoont, en in fig. 48 a duidelijker voorgesteld wordt, eene korte, maar naar evenredigheid breede

Fig 45.



buis is, eene soort van doosje, hetwelk (zie fig. 46 d e) als het boveinde van de luchtpijp kan worden aangemerkt, en waarvan de wanden uit verscheidene kraakbeenderen bestaan. Fig. 45 levert overigens van dit deel eene afbeelding, van de linker zijde gezien, gelijk fig. 46 het insgelijks van de regter zijde voorstelt. — De holte van het strottenhoofd heeft van boven door eene spleet, de *stemspleet*, gemeenschap met de keelholte, en daardoor met de mond- en neusholten. Boven die spleet bevindt zich het *strotklepje*, waarvan ik reeds op bladz. 63 gewaagde.

De *luchtpijp* (zie fig. 33 b, fig. 46 g, fig. 47 a en fig. 48 b) is eene buis, die onder aan het strottenhoofd begint, langs het voorste gedeelte van den hals nederdaalt, waar zij, even als ook het strottenhoofd, onmiddellijk onder de huid te voelen is, — en vervolgens, in de borstholte gekomen, zich op

Fig. 46

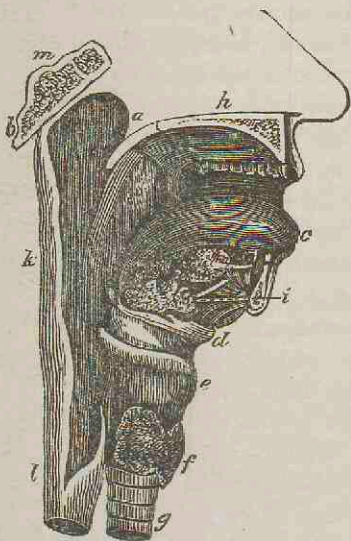
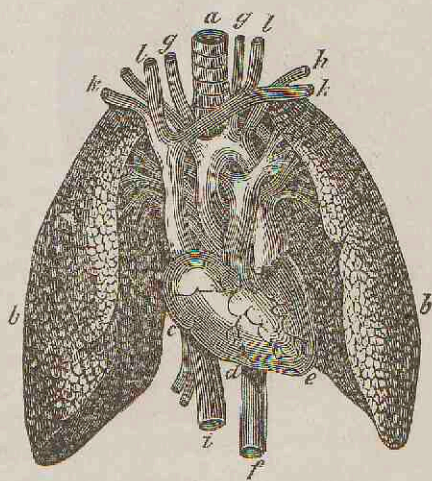


Fig 47.

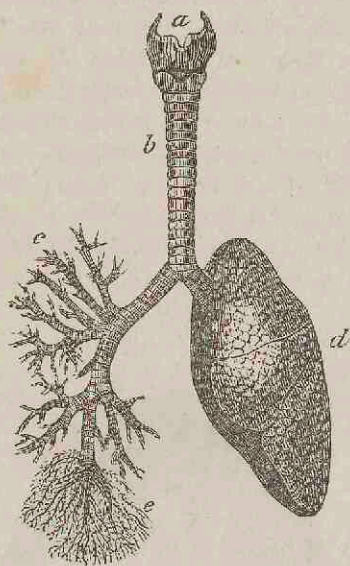


de hoogte van den tweeden of derden rugwervel in twee takken splitst, die den naam van *longpijpen* dragen. Die splitsing der luchtpijp is in fig. 48 te zien. De eene luchtpijp gaat nu naar de regter, de andere naar de linker long. Elke verdeelt zich in hare long in takken, die zich wederom bij herhaling gaffelvormig in ontelbare fijnere takjes verdeelen, welke zich door het geheele weefsel der long verspreiden, en van dat weefsel een der voor-

naamste zamenstellende deelen uitmaken, zooals wij straks zien zullen. Fig. 48 stelt deze verdeling der takken van de regter longpijp in de regter long voor. Duidelijkheidshalve zijn daar in *c* de fijnste takjes weggesneden en alleen de dikkere overgelaten; bij *e* daarentegen is een bundel van die takjes, waarin de longpijptakken ten laatste eindigen, bewaard gebleven.

De luchtpijp bestaat uit 16 a 20 boven elkander geplaatste kraakbeenige

Fig. 48.



ringen, die evenwel elkander niet raken; de tussenruimten tusschen elke twee ringen worden door vezelige banden gevuld. Elke ring omvat de luchtpijp niet geheel, daar hij aan de achterzijde niet volkomen gesloten is; met andere woorden, de luchtpijpsringen zijn geene volkomene ringen, maar C-vormige strooken, en de luchtpijp is dien ten gevolge niet volkomen rond, maar aan de achterzijde, waar zij aan den slokdarm paalt, plat. Die platte, van kraakbeen verstokene achterwand der luchtpijp, wordt gevormd door digt bindweefsel en dwarse spiervezelen. Van binnen is de luchtpijp bekleed met eene laag elastieke vezels, die met een slijmvlies bedekt is, dat even als dat van den slokdarm (bladz. 38) met het slijmvlies van mond- en neusholte zamenhangt.

Het zamenstel der longpijpen is hetzelfde als dat der luchtpijp; de regter luchtpijp bezit 6 tot 8, de linker 9 tot 12 onvolkomene kraakbeenige ringen. Wat de longpijptakken betreft, ook deze bezitten kraakbeenige ringen, welke echter al gaande weg verdwijnen, hoe fijner de takverdelingen worden, zoodat eindelijk de uiterste takjes alleen bestaan uit een dun slijmvlies, van buiten met langwerpige loopende veerkrachtige vezelen en kringvormige loopende spiervezelen omgeven.

Fig. 49.



De uiterste einden der kleine longpijptakjes eindigen ten laatste blind in onregelmatig ronde blaasjes of zakjes (fig. 49), *longblaasjes* geheeten. Hoe klein deze zijn, kan men opmaken uit de omstandigheid, dat het voorwerp in deze figuur vijftigmaal vergroot is afgebeeld.

Het weefsel nu der longen bestaat vooral en in de eerste plaats uit de longpijptakjes met hunne dicht aan elkander gedrongen blaasjes, dat is, uit de luchtvaten der longen met hunne blinde uiteinden, gelijk men ze ook noemen

kan. Verder loopen langs die luchtvaten de dunne takverdeelingen der longslagader, die het haarvatennet der longen vormen, dat zich tusschen en in de wanden der longblaasjes verspreidt. — De takjes der longpijp-slagader — dat is, die slagader, welke (zie bladz. 99) aan de voeding der longen dienstbaar is, — vormen daarnevens een tweede haarvatennet, hetgeen met dat der long-slagader door tusschentakjes gemeenschap heeft. — Voegt men hier nu nog bij een aantal watervaten en zenuwen, en denkt men zich dat alles door bloedweefsel tot één geheel verbonden, dan kan men zich van het inwendig zamenstel der longen eenig denkbeeld vormen.

Van den uitwendigen vorm der longen en van de ligging dier organen leveren fig. 33 *cc*, fig. 47 *bb* en eindelijk fig. 48 *d* een overzicht. Zij zijn van onderen breed en eindigen van boven in eene stompe punt, terwijl de buitenste, naar de ribben gekkeerde zijde het gewelfd is. Elke long is door inkervingen in zoogenaamde *kwabben* verdeeld, waarvan de rechter drie, de linker twee bezit. De lucht- en bloedvaten treden aan de binnenste holle zijde in de long, en vormen met elkander eenen bundel, die in fig. 47 duidelijk aan beide longen achter de groote uit het hart ontspringende bloedvaten, zichtbaar is, en die men den *steel* der longen noemt, omdat de long daaraan vast zit, even als eene vrucht aan haren steel. De kleur der longen is donkerblauw, en op het gevoel zijn zij week en sponsachtig, welk laatste afhangt van de ontelbare menigte longblaasjes, die het grootste gedeelte van haar weefsel uitmaken. Van buiten zijn zij geheel omgeven met een weivlies, hetwelk een verlengsel van het borstvlies is. Daar de longen de borstholte vullen, zoo zijn het weivlies der longen en het borstvlies, dat de wanden der borstholte bekleedt, in gedurige onderlinge aanraking, en alleen van elkander afgescheiden door het weivocht, dat door beide vliezen aanhoudend wordt afgescheiden.

Het donkergekleurde aderlijke bloed stroomt, zooals wij hebben gezien, uit de rechter hartkamer door de long-slagader in het haarvatennet der longen, dat door de fijnste takverdeelingen der genoemde slagader wordt gevormd. In dat haarvatennet nu ondergaat het eene verandering, ten gevolge waarvan het als helder rood, slagaderlijk bloed weder uit dat haarvatennet stroomt, om nu door de long-aderen naar de linker holten van het hart, en uit deze door de slagaderen naar alle deelen des ligchaams gevoerd te worden.

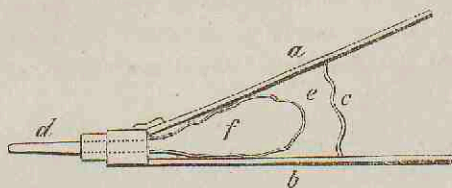
Deze verandering geschiedt ten gevolge eener wederzijdsche inwerking van de dampkringslucht en het bloed op elkander. Ten einde deze inwerking mogelijk te maken, moeten de dampkringslucht en het bloed met elkander in aanraking worden gebracht. De verrigting nu, door welke dit geschiedt, is de *ademhaling*.

De ademhaling bestaat: 1. in het indringen der lucht door de luchtwegen (neus of mond, strottenhoofd, luchtpijp, enz.) in de longblaasjes: 2. in de daarop volgende uitdrijving der lucht langs denzelfden weg, waardoor zij was binnengekomen. Het eerste is de *inademing*, het tweede de *uitademing*.

Eene der opmerkelijkste eigenschappen van de lucht en alle luchtvormige vloeistoffen of gassen is hare *veerkracht* of haar *uitzettingsvermogen*, ten gevolge waarvan hare atomen of kleinste deeltjes zich altijd hoe langer zoo meer van elkander trachten te verwijderen. De onderlinge aantrekking toch dier atomen is bij de luchtvormige vloeistoffen zeer gering, en wordt, in gewone omstandigheden, altijd overtroffen door het uitzettend vermogen der warmte. Het gevolg daarvan is, dat de lucht en andere gassen altijd trachten zich uit te zetten, eene immer grootere ruimte in te nemen. Daarom, en door haar gewigt dringt de lucht dan ook altijd in elke voor haar toegankelijke plaats binnen, zoo die plaats *ledig*, dat is, niet met lucht of andere stoffen gevuld is, of ook wanneer die plaats met eene kleinere hoeveelheid lucht is gevuld, dan die, welke in eene even groote ruimte daarbuiten is bevat; met andere woorden, als de *spanning* der lucht daarbinnen geringer is dan die daarbuiten. Natuurlijk geschiedt dat indringen met des te meer kracht, dus met des te grootere snelheid, naarmate dit verschil in spanning grooter is. Voor verdere bijzonderheden aangaande deze verschijnselen verwijs ik naar de leerboeken der Natuurkunde.

Fig. 50 stelt voor de doorsnede van eenen blaasbalg, die evenwel in twee

Fig. 50.



opzigten van den gewonen verschilt. Want vooreerst bezit hij geene met eene klep voorzien opening in een der bladen, en zijne inwendige ruimte *e*, die door de bladen *ab*, het leër *c*, en de hier natuur-

lijk niet zichtbare lederen zijwanden omsloten is, heeft dus slechts door de pijp *d* met de buitenlucht gemeenschap, of liever, zoude daarmede gemeenschap hebben, zoo niet, ten tweede, die pijp eigenlijk niet in de ruimte *e* zelve, maar in eene blaas *f* uittiep, die aan de binnen-opening dier pijp zóó naauwkeurig verbonden is, dat de buitenlucht wel in *f*, maar niet in *e* dringen kan. De ruimte binnen de blaas is, wanneer deze blaasbalg geopend is, natuurlijk vol lucht; de ruimte *e* van den blaasbalg zelve is daarentegen luchtledig, ten minste in vergelijking met de blaas. Indien men nu den blaasbalg sluit, dat is, de bladen *a* en *b* tegen elkander brengt, dan vernietigt men de luchtledige ruimte *e* van den blaasbalg, maar tevens ook de ruimte *f* van de blaas, dewijl deze laatste dan natuurlijk plat gedrukt, en de lucht er zoodoende uitgedreven wordt. Opent men nu den blaasbalg weder, door de

bladen van elkander te verwijderen, dan ontstaat er weder eene betrekkelijk luchtledige ruimte *e*, tusschen de bladen en de leëren wanden des blaasbalgs, de buitenlucht, aan hare uitzettingskracht gehoor gevende, dringt met kracht door de pijp *d* naar binnen, om die ledige ruimte aan te vullen, maar kan slechts in de blaas *f* treden en deze daardoor uitzetten.

Dit is eene eenvoudige voorstelling van hetgeen er bij de uit- en inademing geschiedt. De borstholte, van alle zijden door beenderen en spieren gesloten, is luchtledig, even als de ruimte binnen den blaasbalg. In de borstholte liggen de longen, wier blaasjes door de luchtpijp met de buitenlucht gemeenschap hebben, even als de blaas *f* door middel der pijp *d*. Maar even als nu de blaasbalg gesloten en geopend, en hare inwendige ruimte daardoor vernauwd en verwijd kan worden, zoo zijn ook de wanden der borstholte zóó ingerigt, dat zij die holte nauwer en wijder kunnen maken. Trekken de wanden zich zamen, dan wordt de ledige ruimte binnen de borstholte vernauwd, en de longen zamengedrukt, zoodat de lucht, die zich in de longblaasjes bevindt, voor een groot deel door de luchtpijp heen daaruit gedreven wordt. Zotten de borstwand zich daarop weder uit, dan ontstaat er eene luchtledige ruimte in de borstholte, even als in den blaasbalg bij het vaneentrekken der bladen; de buitenlucht tracht deze luchtledige ruimte aan te vullen, dringt ten dien einde door de luchtpijp in de longblaasjes, en zet deze uit.

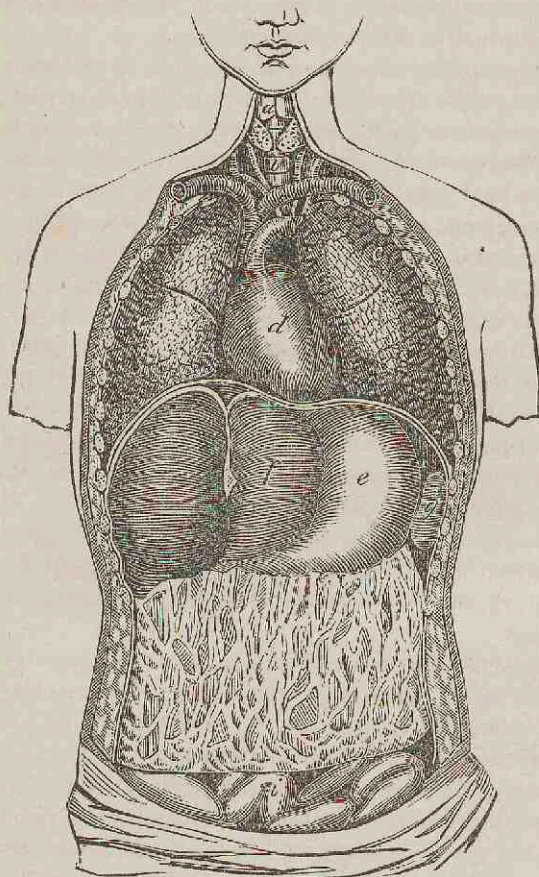
Laat ons dit mechanisme der ademhaling eenigzins naauwkeuriger beschouwen, en beginnen wij met de *inademing*, de intreding der lucht in de longen.

De verwijding der borstholte, waarvan de uitzetting der longblaasjes en dus de inademing het gevolg is, geschiedt vooral door de zamentrekking van het middenrif, het spierachtig middenschot, dat, gelijk wij weten, de borst- en buikholte van elkander scheidt. Het middenrif, — dat men den vloer der borstholte en de zoldering der buikholte zou kunnen noemen, — is in zijnen staat van rust of verslapping niet vlak uitgespannen, maar vormt (zie fig. 31) eene soort van gewelf, waarvan de bolle zijde naar boven gekeerd is en dus in de borstholte uitpuilt. Trekt nu het middenrif zich van alle zijden zamen — en dit geschiedt bij elke inademing — dan wordt het daardoor afgeplat en zijne welving verminderd; — maar daarvan is dan ook het noodzakelijk gevolg, dat de borstholte ruimer wordt, en de buikgewanden eenigzins naar beneden worden gedrukt. De opzetting van den buik, die bij elke inademing duidelijk waar te nemen is, is het gevolg van die drukking op de buikgewanden.

De borstholte wordt evenwel ook nog meer verwijd, doordien andere spieren, die aan de ribben bevestigd zijn, deze beenderen bij de inademing een weinig opligten en tevens eenigzins doen kantelen, zóó, dat de onderrand van elke rib een weinig naar buiten gekeerd wordt. Dit doen vooral de

tusschenribsspieren, welke liggen in de ruimten, die zich tusschen elke twee ribben bevinden, en aan de randen dier beenderen vastgehecht zijn.

Fig. 51.



Door deze werking van het middenrif en van de aan de ribben vastgehechte spieren wordt de borst van alle zijden uitgezet; hare inwendige luchtleedige holte wordt ruimer; de nog in de longen aanwezige lucht zet zich uit; de buitenlucht, insgelijks gehoor gevende aan haar nimmer zich verfoochenend uitzettingsvermogen, zoekt de alzoo ontstane ruimte in te nemen, treedt te dien einde door de luchtpijp binnen de longblaasjes, — en de inademing is volbragt.

Dadelijk, nadat dit geschied is, heeft de uitademing plaats.

Het middenrif en de andere bij de inademing werkzame spieren houden op zich zamen te trekken. De ribben worden nu door de tusschenribsspieren, die thans — hoe, zullen wij later zien, — in tegenovergestelden zin werken, naar beneden getrokken. Te gelijker tijd trekken zich ook de spieren, welke de wanden der buikholte vormen en zich aan het benedondeel der borst vasthechten, te zamen, en dringen de buiksingewanden naar boven tegen het zich nu ontspannende middenrif aan. Zodoende wordt nu de borstholte vernauwd, de uitgezette longen worden alzoo zamengedrukt, en daardoor wordt de lucht, die in de longblaasjes bevat was, langs denzelfden weg naar buiten gedreven, langs welken zij naar binnen was gekomen. — Ook de elasticiteit van

de wanden der luchtpijptakjes en longblaasjes, welke, na de ondergane uitzetting bij de inademing, zich vervolgens weder trachten zamen te trekken, moet geacht worden tot de uitademing mede te werken.

Bij eene bedaarde en langzame ademhaling zijn, behalve het middenrif, zeer weinige spieren werkzaam; bij hevige ademhalings-bewegingen werken veel meer spieren mede. — De ademhaling heeft doorgaans plaats zonder dat wij er om denken, en derhalve zonder dat onze wil daarop eenigen invloed uitoefent. Het staat echter in onze magt haar te versnellen of te vertragen, ja zelfs haar voor eenen korten tijd te doen ophouden. Zij is derhalve meer aan onzen wil ondergeschikt, dan de zamentrekkingen van het hart, of die der maag en der darmen, aan welke wij niets kunnen toc- of afdoen. Lang kunnen wij echter de ademhaling niet doen stil staan; een als spoedig ontstaand gevoel van benaauwdheid en stikking dwingt ons aldra, om haar ongestoord haren gang te laten gaan.

De eigenlijke weg, waardoor de lucht bij de ademhaling naar binnen en naar buiten dringen moet, is de neusholte. Men weet echter, dat de ademhaling even goed door de mondholte geschieden kan. En gelukkig, dat dit zoo is. De neusholte toch raakt ligtelijk verstopt, en in dat geval zoude de mensch noodzakelijk moeten stikken, indien er nog niet een andere weg voor de ademhaling openstond.

De ademhaling is langzamer dan de beweging van het hart. Gemiddeld hebben er bij een volwassen mensch in eene minuut 18 ademhalingen plaats, dus ongeveer eene ademhaling op vier polsslagen. De inademing duurt iets langer dan de uitademing.

De hoeveelheid lucht, welke een volwassen mensch bij elke rustige ademhaling in- en uitademt, kan gerekend worden gemiddeld 18 à 20 kub. duimen Rijnl. of 320 a 360 kub. centimeters te bedragen. Deze hoeveelheid is grooter of kleiner naar mate van den ouderdom, de grootte van het voorwerp, den toestand zijner krachten en verdere omstandigheden. De longen kunnen echter veel meer lucht bevatten, hetgeen door proeven, bij zeer diepe inaderingen gedaan, bewezen is, doch ook reeds dáaruit voldoende blijkt, dat de longen bij elke uitademing bij lange na niet geheel van lucht worden ontleedigd, maar er altijd eene groote hoeveelheid (omstreeks 100 kub. duimen of 1780 kub. centimeters) in blijft, welke men dus, wanneer men weten wil, hoeveel lucht er in de longen bevat kan worden, bij de gememde 18 à 20 kub. duimen tellen moet.

Wanneer men het oor legt op de borst van een' anderen persoon, dan hoort men bij elke in- en uitademing een geruisch, het *ademhalingsgeruisch*, hetwelk voortgebragt wordt door het in- en uitstroomen der lucht in en uit de longblaasjes. Het geruisch bij de uitademing is korter dan dat, wat bij de inademing wordt waargenomen.

Bij de ademhaling kunnen eenige veranderingen en stoornissen plaats grij-

gen, die ik hier kortelijk vermelden moet. — Het *geeuwen* is eene diepe en langdurige inademing met wijd geopenden mond, met eene daarop volgende lange uitademing. — De *hik* is eene uiterst snelle en korte, de uitademing afbrekende inademing, waarbij de stemspleet en het middenrif stuipachtig worden zamen getrokken. — Het *hoesten* bestaat in krampachtige en stootsgewijze uitademingen door den mond. — Het *niesen* is eene stootsgewijze, geluidgevende inademing door den neus, voorafgegaan door eene lange en diepe inademing, vergezeld van eene krampachtige beweging van het middenrif, waarbij tevens de lucht door de zamentrekking der achterste gehemeltebogen zoolang teruggehouden wordt, tot zij eindelijk met geweld naar buiten uitbarst. — Bij het *lagchen* wordt de inademing door suel op elkander volgende uitademingen afgebroken; — bij het *weenen* daarentegen wordt de uitademing tegengehouden door hevige krampachtige inademingen.

De lucht, die den dampkring onzer aarde vormt, en door ons onophoudelijk wordt ingeademd, bestaat uit twee luchtvormige vloeistoffen of gassen, *zuurstof* en *stikstof*, welke in die evenredigheid met elkander vermengd zijn, dat op 100 kub. duimen zuurstof ten naastenbij 21 kub. duimen zuurstof en 79 stikstof komen, — eene verhouding, die op enkele zeer geringe afwisselingen na, overal en altijd dezelfde is. Dewijl de zuurstof zwaarder is dan de stikstof, zoo verandert de genoemde evenredigheid, wanneer men die niet naar den omvang (het volume), maar naar het gewigt bepaalt. Naar het volume bevatten 100 deelen lucht 21 deelen zuurstof en 79 deelen stikstof, gelijk wij zagen; doch naar het gewigt zijn in 100 deelen lucht 23 deelen zuurstof en 77 stikstof.

Dit is de samenstelling van de dampkringslucht zelve. Bovendien treft men er nog kleine en zeer veranderlijke hoeveelheden *waterdamp* en *koolzuur* in aan; de hoeveelheid van het laatste wisselt af van 0,0003 tot 1,0 procent.

Dit alles geldt de dampkringslucht, vóór en terwijl zij *ingeademd* wordt. Indien men echter de weder *uitgeademde* lucht onderzoekt, dan bevindt men, dat zij in de longen eene verandering ondergaan heeft, dat hare menging niet meer die is, welke zij voor de inademing bezat. Immers, zij bevat nu op 100 deelen ook wel 79 deelen stikstof (volgens sommigen iets meer), maar slechts ruim 16 deelen zuurstof, zoodat in de uitgeademde lucht 3 deelen zuurstof minder gevonden worden, dan zij bezat, voor zij werd ingeademd. — En toch wordt er evenveel lucht uitgeademd, als er ingeademd was; want in plaats van de verdwene 3 deelen zuurstof vindt men er 3 deelen koolzuurgas in, en bovendien nog eene aanmerkelijke, maar zeer veranderlijke hoeveelheid waterdamp.

Ik kan hier niet treden in eene ontwikkeling van de wijze, waarop men

zich van die veranderingen en van de hoeveelheid der elkander vervangende gassen verzekerd heeft; — maar toch kan ik een middel aan de hand geven, waardoor men zich op eene gemakkelijke wijze overtuigen kan van het aanwezig van koolzuur en waterdamp in de uitgedemde lucht. Men neme tot het eerste een glas vol kalkwater, d. i. water, waarin gewone kalk (calcium-oxyde) is opgelost. Blaast men nu door middel van eenen blaasbalg dampkringslucht daarin, dan zal men natuurlijk die lucht door het water zien heenborrelen, maar overigens zal men daarin geene verandering bespeuren, dan misschien, doch niet eens altijd, eene ligte troebelwording. Indien men daarentegen met den mond door eenen pijpsteel of door een ander dergelijk huisje in datzelfde kalkwater blaast, en er zoodoende de lucht inblaast, die men uitademt, dan zal men het vocht geheel troebel zien worden, en eindelijk zal er op den bodem van het glas een wit bezinksel worden gezien, dat niet meer, zoo als de levende kalk, in water oplosbaar is. Dit bewijst, dat de uitgedemde lucht eigenschappen bezit, welke aan de dampkringslucht, althans in die mate, vreemd zijn; — en daar nu het bezinksel, bij nader scheikundig onderzoek, *koolzure kalk* blijkt te zijn, d. i. eene verbinding van koolzuur met calcium-oxyde of levenden kalk, zoo is het duidelijk, dat de uitgedemde lucht koolzuur moet bevatten, welke zich dan bij het inblazen in het kalkwater met het daarin opgeloste calcium-oxyde verbindt — Dat er ook bij het inblazen van gewone dampkringslucht eenige, ofschoon veel mindere, troebelheid ontstaat, hangt af van de geringe hoeveelheid koolzuur, die, zoo als ik zoo even deed opmerken, altijd in de dampkringslucht aanwezig is.

Nog veel gemakkelijker kan men zich van het aanwezig van waterdamp in de uitgedemde lucht overtuigen. Bij koud weêr kan men dien bij elke uitademing duidelijk uit neus of mond zien uitstroomen, — en zoo men tegen een spiegel of eenig ander glad en koud ligchaam ademt, dan zal men dien waterdamp, door de onttrekking van warmte verdigt, dadelijk de oppervlakte dier voorwerpen als een wasem, of in den vorm van droppels, zien bedekken.

Doch niet slechts de lucht, die men inademt, ook het bloed, dat door het haarvatennet der longen heenstroomt, en daar, gelijk wij zien zullen, met die lucht in aanraking komt, ondergaat gedurende de adembating veranderingen. Ik heb het reeds meermalen herhaald: het bloed stroomt als donkerrood, tot voeding nog ongeschikt, aderlijk bloed in de longen, en komt er weder uit als helderrood, slagaderlijk bloed, dat nu geschikt geworden is om aan de stofwisseling in alle deelen des ligchaams dienstbaar te zijn.

Nu is de vraag: hoe ontstaan die veranderingen in de lucht en in het bloed, en welk verband bestaat daartusschen?

Men heeft bevonden, dat het bloed, zoowel het slagaderlijke als het aderlijke, gassen opgelost houdt, gelijk ik vroeger, op bladz. 87. reeds aanmerkte. Die gassen zijn: zuurstof, stikstof en koolzuur. Zij zijn, volgens sommigen,

geheel vrij in het bloed aanwezig; volgens anderen zou al de zuurstof met de bloedigchaampjes verbonden zijn, terwijl het koolzuur, met de in het bloedplasma voorhandene koolzure soda, dubbel koolzure soda zou vormen; welk zout, wanneer het met andere gassen in aanraking komt, de heft van het koolzuur, dat het bevat, loslaat en daardoor weder enkel koolzure soda wordt. — Hoe dit echter ook zijn moge, dit staat vast, dat er in het bloed koolzuur voorhanden is, en dat bij elke adembaling een gedeelte daarvan door de longen naar buiten ontwijkt, hetgeen dan in de uitgeademde lucht teruggevonden wordt.

Maar waar blijven nu de 5 deelen zuurstof, die bij elke adembaling uit de ingeademde lucht verloren gaan en door de uitgeademde 5 deelen koolzuur vervangen worden? Wanneer men in het oog houdt, dat in het slagaderlijk bloed veel meer zuurstof aanwezig is dan in het aderlijke, dan moet men als van zelf tot het besluit worden gevoerd, dat die 5 deelen zuurstof opgenomen worden in het bloed, hetwelk in de longen door den invloed der adembaling van aderlijk in slagaderlijk bloed veranderd wordt. En men zal nog meer in dat gevoelen versterkt worden, wanneer men zijne aandacht vestigt op de verandering, die zuurstof in donker aderlijk bloed vermogen te weeg te brengen. Immers, indien men zulk bloed stort in eene flesch, die met zuurstof gevuld is, en dan die flesch enige oogenblikken schudt, om zoodoende de zuurstof goed met het donkerroode bloed te vermengen, dan zal dit laatste dadelijk eene helderroode kleur aannemen. Zoo bezit ook de oppervlakte van den bloedkoek in het gestolde aderlijke bloed (bladz. 88), als die koek eenigen tijd in de lucht gestaan heeft, eene roode kleur, ten gevolge van de inwerking van de zuurstof der dampkringslucht. Snijdt men dien koek door, dan ontdekt men, dat hij niettemin van binnen donker, bijna zwart is; natuurlijk, omdat de lucht niet tot binnen in den koek heeft kunnen doordringen. Laat men nu echter de gemaakte doorsneden eenigen tijd met de lucht in aanraking, dan zullen zij insgelijks rood worden. Hetgeen nu buiten het ligchaam in het uit eene ader getapte bloed plaats vindt, geschiedt ook in het aderlijke bloed, dat door de haarvaten der longen stroomt. Het bloed neemt zuurstof in zich op — te weten de 5 deelen zuurstof, die men in de uitgeademde lucht niet meer terug vindt en in wier plaats men 5 deelen koolzuur aantreft; en door die zuurstof, die zich gedeeltelijk met het bloedrood (bladz. 50) verbindt, verkrijgt het bloed de helderroode kleur, die het van nu af als slagaderlijk bloed kenmerkt.

Er heeft dus bij de adembaling eene omwisseling tusschen de zuurstof der lucht en het koolzuur des bloeds plaats. Hoe geschiedt deze omwisseling, ten gevolge waarvan het bloed zuurstof opneemt en koolzuur verliest, de lucht daarentegen koolzuur opneemt en zuurstof kwijt raakt? — Wij zagen op bladz. 78, dat wanneer twee vloeistoffen, namelijk twee *verschillende* vloeis-

stoffen, met elkander in aanraking komen, zij elkander wederzijds doordringen, zoolang, totdat zij een in alle opzigten gelijkvormig mengsel uitmaken. Wij hebben deze eigenschap toen alleen beschouwd met betrekking tot de dropvormige vloeistoffen; maar die eigenschap geldt evenzeer van de luchtvormige, van de gassen. Indien twee ongelijksoortige gassen, waterstof b. v. en zuurstof, of zuurstof en koolzuur, of welke men wil, met elkander in aanraking komen, dan blijven zij niet van elkander afgescheiden, maar — en dit is eene standvastige wet — na korten tijd bevindt men, dat zij zich volkomen met elkander vermengd hebben. Door de volgende proef wordt die eigenschap — die men de *diffusie der luchtsoorten* of *gassen* noemt, — zeer schoon in het licht gesteld.

Men neme twee glazen, hooge Bierglazen b. v., waarvan het eene gevuld is met waterstof, het andere met koolzuur, zette het laatste op de tafel, en plaatse er het eerste omgekeerd boven op. De waterstof bevindt zich alzoo boven het koolzuur, en daar het eerste het lichtste, het koolzuur daarentegen het zwaarste van alle luchtsoorten is, zoo zoude men denken, dat nu beide luchtsoorten volkomen in dien stand zouden moeten blijven, dat is, de waterstof boven en het koolzuur beneden. Intusschen, wanneer men de beide glazen eenen korten tijd alzoo laat staan, en daarna den inhoud onderzoekt, dan vindt men in beide een gelijkvormig mengsel van waterstof en koolzuur. Zoo sterk is derhalve de neiging der luchtsoorten om elkander te doordringen, — zich in elkander te *diffunderen* — dat de ligte waterstof nederdaalt en het zware koolzuur opklimt, om aan die neiging te voldoen.

Dat deze diffusie ook plaats heeft tusschen luchtsoorten, die niet op zich zelve staan, maar beide in een vocht opgelost zijn, is niet moeilijk te begrijpen. Is een gas in water opgelost, en neemt datzelfde water dan nog eene zekere hoeveelheid op van een ander gas, dan zal, ten gevolge der diffusie, de gansche watermassa ook al spoedig een mengsel van beide luchtsoorten bevatten. — Maar stellen wij nu het geval, dat het water met een gas, b. v. koolzuur, *verzadigd* is, dat is, zóó veel koolzuur opgelost houdt, dat het volstrekt geen gas meer oplossen kan, en dat dit water nu in aanraking gebragt wordt met eene andere luchtsoort, met zuurstof b. v., — wat zal er dan geschieden? Ook dan zal de diffusie plaats grijpen: — maar, daar het water niet meer gas bevatten kan, dan het reeds werkelijk bevat, zoo zal de diffusie gedeeltelijk binnen, gedeeltelijk buiten het water geschieden: een gedeelte zuurstof zal in het water treden en zich in het daarin bevatte koolzuur diffunderen, en even zoo veel koolzuur zal het water verlaten en zich vermengen met de zuurstof.

Wij zagen verder ook, dat, wanneer twee ongelijksoortige vochten door eenen porenzen tusschenwand gescheiden zijn, de wederzijdsche doordringing toch plaats heeft, door de poriën van dien tusschenwand heen. Ook dit heeft plaats bij twee verschillende luchtsoorten, die door een' porenzen tusschen-

wand van elkander zijn gescheiden; beide luchtsoorten stroomen naar elkander over en vermengen zich aan beide zijden van den tusschenwand met elkander. Wanneer eene blaas vol waterstof nedergelegd of opgehangen wordt in eene ruimte, die met dampkringslucht gevuld is, dan zal na eenigen tijd buiten en binnen de blaas zich een gelijkvormig mengsel van dampkringslucht en waterstof bevinden. Plaatst men eene blaas, gevuld met koolzuurhoudend water, onder eene klok, die vol waterstof, zuurstof of stikstof is, dan zal een gedeelte van het koolzuur het water verlaten en daarna in de klok terug gevonden worden, terwijl een gedeelte van het gas uit de klok in het water zal opgelost zijn.

Wanneer men nu dit alles in het oog houdt, dan is het niet moeilijk de bij de adembaling plaats hebbende omwisseling tusschen de zuurstof der lucht en het koolzuur des bloeds te verklaren. Het bloed is met gas verzadigd, vooral met koolzuur. In de haarvaten der longen komt dat bloed wel niet in onmiddellijke aanraking met de lucht, die in de longblaasjes bevat is, maar het is van deze toch slechts gescheiden door een' zeer dunnen, poreuzen tusschenwand, te weten den dunnen, enkelvoudigen rok der haarvaten (bladz. 93), en het insgelijks zeer dunne omkleedsel der longblaasjes (bladz. 110). Door de poriën dier dunne vliezen heen, treden 3 deelen zuurstof der in de longblaasjes aanwezige lucht in het bloed, en diffunderen zich daarin; doch, daar het bloed reeds met gas verzadigd was, treden er ook 3 deelen koolzuur uit het bloed, en diffunderen zich, almede door de vliezen heen, in de lucht, die in de longblaasjes bevat is.

Ten gevolge van de wet van de diffusie der gassen — over welke wet ik hier niet kan uitweiden, maar die met de verschillende digtheid der gassen in verband staat, — zou het volume der zuurstof, die in het bloed overgaat, een weinig grooter moeten zijn, dan het uit het bloed tredende koolzuur. Men heeft dan ook bevonden, dat dit laatste bij de adembaling werkelijk plaats heeft, en men gevoelt ligtelijk, dat dit eene opmerkelijke bevestiging is van de stelling, dat de bij de adembaling plaats hebbende omwisseling van zuurstof en koolzuur geschiedt krachtens de eigenschap der gassen om zich in elkander te diffunderen.

Het ontstaan van den waterdamp, die met de lucht wordt uitgedemd, zocht men wel eens te verklaren door de veronderstelling, dat het water, waarmede die damp bestaat, gevormd zou worden in de longen, en wel uit eene scheikundige verbinding van een gedeelte der zuurstof van de ingeademde lucht met eene hoeveelheid waterstofgas, welke uit het bloed zou worden afgescheiden. Water toch bestaat uit eene verbinding van waterstof met zuurstof. Zulk eene afscheiding van waterstof uit het bloed is echter geheel en al onbewezen, en wordt alleen aangenomen ten gunste der genoemde veronderstelling, en dus zeer willekeurig. — Veeleer mag men het er voor houden, dat een gedeelte van het water uit het bloed in de longblaasjes doordringt,

en door de zich daarin bevindende lucht wordt opgenomen. Daar die lucht namelijk in de zoo uiterst kleine longblaasjes verdeeld wordt, en elk longblaasje van alle zijden met het warme bloed in de haarvaten omringd is, zoo is het niet te verwonderen, dat zij verwarmd wordt en eene temperatuur verkrijgt, welke ongeveer gelijk staat met die des bloeds. Daardoor nu wordt de verdamping van het vocht, dat door de binnenste slijmvlizige oppervlakte der longblaasjes en der fijne luchtpijptakjes onophoudelijk uit het bloed afgescheiden wordt, en de opneming van den aldus bestaanden waterdamp door die lucht bevorderd. Dit alles zal des te meer geschieden, naarmate de dampkringslucht die men inademt, drooger is, en daarentegen des te minder, naarmate deze reeds meer vocht bevat, met vocht verzadigd is. En het laat zich hieruit gemakkelijk begrijpen, dat de *hoeveelheid* waterdamp, die een mensch uitademt, hoogst verschillend moet zijn, naar mate van de meerdere of mindere vochtigheid der lucht, die hij inademt.

Dit is het, wat ik in dit hoofdstuk over de ademhaling wenschte mede te deelen. In het kort komt alles daarbij op het volgende neder. Het ter voeding niet meer dienstige, met veel koolzuur bezwangerde, met lympha en chyl vermengde, donkerroode aderlijke bloed, komt door de longslagader in het haarvatennet der longen. Hier neemt het zuurstof uit de in de longblaasjes voorhandene lucht in zich op, en staat aan die lucht zijne overmaat van koolzuur af. Die zuurstof nu verbindt zich met de in het aderlijk bloed bevatte organische bestanddeelen, die gedeeltelijk door de lympha en de chyl daarin gebragt zijn, voltooit de ontwikkeling daarvan en maakt ze geschikt om bij de voeding de hun opgelegde taak te vervullen; die zuurstof is het ook, die de lympha en chyligchaampjes geheel in bloedigchaampjes verandert. En zoo is het aderlijk bloed dan weder geheel veranderd in helderrood slagaderlijk bloed, dat nu door de longadereen naar het linker gedeelte des harten, en hieruit in de groote slagader komt, om door de takverdelingen van deze te geraken in alle deelen des ligchaams, en daar aan de voeding en stofwisseling dienstbaar te zijn.

Nog een woord over de adembaarheid van eenige luchtsoorten. Alleen de dampkringslucht kan de ademhaling bij voortduring onderhouden. Daar de zuurstof bij de ademhaling de voorname rol speelt, zoo zou men kunnen denken, dat die verrigting even goed moest kunnen geschieden door inademing van zuivere zuurstof, als van dat mengsel van zuurstof en stikstof, dat de dampkringslucht uitmaakt. Nu kan de inademing van zuivere zuurstof wel een korten tijd (10 minuten ongeveer) verdragen worden, en veroorzaakt zelfs in den beginne zekere opgewektheid en levendigheid; maar aldra ontwaart men een gevoel van ongesteldheid, beklemming enz., waarop de dood al spoedig volgt. Het bloed toch wordt nu te rijkelijk met zuurstof bedeed, en oefent dan eene nadoodige werking uit, vooral op de hersenen. Daarom moet de kracht der zuurstof, als ik mij zoo uitdrukken mag, door bijvoeging

van stikstof getemperd zijn, in dier voege als zulks bij de dampkringslucht het geval is.

Dat zuivere stikstof of zuivere waterstof tot ademhaling ondienstig zijn, spreekt wel van zelf. Een dier, in stikstof geplaatst, sterft zeer spoedig. Waterstof kan ook slechts ééne minuut lang straffeloos worden ingeademd. Wanneer iemand waterstof in de longen heeft, dan is zijne stem zwak en fijn, als die van een kind; iets, hetwelk afhangt van de geringe digtheid van dit gas; eene schel, onder eene klok met waterstof bewogen, geeft bijna zulk een zwak geluid, alsof zij in het luchtledige hing. — Overigens bezit noch de stikstof, noch de waterstof eigenlijk vergiftige, regtstreeks schadelijke eigenschappen. Dat hare uitsluitende inademing den dood ten gevolge heeft, hangt enkel af van het gemis aan zuurstof.

Stikstof-oxydule-gas (eerste stikstof-oxyde), hetwelk bestaat uit eene scheikundige verbinding van 1 atome zuurstof en 1 atome stikstof, kan wat langer (4 minuten) worden ingeademd, maar brengt eeneen voorbijgaanden roes en een onwillekeurig lagchen te weeg, waarom men het ook *lachgas* genoemd heeft. Zuiver ingeademd, brengt het zeer spoedig stikkingsverschijnselen te weeg.

Wanneer koolzuur, 't zij alleen, 't zij in eenigzins aanmerkelijke hoeveelheid met de lucht vermengd wordt ingeademd, dan ontstaat er hoofdpijn, zwaarte en spanning in het hoofd, duizeligheid, bedwelming en een diepe slaap, die in den dood overgaat, zoo er geene tijdige hulp wordt verleend. Zuiver koolzuurgas doodt reeds binnen eenige minuten, en lucht, die $\frac{1}{10}$ van haar volume aan koolzuur bevat, brengt reeds spoedig duidelijke vergiftige verschijnselen te weeg. Daarvandaan de hoofdpijn, de flauwten, enz., die men niet zelden waarneemt in digtgeslotene en met menschen opgepropte vertrekken, in welke de lucht, ten gevolge van al de daarin geschiedende uitademingen, sterk met koolzuur gemengd wordt. Hetzelfde neemt men waar in plaatsen, waar zich op eene andere wijze veel koolzuur ontwikkelt, b. v. in kelders van brouwerijen, waarin zich kuipen met gistend bier bevinden. Men kan hieruit ook gemakkelijk begripen, waarom het terughouden van lucht in de longen, en het herhaald inademen van eene en dezelfde lucht zoo hoogst nadeelig zijn, en dat wel, niettegenstaande die lucht nog meer dan genoeg zuurstof bevat, als noodig is om de ademhaling te onderhouden. Door velen wordt beweerd, dat de inademing van koolzuur slechts op dezelfde wijze schadelijk werkt, als die van stikstof, dat is, door het geringer gehalte der lucht aan zuurstof, en dat dus het koolzuur evenmin als de stikstof vergiftig te noemen is. Doch er zijn waarnemingen die er voor pleiten, dat het koolzuur, ingeademd zijnde, werkelijk een nadeeligen invloed op het zenuwstelsel uitoefent. — Veel vergiftiger echter dan het koolzuur is het koolstofoxyde, dat van het koolzuur onderscheiden is, doordien daarin slechts 1 atome zuurstof met 1 atome koolstof verbonden is, terwijl het koolzuur bestaat uit 2 atomen

zuurstof met 1 atome koolstof. Het koolstof-oxyde ontwikkelt zich bij het langzaam verbranden van kolen, wanneer er geene genoegzame hoeveelheid zuurstof toetreden kan om koolzuur te doen ontstaan. Zoo iets geschiedt o. a. wanneer men een komfoor of eene test met glimmende kolen in een klein, digtgesloten vertrek plaatst; — eene onvoorzigtigheid, die menigeen met den dood bekocht heeft. — Ook het zwavelwaterstofgas, dat zich uit riolen en den moerassigen bodem van vele grachten ontwikkelt, is, in eenigzins groote hoeveelheid ingeademd, eene der vergiftigste luchtsoorten. — Nog andere, vooral zich uit rottende stoffen ontwikkelende gassen en andere in de lucht gekomen stoffen kunnen, ingeademd wordende, het bloed verontreinigen en ziekten veroorzaken.

Uit hetgeen over de ademhaling en laatstelijk over de verontreiniging der lucht door koolzuur en kooloxyde gezegd is, blijkt de noodzakelijkheid van steeds voor zuivere lucht te zorgen. Daaruit laat zich ook begrijpen, waarom geneeskundigen steeds zoo aandringen op het dempen of schoonhouden van stinkende grachten en sloten, het verbeteren van riolen, het verwijderen van tusschen gebouwen beslotene mesthoopen enz. en in 't kort van alles, waardoor de lucht zou kunnen worden verontreinigd. Maar het is vooral in onze woningen en in 't algemeen binnenshuis, dat ons het meeste gevaar dreigt. In de eerste plaats is het duidelijk, dat schadelijke gassen en andere in de lucht aanwezige stoffen in eene besloten ruimte meer opgehoopt worden en dus veel schadelijker invloed zullen uitoefenen dan in de buitenlucht. Dit behelst reeds eene aansporing tot zindelijkheid in onze huizen en tot het verwijderen van alles daaruit, wat eenigen stank geeft, — niet omdat die stank op zich zelf gevaarlijk is, maar omdat hij de aanwezigheid verraadt van stoffen, die schadelijke bestanddeelen aan de lucht kunnen afstaan. Men ziet, dat het maskeren van den stank door sterk en aangenaam riekende zaken niets afdoet, maar wel het verwijderen van die stoffen, waaruit de stank voorkomt. — Maar de meest onvermijdelijke, en tevens in 't begin minst merkbaar, maar desniettemin gevaarlijkste bron van verontreiniging der lucht ligt in onze ademhaling, onze uitwaseming, en in het branden van ons vuur en licht. Wij ontnemen toch bij elken ademtogt een deel zuurstof aan de lucht in onze vertrekken, en bedeeien die lucht daarentegen met een deel koolzuur. En alles wat brandt, dus ons vuur en ons licht, brandt slechts ten koste der zuurstof, der lucht, en bedeeft deze met koolzuur. Geen wonder, dat de in een vertrek besloten lucht eindelijk tot ademhaling ongeschikt wordt. En, behalve dat overmaat van koolzuur (teruggchouden of ingeademd), gelijk wij reeds zagen, zeer nadeelige oogenblikkelijke gevolgen heeft, zoo oefent eene geringere, meer voortdurende belemmering van de ontlasting van koolzuur en van de opneming van zuurstof een hoogst schadelijken invloed uit op het bloed, de stofwisseling en het zenuwleven, en legt vaak den grond voor een aantal ongesteldheden en ziekten. Bovendien wordt de lucht nog be-

zwangerd met dierlijke stoffen, die de producten zijn der teruggaande stofwisseling, waarover wij straks zullen spreken, en die door de afscheidingen, waarover wij ook weldra het noodigste zullen zeggen, uit ons ligchaam verwijderd worden. Tot die afscheidingen behooren ook die der huid; en de damp- en gasvormige stoffen, welke door de uitwaseming der huid in de lucht gebragt worden, bevatten veel zulke dierlijke stoffen, die de oorzaak zijn van den vaak ondragelijken stank, die een van buiten komend mensch in met menschen opgevulde en niet goed geventilcerde lokalen, en 's morgens bij het binnentreden van eene slaapkamer waarneemt. Die stoffen, ingeademd en dus woër in 't bloed gebragt, rigten op den duur nog grootere schade aan dan b. v. het koolzuur.

Voor den nadenkenden lezer blijkt hieruit voldoende de noodzakelijkheid van luchtversersching of ventilatie in onze woonkamers, vooral in onze slaapkamers, en in scholen, hospitalen, kortom overal waar menschen en dieren aanwezig zijn en vuur en licht worden gebrand, — vooral echter daar, waar in eene betrekkelijk kleine ruimte veel menschen aanwezig zijn. De middelen tot ventilatie, van het eenvoudig openzetten en zoo veel en lang mogelijk openlaten van deuren en vensters af, tot de meest zamengestelde en kostbare ventilatie-toestellen toe, kunnen wij hier niet bespreken, en wij zullen dan ook niet treden in de behandeling van de verschillende oplossingen van het vraagstuk: »hoe kan men de lucht in vertrekken door gestadigen toevoer van buitenlucht zuiver houden, zonder togt te veroorzaken.» Ik verwijs te dezen opzigte naar den Praktischen Volksalmanak van 1837, waar ik getracht heb al datgene aan de hand te doen, wat men tot het zuiver-houden der lucht binnenshuis doen kan, zonder eigenlijken ventilatie-toestel. Eén regel houde men daarbij steeds in 't oog; hij is deze: »men zorge er voor, zoo veel mogelijk niets weder in te ademen van datgene wat men uitgeademd of uitgewasemd heeft.»

VI. HOOFDSTUK.

De stofwisseling.

Wanneer in het een of ander deel, b. v. in eenen arm, de bloedsomloop geheel gestremd is, — hetgeen bij voorbeeld plaats heeft, wanneer de slagaderen, die zich naar dat deel begeven, doorgesneden of onderbonden zijn, — wanneer derhalve dat deel geen toevoer van slagaderlijk bloed meer ontvangt, dan verliest het, reeds na verloop van eenige minuten, het gevoel en het vermogen om zich te bewegen. Sterk bloedverlies gaat gepaard en wordt opgevolgd door verschijnselen, welke aantoonen, dat de hersenen aangedaan zijn, zooals

flaauwten, stuiptrekkingen, ijlhoofdigheid, slaapzucht, waarop eindelijk de dood kan volgen. Deze en meer andere daadzaken van dien aard bewijzen, dat het bloed regtstreeks en dadelijk een opwekkenden, verlevendigenden invloed uitoefent op de ligchaamsdeelen, hepaaldelijk op hunne zenuwen en op de hersenen, en het schijnen vooral de bloedligchaampjes van het zuurstofrijke slagaderlijke bloed te zijn, waaraan deze werking moet worden toegeschreven. Men heeft toch gezien, dat eene inspuiting van aderlijk bloed in de strot-slagader van een dier bijna oogenblikkelijk den dood ten gevolge had; en gij herinnert u ongetwijfeld, wat ik in het laatst van het vorig hoofdstuk gezegd heb van de opgewektheid en levendigheid, welke voor een' korten tijd het gevolg is van de inademing van zuivere zuurstof.

Intusschen is het u reeds bekend, dat deze opwekking, hoe onmisbaar voor het leven ook, niet de eenige taak is, welke het bloed in de onderscheidene ligchaamsdeelen vervult. In het haarvatennet der deelen heeft de *stofwisseling* en de met deze in het naauwst verband staande *afscheiding* plaats.

Reeds meer dan eens heb ik aangemerkt, dat de deelen van ons ligchaam in eenen voortdurenden staat van verandering zijn, dat de stof, uit welke elk deel bestaat, onophoudelijk wordt vernieuwd, losgemaakt, ontleed en door nieuwe uit het bloed vervangen. Zulk eene stofwisseling heeft zoowel in het bloed als in de vaste deelen plaats, ja de stofwisseling van deze beide staat met elkander in het allernaauwste verband.

Dat er werkelijk in de vaste deelen zulk eene stofwisseling plaats vindt, kan uit onderscheidene omstandigheden worden opgemaakt, b. v. uit de gedurige afschilfering en vernieuwing der opperhuid, den groei en de wisseling der nagels en haren, het verdwijnen, binnen zeer korten tijd somtijds, van wratten, enz. Indien men onder het voedsel van een dier, b. v. van een konijn of eene duif, bij aanhoudendheid meekrap mengt, en het dan, na het eenigen tijd alzoo gevoederd te hebben, slagt, dan zal men de beenderen niet wit, maar roodgekleurd vinden. Doodt men het dier, na het eenigen tijd geen meekrap meer te eten gegeven te hebben, dan zullen de beenderen lichterrood, of, zoo het dier nog later geslagt is, weder geheel wit zijn. Dit bewijst, dat de oplosbare roode kleurstof der meekrap in het bloed opgenomen en in het weefsel der beenderen afgezet wordt, maar dat zij ook daarna weder uit datzelfde weefsel wordt opgenomen en weggevoerd, dat is, dat er eene stofwisseling in de beenderen plaats heeft. Men zou wel is waar hier tegenover kunnen stellen, dat in de huid geprikte en met buskruid of andere kleurende zelfstandigheden ingewrevene figuren gedurende het gheele leven blijven bestaan; — maar deze tegenwerping doet niets af, dewijl het buskruid, en welke andere stoffen men ook bij het tatoueren gewoon is te bezigen, niet oplosbaar en voor geene suspensie in eenig vocht valbaar zijn, en dus niet in de vaten kunnen worden opgenomen.

Maar al ware het, dat er overigens geene waarnemingen bestonden, die het

bestaan eener stofwisseling in de vaste deelen regtstreeks bewezen, dan zouden wij evenwel tot het aannemen daarvan volkomen gerechtigd zijn op grond van alles, wat ons aangaande de organische verrichtingen bij menschen en dieren als zeker bekend is, dewijl het begrip van die stofwisseling daarmede in de volmaaktste overeenstemming staat, en daarbij niet gemist kan worden. Alles toch wijst ons daar op eene stofwisseling — niet alleen in het bloed, maar ook in de vaste deelen, — als de eindelijke uitkomst en het doel van alle organische verrichtingen. Ik heb echter reeds op bladz. 46 aangemerkt, dat de stofwisseling niet in alle deelen even sterk en snel in het werk gaat; — de hardere, minder vaatrijke deelen ondergaan eene minder kraehtdadige en snelle stofwisseling dan die, welke weeker en rijkelijker van bloedvaten voorzien zijn. Maar overal en altijd geschiedt de stofwisseling langzaam en ongevoelig, zoodat wij, om het zoo uit te drukken, niet elk gedeelte van dat werk, maar alleen de som van een groot aantal zulke gedeelten in staat zijn waar te nemen, — dus niet de wisseling der stof zelve, maar wel het resultaat daarvan. Of, om duidelijker te zijn, het gaat er mede als met het groeijen van een kind; dat groeijen zelf, ofschoon het onophoudelijk in ons bijzijn plaats heeft, kunnen wij niet waarnemen; wij zien niet elk gedeelte van den groei, maar wel den groei, dat is, het gevolg van het groeijen, de som van alle kleinste gedeelten daarvan.

Het is in het bloedplasma, het bloedvocht (bladz. 36), dat de stoffen, die dienen moeten tot het herstel van het bij de stofwisseling verloren gaande, — derhalve tot de *voeding* der deelen, — in opgelosten toestand bevat zijn. In dat bloedvocht zijn aanwezig de daartoe noodige proteïne-verbindingen in de eerste plaats, verder vet en zouten, en de producten, die van de altijd in het bloed voortgaande omzetting der bij de spijsvertering opgenomene koolstof-hydraten en vetten afkomstig zijn. Mogt men al sommige bestanddeelen der vaste deelen niet in het bloedvocht kunnen vinden, men behoeft dáárom niet te betwijfelen, dat ook deze aan die deelen door het bloed worden toegevoerd; dat niet-vinden is gedeeltelijk toe te schrijven aan de slechts uiterst geringe hoeveelheid, in welke zij, wegens den zoo langzamen voortgang van de stofwisseling dier vaste deelen, in het bloed voorhanden behoeven te zijn, — gedeeltelijk ook daaraan, dat sommige dier bestanddeelen misschien eerst gedurende de voedingsverrigting zelve worden gevormd door scheikundige ontleding en verbinding van de in het bloedvocht aanwezige stoffen.

Een gedeelte nu van het bloedvocht dringt in elk deel door de wanden der haarvaten heen, doordringt, doorweekt, *drenkt* de gansche zelfstandigheid van dat deel, en dit laatste eigent zich daaruit die stoffen toe, welke het tot herstelling, tot voeding noodig heeft, en gebruiken kan, en schikt derzelve kleinste deeltjes in dien bepaalden vorm, welken de aard van zijn weefsel vereischt; — het *maakt* zich die nieuwe stof *gelijk*, het *bewerktuigt* die, — het *assimileert* die aan zich en *organiseert* die. Ik heb vroeger reeds eenig

denkbeeld trachten te geven van de wijze, waarop dit geschiedt, toen ik (zie bladz. 23 enz.) over het ontstaan der weefsels in het algemeen sprak. Het voedingsvocht is of bevat de *kiemstof* (*blastema*), waaruit de *cellen* gevormd worden, die den grondslag van alle weefsels nitmaken. En na deze opmerking geloof ik hier te kunnen volstaan met eene verwijzing naar de aangehaalde bladzijden, die men wel zal doen hier na te lezen.

„Maar”, zal men nu vragen, „hoe komt het, dat elk orgaan juist *die* stoffen uit het bloedplasma opneemt, welke aan zijn eigen zamenstel beantwoorden en waaraan het behoefte heeft? Waarom vervormen de uit de kiemstof ontstane cellen zich juist zóó, als de aard van het weefsel, tot welks herstel of groei zij moeten bijdragen, zulks vereischt?” — Men zou een aantal vragen van dien aard met betrekking tot de voedingsverrigting kunnen doen, en ik zoude, ten antwoord daarop, breedvoerig kunnen spreken van eene verwantschap tusschen de weefsels en zekere bepaalde bestanddeelen des bloeds, welke verwantschap zich door aantrekking openbaart, — van eene bij elk deel gewijzigde en eigenaardige vormkracht, en wat dies meer zij; en het zoude mij niet moeilijk vallen eenige bladzijden daarmede te vullen. Maar ik twijfel er aan of mijne lezers daaraan wel veel zouden hebben, en meen veeleer van hen te mogen vertrouwen, dat zij met het aanvoeren van louter woorden, als antwoord op de genoemde vragen, zich niet zouden laten tevreden stellen. Ik antwoord dus liever daarop: dat ik het niet weet, en dat het weinig nut zou doen, indien ik hier trad in eene uiteenzetting van onze zoo onvolledige kennis te dien aanzien. Vergenoegen wij ons daarom voorschands met het aangevoerde, en bepalen wij ons thans tot de verdere ontwikkeling van datgene, wat wij werkelijk kunnen waarnemen.

Men kan met grond aannemen, dat de afscheiding van het noodige vocht door de wanden der haarvaten heen, even als elke *afscheiding*, waarover later, op dezelfde wetten berust als de *opslorping*, welke ik in het derde hoofdstuk heb uiteengezet. Ook mag men vermoeden, dat deze afscheiding van voedingsvocht uit *die* haarvaatjes geschiedt, welke meer onmiddellijk als de uiterste fijne einden der slagaderen kunnen beschouwd worden, en niet uit die, welke moeten worden aangemerkt als de fijnste worteltjes der aderen, en die meer de werktuigen van opslorping schijnen te zijn (zie bladz. 76). In de eerstgenoemde haarvaten is, zooals wij vroeger zagen, de loop des bloedts aanmerkelijk vertraagd, iets, dat het uittreden van vochten uit de vaten zeer bevordert; — in de laatste daarentegen begint de bloedsomloop reeds weder sneller te worden, omdat de haarvaten zich hier tot adertjes beginnen te vereenigen; hetgeen, gelijk op bladz. 80 is aangemerkt, gunstig is voor de opslorping. Overigens herinner ik hier wederom, dat het voedingsvocht, hetwelk bij de voeding niet verbruikt wordt, onophoudelijk door de watervaten des deels weder opgeslorpt en door deze en de borstbuis in den bloedstroom wordt teruggevoerd.

Er heeft bij de stofwisseling in het algemeen en bij die der vaste deelen in het bijzonder, — ik herinner dit nogmaals — eene *ontvorming* en *ongelijkmaking* (*desassimilatie*) plaats, ten gevolge waarvan het deel stof verliest, — en eene *vorming* en *gelijkmaking* (*assimilatie*) van stof, door welke dat deel het verlies, hetwelk het lijdt, uit het bloed herstelt. Wegen die vorming en ontvorming tegen elkander op, dan geschiedt er niets, dan dat het deel in behoorlijken toestand blijft bestaan; overtreft de ontvorming de vorming, dan neemt het deel in omvang af, verzwakt en sterft zelfs eindelijk; is eindelijk de vorming grooter dan de ontvorming, dan neemt het deel in grootte en omvang toe: het groeit. — Met die ontvorming staat in het allernaauwst verband de werkzaamheid van het deel; hoe krachtiger en aanhoudender een deel de verrigting uitvoert, die er aan eigen is, des te meer stof van dat deel wordt er ontvormd, en des te grooter behoefte bestaat er dus aan vorming, aan voeding, aan herstel. Ik zeg niet: krachtsuitoefening is stofverbruik, — maar wel, dat stofverbruik het noodzakelijk gevolg van krachtsuitoefening is, en zonder deze niet bestaan kan. En ziedaar u eenig inzicht gegeven in den samenhang tusschen de *uitoefening van werkingen*, van *verrigtingen*, en de *stofwisseling*, — twee eigenschappen, die wij reeds bij den aanvang van dit werk als onafscheidbaar behoorende tot het wezen van elk levend organisme hebben leeren kennen. Maar ziedaar dan ook de reden, waarom een deel, dat zijne verrigtingen sterk uitvoert, verkwijnt, zoo het niet des te sterker gevoed wordt, naarmate het met meer kracht en aanhoudender werkt; waarom het ligchaam bij een werkzaam leven veel meer behoefte aan voedsel bezit, dan wanneer het zich weinig of niet behoeft in te spannen; waarom ook bij verstandelijken arbeid, waarbij de hersenen in een staat van krachtsuitoefening verkeerden, even zoo goed aan daaraan geëvenredigd voedsel behoefte bestaat, als bij hloot lichamelijke inspanning; waarom vele bedlegerige of althans tot allen arbeid onbekwame zieken vaak aan zoo uiterst weinig voedsel genoeg hebben, enz.

De voeding en de groei geschieden op twee verschillende wijzen. Wanneer een deel met haarvaten als doorweven is, zooals verre de meeste lichaamsdeelen, en alzoo het voedingsvocht uit die haarvaten in zijn geheel inwendig weefsel wordt afgescheiden en dit geheel doordringt en doorweekt, dan hebben de stofwisseling en de wasdom ook in de geheele zelfstandigheid van dat deel tusschen al die haarvaaljes plaats; het deel ondergaat daar overal stofwisseling, en groeit in alle rigtingen. Zulk groeijen noemt men groeijen door *tusschenopneming* (*intussusceptie*), en in dat geval neemt ook het aantal van haarvaten toe, naarmate het deel in omvang toeneemt. Zoodanig zijn de voeding en de groei van de meeste lichaamsdeelen, en ik had, bij hetgeen ik tot dus ver aangaande die verrigtingen heb aangevoerd, meer bepaaldelijk en vooral deze organen en deelen op het oog.

Maar er zijn enkele deelen, die in hun inwendig samenstel geene bloedvaten

en dus ook geene haarvaten bezitten, en die alleen op *die* plaats, waar zij met de andere deelen des ligchaams zamenhangen, met bloedvaten voorzien, of ook wel bloot daarmede in aanraking zijn. Dit is b. v. het geval met de opperhuid, de haren en de nagels, wier weefsel, hoornweefsel genaamd, veel onderlinge overeenkomst aanbiedt. De vernieuwing en de groei dezer deelen moet dus wel op eene eenigzins andere wijze geschieden, dan bij die deelen 't geval is, die bloedvaten bezitten; — zij geschieden alleen op *die* plaats, waar zij met andere ligchaamsdeelen verbonden zijn. Die ligchaamsdeelen, of die plaats daarvan, is te beschouwen als het *moederorgaan* van het bloedvatenontberende deel. De vernieuwing en groei heeft hier op de volgende wijze plaats. De met het deel in aanraking zijnde haarvaten scheiden eene laag hoornweefsel af, vervolgens eene tweede laag, dan eene derde, en zoo vervolgens; en, daar die lagen met elkander blijven zamenhangen, zoo groeit het deel in lengte of in dikte, doch, zooals natuurlijk is, slechts in zekere bepaalde rigtingen. Bij de *nagels* is deze groeiwijze, — die men groei door *nevensaanvoeging* (*appositie*) noemt, — zeer gemakkelijk waar te nemen. Men teekent te dien einde eenen nagel, digt aan den achterrand, waar hij uit de huid te voorschijn komt, met het een of ander onuitwischaar merk. Dat merk zal dan, naarmate de nagel groeit, zich al meer en meer naar voren hegeven, en zich eindelijk bevinden aan den voorsten rand, dat is die rand, waar men de nagels afsnijdt. Want op de plaats, waar de nagel met de huid zamenhangt, en die als het moederorgaan van den nagel is aan te merken, heeft eene gedurige afscheiding van hoornstof uit de daar in de huid aanwezige haarvaten plaats, welke stof zich, naarmate zij afgescheiden wordt, aan den reeds bestaanden nagel voegt, maar daardoor dan ook dezen laatsten vooruitdrijft, om spoedig daarop zelve door de al wederom op nieuw afgescheidene hoornstof naar voren gedreven te worden. Bij de deelen, die door tusschenopruiming groeijen, is het hiermede geheel anders gelegen; eene blijvende vlek b. v. die zich bij een kind op het midden van eenen vinger bevindt, blijft gedurende het geheele leven op het midden van dien vinger; natuurlijk omdat de vinger *naar alle rigtingen* groeit.

Op dergelijke wijze groeijen ook de *haren*. Wij zullen later over het zamenstel dezer deelen spreken; hier zij het voldoende aan te merken, dat het moederorgaan van elk haar een klein vaatrijk tepeltje der huid is, hetwelk zich bevindt aan den bodem van het haarzakje, waarin het haar met zijnen wortel is ingeplant. Dat tepeltje, de *haarkiem* genaamd, scheidt uit zijne haarvaatjes aanhoudend hoornstof af, die zich voegt aan de reeds bestaande, en daardoor het haar vooruitdrijft en langer doet worden.

Ook de opperhuid, de dunne hoornachtige laag, waarmede de eigenlijke huid van buiten bedekt is, groeit door appositie. Haar moederorgaan is de geheele buitenste oppervlakte der huid. Deze scheidt telkens eene nieuwe laag hoornstof af, welke zich voegt bij de reeds bestaande lagen, waaruit de op-

perhuid is zamengesteld. Dit zelfde is ook van toepassing op den groei der epithelia.

De deelen des ligchaams echter blijven niet alleen bestaan, en daarbij, zoo lang zij groeijen, in grootte toenemen, — zij kunnen ook, wanneer zij verloren gegaan zijn, in sommige gevallen weder op nieuw worden voortgebragt. Deze *wedervoortbrenging* of *regeneratie* geschiedt bij die deelen, welke bloedvaten bezitten, — derhalve in verre de meeste gevallen — door tusschenkomst van eenen eigenaardigen toestand, waarin de haarvaten geraken, die het naast aan het verloren deel gelegen zijn. Deze worden meer dan gewoonlijk met bloed opgevuld en scheiden eene ruime hoeveelheid af van meer dan gewoonlijk met organiseerbare stof voorzien voedingsvocht, waaruit dan door vorming en ontwikkeling van cellen het verlies van zelfstandigheid wordt hersteld. — Dit herstellingsvermogen is echter bij den mensch en in het algemeen bij de hoogere dieren vrij beperkt. Eene wond kan genezen; zelfs het verlies van een stuk huid of spier of been kan hersteld worden, al is het ook, dat de nieuwe stof niet in alle opzigten aan de verlorene gelijk is, — van welke laatste omstandigheid, b. v. bij huidwonden, het nablijven van een likteeken afhangt. Maar een vinger b. v. of een oor of ander dergelijk deel groeit nimmer weër aan. Bij de lagere dieren daarentegen bereikt het herstellingsvermogen een veel hooger trap, en wel eenen des te hooger naarmate de dieren zelve tot eene lagere afdeling des dierenrijks behooren. De afgebroken staart eener hagedis groeit weder aan, ja bij salamanders heeft men niet alleen een afgesneden poot, maar ook een verloren oog weder hersteld gezien. Spinnen en krabben krijgen een' nieuwen poot terug, in plaats van dien, welke afgebroken was. Bij aardwormen kan een groot gedeelte van het ligchaam weder aangroeijen, en van een in stukken gesneden zoetwaterpolyp kan elk gedeelte zich tot een volkomen dier ontwikkelen.

Zelfs bij hoogere dieren, b. v. bij ratten, heeft men eene vernieuwing der weggenomen milt waargenomen. — Echter moet men bij dit alles in het oog houden, dat steeds een zeker bepaald gedeelte van het orgaan moet overblijven; zonder dat groeit het niet weër aan. Snijdt men eenen salamander eenen poot vlak bij het lijf af, dan groeit die weder aan; doch neemt men ook het schouderblad weg, dan geneest de wond wel, maar de poot komt niet terug. Indien bij eene rat de *geheele* milt wordt weggenomen, dan groeit die niet weër aan; er moet een klein gedeelte van blijven zitten.

Wat de herstelling der verloren gegane opperhuid, haren en nagels aangaat, deze geschiedt zonder veel moeite, eenvoudig daardoor, dat de haarvaten van het moederorgaan voortgaan met op dezelfde wijze, als zij altijd deden, hoornstof af te scheiden, waardoor dan al spoedig een nieuw haar, een nieuwe nagel, eene nieuwe laag opperhuid in plaats van de verlorene ontstaan.

Het is hier de plaats om kortelijk iets te zeggen over den groei en de wisseling der tanden, waarbij men zich herinneren moet wat op bladz. 39

gezegd is over het samenstel dier deelen, over het met *glazuur* overdekte *ivoor*, dat de kroon, en de met een *bast* (of *cement*) omkleede *beenige* zelf-

Fig. 52.



standigheid, die den hals en den wortel vormt. — Eerst in de vijfde tot de twaalfde maand na de geboorte, beginnen er zich aan de randen der beide kaken de twintig *eerste* of *melktanden* te vertoonen, die echter slechts tot het zevende of achtste jaar aanwezig blijven, wanneer zij de een na den ander uitvallen en door *blijvende* tanden worden vervangen, bij welke zich dan ook de achterste kiezen voegen, welke het getal van 32 tanden, die de mensch bezit, vol maken. — De ontwikkeling der tanden nu geschiedt op de volgende wijze.

In eene holte binnen elke kaak ontwikkelt zich eene rij vaatrijke blaasjes, die uit een dubbel vliesje bestaan, tusschen welke beide vliesjes, aan het onderste gedeelte van het blaasje, een vaat- en zenuwrijk tepeltje zich bevindt, dat men *tandkiem* noemt. In fig. 53 is afgebeeld de doorsnede van de helft der onderkaak van een zeer jong kind;

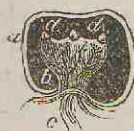
Fig. 53



a c is de met tandvleesch overdekte bovenrand, *b c* de onderrand; *b* is de kin, *c* de boek der onderkaak. *f* het gewrichts-uitsteeksel (verg. bladz. 39). In de kaak ziet men zes der bovengenoemde zakjes naast elkander liggen.

Fig. 54 stelt een dier blaasjes voor, van binnen gezien; *a* is daarvan de buitenste omtrek, *b* is de tandkiem, *c* fijne vaatjes en zenuwen, die in de kiem dringen. In deze figuur is de kiem reeds vrij ver ontwikkeld; zij heeft gedurende haren groei het binnenste vliesje naar boven gedrongen en blijft daar van boven mede omkleed, hetgeen evenwel in deze figuur niet zichtbaar is. Aan het bovenste gedeelte beginnen de vaatjes der kiem fijne schubjes van ivoorzelfstandigheid *d d* af te scheiden, die zich eindelijk met elkander vereenigen en het ivoor der tandkroon vormen. Het binnenvliesje van het blaasje, dat, gelijk ik zeide, het bovenste gedeelte der kiem en dus de zich vormende tandkroon omgeeft, scheidt daarentegen eene zelfstandigheid af, die het glazuur der kroon vormt. Inmiddels groeit de kiem voort; de beenstof van den hals vormt zich, en daarna die des wortels, met de bastachtige zelfstandigheid, die beiden omgeeft. Gedurende de vorming van den wortel breekt de tand door; hij vult de holte der kaak, de tandkas, geheel op, doorboort ten gevolge der aanhoudende en met den groei toenemende drukking het tandblaasje, de dunne beenlaag van den kaakrand, en eindelijk het tandvleesch. — Achter elk blaasje van eenen melktand ligt echter nog een tweede blaasje, waarvan de kiem zich echter eerst laat met kracht begint te ontwikkelen,

Fig. 54.



97

en wel op dien tijd, als de tandwisseling plaats heeft. De nieuwe tand dan in omvang toenemende, perst al meer en meer tegen den wortel van den melktand en drukt de bloedvaatjes daarvan toe, belet zoo zijne voeding en maakt hem los, waarop hij, na het uitvallen van den melktand, in de plaats van dezen te voorschijn treedt. De nieuwe tand is bestemd om tot in den ouderdom te blijven, op welken tijd hij echter, wegens gebrek aan voeding, door sluiting der bloedvaatjes insgelijks los wordt en uitvalt. Slechts in zeer zeldzame gevallen ontwikkelt zich na het uitvallen van een blijvenden tand, een derde. — Overigens wordt de beenzelfstandigheid der tanden gevoed door de bloedvaatjes, die de kiem reeds bezat: het glazuur echter wordt niet gevoed, en dus, wanneer het verloren gaat, niet weêr hersteld; want het vlies, dat het glazuur gevormd heeft, wordt bij het doorbreken van den tand vernietigd.

Wij spraken tot dusver meer bepaaldelijk over dat gedeelte der stofwisseling, hetwelk bestaat in de vorming en assimilatie van nieuwe stof; wij moeten nu met een woord gewagen over het andere, gelijktijdig plaats hebbende gedeelte der stofwisseling: de ontvorming en desassimilatie der verbruikte stof.

Deze desassimilatie bestaat in eene scheikundige ontleding en vloeibaarwording der door nieuwe te vervangen stof, ten gevolge waarvan deze ophoudt een samenstellend deel der vaste deelen uit te maken, en in de vaten opgeslorpt zijnde weder in het bloed komt. De bestanddeelen dier stof vormen, hetzij onderling, hetzij met de reeds in het bloed aanwezige stoffen, nieuwe verbindingen, — verbindingen, die voor een groot gedeelte niet geschikt zijn om wederom tot voeding van het organisme verbruikt te worden, en dien ten gevolge uit het bloed moeten worden afgescheiden en uit het ligchaam uitgeloozd.

Ik kan bij de meesten mijner lezers niet zulk eene mate van scheikundige kennis veronderstellen, die mij veroorloven zoude hier in bijzonderheden te treden aangaande die ontvorming en de verschillende producten, welke ten gevolge dier ontvorming ontstaan; en te minder omdat men omtrent dit gedeelte van de leer der stofwisseling nog niet tot zulke vaststaande en bepaalde resultaten gekomen is, dat eene algemeen bevattelijke uiteenzetting daarvan zou kunnen gegeven worden. Om evenwel ook hiervan een denkbeeld te geven, zoo merk ik het volgende aan. De vaste deelen des ligchaams bestaan, gelijk wij op bladz. 29 zagen, vooral uit koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof. Deze nu worden ten gevolge der bij de ontvorming plaats hebbende scheikundige ontleding grootendeels vrij. Er verbindt zich nu vrij wordende koolstof met de insgelijks vrij wordende zuurstof, 't zij des bloeds 't zij der vaste deelen, tot *koolzuur*, hetwelk, gelijk wij vroeger zagen, door de ademhaling uit het ligchaam verwijderd wordt. Er verbindt zich vrij wordende waterstof met zuurstof tot *water*. Een zeer groot gedeelte vrij geworden stikstof verbindt zich met eene zekere hoeveelheid zuurstof, kool-

stof en waterstof tot eene zelfstandigheid, die *ureum* of *pisstof* genoemd wordt; een ander gedeelte stikstof draagt bij tot de vorming van pissezuur, ammonia, enz., alle welke stoffen door middel der pis-afscheiding uit het bloed en zoodoende uit het ligchaam worden verwijderd. Op dergelijke wijze gaat het met andere stoffen, die, volgens het vroeger aangemerkte, almede bestanddeelen der weefsels uitmaken. De phosphorus en de zwavel b. v., welke daarin aanwezig zijn, verbinden zich met zuurstof tot phosphorzuur en zwavelzuur, en vormen dan met de te gelijk vrij wordende of in het bloed reeds aanwezige bases (potasch, soda, kalk, ammonia), phosphorzuren en zwavelzure zouten, enz. Wanneer wij over de afscheidingen spreken, zullen wij in staat zijn een blik te werpen op de stoffen, welke alzoo door deze uit het ligchaam worden verwijderd.

Bij de weefsels, die door aanvoeging groeijen en vrije oppervlakten bezitten, zooals de opperhuid, de haren, de nagels, enz., gaat de verwijdering der oude stof op eene andere wijze toe. Zij wordt namelijk los en valt af. Bij de opperhuid en de epithelia der slijmvliezen b. v. schilferen de buitenste lagen naar die mate af, als er aan de binnenzijde nieuwe worden voortgebracht. Bij de haren heeft alleen aan den wortel een eigenlijke ontvorming en opslorping plaats, ten gevolge waarvan zij los worden en uitvallen, om door andere vervangen te worden, enz. Daar nu alle deze deelen niet opgeslorpt behoeven te worden, om te worden verwijderd, zoo is hier dan ook alleen zulk eene loswording en geene ontvorming en ontleiding noodig.

Dat de stofwisseling, die in de vloeibare bestanddeelen des ligchaams, bepaaldelijk in het bloed, plaats heeft, met die der vaste deelen naauw zamenhangt, gelijk ik reeds aanmerkte, is duidelijk. Het bloed staat aan de deelen, welke het voedt, stof af, en deze wordt weder aangevuld door hetgeen door de water- en chijlvaten aan het bloed wordt teruggevoerd. Zuurstof uit het bloed verbindt zich met de ontvormd wordende stoffen tot verscheidene nieuwe verbindingen, en dit verlies aan zuurstof wordt weder door de ademhaling vergoed. De bloedligchaampjes worden, na eenigen tijd met het bloed door het ligchaam te zijn rondgevoerd, ontvormd (zie bladz. 88), zij krimpen in, worden korrelig, vallen uiteen en verdwijnen in het bloed; iets, dat volgens sommiger gevoelen, zamenhangt met het verlies van zuurstof; het verlies aan bloedligchaampjes wordt onophoudelijk hersteld door de lympha- en chijlligchaampjes, die eerst de ongekleurde en vervolgens de gekleurde bloedligchaampjes vormen. Er hebben nog andere omzettingen in het bloed plaats, waaronder ik slechts gewaag van die, welke het vel ondergaat, en welke (zie bladz. 50) de voorname bron der dierlijke warmte en levens van het koolzuur is, dat onophoudelijk door de longen wordt uitgedamd en door zuurstof vervangen.

Aan die aan het ligchaam eigene, genoegzaam standvastige warmte, wier oorzaak geheel in de stofwisseling berust, zullen wij een afzonderlijk hoofdstuk wijden.

VII. HOOFDSTUK.

De eigene warmte des ligchaams.

De zoogenaamde warmbloedige dieren, de zoogdieren namelijk en de vogelen, bezitten inwendig eene hoogere temperatuur dan die der lucht, waarin zij leven, en deze temperatuur is, op zeer kleine afwisselingen na, altijd dezelfde, zoodat de verhooging of verlaging van de temperatuur der hen omringende middenstof zeer weinig invloed uitoefent op de *dierlijke warmte*, of, zoo als men haar ook noemt, de *eigene warmte* der dieren. De mensch bezit op die plaatsen zijns ligchaams, welke het meest beschut zijn tegen alle van buiten komende bekoeling, zooals b. v. in den mond, eene warmte van 36,50° tot 37° op den honderddeeligen thermometer, gelijkstaande met 97,1° tot 98,6° Fahrh., en deze warmtegraad is het, dien men als de *eigene warmte* van den mensch aanmerkt. Op plaatsen echter des ligchaams, die vrijer liggen, en alzoo meer aan afkoeling zijn blootgesteld, zooals b. v. het grootste gedeelte der huid, bedraagt de warmte gemiddeld 34,1° honderdd therm; aan de voetzolen slechts 32,3°.

Ofschoon de meerdere of mindere warmte der lucht, waarin de mensch leeft, eenigen invloed uitoefent op de meerdere of mindere warmte niet alleen der huid, maar ook der inwendige deelen, zoo is het daardoor ontstaande verschil zóó gering, dat men die eigene warmte gerust standvastig noemen kan. De temperatuur der lucht toch moet wel 40° Fahr. rijzen of dalen, om eene verandering van *eenen* graad in de inwendige warmte des menschelijken ligchaams te weeg te brengen. Waarnemingen, op lange zeereizen gedaan, en proeven, genomen in eene zeer sterk verhitte lucht en in bevroezend water, hebben dit voldoende bewezen.

Ten opzichte van die omstandigheden, welke eene merkbare verhooging of verlaging van den inwendigen warmtegraad kunnen te weeg brengen, voer ik het volgende aan. Een jonggeboren kind ontwikkelt minder warmte, dan het tot onderhoud des levens noodig heeft, en moet daarom door warme kleederen enz. gekoesterd worden. Ook bij hoogbejaarden heeft, ofschoon niet in die mate, eene geringere warmte-voortbrenging plaats; men weet, dat oude lieden zeer gevoelig voor koude zijn en niet zelden in het koude jaargetijde bezwijken. Gedurende den slaap is de eigene warmte eenigzins minder, dan bij het waken het geval is. Versnelling van den bloedsomloop — en dus beweging des ligchaams, die deze versnelling ten gevolge heeft — verhoogt de warmte des ligchaams; vertraging dier verrigting doet haar dalen. De onderbinding der slagaderen veroorzaakt, met het verlies van gevoel en beweging, waarop ik vroeger opmerkzaam maakte, ook koude van het deel. Doorsnijding van de zenuwen van een deel doen almede den warmtegraad daarvan dalen. Eene krachtig voedende leefwijze begunstigt de warmte-ontwikkeling, verminderde

voeding benadeelt haar. Bloedophooping, ontsteking, koorts zijn met verhooging van temperatuur verbonden; bij slaauwten, bij verlammingen, in de Aziatische cholera, wordt koude waargenomen.

Dat nu de bron der eigene warmte in het levend organisme zelf te zoeken is, behoeft wel geen betoog. Maar waar en hoe ontwikkelt zij zich daar? en waarom blijft zij altijd zoo zeer aan zich zelve gelijk?

Zij ontwikkelt zich in elk deel van het ligchaam, waar stofwisseling plaats heeft, waar zich zuurstof met koolstof, waterstof enz. verbindt, — en dus in alle deelen des ligchaams, met uitzondering van die, welke geene bloedvaten bezitten, zooals de haren, de nagels, enz. Bij eene zoodanige verbinding van zuurstof met koolstof enz. wordt, gelijk wij zagen, warmte vrijgemaakt, en deze warmte is de eigene warmte des ligchaams.

Bij de ontvorming van de vaste deelen des ligchaams wordt koolstof vrij en vervolgens met zuurstof verbonden tot koolzuur; alle vaste deelen toch des ligchaams bevatten koolstof, en alle zijn aan ontvorming onderworpen. Doch wij weten ook, dat de stofwisseling, en dus ook de ontvorming der vaste deelen, zeer ongevoelig en langzaam in het werk gaat; de hoeveelheid warmte, die ten gevolge dier stofwisseling ontwikkeld wordt, kan daarom niet anders dan uiterst gering zijn; waaruit volgt, dat in de stofwisseling der vaste deelen de voorname bron der eigene warmte niet te zoeken is. Zij is daarentegen te vinden in de veel levendiger stofwisseling in het bloed zelf. Wij hebben gezien (Bladz. 50 en volgg.), dat de mensch eene zekere hoeveelheid vet en zetmeelachtige stoffen tot onderhoud des levens noodig heeft. Sommige deelen, met name de hersenen, bestaan voor een groot gedeelte uit vet, en het spreekt van zelf, dat het stofverbruik dezer deelen door een gedurigen aanvoer van vet door het bloed moet hersteld worden, en dat te dien einde de mensch eene zekere hoeveelheid vet en zetmeelachtige stoffen, die in vet kunnen worden omgezet, gebruiken moet. Het grootste gedeelte echter van de koolstofrijke stoffen, die uit de scheikundige omzetting van vet en zetmeelachtige stoffen (koolstofhydraten) onophoudelijk in het bloed ontstaan, dient *niet* tot het herstel van weefsels, maar tot eene in het bloed altoosdurend plaatsgrijpende verbranding, d. i. eene verbinding van zuurstof met koolstof, ten gevolge waarvan dan ook even onophoudelijk *warmte* ontwikkeld wordt. Veel minder, maar toch iets, draagt tot het ontstaan dier warmte bij de verbinding van zuurstof met waterstof tot water, waarvan ik reeds met een enkel woord gewaagde. Het product nu van die verbranding is het koolzuur, dat door de ademhaling gedurig uit het bloed verwijderd wordt.

Deze theorie van den oorsprong der eigene warmte beveelt zich, behalve door het eenvoudige en natuurlijke, nog daardoor aan, dat op de beschrevene wijze ongetwijfeld veel eerder, dan op eenige andere wijze, zoo veel warmte kan ontwikkeld worden, als noodig is om het ligchaam eene standvastige temperatuur van 37° te doen behouden.

Die verbranding, die verbinding in het bloed van zuurstof met de koolstof en waterstof, die door de vetten en koolstof-hydraten geleverd worden, staat echter niet geheel en al op zich zelve; — zij staat in verband met de geheele stofwisseling in het bloed en met de inwerking van het bloed op de vaste deelen. En wat haar gevolg, de daarbij ontwikkelde warmte, betreft, deze is eene *voorwaarde* voor de stofwisseling, die zonder een zekeren graad van warmte geen plaats hebben kan. En wanneer wij ons nu daarbij herinneren, dat het bloed, wanneer zijne temperatuur daalt tot die des dampkrings, begint te stollen, dan kunnen wij ons eenig denkbeeld vormen van de noodzakelijkheid, dat er in het ligchaam eene eigene bron van warmte aanwezig zij, die niet afhankelijk is van uitwendige omstandigheden.

Maar indien nu eens de toevoer van vet of koolstof-hydraten afgesneden werd, of althans zoodanig verminderd, dat die onophoudelijke, voor het leven zoo hoogst noodzakelijke verbranding niet of niet naar behooren plaats hebben kan? Zoo iets moet toch gemakkelijk kunnen geschieden, daar de aanwezigheid van koolstofhoudende stoffen in het bloed afhangt van de hoeveelheid vet en zetmeelachtige stoffen, die wij tot spijs gebruiken. — Hier blijkt het nu van de aanmerkelijke hoeveelheden vet, die (zie bladz. 26) op onderscheidene plaatsen des ligchaams in de ruimten van het vetweefsel worden nedergelegd, wanneer de toevoer van buiten de behoefte overtreft. Dat vet is een opgelegde voorraad, waaruit het bloed put, wanneer de toevoer van buiten niet aan de behoefte voldoet. In dit geval wordt dat vet in de bloedvaten opgeslorpt en bij de altoos voortgaande verbranding verbruikt. Dit heeft natuurlijk op den duur vermagering ten gevolge, en eindelijk zou de dood onvermijdelijk zijn, indien de te geringe toevoer van koolstofhoudende zelfstandigheden *bleef* voortduren; de nadeelige uitwerkingen van een *voorbijgaand* gemis van toevoer worden echter op die wijze volkomen vermeden. — Ook de druivensuiker, waaraan de lever rijk is, het melkzuur der spieren en der milt, kunnen bij zulk eene gelegenheid te stade komen, om de verbranding in het bloed te helpen in stand houden.

Ziedaar, hoe die eigene warmte in het ligchaam ontstaat. Houden wij het gezegde in het oog, dan is het niet moeilijk te verklaren, waarom sommige der in het begin van dit hoofdstuk opgegevene omstandigheden de eigene warmte verhoogen, en andere haar verlagen. Bij versnelde bloedsomloop, door sterke ligchaams-beweging *b v*, stroomt er in den zelfden tijd meer bloed door elk ligchaamsdeel dan anders; er heeft in elk deel eene levendiger stofwisseling, en dientengevolge eene verhoogde warmte-ontwikkeling plaats. Bij de daarmede veelal vergezeld gaande versnelde ademhaling komt er meer zuurstof in het bloed, en er is dus grooter gelegenheid tot omzetting der daarin aanwezige koolstofhoudende zelfstandigheden; ook daarvandaan verhoogde warmte. Bij verminderde ligchaams-beweging en ademhaling heeft natuurlijk het tegenovergestelde plaats. Bij sterke beweging van een afzon-

derlijk ligchaamsdeel heeft naar dat deel een naar evenredigheid sterke toevloed van bloed plaats, — en er wordt daardoor in dat deel meer warmte ontwikkeld. Bij eene sterke voeding heeft er ook eene meer krachtige stofwisseling plaats; bij onthouding lijdt deze laatste; — het is natuurlijk, dat in het eerste geval veel, in het tweede weinig warmte wordt voortgebracht, enz.

De hoornachtige deelen, b. v. de opperhuid en de haren, zijn zeer slechte warmteleiders en beveiligen alzoo het ligchaam voor verlies van inwendige warmte, even als zij ook omgekeerd beschutten voor het indringen van te veel warmte van buiten af. Het vel, dat onder de huid ligt, verrigt dezelfde dienst voor de dieper gelegen deelen, waarom ook vette personen over het algemeen beter tegen de koude kunnen dan magere; ofschoon ter verklaring van deze omstandigheid niet uit het oog verloren moet worden, dat het vet, gelijk wij zagen, de stof oplevert voor die verbranding, waarvan de dierlijke warmte het gevolg is, en magere personen er dus, bij minderen toevoer van koolstofhoudende stoffen, slechter aan toe zijn dan vette, die als 't ware een opgelegden voorraad dier stoffen in hun ligchaam bezitten. — Met onze kleedingstukken doen wij niets, dan almede ons ligchaam beveiligen voor verlies van warmte, en die kleedingstukken zullen des te beter aan het oogmerk voldoen, naarmate zij meer uit zoodanige stoffen zijn zamengesteld, die de warmte slecht geleiden, zooals wollen stoffen. Deze beschutten echter evenzeer tegen den invloed van *uitwendige* warmte, juist omdat zij slechte geleiders zijn, waarom dan ook de steeds aan de zon blootgestelde bewoners der zandwoestijnen van Afrika wollen overkleederen dragen. Wol heeft ook nog dit voor, dat daaruit vervaardigde stoffen de uitwaseming doorlaten. Des zomers slaapt men veel koeler en luchtiger onder eene wollen, dan onder eene katoenen met watten gevoerden deken. — Overigens willen wij, na ook over de afscheidingen te hebben gesproken, eenige aanwijzingen geven op het stuk der kleeding.

Onder de oorzaken, welke te weeg brengen, dat het ligchaam nagenoeg altijd dezelfde eigene warmte blijft behouden, behoort vooral in aanmerking genomen te worden de verdamping van water uit het bloed bij de adembaling en bij de huiduitwaseming. Bij elke verdamping van vocht wordt warmte door den damp gebonden en medegevoerd, en dus onttrokken aan het ligchaam, waaruit de verdamping geschiedt. Indien er nu meer dan gewoonlijk warmte in het ligchaam ontwikkeld wordt, of indien de temperatuur der lucht zeer hoog is, dan heeft dit ten gevolge: vermeerderde verdamping van water in de longen, en vermeerde uitwaseming der huid, — dat is, vermeerderde onttrekking van warmte aan het ligchaam — en daardoor wordt dan ook de verhoogde ligchaams-warmte tot den behoorlijken graad teruggebracht. Omgekeerd, bij verminderde warmte der lucht, vermindert al dadelijk de temperatuur der huid, welke met die lucht in meer onmiddellijke aanraking is; ten gevolge dier verminderde temperatuur vermindert de huiduitwaseming, maar

zoodoende wordt dan ook minder warmte aan het bloed onttrokken. De huid is het dus vooral, die, door de vermeerdering harer uitwaseming als het warm is, en door de vermindering daarvan bij koude, de eigene warmte des ligchaams op nagenoeg altijd eene en dezelfde hoogte houdt, en die dus als de moderator der eigene warmte kan worden aangemerkt.

Bij sterke koude wordt bovendien doorgaans de eellust meer opgewekt, de ademhaling versneld; en daar de lucht door de koude meer zamengedrongen is, wordt er wat meer zuurstof ingeademd dan anders het geval is. Men zal gemakkelijk inzien, dat dit alles dienen moet om de inwendige ontwikkeling van warmte te bevorderen.

Er is geen dier, dat beter en langer zoowel eene hoogere als eene lagere temperatuur verdragen kan, dan de mensch. Lage warmte-graden verdraagt hij evenwel op den duur beter dan hooge. In de heetste maanden stijgt de thermometer te Madras, Pondicheri en in Opper-Egypte hoogstens tot op 72,5° honderdd therm. (110° Fahr), derhalve op zijn meest 12 graden hooger, dan de warmte onzer inwendige deelen bedraagt. Die warmte nu is niet alleen voor den Noordlander, maar zelfs voor den inboorling dier streken bijna ondragelijk, en hij lijdt daardoor veel meer, dan bij eene temperatuur, die 44,4° honderdd therm. (80 graden Fahr.) lager is, dan zijne eigene warmte. De reden hiervan is, dat de oorzaken, welke de ontwikkeling en bewaring der warmte binnen het ligchaam bevorderen, over het geheel krachtiger werken dan die, welke die ontwikkeling beperken en de onttrekking van warmte veroorzaken.

VIII. HOOFDSTUK.

De afscheiding.

Reeds dikwijls heb ik van afscheidingen moeten gewagen. Op bladz. 27 gaf ik, voorziende dat ik dit menigmaal zoude moeten doen voor ik gelegenheid had daarover opzettelijk te handelen, in eene noot een voorloopig denkbeeld van afscheiding, hetwelk naderhand, naarmate wij verder vorderden, zeker van lieverlede bij vele lezers duidelijker ontwikkeld zal zijn geworden. Immers wij hebben thans reeds van onderscheidene afscheidingen gesproken: wij vernamen van eene afscheiding van slijm, van wei, van speeksel, van maagsap, van darmsap, van gal, van alvleeschsap, alle welke vochten tot een bepaald doel door daartoe bestemde organen uit het bloed worden afgezonderd. Laatstelijk hebben wij gesproken van de stofwisseling der vaste deelen, en gezegd, dat daarbij het voedingsvocht, waaruit de stofdeelen zich vormen, uit de haarvaten in het weefsel dringt. Ook dit moet eene afscheiding genoemd worden. Nog meer echter overeenkomstig met de gewone afscheidingen is de groei en voeding der hoornachtige deelen, die door aanvoeging groeijen, en waarbij het

moederorgaan de hoornstof afscheidt, die zich aan de reeds bestaande aansluit.

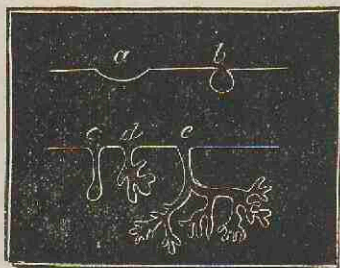
Behalve die afscheidingen, welke ten nutte van de eene of andere verrigting geschieden, en waarbij dus het afgescheiden vocht eene zekere bepaalde rol te vervullen heeft, zijn er ook, welke plaats hebben ten einde het ligchaam van verbruikte, overtollige of schadelijke stoffen te bevrijden. Men is gewoon deze laatste met den naam van *uitscheidingen* (*excretiën*) te bestempelen, terwijl men den eersten den algemeenen naam van *afscheidingen* (*secretiën*) laat behouden. Van die afscheidingen heb ik zoo even eenige opgenoemd; tot de uitscheidingen behooren vooral de pis-afscheiding, de huid-nitwaseming en de verwijdering van koolzuur uit het bloed door de longen. Daar er, zoo men niet op het doel ziet, in het wezenlijke der verrigting tusschen af- en uitscheiding volstrekt geen onderscheid is, zoo zal ik mij steeds van den algemeenen naam van *afscheiding* blijven bedienen.

De organen, in en door welke de afscheidingen plaats hebben, zijn óf cellen, óf vliezen, óf klieren. Hierin wordt de afscheiding zelve hewerkstelligd door de haarvaten, welke de uiterst fijne eindjes der slagaderen uitmaken (verg. bladz. 127). — Hoe de afgescheidene vochten, door de wanden der haarvaten heen, daarbuiten geraken, zal u wel niet moeijelijk te begrijpen zijn, wanneer gij u herinnert wat ik vroeger heb aangemerkt aangaande de wijze, waarop vochten door de wanden der vaten heen *binnen* die vaten geraken, dat is, opgeslorpt worden. Men leze na, wat ik op bladz. 78 en vervolgens gezegd heb over endosmose en over het transport van stoffen door middel der electriciteit, en men zal gemakkelijk inzien, dat bij de afscheiding *hetzelfde* plaats zal hebben als bij de opslorping, maar *in tegenovergestelde rigting*. — Daarbij moet men in het oog houden de *drukking*, waaronder het bloed in de haarvaten staat, ten gevolge van de inwerking van het hart. — Er kan hier echter nog eene vraag gedaan worden; zij is deze: waren de afgescheidene vochten met al de daarin voorhandene stoffen reeds in het bloed aanwezig, en kan de afscheiding dus als eene bloote doorzijing beschouwd worden; of oefenen de afscheidings-organen (cellen, vliezen, klieren) eenen veranderenden invloed uit op het door de wanden der haarvaten heendringende vocht, en wordt dit laatste dus gedeeltelijk in die afscheidings-organen *gevormd*? Zeker is het, dat het niet-vinden van de eene of andere afscheidingsstof in het bloed zelf nog volstrekt niet bewijst, dat zij er niet in is, en dat dus die stof eerst in de afscheidings-organen uit het bloed *gemaakt* wordt. Immers, zij kan in zóó geringe hoeveelheid in het bloed voorhanden zijn, dat onze beperkte scheikundige hulpmiddelen niet toereiken, om haar daarin te ontdekken. Men vindt b. v., in gewone omstandigheden, in het bloed van een of ander zoogdier geen ureum of piestof, welke echter altijd in aanmerkelijke hoeveelheid in de pis dier dieren wordt aange troffen. Men zou dus al ligt daaruit het besluit opmaken, dat het ureum in de nieren *bereid* werd. En toch zou men zich zoodoende grootelijks bedriegen;

want na de vernietiging der nieren begint men ureum in het bloed aan te treffen, en wel spoedig in aanmerkelijke hoeveelheid. Ja zelfs in *gezond* bloed heeft men in den nieuwsten tijd sporen van ureum meenen te ontdekken. Dit bewijst, dat het ureum niet door de nieren wordt gevormd, en dat het reeds in het bloed aanwezig moet zijn, ofschoon in gewone omstandigheden in uiterst geringe hoeveelheid, — terwijl het, na de vernietiging der nieren, niet meer door deze uit het bloed wordende afgescheiden, zich langzamerhand in het bloed ophoopt, en dus cindelijk waarneembaar wordt. — Aan den anderen kant is er wel niet aan te twifelen, of vele klieren oefenen werkelijk eenen veranderenden invloed uit op de vochten, die zij afscheiden. Hoe deze verandering geschiedt, welke rol daarbij door de wanden der afscheidende organen, bepaaldelijk door de cellaag, die deze van binnen bekleedt, vervuld wordt, — daarover kunnen wij hier niet uitweiden.

Het eenvoudigste afscheidings-orgaan is eene vrije oppervlakte, de vlakke oppervlakte van een vlies b. v., waar het afscheidings-vocht eenvoudig door de haarvaten op die oppervlakte wordt afgezet. Zoo is b. v. de afscheiding der weivliezen. Van eene vrije afscheidings-vlakte tot de meest zamengestelde

Fig. 55.



klieren zijn een aantal overgangen, waarvan de nevensstaande figuur 55 eene schets geeft. Al die overgangen bestaan in vergrooingen der afscheidende oppervlakte binnen eene zeer beperkte ruimte. De eerste is eene bloote indrukking of een kuiltje *a* in de afscheidende oppervlakte; deze laatste wordt evenwel nog grooter, wanneer zij meer eene ronde, zakvormige gedaante

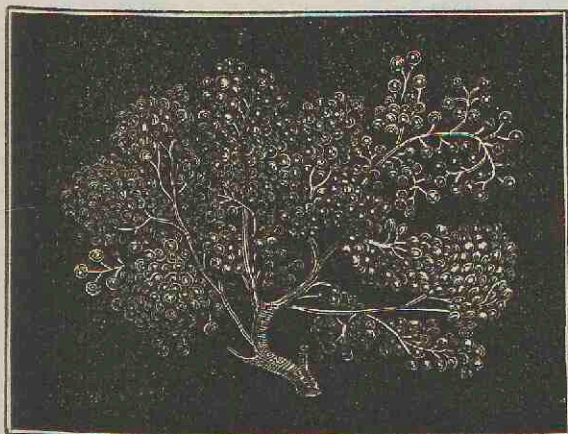
aanneemt, zooals in *b*. Weinig daarvan verschilt de indrukking *c*, behalve daárin, dat zij hier den vorm van een zakje met eene *uitlozings-buis* bezit. In *d* zien wij de inwendige oppervlakte van het zakje vergroot, doordien dit op zijne beurt zakvormige uithollingen vormt; in *e* vormen deze laatste kanaaltjes, die zich weder in fijnere, eindelijk stomplopende, buisjes verdeelen. Soms zijn de blinde uiteinden van eene eenvoudige klier *c*, of van eene meer zamengestelde *d* of *e* zeer lang, maar in zulk een geval tevens als een kluwen opgerold, waardoor het doel: vergrooing der afscheidende oppervlakte binnen eene zeer beperkte ruimte, nog meer bereikt wordt.

Dit is een algemeen denkbeeld van het samenstel der *klieren*. — Zoolang nu zulke klieren, of hare uitlozings-buizen, geene gemeenschap met elkander uitoefenen en elke eene afzonderlijke opening bezit, waardoor zij, hetgeen zij bevat, naar buiten uitstort, moeten zij als *enkelvoudige* klieren worden aangemerkt, hetzij zij geheel verspreid en op zich zelve staan, hetzij zij dicht nevens elkander liggen en in groepen opeen gepakt zijn. Dergelijke enkel-

vondige klieren, bepaaldelijk blaas- of zakvormige, worden in grooten getale in de huid en in de slijmvliezen aangetroffen.

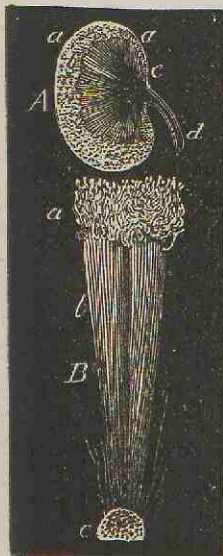
Wanneer echter vele bij en tegen elkander gelegene klierblaasjes of buisjes gemeenschappelijke uitlozingsbuizen bezitten, dan ontstaat daardoor eene *zamengestelde klier*. De afzonderlijke uitlozingsbuisjes van verscheidene zakjes vereenigen zich dan tot één kanaal, en die zakjes vormen alzoo zamen een lapje of trosje. Dit kanaal vereenigt zich verder met de kanalen van

Fig. 56



andere trosjes tot een nog grooter buisje, en eindelijk eindigen alle die buisjes in eene enkele algemeene uitlozingsbuis, die zich naar buiten uitstort. Men kan dit alles reeds zien in fig. 53e, maar fraaijer nog in fig. 56, welke het samenstel der *oor-klier* (bladz. 58) voorstelt, en waaraan men onderscheidene

Fig. 57.



trosjes en kanalen met de algemeene uitlozingsbuis duidelijk onderscheiden kan. In fig. 57 ziet men in *A* ook eene zamengestelde klier afgebeeld. Deze onderscheidt zich echter daarin van de vorige, dat zij niet uit blaasjes, maar geheel uit buisjes is zamengesteld. Even als in fig. 56 de blaasjes of zakjes lapjes of trosjes vormen, zoo vormen hier de buisjes bundels, waarvan er in *B* een afzonderlijk is afgebeeld. De blinde uiteinden der buisjes *a* zijn sterk gekronkeld, maar loopen vervolgens in *b* regt, en eindigen met hunne openingen in eene enkele gemeenschappelijke holte *c*. In *A*, waar de geheele klier is afgebeeld, ziet men al de bundels naast elkander liggen; *aa* duidt hier ook de gekronkelde blinde uiteinden der buisjes aan, *b* de regtlopende gedeelten, en in *c* ziet men, hoe al de gemeenschappelijke holtten der afzonderlijke bundels zich vereenigen tot ééne enkele holte, die in de algemeene uitlozingsbuis *d* der klier uitloopt.

De holtten en uitlozingsbuizen der klieren zijn van

binnen bekleed met een epithelium, hetgeen aan de opening der uitlozingshuis zamenhangt met het epithelium der vlakke, op welke zich de klier uitstort. In de wanden der uitlozingsbuizen van vele klieren heeft men elastieke vezelen of zelfs spiervezelen waargenomen. Overigens zijn de blaasjes en trosjes of de kanaaltjes en bundeltjes der zamengestelde klieren door bindweefsel met elkander tot ééne massa vereenigd.

Elk blaasje of buisje, om teven of het op zich zelf staat of een deel van eene zamengestelde klier uitmaakt, wordt omringd door een fijn net van haarvaatjes. Het zijn deze haarvaatjes, waaruit, zooals gezegd is, de afscheiding eigenlijk geschiedt. Het af te scheiden vocht dringt door de wanden der haarvaatjes en door die der klierblaasjes en buisjes heen, en wordt uit deze laatste, zoo de klier enkelvoudig is, door de uitlozingshuis uitgestort. Is de klier zamengesteld, dan komt het uit de uitlozings-buizen der blaasjes in die der trosjes, en dan eerst in de algemeene uitlozingshuis. Tot de voortstuwung en uitlozing van het afgescheiden vocht dragen bij: de voortsluwung van achteren op, door het immer afgescheiden wordende vocht, de zamentrekking der zoo even genoemde elastieke en spiervezelen, en de drukking, die sommige klieren en uitlozingsbuizen door de beweging der omliggende deelen ondervinden.

Wij hebben, bij onze beschouwing der organische verrigtingen, reeds een aantal klieren beschreven en besproken, welke ik hier slechts zal opnoemen. Zij zijn: de *slijmklieren*, bladz. 27; — de *speekselklieren*, bladz. 57; over het speeksel zie men bladz. 72; — de *maagklieren*, bladz. 64, en het maagsap bladz. 69; de *darmklieren*, bladz. 65 en het darmvocht, bladz. 70; — de *lever*, bladz. 66 en de *gal*, blz. 70; — de *afleeschklier*, bladz. 67 en het *afleeschsap*, bladz. 73; — en eindelijk de *tongen*, bladz. 119, die, wat het wezenlijke van haar zamenstel en gedeeltelijk ook hare verrigting (de afscheiding van koolzuur) aangaat, volkomene klieren zijn. — Van deze allen behooren de enkelvoudige slijmklieren, en de maag- en darmklieren tot de enkelvoudige; de overige zijn zamengesteld.

Wij moeten nu nog melding maken van de *huidklieren* en van de *nieren*; later zal nog over eenige andere, b. v. de traanklier, de zogklier, enz., moeten gesproken worden.

Wanneer wij over de huid, als orgaan van het algemeen gevoel, zullen spreken, zal het zamenstel van dat algemeen bekleedsel des ligchaams naauwkeuriger worden opgegeven. Hier merk ik slechts aan, dat de huid bestaat uit de eigenlijke huid of *lederhuid*, en de veel dunnere, ongevoeltge *opperhuid*, die de lederhuid overal overdekt. Deze laatste is het, die, wanneer men zich schaaft en daardoor eene zoogenaamde ontvelling bekomt, van de lederhuid weggenomen is, of die, door de werking van eene spaanschevlieg-pleister van de lederhuid verwijderd, de bij ieder bekende blaren vormt. De klieren der huid zijn van tweeërlei soort: smeerklieren en zweetklieren.

De *smeerklieren* liggen in de zelfstandigheid der lederhuid. Zij bestaan uit blaasjes, die óf ieder op zich zelve staan, óf trosvormig met elkander zijn vereenigd, en wier uitlozingsbuisen zich óf vrij op de oppervlakte der huid, óf in een haarzakje (waarover later) ontlasten. Zij worden overal op het ligchaam aangetroffen, zeer enkele deelen, zooals de handpalm en de voetzool, uitgezonderd. Zij scheiden een vetachtig, eigenaardig riekend vocht af, hetwelk dient om de hoornachtige opperhuid te beschutten tegen de inwerking van het zweet, en die opperhuid en de haren zacht en lenig te houden.

De *zweetklieren* zijn niet in de lederhuid zelve gelegen, maar in het onder de huid gelegene bindweefsel. Elke zweetklier bestaat uit eene buis, die als een kluwen opgerold in dat bindweefsel ligt, en die in eenen kurkretrekker-vormig gekronkelde uitlozingsbuis overgaat, welke door de geheele dikte der lederhuid heendringt, en zich tusschen de gevoeltepeltjes aan de oppervlakte der opperhuid opent. Er zouden 2,381,248 zulke zweetklieren in de menschelijke huid aangenomen kunnen worden — De zweetklieren zijn de organen van eene gestadige afscheiding uit het bloed, welke zich gewoonlijk in den vorm van damp naar buiten ontlast, zoodat zij in dit geval slechts dan duidelijk waargenomen wordt, wanneer men een ligchaamsdeel eenigen tijd in eenen geolieden doek gewikkeld houdt, waarbij zich dan de afgescheidene vloeistof, tot droppels verdigt, aan de binnenzijde van dien doek vertoont zal. Die afscheiding bestaat uit water, waarin koolzuur, chloorsodium, zwavelzure, melkzure en boterzure zouten en vrij melkzuur aanwezig zijn, alles in zeer afwisselende hoeveelheden en verschillend naar gelang van verschillende plaatsen der huid. De hoeveelheid der gewone huiduitwaseming is zeer onderscheiden, maar kan gerekend worden in de 24 uren 31,3 onsen te bedragen. Bij eene drooge en vochtige lucht neemt zij toe, bij eene vochtige vermindert zij, even als de water-afscheiding in de longen. Ook door koude wordt zij geringer: het onmiddellijk gevolg van koude toch is, dat er minder bloed naar de huid en dus ook naar de zweetklieren stroomt. Indien er zeer veel bloed zich naar de huid begeeft, wordt er door de zweetklieren meer vocht afgescheiden, dan door de warmte des ligchaams tot den dampvormigen toestand kan gebracht worden, en dat vocht vertoont zich dan dropvormig, als zweet, op de oppervlakte der huid. Met dat zweet worden meer vaste stoffen, dan met de gewone, zoogenaamde *ongevoelige* huid-uitwaseming, buiten het ligchaam gevoerd: het bevat eene tamelijke hoeveelheid opgeloste zouten.

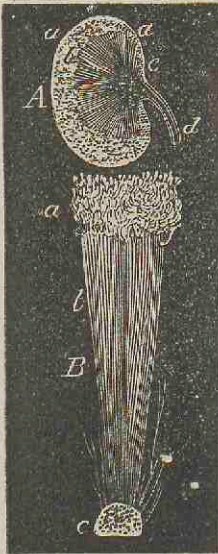
De huiduitwaseming behoort — even als de pis-afscheiding, waarover wij zoo dadelijk spreken zullen — tot die afscheidingen, door welke de onbruikbare stoffen uit het ligchaam worden verwijderd. Sommige vreemde zelfstandigheden, die in het bloed geraakt zijn, worden door haar weggevoerd. Zoo wordt, om maar iets te noemen, zwavel, die als geneesmiddel ingenomen was, al spoedig in het zweet aangetroffen; en zilveren uurwerken of sieraden, gedragen door menschen, die zwavel gebruiken, krijgen dientengevolge spoedig eene gele kleur

Van een ander nut der huid-uitwaseming, de vermindering der al te groote warmte des ligchaams, heb ik in het vorig hoofdstuk, bladz. 137 gesproken.

Dat overigens de huid ook een *opstorpens* vlies is, wordt genoegzaam be-
wezen door het zwaarder-worden des ligchaams na het nemen van een bad,
door de uitwerkselen, te weeg gebragt door het opleggen of inwrijven van
sommige, vooral vlugtige genesmiddelen, en door de omstandigheid, dat die-
ren, in vergiftige gassen geplaatst, sterven, niettegenstaande er voor gezorgd
is, dat zij die niet kunnen inademen.

De *nieren* zijn twee vrij groote klieren, welke gelegen zijn achter in den
buik, aan beide zijden der wervelkolom, en wel van den elfden ruggewervel
tot den vierden lendewervel. Zij zijn roodbruin van kleur, met een vezel-

Fig. 38.



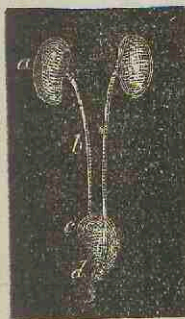
achtigen rok omgeven, vast van zelfstandigheid, en
hunne gedaante gelijkt naar die van eene boon, zocals
in fig. 38 *A* kan worden gezien, waar eene nier mid-
den doorgesneden is afgebeeld. De plaats *c*, waar de
pisleider *d* uit de nier komt, noemt men den *hilus* of
de *poort* der nier, en te dier plaatse dringen ook de
bloedvaten, die tot de nier behooren, in hare zelfstan-
digheid. In de doorsnede *A* is *a* de *vaatachtige*, *b* de
buisvormige nierzelfstandigheid, die men ook wel
bast- en *merg-zelfstandigheid* noemt.

Om zich van het inwendige samenstel der nier een
goed denkbeeld te vormen, moet men in het oog houden,
dat elke nier bestaat uit 10 of 12 bundels van buizen,
die men om hunnen pyramidalen vorm *nierpyramiden*,
of *pyramiden van Malpighi* heet, en waarvan eene
in *B* is afgebeeld. Al die pyramiden liggen nevens
elkander met de breede grondvlakte *a* aan den bolten
buitenrand der nier, en met de stompe punt naar de
nierpoort. Het zal niemand moeilijk vallen in te zien,
dat, wanneer men tien of twaalf bundels of pyramiden
als *B* dicht sluitende naast elkander legt, zij gezamenlijk ééne massa zullen
vormen van dezelfde boonachtige gedaante als de nier *A*. — Aan de poort *c*
der nier nu dringt de slagader der nier, — die (zie bladz. 95; fig. 37 *k*) uit
de groote slagader ontspringt, — in de zelfstandigheid van deze klier, verdeelt
zich in steeds kleiner wordende takken, die tusschen de pyramiden naar de
bolle oppervlakte heenloopen, en zich daar als een kluwen oprollen. Elk
kluwentje, waarvan er een zeer groot aantal in elke nier aanwezig zijn,
wordt omgeven door een vliezig *beursje*. Vervolgens gaat het slagadertakje
uit het beursje, vormt nu met de andere takjes een fijn vaatnet om en

tusschen de beursjes, uit welk vaatnet dan de anderen ontspringen, die eindelijk, insgelijks door de poort, de nier verlaten. Uit elk beursje ontspringt een *pisbuisje*, dat in 'tbegin gekronkeld is, maar vervolgens regtlijnig naar de poort loopt. Een aantal nu van zulke beursjes met hunne buisjes vormen eene pyramide, zooals die in *B* is afgebeeld. Aldaar is *a* de basis der pyramide, zijnde de vaatachtige zelfstandigheid, welke bestaat uit de beursjes met de slagaderlijke kluwentjes daarin; *b* is de buis-zelfstandigheid, bestaande uit de pisbuisjes, die uit de beursjes ontspringen. De smal toeloopende vorm van elke pyramide hangt hiervan af, dat de pisbuisjes zich gedurende hunnen loop naar de poort gedurig twee aan twee vereenigen, zoodat hun aantal, dat bij hun' oorsprong uit de beursjes buitengemeen groot is, aan de punt van elke pyramide tot omstreeks 200 is verminderd, waardoor natuurlijk de gansche bundel een pyramidalen vorm moet verkrijgen. De uiteinden der buisjes van eene pyramide vereenigen zich tot eenen tepel *c*, die verscheidene openingen bezit, en elke tepel is omgeven van een kort vliezig kanaal, *nierkelk* geheeten. De 10 à 12 kolken der gezamenlijke pyramiden omsluiten zamen eene grootere holte, het *nierbekken*, die aan de poort gelegen is, en het is uit dit bekken, dat de *pisleider* *Ad* ontspringt.

De *pisleider* — eene vliezige, van spier-vezelen voorziene, van binnen met een fijn slijmvlies bekleede huis — loopt nu in den buik naar beneden, komt beneden in den buik aan den bodem der pisblaas, en stort zich daarin uit. —

Fig. 39.



In de hiernaast staande fig. 59 verbeelden *a* de beide nieren, *b* de uit de poort der nieren ontspringende *pisleiders*, en *cd* de *pisblaas*.

De *pisblaas* is een vliezige zak, welke geplaatst is beneden in den buik, vlak achter de schaambeensvereeniging, d. i. de plaats, waar de beide schaambeenderen elkander raken (vergelijk hier het op blad. 43 gezegde). Beneden verlengt de blaas zich in eenen *hals d*, die in den *pisweg*, eene vliezige buis, door welke de urine naar buiten ontlast wordt, uitloopt. — De *pisblaas* wordt gevormd door een *weivlies-bekleedsel*, zijnde een verlengsel van het *buikvlies*, dat echter de blaas niet van voren en

van onderen omgeeft; — een *spierrok*, die aan den hals der blaas eene dien hals ringswijs omgevende *stuitspier* vormt; en een *slijmvlies*, dat de blaas van binnen bekleedt, en door eene laag bindweefsel van den *spierrok* gescheiden is.

De nieren zijn de werktuigen van de afscheiding der pis. Deze wordt door de in kluwens opgerolde slagader-takjes in de beursjes afgescheiden, vloeit uit de beursjes door de *pisbuisjes* in het *nierbekken*, en daaruit door de *pisleiders* in de *blaas*, in welke zij onophoudelijk uit de openingen der *pisleiders* neêrdruppelt. De *blaas* dient tot vergaderbak; zonder haar zou de pis onafgebroken droppelsgewijze naar buiten geloosd worden. Zoolang er nog niet veel pis

in de blaas verzameld is, is de gemeenschap tusschen haar en den pisweg afgesloten door de zamegetrokken sluitspier, die den hals *d* der blaas omgeeft, — even als zulks, gelijk wij op bladz. 63 en 74 zagen, bij den endeldarm het geval is. Wanneer eindelijk eene aanmerkelijke hoeveelheid pis in de blaas is opgehoopt, en deze daardoor sterk is uitgezet, dan ontstaat er een gevoel van aandrang; onder den invloed van den wil beginnen hare spiervezels zich zamen te trekken, overwinnen den tegenstand der sluitspier, en drijven de pis door den pisweg naar buiten.

De *pis* is een bleekgeel, eigenaardig rikkend en gewoonlijk zuur reageerend vocht, waarin zich niet zelden, schoon niet altijd, na bekoeling een grijs, wit of roodachtig bezinksel neêrzet. Zij bestaat uit water, waarin onderscheidene stoffen zijn opgelost, waarvan wij vooral de *pisstof* (*ureum*) en het *piszuur* moeten noemen, die beide zeer rijk aan stikstof zijn. Verder bevat de *pis* chloorsodium, en verscheidene phosphorzuren en zwavelzuren zouten met bases van potasch, soda, magnesia, kalk en ammonia. Hierbij komen nu nog verschillende toevallige zelfstandigheden, welke van gebruikte voedsels, geneesmiddelen, enz., afkomstig zijn. De *pis*-afscheiding toch is vooral die afscheiding, door welke niet alleen de ten gevolge der stofwisseling ontledene en niet meer bruikbare stoffen (zie bladz. 131), maar ook de toevallig in het bloed gekomene zelfstandigheden, die aan het organisme vreemd en daarvoor onbruikbaar of schadelijk zijn, uit het ligchaam worden gevoerd. Deze laatste zelfstandigheden worden daarbij somtijds ontleed, b. v. de zouten van plantenzuren met bases van potasch of soda, waarbij dan de *pis* zoo rijk aan die vrij geworden bases wordt, dat zij alkalisch reageert, in plaats van zuur. In andere gevallen gaan zulke zelfstandigheden onveranderd uit het bloed in de *pis* over, waardoor dan deze laatste eene geheel andere kleur of reuk bekomt, dan in gewone omstandigheden. Zoo wordt b. v. door het gebruik van rhabarber de *pis* geel gekleurd; het gebruik van terpentijn deelt er een violenreuk aan mede, enz.

De snelheid, waarmede vreemde zelfstandigheden, die in het bloed gedrongen zijn, door de *pis* worden ontlast, is zeer groot, en men treft dikwijls sporen daarvan in de *pis* aan, weinige minuten nadat de eene of andere gemakkelijk herkenbare zelfstandigheid door den mond is opgenomen.

De hoeveelheid der *pis*, die in den tijd van 24 uren afgescheiden en geloosd wordt, is zeer verschillend, zoodat daarvan wel geene bepaling kan gegeven worden. Onder de omstandigheden, welke op die hoeveelheid invloed oefenen, staat het meerder of minder gebruik van drank bovenaan; hoe meer men drinkt, des te sterker is in den regel de afscheiding der urine; het waterig bestanddeel des bloeds houdt zich binnen zekere bepaalde grenzen, en wordt er aan de eene zijde, in de maag, te veel vocht aangevoerd en opgeslorpt, dan scheidt zich aldaar aan de andere zijde, in de nieren, eene met dat *te veel* overeenkomende hoeveelheid vocht in den vorm van *pis* uit het bloed af. —

Eene tweede belangrijke omstandigheid is de toestand der huid-uitwaseming, welke doorgaans tot de pislozing in eene omgekeerde verhouding staat. Bij eene overvloedige huid-uitwaseming wordt er minder pis afgescheiden — doch deze laatste is dan sterk met zouten enz. verzadigd en dus donkerder gekleurd en scherper, natuurlijk wegens het mindere watergehalte. Is de huid-uitwaseming daarentegen gering, dan wordt er veel, maar tevens bleeke en meer waterachtige pis afgescheiden. Daarom is dan ook in den zomer de pislozing doorgaans spaarzamer dan in den winter. — De meerdere of mindere hoeveelheid van de opgeloste bestanddeelen der pis hangt af van de hoeveelheid en hoedanigheid der spijs, waarmede men zich gevoed heeft. Bij eene spaarzame voeding zal de pis wateriger en armer aan zouten enz. zijn, dan bij een rijkelijk genot van spijs. Gebruikt men veel voedsel, dat rijk aan stikstof is, dan zal daardoor de hoeveelheid van pistof, pizuur en hippur-zuur vermeerderen. — Na lichaams-inspanning wordt de hoeveelheid opgeloste stoffen in de pis vermeerderd; men houde hierbij in het oog den versnelde bloedsomloop, die het gevolg van lichaams-inspanning is en herinnere zich wat ik op bladz 128 over het naauw en noodzakelijk verband tusschen krachts-uitoefening en stofwisseling gezegd heb.

IX. HOOFDSTUK.

Terugblik op de organische verrigtingen.

Voor wij overgaan tot de beschouwing der dierlijke verrigtingen, acht ik het noodig, het door ons doorloopen veld nog eenmaal te overzien; zulk een overzicht van de zoo zeer verschillende, doch met elkander in het naauwst verband staande organische verrigtingen, zal ons dat verband te beter doen inzien, en onze denkbeelden ten aanzien dier verrigtingen verhelderen en bepalen.

De organische verrigtingen dienen ter instandhouding van het leven. Het leven nu van het organisme bestaat en openbaart zich in *werkingen*, die de verschillende deelen van dat organisme uitoefenen. Maar het gevolg van die werkzaamheid is: verbruik en verlies van stof; en deze moet vergoed en aangevuld worden door toevoer en assimilatie van nieuwe stof; geene blijvende werkzaamheid, geen leven alzoo, zonder stofwisseling.

Die stofwisseling geschiedt door en uit het in de slagaderen bevatte helderroode bloed. — In de haarvaten namelijk dringt een gedeelte van het bloedvocht, — het voedingsvocht, — door de wanden dier vaten heen, en drinkt en doordringt de onderscheidene weefsels. Terwijl nu aan den eenen kant de onbruikbaar geworden deeltjes der vaste deelen zich oplossen, en, ge-

deeltelijk ontleed, in de vaten worden opgeslorpt, wordt aan den anderen kant de in het bloedvocht bevatte nieuwe stof aan het weefsel gelijk gemaakt. Die vorming en ontvorming staan met elkander in verband; zij zijn van elkander afhankelijk, even als beide dit zijn van de veranderingen, die in het binnen de bloedvaten bevatte bloed voorvallen, t. w. de ontvorming van bloedligchaampjes, de verbinding van zuurstof met de vervormde vetten en koolstof-hydraten tot koolzuur enz., welke laatstgenoemde de voornaame bron is van de eigene warmte des ligchaams, omdat bij de verbinding van zuurstof met koolstof, d. i. de verbranding dezer laatste, warmte vrij wordt. — Maar het bloed vervult nog eene andere rol. Om niet te spreken van den opwekkenden, verlevendigenden invloed, dien het op alle deelen uitoefent, zoo levert het ook de stof voor de verschillende *afscheidingen*, zoowel van die, welke aan het een of ander bepaald doeleinde in de organische huishouding dienstbaar zijn, als van die, welke dienen om onbruikbaar geworden of aan het organisme vreemde zelfstandigheden uit het ligchaam te verwijderen.

Na dit alles is het bloed ongeschikt geworden tot verdere onderhouding des levens; het heeft voedingsstof, bloedligchaampjes, een groot deel zuurstof verloren; het bevat daarentegen vele onbruikbare producten en overblijfselen der stofwisseling — waaronder eene overmaat van koolzuur — en het moet derhalve nieuwen toevoer voor het verlorene erlangen, en zich ontdoen van het overtollige en schadelijke.

Die toevoer heeft plaats door bemiddeling der spijsvertering en der ademhaling, — dat ontlasten door middel der ademhaling en der afscheidingen uit het weder slagaderlijk geworden bloed, waarvan ik reeds gewaagde.

De stoffen, die de mensch tot onderhoud des levens noodig heeft, die dienen moeten tot herstel van het ten gevolge der stofwisseling en der afscheiding geleden verlies, en welke van buiten af in het ligchaam moeten worden ingevoerd, zijn vast, vloeibaar of luchtvormig. De beide eersten worden aan het ligchaam toegevoerd door de spijsvertering, de laatste door de ademhaling. — De vaste stoffen ontleent de mensch uit de beide bewerktuigde natuurrijken; de vloeibare bestaan in water, dat de wezenlijke grondslag uitmaakt van alle dranken. De voedingsstoffen, die zijne spijzen bevatten, zijn: 1. eiwitachtige stoffen (proteïne-verbindingen); 2. vet; 3. zetmeelachtige stoffen (koolstof-hydraten) en 4. eenige niet-organische stoffen. De bewerking, waardoor deze stoffen van de niet voedende bestanddeelen der spijzen worden afgescheiden, en geschikt gemaakt om in de vaten te worden opgenomen, geschiedt in de spijsbuis. Eerst in den mond opgenomen en fijngekauwd, geraken zij door den slokdarm in de maag, en uit deze in de darmen; in de maag en de darmen heeft het eigenlijke werk der spijsvertering plaats, onder den invloed der verschillende vochten, welke in die organen afgescheiden of daarin uitgestort worden (spooksap, maagsap, darmsap, gal, alvleeschsap); — waarna

de van voedingsstoffen en vocht beroofde spijs als drekstof uit het ligchaam wordt verwijderd.

De in de binnen de holte der ingewanden bevatte vochten opgeloste of daarin fijn verdeelde, en gedeeltelijk scheikundig veranderde voedingsstoffen echter, worden uit die ingewanden door de vaten *opgestorpt*, d. i. zij dringen door de poreuze vliczen, die hen van de in die vaten bevatte vochten scheiden, heen. De watervaten der darmen, de chijlvaten, bekleeden hier eene voorname plaats; zij nemen de in die darmen aanwezige oplossingen in den vorm van een wit, melkachtig vocht (chijl) op, en voeren die naar de borstbuis, welke zich in de linker ondersleutelbeensader uitstort, ten gevolge waarvan de chijl alzoo in het aderlijke bloed komt. Behalve die chijl en de profeine-verbindingen, die reeds voor een groot deel uit de maag worden opgestorpt, ontvangt het aderlijke bloed nog den inhoud der gezamenlijke overige watervaten, welken deze uit het weefsel van alle ligchaamsdeelen hebben opgenomen. Deze inhoud bestaat voor een groot deel uit dat gedeelte van het door de slagaderen bij de voedingsverrigting afgescheiden voedingsvocht, dat niet verbruikt is geworden, en bevat onvolkomene bloedligchaampjes, welke echter sedurende hunnen loop door de watervaten en de borstbuis, waarin zich de meeste watervaten uitstorten, meer en meer aan ware bloedligchaampjes gelijk beginnen te worden. — Thans ontbreekt nog aan de geheele verandering van het aderlijk in slagaderlijk bloed dit, dat het de ontbrekende zuurstof in zich opneme, en daarentegen bevrijd worde van de overmaat van koolzuur, die het bevat.

Te dien einde stroomt het aderlijk bloed, uit alle aderen in de beide holte aderen te zamen gekomen, in den regter boezem, en uit dezen in de regter kamer des harten, door wier zamentrekkingen het door de longslagaderen heen in het haarvatennet der longen gestuwd wordt. Hier neemt het, door de wanden der haarvaten en longblaasjes heen, zuurstof op uit de lucht, die ten gevolge van het mechanisme der ademhaling onophoudelijk in en uit die longblaasjes dringt, en staat daarentegen zijne overmaat van koolzuur langs denzelfden weg aan die lucht af. Nu geheel slagaderlijk bloed geworden, stroomt het uit het haarvatennet der longen naar den linker boezem des harten en uit dezen in de linker kamer; en de zamentrekkingen van deze drijven het, door de slagaderen, naar alle deelen des ligchaams, om daar op nieuw aan de stofwisseling dienstbaar te zijn, en zich, door middel der afscheidende werktuigen, te ontdoen van de onbruikbare en vreemde stoffen, die het in zich bevat.

Ziedaar in groote en ruwe trekken den hoofdinhoud van deze afdeling aangeduid. Voor ik echter van de organische verrigtingen afstap, moet ik dienaangaande nog het volgende doen opmerken.

Elke organische verrigting sluit *beweging* in, geschiedt door beweging; — dit is iets, dat ieder bij onze beschouwing dier verrigtingen noodzakelijk heeft

moeten opmerken. Men kan zich dan ook onmogelijk eenige *werking*, ja eenige *verandering*, van welken aard ook, denken zonder beweging. Ik heb echter over die beweging, als zoodanig, weinig gesproken, en gezwezen van de *wijze*, waarop zij geschiedt. Alleen waar de beweging berust op zuiver natuurkundige wetten, dat is, op zulke wetten, die wij buiten het organisme geheel of nagenoeg op dezelfde wijze zich zien openbaren, ben ik getreden in eene ontwikkeling daarvan. Zoo helderde ik b. v. de opstoring en afscheiding op door de endosmose en door het transport van vloeistoffen door de electriciteit; zoo verklaarde ik de omwisseling van zuurstof en koolzuur bij de ademhaling door de diffusie der gassen, enz. — Men zal evenwel hebben opgemerkt, dat de meeste bewegingen, die bij de organische verrigtingen plaats hebben, afhangen van spierzamentrekkingen. Wij zagen dit bij het kaauwen en slikken, bij den doorgang des voedsels door den stokdarm, bij de spijsvertering in de maag en in de darmen, bij de werking van het hart, bij de ademhaling, enz. Van deze zamentrekkingen van spieren, spiervezelen, of spiervezels, zagen wij, hangen sommige geheel van onzen wil af, sommige slechts gedeeltelijk, de meeste in het geheel niet. Hoe nu die spierzamentrekkingen geschieden, daarover kunnen wij hier nog niet opzettelijk handelen; wij zullen daarvan hooren, wanneer, in de volgende afdeeling, de *beweging* door ons zal beschouwd worden. Het is waar, de *onwillekeurige* spierzamentrekkingen, die ik in *deze* afdeeling heb moeten vermelden, behooren tot de organische verrigtingen, en zouden dus eigenlijk hier ter plaatse moeten worden behandeld. Doch zij berusten, evenals de willekeurige spierbewegingen, op *zenuwwerking*, — en de aard van die zenuwwerking kan niet wel begrepen worden, zonder een denkbeeld te hebben van de verrigting der zenuwen in het algemeen, die ons in de volgende afdeeling zal moeten bezig houden.

Men zal zich intusschen herinneren, dat ik, toen op bladz. 88 en 89 het sluiten en openen van de portier der maag ter sprake kwam, gezegd heb, dat het eene eigenschap der zamentrekbare spiervezel is, zich zamen te trekken wanneer zij door vreemde invloeden (prikkelers) aangedaan (geprikkel) wordt. Deze eigenschap noemt men prikkelbaarheid; zij veronderstelt: 1. vatbaarheid om door eenen prikkel aangedaan te worden (*prikkelbaarheid*, gevoel n uitgestrekten zin); 2. het vermogen om op dien prikkel *terug te werken*, gelijk men het noemt. Ieder orgaan heeft zijn' eigenen, natuurlijken prikkel, die de oorzaak is van zijne beweging. Voor de maag is dit het voedsel, voor de darmen de daarin afgescheidene vochten, vooral de gal (bladz. 71), voor de drijfveer des bloedsomloops, het hart, is dit het bloed, enz.

Een gevolg der prikkeling van een met bloedvaten voorzien deel is: vermeerderde toevloed van bloed. Gij kunt dit zelf gemakkelijk waarnemen, door de huid der hand of van een ander lichaamsdeel te wrijven, te steken of op eene andere wijze te prikkelen; gij zult de geprikkelde plaats weldra rood zien worden, ten gevolge van dien vermeerderden toevloed des bloeds.

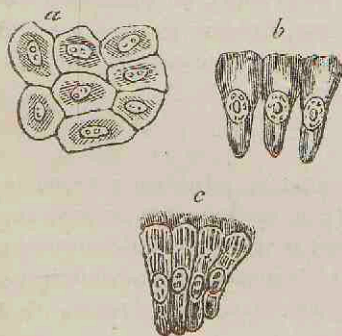
Hierop berust b. v. de omstandigheid, dat, wanneer de maag met spijs gevuld is, eene vermeerdering plaats heeft van de ter vertering zoo noodige afscheiding van maagsap, die bij eene ledige maag veel geringer is. Immers de spijs is, gelijk wij zagen, de natuurlijke prikkel der maag; op de door deze tweeweg gebragte prikkeliug volgt vermeerderde toestrooming van bloed naar het slijmvlies der maag; de haarvaten der maagklieren zijn nu genoodzaakt uit de meerdere bloedmassa, die hen in een gegeven tijd doorstroomt, eene grootere hoeveelheid maagsap af te scheiden. Zoo geschiedt het ook bij het kaauwen der spijsen, dat de hoeveelheid van speeksel vermeerderd; de door de spijsen veroorzaakte prikkeling van het slijmvlies der mondholte *plant zich voort* op de speekselklieren; deze ontvangen dien ten gevolge meer bloed, en scheiden derhalve ook meer speeksel af.

Wij zullen over de prikkelbaarheid en hare wetten, en over de nadeelige gevolgen van te sterke of te aanhoudende, en van te zwakke of te afgebrokene prikkeling, hier niet uitweiden. Gedeeltelijk moet ik u, wanneer gij dieper daarin wildet treden, verwijzen naar meer uitvoerige werken; gedeeltelijk komen wij er op terug, wanneer wij over de werking der zenuwen handelen; gedeeltelijk ook behoort dit hier niet te huis. Ik achtte echter noodig het weinige, dat ik er over gezegd heb, hier aan te voeren, deels ter opheldering van het een en ander betreffende de organische verrigtingen, deels als overgang tot de volgende afdeling.

Ik moet hier nog eene in het ligchaam hier en daar plaats hebbende beweging vermelden, die geheel en al van de werking der zenuwen onafhankelijk

is. Ik bedoel de dus genaamde *tril-* of *slikkerbeweging*. Op bladz. 25 maakte ik gewag van eene soort van epithelium, bestaande uit cilindercellen, die aan haar boveinde voorzien zijn van korte, heldere, platte en puntige haartjes (*tril-haartjes*). Ik herhaal hier de daarbij gevoegde figuur, waar in *c* eenige zoodanige cellen zijn afgebeeld. Men moet die cellen zich voorstellen als regtop geplaatst op het vlies, dat bekleed wordt door het trilhaar-epithelium, zoodat het puntig einde der

Fig. 60.



cellen dat vlies aanraakt, en de met haartjes voorziene einden der cellen de oppervlakte van het epithelium vormen. Van zulk een epithelium zien wij eene doorsnede in fig. 61 afgebeeld; *a* zijn de trilhaartjes, *b* de cilindercellen, waarop de trilhaartjes zitten, *c* wijst de kern van eene dier cellen aan. Zulk epithelium vindt men, onder de reeds in deze afdeling vermelde deelen, in het ademhalingskanaal, van het strotklepje af tot aan de long-

blaasjes, en in het begin der pisbuisjes. Andere, nader te beschrijven deelen, die ook trilhaar-epithelium bezitten, zijn: de neusholte, de Eustachiaansche

Fig. 61.



buizen, de traanzak en het traankanaal, de holten der groote hersenen, en de trompetten van Fallopius. — De trilharen nu zijn in eene onophoudelijke, zeer snelle, golvende beweging, en dat wel doorgaans in ééne bepaalde rigting. Die beweging is geheel en al van de

werking der zenuwen en des bloeds onafhankelijk, want zij houdt niet slechts nog eenigen tijd na den dood aan, maar blijft zich ook op een stukje afgeschraapt epithelium, dus buiten alle verband met het ligchaam, vertoonen. Welke de oorzaak en wat het doel is dezer beweging, daarvan is met zekerheid nog weinig te zeggen.

Men heeft uit het gezegde kunnen opmaken, dat zenuwwerking onmisbaar is voor de organische verrigtingen; die organische zenuwwerking nu staat in naauw verband met diegene, welke meer uitsluitend tot het dierlijk leven behoort. Aan den anderen kant kunnen de organen van het dierlijk leven hunne verrigtingen niet uitoefenen, zonder de hulp der organische verrigtingen: zij zijn toch, als deelen van het organisch geheel, onderworpen aan de stofwisseling, waarvan het bestuur aan de organische verrigtingen is toevertrouwd. Wij zien hieruit, hoe alles in het levend organisme met elkander in verband staat, hoe alles te zamen eene keten vormt, uit welke geen schakel kan worden gemist, — en wij kunnen ons daardoor reeds nu een denkbeeld vormen van de éénheid van dat organisme, in hetwelk alles met elkander samenwerkt tot één gemeenschappelijk doel.

De door de smerklieren der huid afgescheiden vetachtige stof blijft gedeeltelijk op de huid zitten; er kleeft stof aan, en zoo wordt de huid langzamerhand met vuil bedekt, dat een beletsel is voor de huiduitwaseming en bovendien ligt jeukte en uitslag veroorzaakt. Daarvandaan de noodzakelijkheid om het *gansche* ligchaam, en niet alleen het aangezigt, de handen en de voeten, te wasschen of te baden.

Menig kind uit de mindere klasse, dat gezegd wordt te lijden aan zoogenaamd *klierachtig* (scrofulous) uitslag, zou binnen eene week of twee genezen zijn, indien het alle dagen over 't gansche lijf goed met zeepsop gewasschen werd.

Koude baden, mits men er slechts even in blijft, harden de huid tegen de koude. Zeer kleine kinderen wassche men met niet *al te* koud water, want

bij hen kan het overmatig gebruik van koude baden aanleiding geven tot bloedophooping naar inwendige organen, vooral naar de hersenen.

Te veel drinken, of het veelvuldig gebruik van pisdrijvende zaken (aspergies, uijen, knoflook, jenever; kan de nieren te sterk prikkelen en ziekten van deze deelen veroorzaken

Nimmer houde men de urine lang op. Daaruit kan verlamming der blaas ontstaan, en op den langen duur graveel en blaassteenen, daar de al te lang in de blaas vertoevende urine daarin telkens een klein deel van de stoffen, die er in opgelost zijn, kan achterlaten.

DERDE AFDEELING.

DIERLIJKE VERRIGTINGEN.



I. HOOPDSTUK.

Over de diorlijke verrigtingen en over het zenuwstelsel in het algemeen.

Wij hebben in het laatste hoofdstuk der vorige afdeling gezien, dat geene der tot dus ver beschrevene verrigtingen plaats hebben kan zonder beweging. Deze beweging — voor zoover zij geene zuiver physische kan genoemd worden — ontstaat ten gevolge van de inwerking van eenen prikkel op een orgaan; het orgaan gevoelt dien prikkel, wordt er door aangedaan en werkt er op terug, dat is, beweegt zich, overeenkomstig zijn zamenstel, en dus op die wijze, als de aard van zijne verrigting vordert.

Dat gevoel kan evenwel moeilijk dien naam dragen, dewijl de mensch het niet *gevaar wordt*, en wij met het woord *gevoel* gewoon zijn het denkbeeld van *gevaarwording* te verbinden. En de beweging, die er op volgt, geschiedt zonder dat 's menschen wil er eenigen den minsten invloed op uitoefent. Evenmin als een gezond mensch den prikkel des bloeds op het hart, of der spijzen op de maag gevoelt, even zoo min kan hij door de krachtigste inspanning van zijnen wil de kloppingen van dat hart, de golvende bewegingen der maag, de toestrooming des bloeds naar de haarvaten van het maagslijmvlies, die de gevolgen van de werking dier prikkels zijn, versnellen, vortragen, beheerschen. Dat gevoel is een gevoel *zonder bewustzijn*, die beweging eene *onwillekeurige* beweging, — even als het gevoel de prikkelbaarheid, met de daarop volgende beweging, die den grondslag uitmaken van vele verrigtingen van het plantaardig organisme, insgelijks zonder bewustheid en onwillekeurig zijn. Trouwens die klasse van verrigtingen, welke geschieden zonder dat het bewustzijn en de wil er bij in het spel behoeven te komen, is die, welke zoowel aan de planten als aan de dieren eigen is; het zijn die verrigtingen, die het wezen des levens van *elk* organisch zamenstel uitmaken, en daarom dan ook *organische*, zuiver organische verrigtingen genoemd worden. De

stoffelijke instandhouding van het organisch zamenstel, de onderhouding van het *organische* of *plantaardige* (*vegetatieve*) leven, is haar eenig doel.

Dit leerden wij reeds in de eerste, inleidende afdeling van dit werkje, toen wij spraken over de overeenkomst en het verschil tusschen planten en dieren. Maar bij die gelegenheid zagen wij ook, dat het organisme der dieren niet alleen die verrigtingen, welke ook bij de planten worden waargenomen, op eene andere wijze uitoefent, dan deze dit doen, maar dat het bovendien geschikt is ter uitoefening van een geheele klasse van verrigtingen, waarvan wij bij de planten niets bespeuren, en die wij daarom *dierlijke* verrigtingen noemen. Die verrigtingen berusten ook op *gevoel* en *beweging*. Maar dat gevoel is *gewaarwording*, dat is, gevoel met bewustzijn; die beweging is van den wij afhankelijk, dat is, *willekeurig*. Gewaarworden, willen, veronderstellen bewustzijn van het eigen *ik*, *zelfbewustzijn*; — en hieraan knoopt zich eene rij van vermogens, die als het hoogste kenmerk der dierlijkheid te beschouwen en bij den mensch in den allerhoogsten trap ontwikkeld zijn. — In deze afdeling nu moeten wij over die dierlijke verrigtingen spreken; wij zullen daarin onderzoeken, hoe een prikkel, door een zintuig opgenomen, naar het orgaan der ziel wordt overgebracht en in deze eene gewaarwording doet ontstaan: hoe wij zien, hooren, rieken, smaken en tasten; wij zullen nagaan, op welke wijze de invloed des wils wordt overgebracht naar de spieren der verschillende lichaamsdeelen, en hoe deze aan dien wil gehoorzamen en zich bewegen; wij zullen eindelijk eenen blik werpen op de hoogere vermogens der ziel.

Veel, dat wij te vermelden zullen hebben, zal dienen tot opheldering van het een en ander, dat wij bij de beschouwing der organische verrigtingen noodzaak is in het duister te laten. En hetgeen wij van de organische verrigtingen weten, zal ons daarentegen vaak te stade komen bij de behandeling der dierlijke. Dit is niet moeilijk te begrijpen, na hetgeen ik in het vorig hoofdstuk zeide over het nauw verband, dat er tusschen beide klassen van verrigtingen bestaat. Vooral blijkt dit uit heider, afhankelijkheid van het zenuwstelsel. Ik deed opmerken, dat de organische verrigtingen, minder of meer regtstreeks, van zenuwwerking afhankelijk zijn; de dierlijke verrigtingen nu zijn dit in die mate, dat zij niet begrepen kunnen worden zonder eene voorafgaande beschouwing van dat zenuwstelsel, en van die zenuwwerking in het algemeen. Hieruit volgt, dat wij in deze afdeling niet alleen de dierlijke verrigtingen zullen moeten beschrijven, maar ook zullen moeten handelen over de wijze, waarop *die* bewegingen tot stand komen, op welke een groot aantal der organische verrigtingen berusten.

De organische en de dierlijke verrigtingen hebben elk haar bijzonder *zenuwstelsel*, zoodat men van een *organisch* of *vegetatief*, en van een *dierlijk* (*aximaal*)

zenuwstelsel spreekt. Doch die beide zenuwstelsels hangen naauw aaneen, grijpen door wederkeerige wisseling van zenuwvezels in elkander, en, wat de werking van beide betreft, zoo stemmen zij niet slechts in den aard daarvan in vele opzichten met elkander overeen, maar het dierlijk zenuwstelsel oefent ook op het organische een onmiskenbaren invloed uit.

Aan beide zenuwstelsels onderscheidt men twee deelen: een *middenpunts- of centraal-* en een *omtreks- of peripherisch* gedeelte.

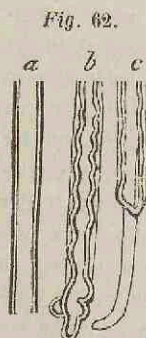
Het centraal-gedeelte van het dierlijk zenuwstelsel wordt gevormd door de *hersenen* en het *ruggemerg*; — het peripherische door *zenuwen*.

Van het organisch zenuwstelsel bestaat het centraalgedeelte uit een aantal op onderscheidene plaatsen verstrooide massa's, *zenuwknoopen* genaamd; — het peripherische insgelijks uit *zenuwen*.

Wij zullen eerst de vormbestanddeelen van het zenuwstelsel kortelijk beschouwen, en vervolgens een overzigt geven van het zenuwstelsel zelf. Voorloopig zij hier gezegd, dat de eigenlijke zenuwen (zie bladz. 28) dunne, witte draden zijn, die ontspringen uit de hersenen, het ruggemerg of de zenuwknoopen, en zich daarvandaan naar de onderscheidene deelen des ligchaams begeven, terwijl zij zich gedurende dien loop in een aantal al fijner en fijner wordende takken en takjes splitsen.

De vormbestanddeelen van het zenuwstelsel zijn tweërlei: zenuwbuisjes en zenuwcellen.

De *zenuwbuisjes* (*zenuwvezels, primitiefvezels der zenuwen*) vertoonen zich onder het mikroskoop als glasheldere, door dubbele donkere lijnen begrensde vezelen; zie fig. 63 *a*, welke een gedeelte van zulke een buisje



300 maal vergroot voorstelt. Die buisjes bestaan uit een buitengewoon dun, kristalhelder vliesje, dat het eigenlijke buisje vormt, waarin eene doorschijnende, dikke vloeistof (*zenuwmerg*) bevat is, die, wanneer het zenuwbuisje afbreekt, daar niet uitvloeit op de wijze als eene dunnere vloeistof doen zou, maar zich als eene ronde prop buiten het buisje vertoont (*b*). Midden door het vloeibare zenuwmerg loopt eene vezel, de *centraalvezel* of *ascilinder* genaamd, welke geldt als een voornaam deel van het zenuwbuisje. In *c* ziet men een zenuwbuisje, waarvan een gedeelte van het vliesje afgescheurd en de vloeibare in-

houd op die plaats weggevoeld is; men ziet daar de centraalvezel uit het in zijn geheel gebleven gedeelte hangen. — De wezenlijke bestanddeelen van het zenuwmerg zijn eiwit, vet en water.

In sommige zenuwen, vooral in diegene, welke tot het organische leven

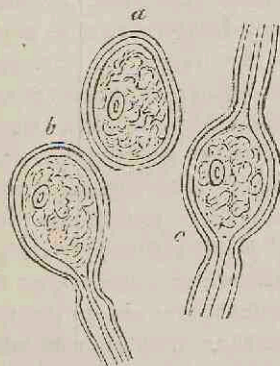
behooren, vindt men nog andere vezelen van eene bleekgrijze kleur, die men *graauwe zenuwvezelen* noemt (fig. 63). Zij verschillen in velerlei opzichten van de eigenlijke zenuwbuisjes, en men is het aangaande haren waren aard niet eens.

De zenuwcellen of gangliën-kogels zijn ronde, meestal ovale lichaampjes, welke bestaan uit een uitwendig fijn vliezig omhulsel, waar binnen de eigenlijke cel bestoten ligt. Die cel bezit een korreligen inhoud, en eenen kern. Zij wordt door het genoemde omhulsel naauw omsloten, doch krimpt, na met suikerwater bevochtigd te zijn, eenigzins in, ten gevolge waarvan er dan eenige ruimte ontstaat tusschen de cel zelve en haar omhulsel, gelijk dit plaats heeft bij alle drie de zenuwcellen, die in fig. 64, 300 maal vergroot, zijn afgebeeld. — Men vindt zenuwcellen, die geheel op zich zelve staan (*a*); andere, die aan een zenuwbuisje vastzitten, dat in haar schijnt te eindigen (*b*); nog andere eindelijk,



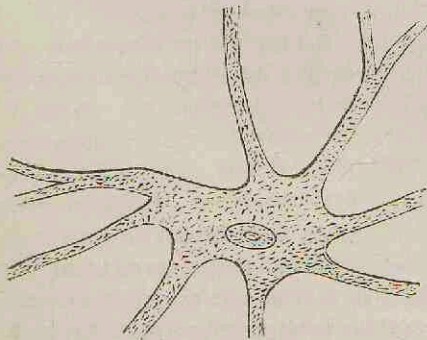
Fig. 63.

Fig. 64



die verbonden zijn met twee zenuwbuisjes, welke zich aanhechten aan twee tegenovergestelde einden der cel (*c*). Hierop grondt zich de verdeling der zenuwcellen in apolaire, unipolaire en bipolaire cellen (cellen zonder polen, met ééne pool, en met twee polen). Men vermoedt evenwel, en niet zonder grond, dat *alle* zenuwcellen bipolaire cellen zijn, en dat de apolaire en unipolaire cellen ontstaan, doordien bij de toebereiding voor het mikroskoop de zoo uiterst teedere zenuwbuisjes van de cel afscheuren. Het omhulsel der cel (zie *b* en *c*) staat in verband met het vliesje der zenuwbuis. De cel zelve is nog met een ander, niet duidelijk aan te wijzen omkleedsel omgeven — het eigen-

Fig. 65. (300 m vergr.)



lijke celvlies — hetwelk, zooals almede in onzen figuur bij *b* en *c* op te merken is, samenhangt met den ascilinder van een zenuwbuisje.

Het gezegde is vooral toepas- selijk op de zenuwcellen of gangliën-kogels, die in de zenuwknopen aanwezig zijn. Die, welke in de grijze zelfstandigheid der hersenen en des ruggemergs gevonden worden, onderscheiden

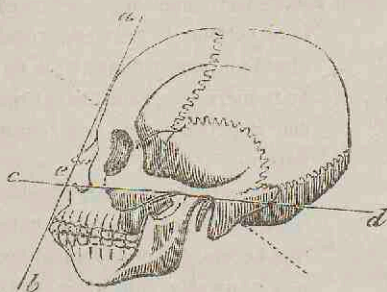
zich veelal door talrijke uitwassen of verlengsels, die zich wederom in andere takken splitsen. Zoodoende heeft zulk eene zenuwcel wel eenige overeenkomst met de getakte, kleurstof bevattende cellen, van welke op bladz. 24 gesproken werd.

Uit zenuwbuisjes bestaan vooral de eigenlijke zenuwen en de witte zelfstandigheid der hersenen en des ruggemergs, en voor een gedeelte ook de grijze zelfstandigheid van beiden. — De zenuwcellen worden aangetroffen in deze laatstgenoemde zelfstandigheid en in de zenuwkuopen; zij wordt echter ook aangetroffen op enkele punten der zenuwen.

Wij zullen thans het zenuwstelsel zelf moeten beschouwen, en te dien einde beginnen met de centraal-deelen daarvan, die, gelijk ik reeds aanmerkte, de hersenen en het ruggemerg zijn. Met de *hersenen* zullen wij eenen aanvang maken.

Van een lichaamsdeel eene beschrijving te geven, welke zoo duidelijk is, dat zij met behulp van eenige figuren goed begrepen kan worden, is altijd eene vrij moeilijke taak. Maar nergens is die moeilijker dan bij de hersenen, wier zamengestelde en ingewikkelde bouw het leveren van zulk eene beschrijving bijna tot eene onmogelijkheid maakt. Zoo ergens, dan is het hier noodig, dat men het voorwerp zelf, hetwelk men wenschte te leeren kennen, vóór zich hebbe en met de beschrijving kunne vergelijken. Gelukkig is voor het doel, dat ik mij in dit boek voorstel, de kennis van de onderscheidene hersendeelen, omtrent wier verrigtingen nog zoo veel duisters bestaat, van zeer weinig belang; — en het is om die reden, dat ik mij ontslagen reken van het geven eener eigenlijke, zij het dan ook beknopte en oppervlakkige *beschrijving* der hersenen. Liever wil ik, door eenige figuren met den lezer te beschouwen, en die figuren met elkander

Fig. 66.



te vergelijken, trachten op die wijze zulk een algemeen denkbeeld van het zamenstel der hersenen te geven, als voor het oogmerk, dat wij ons hier voorstellen, voldoende is.

Het is den lezer ongetwijfeld niet ontgaan, dat het hoofd verdeeld wordt in twee gedeelten: den schedel en het aangezicht, waarvan de grenzen in fig. 66 door eene stippelijn worden aangewezen. In de volgende figuur 67 herhaal ik de vroeger geleverde afbeelding der regterheft van

een loodregt doorgezaagd hoofd. Men ziet daar in *a* de regterheft der schedelholte, die van de neusholte *d* gescheiden wordt door den bodom der eerste,

die hier natuurlijk slechts in doorsnede wordt gezien. Maar in fig 69 ziet men dien bodem in zijn geheel, namelijk zoo als men dien voor oogen krijgt,

Fig. 67.

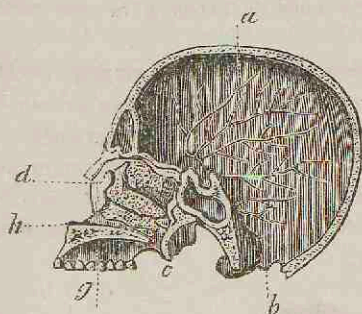


Fig. 68.

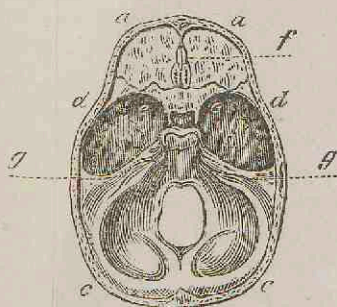
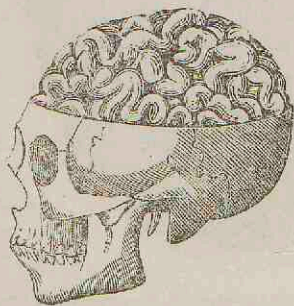


Fig. 69.



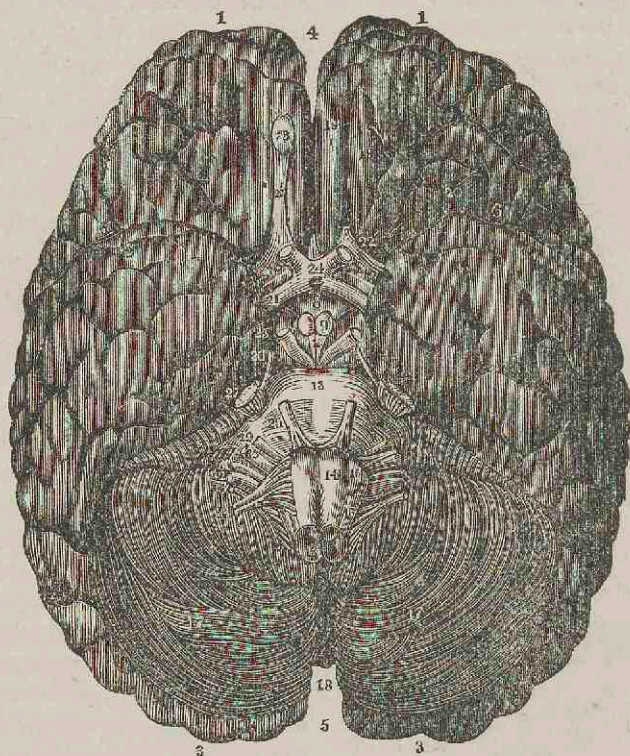
wanneer men, na het schedelgewelf doorgezaagd, weggenomen, en de hersenen verwijderd te hebben, van boven in of op den schedel ziet. Daar is *aa* de afgezaagde rand van het voorhoofdsbeen, en de met groefjes voorziene vlakke, die door het zeebeen *f* in tweeën gedeeld wordt, is het boven de oogholten gelegen horizontale deel des voorhoofdsbeens. Aan deze vlakke sluit zich eene kleinere gegroefde vlakke *ee* aan; deze behoort, met de vlak daarachter gelegene donkere groeve of kuil, — de *turksche zadel* geheeten — tot het wiggebeen. De zadelvormige gedaante van die groeve kunt gij in fig. 67 ook zeer goed opmerken; gij ziet daar tevens, dat vlak achter dien zadel de bodem der schedelholte plotseling bijna regt naar beneden loopt naar het groote achterhoofds gat *b*. Die *helling*, welke almede tot het wiggebeen behoort, zat u niet moeielijk vallen in fig. 68 te vinden tusschen den turkschen zadel en het groote achterhoofds gat en tusschen de beide rotsbeenderen *gg*. Deze zijn, behalve de voor en achter de rotsbeenderen gelegene kuilen, de meest in het oog loopende gedeelten van den bodem der schedelholte. Plaatsen wij nu in onze gedachten de beenige kap, die door de zaag weggenomen is, weder op fig 68, dan kunnen wij ons een denkbeeld maken van den vorm der schedelholte, binnen welke, gelijk wij van vroeger weten, de hersenen besloten liggen.

Beschouwen wij thans fig 69. Zij vertoont een hoofd, op dezelfde wijze doorgezaagd als in fig. 68, met de beenige kap er af genomen. Doch men ziet het hoofd hier niet van boven, gelijk in die figuur, maar van de linker zijde, en bovendien zijn de hersenen er ingelaten. Gij ziet, hoe de bolronde opper-

vlakke dier deelen niet glad, maar van onevenheden voorzien zijn, die den goed passenden naam van *hersenkronkelingen* dragen; kondt gij boven op die hersenen zien, dan zoudt gij ontwaren, dat er midden over heen, van voren naar achteren, eene diepe spleet loopt, waardoor de hersenen in eene regter en linker helft gescheiden worden.

Men onderscheidt de geheele hersenmassa, waarvan fig. 69 natuurlijk slechts het bovendeel laat zien, in *grootte* en *kleine* hersenen. Hetgeen er van in de genoemde figuur te zien is, behoort geheel tot de grootte hersenen; de kleine liggen onder het achterste gedeelte der grootte, boven en achter het grootte achterhoofds gat, in het onderste gedeelte der schedelholte. Fig. 70 vertoont u de geheele hersenmassa, uit den schedel genomen en omgekeerd,

Fig. 70.

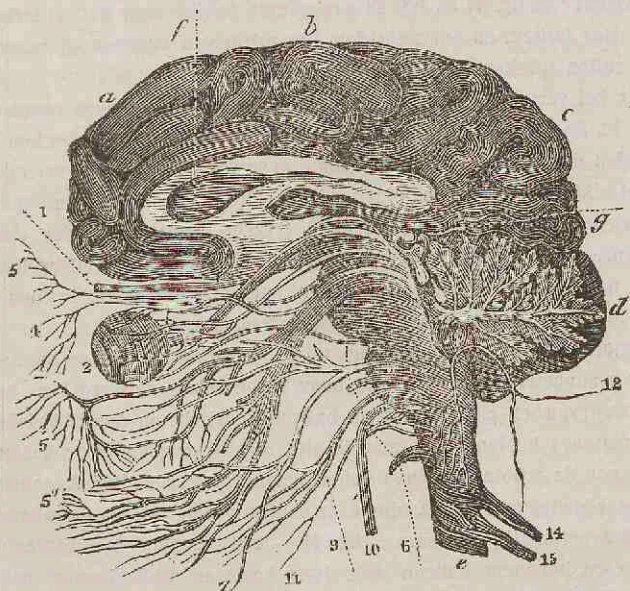


zoodat men hier de ondervlakte der hersenen ziet, die onmiddellijk op den bodem der schedelholte rust. De grootte hersenen, 1, 2, 3 onderkent gij aan de kronkelingen, die zij ook hier ter plaatse bezitten; de kleine hersenen worden door 17, 18 aangeduid, en zijn niet met kronkelingen, maar met evenwijdige groeven geteekend. Men ziet, hoe de diepe spleet, van welke ik zeide, dat

zij de groote hersenen van boven in twee helften verdeelt, ook het grondvlak dier hersenen in tweeën scheidt, te weten van voren (4) en van achteren (5). — doch niet in het midden. De groote hersenen toch bestaan uit twee helften — twee hersenen, om zoo te zeggen, die men de *halfronden der groote hersenen* noemt, en tusschen welke de meergenoemde spleet ligt. Deze spleet scheidt evenwel de beide halfronden niet *geheel* van elkander af want in het midden hangen zij met elkander te zamen. — Ook de kleine hersenen 17, 17 bestaan uit twee *halfronden*, die door eene spleet 18 van elkander gescheiden, maar meer naar voren met elkander vereenigd zijn.

Dit zal u nog duidelijker worden, wanneer gij het oog vestigt op fig. 71. Deze vertoont het regter halfrond der groote hersenen (abc) en dat der

Fig. 71.



kleine (d) met de zenuwen die er uit ontspringen. De gansche witte plek, waarvan *f* het bovengedeelte (den *balk* of het *achtachtig ligchaam*) aanwijst, is de plaats, waar beide halfronden der groote hersenen met elkander zamenvangen, en het is natuurlijk, dat die plaats hier beschouwd moet worden als doorgesneden te zijn, om er de linker helft der hersenen van te verwijderen. Men ziet, dat de oppervlakte der groote hersenen ook in de spleet van kronkelingen voorzien is.

De zelfstandigheid der hersenen is week, maar toch vast genoeg om haren vorm te bewaren. Zij bestaat uit witte en grijze zelfstandigheid. In de beide laatste figuren zijn die gedeelten, welke uit witte hersenzelfstandigheid be-

staan, licht geteekend, die welke uit graauwe zijn zamengesteld, donker. Bovendien is de inwendige massa der groote hersenen wit, maar geheel omgeven met eene bast van graauwe stof. In de kleine hersenen verspreidt zich de binnenste witte stof op die wijze door de buitenste graauwe, dat zij, wanneer men een der halfronden der kleine hersenen doorsnijdt, den vorm van eene boom met takken vertoont, gelijk in fig. 71 *d* zichtbaar is.

Ik wensch den lezer niet te vermoeijen met eene optelling der afzonderlijke hersendeelen; ik zal niet eens al diegene opnemen, die in fig. 70 zichtbaar zijn. Alleen wensch ik, dat hij het oog vestigt op het deel *e* in fig. 71. Dit noemt men het *verlengde merg*; het vertoont zich ook in fig. 70, 13. Het verlengde merg kan beschouwd worden als het bovenste gedeelte van het ruggemerg, dat nog binnen den schedel gelegen is. Het daalt van de hersenen op de vroeger in fig. 67 en fig. 68 aangeduide *helling* naar het achterhoofds gat, treedt daar buiten, en ontvangt dan den naam van ruggemerg, waarover wij straks zullen spreken.

Waar het verlengde merg in de hersenen overgaat, ziet men eenen knobbel, fig. 70, 12, de *brug van Varolius*, die eene verbinding vormt tusschen de beide halfronden der kleine hersenen, welke evenwel achter het verlengde merg ook met elkander in verband staan. Onder die brug doorgestaan, splitst zich het verlengde merg in twee strooken (11), de *beenen* of *steelen* der groote hersenen. — Het verlengde merg, met het geheele witte middengedeelte, dat men in fig. 70 aan de ondervlakte der hersenen ontwaart, is men gewoon zamen te vatten onder den naam van *hersenslam*.

Nog moet ik opmerkzaam maken op de *vierdubbele lichamen*, die in fig. 71 door *g* aangewezen zijn, en die naar voren raken aan grootere verhevenheden, waarvan er zich één in elk half rond bevindt, en die de *beddingen der gezichtszeneuwen* heeten. Ook mag ik niet met stilzwijgen voorbijgaan, dat er zich binnen de groote hersenen *holten* bevinden, van welke ik echter alleen de twee zijdelingsche noem, die door een middenschot, — de donkere plek onder het eeltachtig ligchaam *f*, fig. 71 — van elkander zijn gescheiden.

De kleine hersenen hangen door twee korte en dikke *beenen*, ook *koordvormige lichamen* genaamd, met het verlengde merg, door twee smalle *armen* met de brug van Varolius, en door twee andere bundels met de groote hersenen zamen.

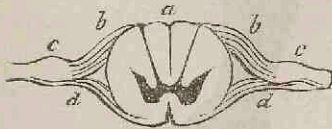
Gelijk ik reeds vroeger heb aangemerkt, zijn het vooral zenuwbuisjes, die de witte zelfstandigheid der hersenen vormen; in de graauwe zelfstandigheid treft men zeer vele zenuwcellen aan. Deze laatste hezit meer bloedvaten, dan de witte, en is iets weeker.

Behalve door den schedel, zijn de hersenen nog door vliezen omkleed. De inwendige oppervlakte der schedelholte is bedekt met een sterk, vezelig vlies, dat men het harde hersenvlies noemt. Een verlengsel daarvan, dat het *sikkelvormig* verlengsel genaamd wordt, dringt in de insnijding of spleet tusschen

de beide halfronden der groote hersenen; een ander, het *lentvormige*, is horizontaal uitgespannen tusschen het achterste gedeelte der groote, en het bovenste der kleine hersenen. Een derde, het *sikkelvormig verlengsel der kleine hersenen*, ligt tusschen de halfronden van deze laatste. De beide sikkelvormige verlengsels beletten, dat de eene helft der hersenen op de andere drukt, wanneer het hoofd op zijde ligt; het lentvormige ondersteunt het achterste gedeelte der groote hersenen, en verhindert deze op de kleine hersenen te drukken. Het harde hersenvlies is aan de binnenzijde bekleed met een weivlies, wegens zijne groote sijnheid *spinnewebsvlies* genaamd. Dit bekleedt echter niet alleen het harde hersenvlies, maar ook de in de schedelholte gelegene organen, namelijk de hersenen, evenals het borstvlies en het buikvlies niet alleen de wanden der borst- en buikholte bekleeden, maar ook de ingewanden, in die holtten gelegen, van een weivliezigen rok voorzien. — Eindelijk zijn de hersenen nog omgeven met een zeer fijn, vaatrijk bindweefsel, dat vast met de hersenen zamenhangt, en ook de holtten daarvan bekleedt. Dit vlies wordt het *zachte hersenvlies* genaamd.

Het *ruggemerg*, waarvan, zooals wij zagen, het bovenste, nog binnen den schedel gelegene deel het verlengde merg heet, is een koord- of cilindervormig ligchaam, dat door het groote achterhoofds gat uit den schedel treedt, en dan door het ruggemergskanaal, dat (zie bladz 41) door de vereeniging van al de wervelbeenderen gevormd wordt, tot aan het uiteinde daarvan voortloopt, waar het in een dunnen draad eindigt. Het ruggemerg is in twee zijdelingsche holtten verdeeld door twee groeven, welke langs de geheele voorste en achterste oppervlakte loopen. Gij zict hierin eene overeenkomst met de hersenen, die, gelijk wij zagen, door spleten in eene regter en linker helft verdeeld worden. Het ruggemerg bestaat, evenals de hersenen, uit witte en graauwe stof; maar terwijl bij de hersenen over 't geheel de graauwe stof de uitwendige en de witte de binnenste zelfstandigheid vormt, zoo is dit bij het ruggemerg juist omgekeerd; de graauwe is hier door de witte

Fig. 72.



omgeven. Fig. 72 stelt een schijfje van een doorgesneden ruggemerg voor; men zict in het midden daarvan de graauwe stof, als twee door een middenstuk verbondene halve maantjes, omringd door de witte zelfstandigheid. De voorste

en achterste groeve waarvan ik zoo even sprak, zijn aan dat schijfje almede op te merken.

Het gansche ruggemerg is omgeven van eene schede, die een verlengsel is van het harde hersenvlies en het spinnewebsvlies,

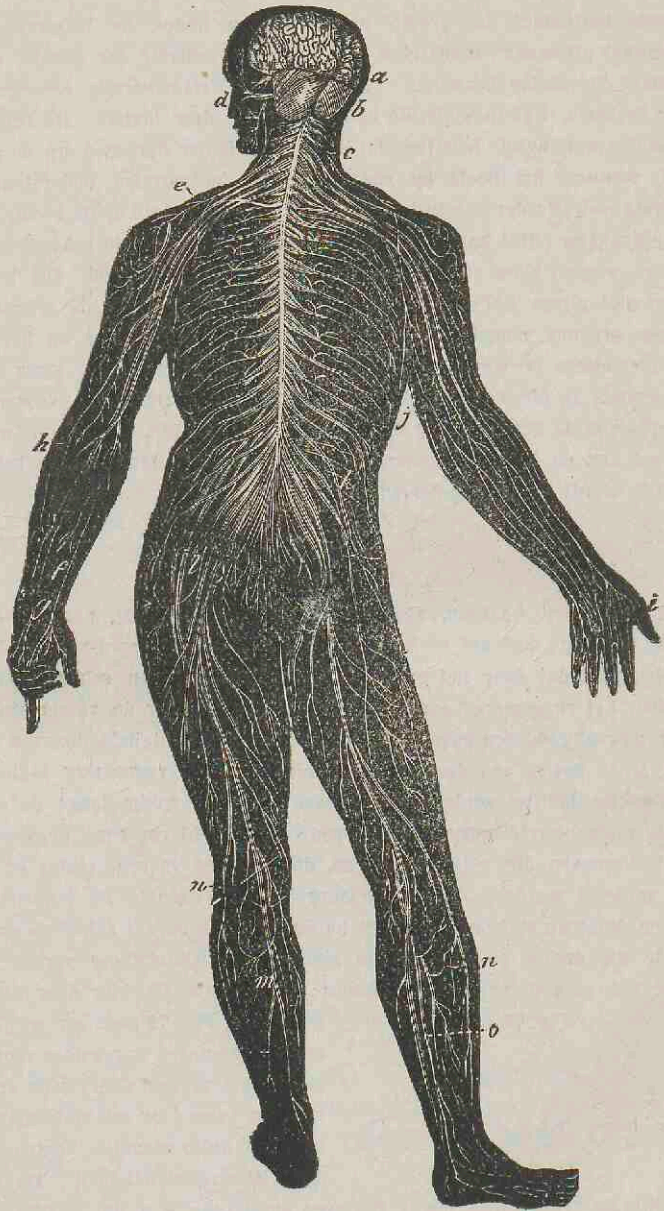


Fig 73 kan ons een algemeen overzicht van de centraaldoelen der zenuwenstelsels geven. Men ziet daar de groote hersenen *a* en de kleine *b* beiden van de achterzijde; gij merkt er de spieten aan op, die beiden in twee halfronden

scheiden. Verder vertoont zich daar het ruggemerg, uit de hersenen ontspringende en tot in het heiligbeenskanaal doorlopende, benevens de voornaamste zenuwstammen, die er uit ontspringen.

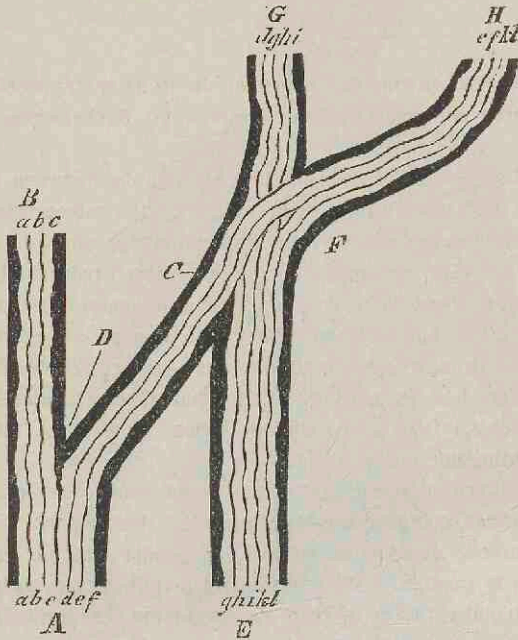
Dit brengt ons tot de beschouwing der zenuwen, die in de centraaldeelen van het zenuwstelsel haren oorsprong hebben, te weten uit de hersenen en het ruggemerg.

Die zenuwen zijn witte koorden of draden, die zich van de hersenen of het ruggemerg naar alle deelen des ligchaams begeeven. Zij zijn zamengesteld uit naast elkander liggende zenuwbuisjes, even als eene streng garen uit de draden, waaruit zij bestaat. Die zenuwbuisjes vormen met elkander kleine bundels, deze stellen weder grootere te zamen, en uit een aantal van deze bestaat de zenuw zelve. Elk bundeltje en elke groote bundel is omgeven door een sijn vliesje, en de zenuw zelve bezit ook eene vliezige schede, die met de scheden harer bundels en bundeltjes zamenhangt, en *zenuwvlies* (*neurilema*) gheeten wordt. Door deze vliezen loopen de weinige, fijne bloedvaatjes, die tot voeding der zenuw dienen.

Elk zenuwbuisje, dat binnen eene zenuw bevat is, loopt van het centraaldeel, waaruit het ontspringt, onafgebroken door naar het deel, waarin het eindigt, zonder zich gedurende dien loop te splitsen, en zonder ooit met een ander zenuwbuisje ineen te smelten. — De zenuwen zelve splitsen zich gedurende haren loop in veelvuldige takken, evenals de slagaderen, en verbinden zich ook vaak met elkander, gelijk deze. Zij doen dit evenwel op eene andere wijze. Wanneer eene zenuw een tak afgeeft, geschiedt er niets anders, dan dat eenige zenuwbundels, of, bij de fijnste zenuwen, eenige zenuwbuisjes zich van den hoofdstam afscheiden en een anderen loop dan deze nemen, waarbij zij dan door een afzonderlijk neurilema omkleed worden. (Die tak kan nu natuurlijk op dezelfde wijze op zijne beurt takken afgeeven, en wordt zoodoende zelf al dunner en dunner.) De verbinding tusschen zenuwen geschiedt óf doordien eene zenuw zich digt aan eene andere voegt, en beide nu in ééne schede besloten raken, óf doordien eene zenuw op bovengenoemde wijze een tak afgeeft, die zich aan eene andere zenuw aansluit. Fig. 71 vertoont hiervan eene ruwe en zeer vergrootte schets. Men ziet daar, hoe de zenuw *A*, uit de zenuwbuisjes *abcdef* bestaande, zich in *D* in twee takken *B* en *C* verdeelt, doordien *de* en *f* zich afscheiden, en in een afzonderlijk omkleedsel (de donkere omtrek der zenuwen) een anderen loop gaan nemen dan de buisjes *abc*. De buisjes *def* konden nu verder loopen, zich al wederom verdeelen, en als enkelvoudige zenuwdraden eindigen; doch in onze figuur verbinden zij zich met de zenuw *E*, doch zóó, dat slechts het buisje *d* die zenuw blijft vergezellen, terwijl *e* en *f* haar doorkruisen en met twee buisjes *kl*, welke de zenuw *E* in *F* afgeeft, een nieuwen zenuwtak *H* vormen. Niet altijd is

die onderlinge omwisseling van zenuwdraden zóó ingewikkeld, soms echter

Fig. 74.



nog ingewikkelder; de scheiding en verbinding van zenuwtakjes kan op allerlei wijzen geschieden (Dit staat echter altijd vast: hoe ook de zenuwen, hare bundels en bundeltjes zich mogen verdeelen en vereenigen, de zenuwbuisjes splitsen of vereenigen zich nimmer, maar blijven als onafgebrokene draden, elk op zich zelf voorloopen van de centraaldeelen naar het deel, waarvoor zij bestemd zijn.)

Indien verscheidene zenuwen aan

elkander wederkeerig en veelvuldig takjes mededeelen, dan ontstaat daaruit eene *zenuwvecht*, die men met de vaatnetten (bladz 94) zou kunnen vergelijken.

Vele zenuwen bezitten, op eene of meer plaatsen van haar verloop, verdikkingen van ronden of ovalen vorm, welke dáárvan afhangen, dat zich op die plaatsen de zenuwbuisjes op de hoven beschrevene wijze verbinden met zenuwcellen. Deze verdikkingen noemt men *zenuwknoopen* (*gangliën*).

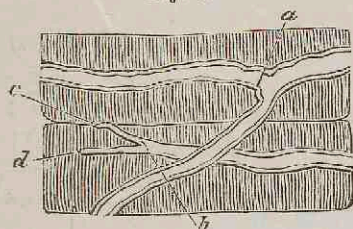
Het verloop der zenuwen is regtlijniger, minder gekronkeld, stijver om zoo te zeggen, dan dat der bloedvaten. Doorgaans loopen naast elke groote slagader eene of meer zenuwen.

(Elk zenuwbuisje van eene zenuw) hangt zamen met, of is het vervolg van een zenuwbuisje der centraalorganen en, daar de zenuwbuisjes van het ruggemerg met die der hersenen zamenhangen, zoo kan men zeggen, dat elk zenuwbuisje van de zenuwen des dierlijken levens een vervolg is van de zenuwbuisjes der hersenen. — Overigens ligt er aangaande het uiteinde der zenuwen in de centraalorganen, — het centraal-einde der zenuwen — nog veel in het duister.

Wat het uiteinde der zenuwen in de onderscheidene lichaamsdeelen — het peripherisch einde der zenuwen — aangaat, zoo heeft men nog niet zeer

lang geleden al te voorbarig verondersteld, dat alle zenuwbuisjes — waarin zich ten langen laatste elke zenuw verdeelt, — in het voor hen bestemde lichaamsdeel *lissvormig* eindigen, dat is, dat elke twee zenuwbuisjes eindelijk zich naast elkander toebogen en in elkander overgingen. Dit is echter niet zoo. De uiterste einden der zenuwbuisjes — die gedurende hun geheelen loop, gelijk wij zagen, nooit vertakkingen ondergingen — splitsen zich eindelijk, worden dan zeer dun en krijgen een bogtigen loop, waarbij zij zich soms geheel ombuigen en een eindwegs terugkeeren, zoodat zij lissen *schijnen* te vormen. Zij doen dit echter niet; zij vervolgen hunnen loop, en eindigen eindelijk stomp, of schijnen zich in het weefsel des deels te verliezen.

Fig. 73.



Nevensgaande figuur stelt het euidigen van een zenuwbuisje in eene spier voor; wij zien daarde stukjes van twee naast elkander gelegene primitieve spierdraadjes, 450 malen vergroot; *a* stelt voor de eerste verdeling van een zenuwbuisje, *b* de verdeling van een op die wijze gevormd takje van een zenuwbuisje. Een van deze allerfijnste

takjes *d* verdwijnt in het vleysje, dat het spierdraadje omgeeft; een ander *c* slaat zich om het spierdraadje heen, en onttrekt zich zoo aan de verdere waarneming.

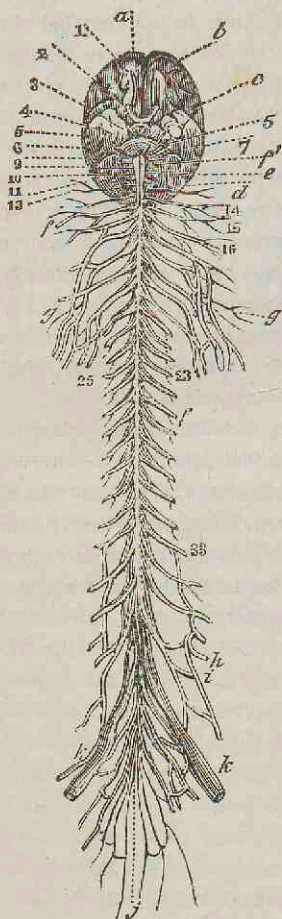
Beschouwen wij nu kortelijk de afzonderlijke zenuwen van het dierlijk leven, die zich door het menschelijk ligchaam verspreiden.

(Aan de grondvlakte der hersenen en uit het verlengde merg ontspringen 12 paar *hersenzenuwen*. Ik moet hier opmerken, dat alle hersen- en ruggermerg-zenuwen paarsgewijze ontspringen, dat zij dubbel zijn, ééne voor elke zijde des ligchaams.) De oorsprong der hersenzenuwen is in fig. 70 en 71 aangegeven, in fig. 71 zijn zij bovendien een eindwegs vervolgd buiten den schedel, uit welken zij treden door daartoe bestemde gaten in den bodem der schedelholte. Die 12 paar hersenzenuwen zijn de volgende:

Eerste paar	Reukzenuw	Fig. 70, 22.	Fig. 71. 1.
Tweede	— Gezigtszenuw	» 24.	» 2.
Derde	— Beweegzenuw van het oog	» 25.	» 3.
Vierde	— Katrolzenuw.	» 26.	» 4.
Vijfde	— Driedeelige zenuw	» 27.	» 5.
Zesde	— Afvoerende oogzenuw	» 28.	» 6.
Zevende	— Gelaatszenuw	» 29.	» 7.
Achtste	— Gehoorzenuw	» 30.	» 8.
Negende	— Zenuw van de tong en het keelgat	» 31.	» 9.
Tiende	— Zwervende zenuw.	» 32.	» 10.
Elfde	— Bijkomende zenuw	» 33.	» 12.
Twaalfde	— Ondertongszenuw	» 44.	» 11.

Alle deze zenuwen treden door onderscheiden gaten of spleten buiten den schedel, en verdeelen zich dan (uitgezonderd het 2e paar) in takken en takjes, die zich naar de onderscheidene deelen des hoofds, en sommige ook naar den hals begeven. Het tiende paar, de zwervende zenuw, gaat echter veel verder. Zij loopt, nadat zij uit het verlengde merg ontsproten en door eene opening nabij het groote achterhoofds gat buiten den schedel gekomen is, langs den hals en in de borstholte; daarop naast den slokdarm naar het middenrif, waarna haar uiteinde zich in de rokken der maag verspreidt (zie bladz. 55).

Fig. 76.



Gedurende dezen loop geeft zij onderscheidene takken voor het strottenhoofd, de luchtpijp, de longen, den slokdarm en het middenrif.

Uit het ruggemerg ontspringen 31 paar zenuwen, welke door de zijdelingse openingen tusschen elke twee wervelbeenderen (waarvan op bladz. 41 melding gemaakt is, buiten het wervelkanaal treden, en zich dan in den romp en de ledematen verspreiden.)

Fig. 76 stelt voor de ondervlakte der hersenen, even als fig. 71, maar hier verbonden met het ruggemerg. Wij hebben hier met de letters, die de hersenzenuwen aanwijzen, niet te doen, aangezien haar oorsprong veel duidelijker in fig. 71 voorgesteld is. Alleen het ruggemerg komt hier in aanmerking.

Van de 31 ruggemergszenuwen zijn de 8 bovenste de *halszenuwen*; de vier eerste zijn in onze figuur door 13, 14, 15 en 16 aangeduid. De vier volgende vormen, met het eerste paar der 12 paar *rugzenuwen*, eene zenuwvlecht *g*, waaruit de zenuwen der bovenste ledematen voortkomen. De elf overige rugzenuwparen verspreiden zich in de borst. — Daarop volgen nu 3 paar *tendenzenuwen*, die voor het benedendeel van den romp bestemd zijn, terwijl een aantal takken derzelve, in vereeniging met

eenige takken van de 3 paren *heiligbeenszenuwen*, eene groote vlecht *hi* vormen waaruit de zenuwen der onderste ledematen *k* ontstaan. Eindelijk

ontspringt er nog uit het uiteinde van het ruggemerg één paar *stuitbeens zenuwen j*.

Van de verdere verspreiding der zenuwen kan men zich eenig denkbeeld maken uit fig. 73. Men ziet daar in *e* de zenuwvlecht, in fig. 76 door *g* aangeduid, en uit welke de zenuwen der bovenste ledematen (*f* *middenzenuw*, *g* *ellepijpzenuw*, *h* *binnenste huidzenuw*, *i* *spaaibeenszenuw*) ontspringen. Door *j* worden de *tusschenribszenuwen* aangewezen, die uit de rugzenuwen voortkomen en in de tusschenruimten der ribben loopen: *k* is de zenuwvlecht voor de zenuwen der onderste ledematen, en wel dat gedeelte, waaruit de *dijzenuw* voortkomt, terwijl *l* het gedeelte der zenuwvlecht beteekent, waaruit de *zitbeenszenuw* ontspruit, welke zich weder verdeelt in de *scheenbeenszenuw m*, de *kuitbeenszenuw n*, de *achterste huidzenuw van het been o*, enz.

(Elke ruggemergszenuw ontspringt uit het ruggemerg met twee beginsels of wortels, en wel met eenen *voorsten* en eenen *achtersten* wortel.) Fig. 77 vertoont een schijfje van het doorgesneden ruggemerg ter plaatse waar er van weerszijde eene zenuw uit ontspringt. De voorste wortels worden daar aangewezen door *d*, de achterste door *b*. De laatste wortel zwelt op tot een zenuwknoop *c*. Fig. 78 vertoont u hetzelfde; doch hier ziet men een uit het ruggemerg gesneden stuk *a* van de linkerzijde — *b* is de achterste wortel, en met zijn zenuwknoop *c*, *d* de voorste wortel, en *e* de zenuw, die uit de vereeniging dezer twee wortels ontstaat. — Wij komen later op deze wijze van ontspringen der ruggemergszenuwen terug, doch merken hier slechts aan, dat het vijfde paar hersenzenuwen (de driedeelige zenuw) een gelijken oorsprong bezit. Immers, deze ontspringt insgelijks uit de hersenen met een achtersten en voorsten wortel, waarvan de eerste een zenuwknoop vormt.

Fig. 77.

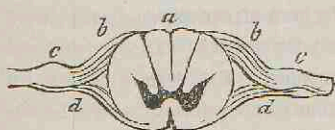


Fig. 78.



een zenuwknoop vormt.

Men kan zich het *zenuwknoop-stelsel* of de *medelijdende zenuw* het best op de volgende wijze voorstellen. Aan den hals, in de borst- en in de buikholte ligt aan weerszijde der wervelkolom, overal ter plaatse waar twee wervels elkander raken (dus ter plaatse waar eene ruggemergszenuw uit het wervelkanaal treedt), een zenuwknoop. Er ligt dus aan weerskanten van de vóorzijde der wervelkolom eene rij zenuwknoopen. Aan den hals, waar eigenlijk zeven paar zenuwknoopen moesten liggen, neemt men echter doorgaans slechts drie paar waar, zoodat het gausche getal zenuwknoopen van elke rij

De achterste wortel bevat de gevoelszenuw, de voorste wortel de bewegingszenuw.

24 of 25 is. De knoopen van elke rij zijn tot ééne keten verbonden door *verbindingsstrengen*, dat zijn, enkele of dubbele zenuwstammen of draden, die van den eenen zenuwknoop tot den anderen loopen. — Men kan alzoo het zenuwknoopstelsel ook beschouwen als bestaande uit twee zenuwen, die aan het bovenste gedeelte van den hals beginnen, zich aan weerszijden van de wervelkolom tot het stuitbeen uitstrekken, en die elke 24 of 25 opzwellingen (de knoopen) bezit, tusschen elke twee waarvan de zenuw soms dubbel is. — De onderscheidene paren zenuwknoopen zijn door dunne, dwars over de wervelligchamen van den eenen naar den anderen knoop loopende draden met elkander verbonden.

Een tweede bestanddeel van het zenuwknoopstelsel bestaat uit *zenuwvlechten*, netten, bestaande uit op verschillende wijze met elkander verbondene zenuwen. Deze vlechten worden gevormd gedeeltelijk uit takken, die uit de zenuwknoopen ontspringen, gedeeltelijk uit takken, die sommige hersenzenuwen en elke ruggemergszenuw naar de genoemde vlechten afzenden; en de zenuwen, uit welke zij zoodoende zamengesteld zijn, en wier netswijs verloop de vlecht vormt, bezitten almede een groot aantal knoopen. Uit deze vlechten nu ontspringen de eigenlijke zenuwen van het zenuwknoopstelsel, welke hoofdzakelijk zich begeven naar en eindigen in de organen des bloedsomloops, der ademhaling, der spijsvertering en der afscheidingen.

De bovenste halszenuwknoopen geven draden af, die zich naar de binnenste halsslagader begeven en met deze in de schedelholte dringen, binnen welke zij eene vlecht vormen, die door fijne takjes met meest al de hersenzenuwen in verband staat, — de *inwendige halsslagaderovlecht*. — Het zoude eene voor ons doel nuttelooze moeite zijn, indien ik hier ook slechts de namen van alle vlechten opnoemde, welke van boven af naar beneden elkander in het ligchaam opvolgen. Er is eene *hartvlecht* met eene *slokdarm- en longvlecht*, tot welke laatsten de takken der vroeger vermelde zwervende zenuw veel bijdragen, eene *bovenbuiksvlecht*, ook wel *zonnevlecht* genaamd, de grootste van allen, met eene *middenrifsplecht*, eene *maagvlecht*, eene *levervlecht* enz; voorts heeft men de *darmscheilsvlechten*, de *niervlecht* enz., enz. Alle deze vlechten — ik herhaal het hier, — alle de takken, wier netswijze verbinding die vlechten vormen, ontstaan niet uitsluitend uit de takken, welke de knoopen van de beide rugstrengen des zenuwknoopstelsels afzenden, maar ook voor een zeer groot gedeelte uit takken, afkomstig van hersen- en ruggemergszenuwen, — en daarbij komen nog draden, welke ontspringen uit de knoopen, welke in de vlechten zelve gelegen zijn. Uit de omstandigheid, dat de hersen- en ruggemergszenuwen zooveel tot de vorming der zenuwvlechten bijdragen, is het duidelijk, dat het zenuwknoopstelsel niet beschouwd kan worden als een *volstrekt* onafhankelijk en op zich zelf bestaand stelsel.

Overigens zijn de zenuwen van het zenuwknoopstelsel niet zoo wit als de hersen en ruggemergszenuwen, maar rooder, en ook weeker dan deze

laatste. Zij ontspringen ook niet gelijkvormig aan beide zijden des ligchaams, maar zonder eenige symmetrie.

Dit wenschte ik over het zamenstel des zenuwstelsels mede te deelen. Laat ons nu een onderzoek in het werk stellen naar de verrigtingen, die het uitoefent.

II. HOOFDSTUK.

De verrigtingen der zenuwen.

De zenuwen — ik bedoel hier in de eerste plaats en bepaaldelijk de hersenen en ruggemergszenuwen, dat is te zeggen, de zenuwen des dierlijken levens, — de zenuwen zijn de bemiddelaarsters van het gevoel en de beweging. — Zal de mensch iets gevoelen, iets gewaarworden, dan is het — in gewone omstandigheden en in het algemeen, — noodig, dat het uiteinde van een zenuwbuisje of zenuw-primitiefvezel een *indruk* ontvangt, *geprikkeld* worde, en dat het dien indruk *voortleide* naar het algemeene centraal-orgaan, de hersenen. Dit centraalorgaan nu staat in regtstreeksche betrekking tot de ziel, en het is daárin dat dus de indruk eigenlijk tot bewustheid, tot gewaarwording komt. — Zal er beweging — dat is spierzamentrekking — ontstaan, dan moet een indruk, een prikkel, in de hersenen voortgebracht door de werking van den wil, door de zenuwen *geleid* worden van de hersenen naar de spieren, om deze te doen zamentrekken en alzoo de gewilde beweging voort te brengen.)

Men ziet alzoo, dat de zenuwen zelve eigenlijk niet gewaarworden noch beweging voortbrengen, maar dat zij slechts de *geleiders* zijn van den invloed, welke in de hersenen gewaarwording en in de spieren beweging veroorzaakt. Men ziet ook, — en hierop moet wel gelet worden, — dat de geleiding van die beide soorten van indrukken of invloeden geschiedt in tweeerlei rigting. De gevoelsindrukken worden van de plaatsen, waar zij door de laatste, peripherische, uiteinden der zenuwbuisjes ontvangen en opgenomen zijn, *naar het centraal-orgaan* gevoerd. Daarentegen worden de wils-indrukken, die beweging moeten voortbrengen, door de hersenuiteinden der zenuwbuisjes opgenomen, en dan *van het centraalorgaan af* hoengeleid naar de spieren, waartn hunne peripherische uiteinden uitloopen. Men ziet dus duidelijk in, dat er twee, regtstreeks tegen elkander overgestelde, zenuwgeleidingen bestaan: eene *centripetale*, middenpuntzoekende, zich naar het centraalorgaan begevende, — en eene *centrifugale*, middenpuntvliedende, zich van het centraalorgaan verwijderende geleiding.)

Lie B.

Men moet hier echter al dadelijk wel in het oog houden, dat in *eene en hetzelfde* zenuwbuisje de geleiding van een prikkel geenszins nu eens gevoel, dan eens beweging tot gevolg kan hebben. Integendeel, ieder zenuwbuisje is óf een gevoel-zenuwbuisje, of een beweging-zenuwbuisje, nooit tegelijk of beurtelings beide. Wij willen hier niet treden in een onderzoek of een zenuwbuisje op beiderlei wijze, centrifugaal of centripetaal, geleiden kan; wij maken alleen opmerkzaam op het feit, dat de peripherische uiteinden van eenige zenuwen eindigen in *zintuigelijke organen* (oogen, gehoororganen, neusvlies, tong, huid) die geschikt zijn tot het opnemen van zulke prikkels, die, naar de hersenen geleid, gewaarwording verwekken, terwijl de overige zenuwbuisjes eindigen in de active *bewegings-organen*, de *spieren*. Stel nu eens, dat een gevoelzenuwbuisje een prikkel centrifugaal geleidt: wat zal daarvan het gevolg zijn? Niets, althans geene beweging, want dan zou het peripherische uiteinde in eene spier moeten eindigen. Of nemen wij aan, dat een bewegingszenuwbuisje centripetaal geleidde, en vragen wij wat daarvan 't gevolg zou zijn, dan zou 't antwoord luiden: ook niets, althans geene gewaarwording. Want de spier, waarin het peripherische uiteinde van het buisje uitloopt, is geen orgaan, geschikt tot het opnemen van een of anderen zintuigelijken prikkel, en wij mogen onderstellen, en zullen zoo straks die onderstelling bevestigd zien, dat het centrale uiteinde van een beweegzenuwbuisje niet eindigt in een hersenorgaan, dat met het vermogen van gewaarworden in verband staat. Kortheidshalve mogen wij dus zeggen: de gevoelzenuwbuisjes geleiden steeds centripetaal, de beweegzenuwbuisjes altijd centrifugaal.

Ik sprak hier echter alleen van zenuwbuisjes; want (met de zenuwen zelve, *enkele* die, gelijk men weet, uit een groot aantal zenuwbuisjes bestaan, is dit een ander geval. Bestaat eene zenuw enkel en alleen uit gevoels-zenuwbuisjes, dan zal die zenuw eene zuivere *gevoelszenuw* zijn; zijn in haar slechts bewegings-zenuwbuisjes aanwezig, dan is zij eene zuivere *beweegzenuw*. Doch er kunnen in eene zenuw zenuwbuisjes van beiderlei soort naast elkander liggen, en in dat geval is zij eene *gemengde* zenuw. De uiterste takjes, waarin zich zulk eene gemengde zenuw ten langen laatste verdeelt, zijn echter zuivere gevoels- of bewegingstakjes.

Wij hebben — dit is eene bijkomende opmerking — de zenuwen altijd voorgesteld als ontspringende uit de centraalorganen, en eindigende aan de peripherie, te weten, in de verschillende lichaamsdeelen. Het valt nu evenwel niet moeilijk te begrijpen, dat men het begin en het einde der zenuwen op eene tweeledige wijze zich voorstellen kan, wanneer men namelijk daarbij het oog vestigt op de onderscheidene rigting, waarin zij geleiden. Zoo kan men zeggen: de beweegzenuwen ontspringen uit de hersenen of het ruggemerg, en verdeelen zich in takken, die eindelijk in de spieren eindigen; — de wortels der gevoelszenuwen daarentegen ontspringen in de gevoelige lichaamsdeelen, vereenigen zich tot zenuwen, en eindigen in de centraal-orga-

nen. Men heeft hier iets dergelijks als bij de slagaderen en aderen. Gij herinnert u, dat men de slagaderen beschouwt als ontspringende uit het centraalorgaan (het hart) en als takken afgevend, die in het haarvatennet der ligchaamsdeelen eindigen, terwijl men daarentegen de aderen aanmerkt als ontspringende met wortels uit dat haarvatennet, en als eindigende in het centraalorgaan. Hetgeen bij de slagaderen een tak is, is bij eene ader een wortel; zoo kan men ook de takken der gevoelszenuwen als hare wortels beschouwen.

Ik herhaal het nog eens: een gevoels-zenuwbuisje, en dus ook eene zuivere gevoelszenuw kan nimmer dienen tot het voortbrengen van beweging, en een bewegingszenuwdraadje of eene zuivere beweegzenuw nimmer tot het opwekken van eene gewaarwording. Indien men bij een levend wezen eene zuivere gevoelszenuw drukt, snijdt, op eenigerlei wijze prikkelt, dan ontstaat er eene gewaarwording, pijn b. v. — maar geene beweging. Prikfelt men daarentegen eene zuivere beweegzenuw, dan ontstaat er, beneden 1) de plaats, waar men den prikkel aanbrengt, beweging van dat deel, waarin de zenuw hare takken verspreidt, — maar er wordt niets gevoeld. Prikfelt men eene gemengde zenuw, dan ontstaan er gewaarwording en beweging beide.)

Wanneer men, bij een levend dier, eene naar eene spier loopende zenuw, eene beweegzenuw dus, doorsnijdt, dan veroorzaakt die doorsnijding het dier geene pijn. Prikfelt men vervolgens het *boveneinde*, dan ontstaat er niets, noch gevoel, noch beweging. Gevoel kan er niet ontstaan; want wij hebben hier met eene beweegzenuw te doen, die nimmer een indruk naar de hersenen geleiden kan. Beweging kan er ook niet volgen, want ten gevolge der doorsnijding is de gemeenschap van dat boveneind met de spier, waarnaar zich de zenuw begeeft, geheel opgeheven. De gemeenschap van het centraal-organ met de spier is natuurlijk ook opgeheven; de invloed des wils kan niet meer door de zenuw van de hersenen naar de spier geleid worden: deze laatste is verlamd. Maar prikkelt men nu het *onderste* uiteinde, het onderste doorsnijdingsvlak, of, en dit is hetzelfde, prikkelt men de zenuw beneden de doorsnede, dan trekt zich de spier terstond te zamen. De kunstmatige prikkeling, die men hier aanwendt, werkt op de zenuwbuisjes op dezelfde wijze als de prikkel, die den invloed des wils te weeg brengt; van dáár ook, dat reeds op het oogenblik der doorsnijding — die natuurlijk een hevige prikkel is, — de spier zich sterk zamentrok; en daar de geleiding tus-

1) Wanneer ik hier en verder gewaag van *boren* en *beneden* de doorsnede eener zenuw, of van *boren* en *beneden* de plaats, waar eene zenuw geprikkeld wordt, dan beteekent het eerste naar den kant der centraaldeelen, het tweede naar den kant der peripherie. Wordt eene zenuw doorgesneden, dan worden er natuurlijk daardoor twee doorsnijdingsvlakken, twee uiteinden gevormd; het eene, dat in verbinding blijft met het centraalorgaan, is derhalve het *boveneind*, het andere, dat met de peripherie in verband is, heet het *benedeneind*.

schen de nu geprikkelde plaats en de zenuwuiteinden in de spier niet afgebroken is, zoo kan het niet wel anders, of hier moet zamentrekking dezer laatste volgen

Indien men daarentegen eene gevoelzenuw doorsnijdt, dan veroorzaakt dit eene hevige pijn, die echter oogenblikkelijk na de doorsnijding ophoudt. Het deel, waarin de doorgesnedene zenuw hare takken verspreidt, is dan ook dadelijk van alle gevoel beroofd, kan gestoken, gesneden, gebrand worden, zonder dat het dier dit gevoelt. Prikfelt men nu de onderste doorsnijdingsvlakte, of in 't algemeen, het ondereind der doorgesnedene zenuw, dan ontstaat er almede niet de geringste gewaarwording. Zij kan ook niet ontstaan, want de geleiding tusschen de geprikkelde plaats en het eigenlijk gevoelende orgaan, de hersenen, is afgebroken. Maar prikfelt men het boveneind der doorgesnedene zenuw, dan gevoelt het dier pijn; want boven de doorsnede is de geleiding der zenuw naar de hersenen door niets belemmerd.

Dat dit alles zoo wezen moet, volgt noodzakelijk uit hetgeen ik van het standvastig onderscheid tusschen centripetale en centrifugale zenuwen gezegd heb. Intusschen ziet men hier, dat de prikkel, die gevoel of beweging voortbrengt, juist niet aan het peripherisch of centraaleinde der zenuw behoeft aangebragt te worden. Dit heeft plaats in natuurlijke, gewone omstandigheden; prikkels evenwel, die op den loop der zenuwen worden aangebragt, hebben dezelfde gevolgen, worden evenzeer of centripetaal, of centrifugaal door de zenuwbuisjes voortgeleid 1).

Toen wij over het samenstel der zenuwen spraken, hebben wij gezien, dat elk zenuwbuisje gedurende zijn ganschen loop altijd volkomen afgescheiden, geïsoleerd, blijft van de overige zenuwbuisjes, die in dezelfde zenuw liggen, en nooit met deze zamenvloeit of zich verbindt. Even geïsoleerd nu als de zenuwbuisjes zijn, even zoo geïsoleerd is ook hunne werking. Nemen wij eerst de zenuwbuisjes, die centripetaal werken, dat is, tot het overbrengen van gewaarwordings-indrukken dienen. Elk dier zenuwbuisjes brengt den indruk, dien het aan zijn uiteinde of op eene andere plaats van zijnen loop ontvangen heeft, zonder medewerking van andere zenuwbuisjes naar de hersenen over; zoodat elke gewaarwording, die van eenig plekje des lichaams komt, langs haren eigenen weg naar de hersenen wordt overgebragt, zonder

1) De wreedheid van deze proeven, en van verscheidene, die ik vroeger reeds vermeld heb en later nog vermelden zal, zal ongetwijfeld menigen lezer stuiten. Doch het licht, dat zij over de physiologie verspreid hebben en nog voortgaan te verspreiden, maakt het noodzakelijk er van te gewagen. Ik wil hier niet treden in eene beantwoording der vraag: of de alzoo verkregene kennis al dan niet te duur gekocht wordt tegen de met die proeven gepaard gaande vernieling van het menschelijk gevoel. Dit alleen is zeker, dat hij, die zulke proeven op levende dieren, wier resultaten aan geen twijfel onderhevig zijn, uit iontere nieuwsgierigheid herhaalt, eene nuttelooze wreedheid verrigt, die door niets kan verontschuldigd worden.

dat zij zich onderweg met andere vermengt, zonder dat ooit een zenuwbuisje de geleiding op zich nemen kan van eenen indruk, die door een ander buisje is ontvangen. Van de zenuwbuisjes, die centrifugaal werken, dat is, voor de beweging dienen, geldt hetzelfde. Elke beweegzenuw, die naar eene bepaalde spier gaat, geleidt den wilsindruk rechtstreeks naar die spier, en naar die spier alleen, al is het, dat zij gedurende haren loop met andere beweegzenuwen tot éénen stam vereenigd is. Elk zenuwbuisje van zulk eene beweegzenuw doet slechts dat gedeelte der spier zamentrekken, waarin het eindigt; en de wilsinvloed gaat alzoo langs elk zenuwbuisje van de hersenen naar de spieren voort, zonder op andere zenuwbuisjes over te springen.

Wanneer een geheele zenuwstam, die tot het overbrengen van gevoelsindrukken dient, geprikkeld wordt, dan gevoelt men pijn in alle deelen, die beneden de plaats der prikkeling takken van dien stam bekomen, even als of die takken zelve geprikkeld wierden. Wanneer b. v. de zenuwstammen van den voorarm, waaruit, lager, de hand en de vingers takken bekomen, geprikkeld worden, dan zullen ook de hand en vingers pijnlijk worden aangedaan, ofschoon de zenuwtakken van die deelen zelve geene prikkeling ondergaan hebben. Het schijnt dus, oppervlakkig beschouwd, alsof in dit geval de indruk van den stam naar de takken en dus in eene centrifugale rigting werd overgebracht. Zoo iets kan echter bij eene gevoelszenuw nimmer plaats hebben, en hoeft ook in dit geval geene plaats; de geleiding van eene gevoelszenuw is en blijft altijd, en ook hier, centripetaal; de indruk wordt van het geprikkelde punt naar de hersenen, en niet naar de hand en de vingers geleid. Maar, zal men vragen, hoe komt het dan, dat in het opgegeven voorbeeld de pijn gevoeld werd niet aan den voorarm, waar de prikkeling plaats had, maar in de hand en de vingers? Dit komt hier van daan, dat elk zenuwbuisje uitsluitend behoort aan dat punt der peripherie, — in ons voorbeeld aan dat punt der huid, — waarin het eindigt, en tevens eene aan dat punt alleen beantwoordende gevoeligheid bezit; zoodat, op welk gedeelte van zijnen loop een zenuwbuisje ook geprikkeld wordt, de gewaarwording, welke de ziel daarvan bekomt, altijd zoodanig is, alsof het uiteinde van het buisje geprikkeld ware. Met andere woorden: de ziel brengt alle indrukken, die door een zenuwbuisje tot haar worden overgebracht, terug tot die plaats, waar het natuurlijk uiteinde van dat zenuwbuisje is. Nemen wij tot voorbeeld een willekeurig punt aan den top des wijsvingers. Dat punt is gevoelig, want er eindigt een gevoels-zenuwbuisje in, hetgeen onafgebroken van daar naar het ruggemerg en door het ruggemerg in de hersenen uitloopt. De gevoeligheid van dat zenuwbuisje nu beantwoordt enkel en alleen aan dat punt van den top des wijsvingers, waar het eindigt. Wordt het nu, niet daar ter plaatse, maar hooger op, aan de hand b. v., of aan den arm, of nog hooger, in het ruggemerg, of waar men wil, geprikkeld, — dan kan het toch geen anderen indruk naar de hersenen overbrengen, dan eenen zoodanigen

die aan zijne eigenaardige gevoeligheid beantwoordt; en de ziel kan dan ook geen anderen indruk ontvangen dan eenen zoodanigen, alsof werkelijk het punt aan den vingertop geprikkeld ware, in hetwelk het buisje eindigt. Daarin is de reden gelegen, waarom bij heelkundige operatiën, bij welke zenuwen doorgesneden worden, de pijn, op het oogenblik dier doorsnijding, niet zoo zeer op de plaats der doorsnijding waargenomen wordt, als wel in de deelen daar beneden, in welke zich de gevoelszenuwen verspreiden; zoo zal, bij de doorsnijding der zenuwstammen van de dij, de lijder de daardoor veroorzaakte pijn gevoelen beneden de plaats der operatie, in het been en in den voet. Daarvan komt het ook, dat een stoot op den elleboog zulk eene hevige pijn veroorzaakt in de buitenzijde der hand en in de aan die zijde gelegene vingers; immers aan den elleboog ligt eene zenuw, in welke de voor dat deel der hand bestemde zenuwbuisjes bijeen liggen; en of die zenuwbuisjes nu daár of aan de hand zelve geprikkeld worden, dit doet volstrekt niets af aan de wijze, waarop de ziel die prikkeling waarneemt; de ziel kan door die zenuwbuisjes geen anderen indruk ontvangen, dan van eene gewaarwording in de deelen waarin zij eindigen, dat is, in de hand.

Menigmaal spreken lieden, die een hunner ledematen verloren hebben, over gevoel en pijn, welke zij beweren te ontwaren in het deel, dat zij niet meer bezitten. Zoo zal b. v. iemand, die het regterbeen mist, klagen over pijn in den regtervoet, welke intusschen reeds sedert jaren weg en vergaan is. Dit in den eersten opslag allerzonderlingst verschijnsel vindt in het zoo even gezegde voldoende opheldering. De thans afgebroken eindigende zenuwen van den stomp immers bevatten natuurlijk al de zenuwbuisjes, die vroeger voortliepen tot in alle gedeelten van het verloren lid; die zenuwbuisjes, hoezeer zij afgekort zijn, hebben hunne eigenaardige gevoeligheid behouden, en kunnen dus, wanneer zij aangedaan worden, geen anderen indruk naar de hersenen overbrengen, dan dien, welke zij overbragten, toen het lid, waarin zij vroeger eindigden, nog aanwezig was. Derhalve hebben zij, die over pijn in een lang verloren lid klagen, in zeker opzigt geen ongelijk: want zij gevoelen den indruk der zenuwbuisjes, die vroeger tot in dat lid doorliepen en er in eindigden, en kunnen dus dien indruk niet anders beoordeelen, dan alsof hij van dat lid zelf kwam.

Wij hebben zoo even gezien, dat de werking der zenuwbuisjes even zoo geïsoleerd is, als hun loop; wij weten, dat de indruk, die langs een gevoelszenuwbuisje wordt overgebracht naar de hersenen, nooit op een ander gevoels- of beweegzenuwbuisje overspringt, al ligt dit laatste vlak tegen het eerste aan; en dat ditzelfde even zoo min geschiedt met den indruk, die door een beweegzenuwbuisje van de hersenen naar de spieren wordt overgevoerd. (Dit geldt alles volkomen van de zenuwbuisjes gedurende hun loop buiten de centraal-organen (hersenen en ruggemerg).¹¹⁾ Maar binnen die centraal-organen kan zulk eene overbrenging eens indruks van het eene zenuw-

¹¹⁾ De indruks die langs een gevoelszenuwbuisje wordt overgebracht naar de hersenen, springt nooit op een ander gevoels- en ook nooit op een beweegzenuwbuisje over, al ligt dit laatste vlak tegen het eerste aan. Evenmin doet dit met een beweegzenuwbuisje.

buisje op het andere wel degelijk plaats grijpen. Op zulk eene wijze althans moet men verklaren het verschijnsel der *vereeniging* (*associatie*) van bewegingen en van gewaarwordingen. Wanneer eene beweegzenuw geprikkeld wordt door een' wilsindruk, en dientengevolge de spier, naar welke die zenuw loopt, zich zamentrekt, dan kan het geschieden, dat zich tegelijk eene naburige spier, of de gelijknamige spier aan de andere zijde des lichaams, beweegt. Beweegt men b. v. den wijsvinger, dan zullen zich doorgaans ook de overige vingers derzelfde hand mede bewegen, ofschoon men alleen de beweging des wijsvingers bedoelde, en dus de wil op de zenuwen van dien vinger alleen gewerkt heeft. Keert men het eene oog naar boven, dan volgt ook het andere in dezelfde rigting. Zulk eene associatie komt ook niet zelden tusschen twee en meer gevoelszenuwen voor. Heeft men kiespijn, ten gevolge van beenbederf in eene enkele kies, dan wordt de pijn meestal ook nog in andere naburige, maar gezonde, kiezen gevoeld.) Bij prikkeling van het darmkanaal door wormen, wordt zeer dikwijls jeuken in den neus waargenomen, enz. — (Dergelijke vroonigde (geassocieerde) bewegingen en gewaarwordingen komen er in vrij grooten getale voor, en om ze te verklaren, dient men aan te nemen, dat er in de centraal-organen tusschen sommige beweeg-zenuwbuisjes en tusschen sommige gevoels-zenuwbuisjes eene zekere gemeenschap plaats kan hebben, van welke wij op hunnen loop *buiten* die organen volstrekt niets bespeuren.) Oefent b. v. de wil zijnen invloed uit op den wortel van de beweegzenuw des wijsvingers, dan wordt die invloed nog binnen de hersenen dadelijk aan de wortels van de beweegzenuwen der overige vingers medegedeeld, buiten den wil om, — en dientengevolge die vingers tot beweging genoodzaakt. Wordt de zich binnen eene bedorven kies bevindende gevoels-zenuw geprikkeld, dan plant zich die prikkel natuurlijk naar de hersenen voort en veroorzaakt de gewaarwording van pijn, — doch zij wordt tevens in die hersenen medegedeeld aan de hersen-uiteinden van de zenuwen der naastgelogene kiezen; en nu kan, blijkens het vroeger aangevoerde, de ziel niet anders oordeelen, of ook *die* medegedeelde prikkel komt werkelijk van de gezonde kiezen zelve.

Maar (er kan ook eene overbrenging van een' prikkel plaats hebben van het hersenuiteinde eener gevoelszenuw op het hersen-uiteinde eener beweegzenuw, — en het gevolg daarvan is, dat er zich na de prikkeling van eene gevoels-zenuw, beweging openbaart. Een indruk, door een gevoelig zenuwuiteinde opgenomen, wordt door die zenuw, als naar gewoonte, overgebracht naar het contraaldeel; — maar nu wordt, om zoo te spreken, in het contraaldeel die indruk *teruggekaats* op het begin eener beweegzenuw; deze geleidt dien naar de spier, waarin zij zich verspreidt, en doet deze zamentrekken. Dit verschijnsel noemt men *Reflexie*, en de daardoor veroorzaakte bewegingen, die natuurlijk altijd onwillekeurig zijn, *Reflexie-bewegingen*.) Zij worden eerder te weeg gebracht door ligte, maar aanhoudende prikkels, zooals

kittelen, zacht strijken, enz., dan door hevige en geweldige; deze laatste hebben zelden reflexiebewegingen ten gevolge. Er zijn natuurlijke reflexiebewegingen, die in den gezonden toestand worden waargenomen en dikwijls van groot belang zijn, — en ziekelijke, die ten gevolge eener gewijzigde zenuwwerking ontstaan. (Als voorbeelden mogen dienen: het knippen der oogleden, wanneer men de oogten met den vinger nadert, — de bewegingen der tong en der strottenhoofdsspieren bij het slikken, — het niezen, hoesten en braken bij prikkeling van het slijmvlies van den neus, van het strottenhoofd en van het keelgat, — de stuipen, die bij kleine kinderen door allerlei, soms onbeduidende, prikkels worden voortgebracht, enz. Later zullen wij van deze reflexiebewegingen nog wel eenige voorbeelden ontmoeten.

(Overigens gaat de geleiding door zenuwen, hoezeer daarvoor altijd eenige tijd, hoe kort ook, noodig is, uiterst snel; tusschen het opnemen van den indruk en het uitwerksel daarvan kan men geen tijdsverschil waarnemen. Op het oogenblik, waarop het uiteinde eener gevoelszenuw wordt geprikkeld, wordt die prikkeling ook door de ziel waargenomen; op het oogenblik, waarop de wil zich aan eene beweegzenuw mededeelt, volgt ook reeds dadelijk de gewilde beweging.

Het vermogen der zenuwen om indrukken voort te leiden kan door onderscheidene oorzaken opgeheven of onderdrukt worden. In de eerste plaats noem ik de *doorsnijting* der zenuwen, over welke wij reeds gesproken hebben, en sterke *zamendrukking* derzelve, alsmede *vernietiging* der zenuw-zelfstandigheid, b. v. door middel van scherpe zuren en alkaliën. Vroeger merkte ik aan, dat het benedendeel eener doorgesneden beweegzenuw zijn geleidend vermogen behoudt; immers, wanneer het benedeneind der doorsnede geprikkeld wordt, ontstaat er beweging in de spier, in welke zich de zenuw verspreidt. Intusschen verdwijnt dit vermogen in dat gedeelte der zenuw na verloop van eenige dagen, zoodat eindelijk op de prikkeling van het benedeneind geene de minste spierbeweging meer volgt: een bewijs, dat het vermogen der zenuwen, om indrukken op te nemen en voort te leiden, niet voortdurend stand kan houden zonder vereeniging met de centraaldeelen.

Matige prikkels *oefenen* het vermogen der zenuwen om prikkels op te nemen en te geleiden, en verhoogen het dientengevolge. Maar de inwerking, en vooral de aanhoudende inwerking, van hevige prikkels, put dat vermogen uit, vermindert het, ja vernietigt het somtijds. Die uitwerking is echter minder groot, wanneer niet altijd dezelfde, maar prikkels van onderscheiden aard afwisselend op de zenuwen inwerken. Is de uitputting niet te sterk, dan wordt door rust het zenuwvermogen hersteld.

Dat belette toevoer van bloed naar een deel de zenuwwerking in dat deel doet ophouden, hebben wij op bladz. 124 aangemerkt.

De aanwending der zoogenaamde verdoovende vergiften (*narcotica*) vermindert de zenuwwerking of heft ze geheel op.

Dee. 13 2.

Laat ons nu zien, welke van de in het vorig hoofdstuk opgenoemde zenuwen, gevoel-, beweeg-, of gemengde zenuwen zijn.

Van de *hersenzenuwen* zijn zuivere gevoelszenuwen:

- Het eerste paar, de reukzenuwen,
- „ tweede „ de gezichtsenuw,
- „ achtste „ de gehoorzenuw,
- „ negende „ de zenuw van de tong en het keelgat.

Deze laatste zenuw schijnt echter eenige beweegtakjes te bevatten. Zuivere beweegzenuwen zijn:

- Het derde paar. Beweegzenuw van het oog,
- „ vierde „ Katrolzenuw,
- „ zesde „ Afvoerende oogzenuw,
- „ zevende „ Gelaatszenuw,
- „ elfde „ Bijkomende zenuw,
- „ twaalfde „ Ondertongszenuw,

Gemengde zenuwen zijn:

- Het vijfde paar. Driedeelige zenuw,
- „ tiende „ Zwerfende zenuw.

Wat de *ruggemeryszenuwen* betreft, deze zijn, gelijk reeds is aangemerkt, allen gemengde zenuwen. Wij weten, dat zij allen met twee wortels uit het ruggemerg ontspringen. Proeven hebben geleerd, dat de achterste met een' zenuwknoop voorziene wortel (Fig. 77, b en Fig. 78 b) de gevoelzenuwhuisjes, de voorste (d en d) daarentegen de beweegzenuwhuisjes bevatten. Wanneer bij eenen levenden kikvorsch het wervelkanaal wordt opengemaakt en de oorsprong van de zenuwen, die zich naar de achterpooten begeven, wordt blootgelegd, en men dan de *achterste* wortels prikkelt, dan merkt men, dat het dier pijn gevoelt; doch er volgen geene zamentrekkingen van de spieren der achterpooten. Snijdt men diezelfde achterste wortels door, dan zijn de pooten gevoelloos, en kunnen geknepen, gestoken en gebrand worden, zonder dat het dier er iets van gevoelt; maar het kan diezelfde pooten onbelemmerd bewegen. Prikkelt men daarentegen de *voorst*e wortels, dan ontstaan er krampachtige zamentrekkingen in de achterste ledematen; en snijdt men ze door, dan blijven de achterpooten wel gevoelen, — zoo namelijk de achterste zenuwwortels onverlet zijn, — maar zij zijn verlamd en het dier kan ze niet bewegen.

De gemengde zenuwen, zoowel die uit de hersenen, als die uit het ruggemerg ontspringen, verdeelen zich gedurende haren loop, vroeger of later, weder in gevoel- en bewegingtakjes, waarvan zich de eerste naar gevoelige deelen, de andere naar spieren begeven.

Slaan wij nu nog even eenen blik op de verrigtingen van het zenuwknopstelsel, of van de medelijdende zenuw.

De zenuwen van het zenuwknopstelsel zijn gemengde zenuwen, dat is, zij dienen tot voortbrenging van gevoel en beweging, — maar, zooals wij reeds weten, van gevoel zonder bewustheid, en van onwillekeurige beweging. De wijze, waarop deze zenuwen werken, kan gevoelig door een voorbeeld worden opgehelderd. De gal wordt, gelijk wij vroeger zagen, door de galbuis uitgestort in de darmen; die gal is voor de darmen een prikkel en doet alzoo de fijne gevoeltakjes van de medelijdende zenuw aan, die zich in die organen verspreiden. Deze geleiden den ontvangenen indruk centripetaal, niet naar de hersenen, maar naar de zenuwknopen, en in deze wordt die indruk overgedragen op de beweegzenuwen, die van daar naar de darmen loopen, ten gevolge waarvan dan de peristaltische bewegingen der darmen opgewekt of versterkt worden. (Zie bladz. 71). — Op eene dergelijke wijze gaat het met de maag, welke door de spijsen, met het hart, dat door het bloed, met de pisblaas, die door de pis geprikkeld worden, enz. enz. In één woord, de centripetale zenuwbuisjes van het zenuwknopstelsel geleiden de door hen ontvangene indrukken naar de zenuwknopen van dat stelsel, en in die zenuwknopen worden de indrukken gereflecteerd op centrifugale zenuwbuisjes, ten gevolge waarvan in de deelen, tot welke die zenuwbuisjes behooren, bewegingen ontstaan, die geheel van onzen wil afhankelijk zijn.

In den regel komen alzoo de indrukken, die de gevoelszenuwen des zenuwknopstelsels opnemen, niet tot het bewustzijn, dewijl zij wel tot de zenuwknopen, maar niet tot de hersenen voortgeleid worden. Dat dit evenwel niet altijd plaats heeft, leert de pijn, die men niet zelden ontwaart in deelen, die ongevoelig, dat is, van ware dierlijke gevoelszenuwen verstoken zijn. Tot deze pijnen behoort o. a. de buik- of kolijkpijn, die men soms waarneemt in de anders geheel ongevoelige darmen. Hoe heeft men het ontstaan van deze pijnen te begrijpen? Men kan het zich ongeveer op de volgende wijze voorstellen. Om ons tot het vroeger gegeven voorbeeld te bepalen: de darmen verkrijgen alleen zenuwen uit het zenuwknopstelsel, en zijn dus in den regel ongevoelig; wij bemerken niets van den indruk, dien de prikkel der gal te weeg brengt op de organische gevoelzenuwen der deelen, omdat die prikkel slechts tot in de zenuwknopen voortgeleid, en daar op de organische beweegzenuwen overgedragen wordt, en derhalve niet tot de hersenen komt. Maar is nu die prikkel der gal te sterk (wegens te groote hoeveelheid of te groote scherpte der gal, of om andere redenen), dan is ook de door de organische gevoelszenuwen opgenomen indruk te sterk, dan dat hij *alleen* op de organische beweegzenuwen zou kunnen overgedragen worden, en hij plant zich daarom tevens over op die zenuwbuisjes, die tot het hersen- en rugmerg-stelsel behooren, en tot de vorming des zenuwknopstelsels (zie bladz. 170) het hunne bijdragen. Door deze wordt nu natuurlijk die indruk naar

de hersenen voorleleid, en brengt daar gewaarwording, dat is in ons voorbeeld, het gevoel van kolijkpijn te weeg.

Merkte ik vroeger (ter aangehaalde bladz.) aan, dat het zenuwknopstelsel, met betrekking tot zijn *bouw*, niet als een volstrekt op zich zelf staand en van het hersen- en ruggemergstelsel geheel onafhankelijk stelsel kan worden aangemerkt, — uit het zoo even gezegde blijkt, dat zijne *werking* evenmin geheel van die des dierlijken zenuwstelsels afgescheiden is. Nog meer valt dit in 't oog, wanneer ik u doe opmerken, dat het zenuwknopstelsel zijn vermogen, om beweging voort te brengen, wel niet terstond, maar toch weldra geheel verliest, wanneer de gemeenschapstakken, waardoor het met het hersen- en ruggemergstelsel in verband staat, worden doorgesneden, zoodat eigenlijk de bron van de beweegkracht der zenuwen van het organisch leven in de hersenen te zoeken is. Zoo is het althans bij het *welgevormde dier* uit de hoogere diërklassen; — van misgeboorten, die geene hersenen bezaten, en bij welke de organische verrigtingen toch gedurende geruimen tijd geregeld voortgingen, — waartoe noodzakelijk de ongestoorde werking der organische beweegzenuwen vereischt wordt, — spreek ik hier niet, evenmin als van vele lagere dieren, bij welke niet dan een organisch zenuwstelsel schijnt te bestaan.

Het zal den opmerkzamen lezer reeds in het oog gevallen zijn, dat de reflexie-bewegingen, waarvan wij boven, bij onze beschouwing van de zenuwen des dierlijken levens gewaagden, zeer overeenkomen met de bewegingen, die door de zenuwen van het zenuwknopstelsel worden opgewekt. Wij zien hier weder een punt van aanraking tusschen beide stelsels. Ja de vraag zou zijn, of de onwillekeurige organische bewegingen, welke plaats moeten hebben in eenige weefsels, — waarin men het bestaan van organische zenuwen wel veronderstelt, doch niet aantoonen kan, — wel van het zenuwknopstelsel afhankelijk zijn, en of niet de gevoel- en beweegzenuwen des dierlijken levens hier de rol van organische zenuwen vervullen, en de reflexie daarbij in het ruggemerg plaats grijpt? Hoe dit zij, dat de verrigtingen van het dierlijk en het organisch zenuwstelsel niet zoo scherp van elkander afgescheiden zijn, als men wel eens zich heeft voorgesteld, is zeker.

Wij kunnen echter niet dieper indringen in een onderwerp, dat nog zoo veel ophelderingen behoeft, en zullen thans tot de dierlijke verrigtingen terugkeeren, om in eenige volgende hoofdstukken de verrigtingen der centripetale of gevoelzenuwen meer in bijzonderheden te beschouwen.

III. HOOFDSTUK.

Zintuigelijke gewaarwordingen. Gevoel, Reuk
en Smaak.

Wij hebben in het vorig hoofdstuk het woord *gevoel* altijd als gelijkbeteeknend met dat van *gewaarwording* genomen; gevoelzenuwen noemden wij dan ook al die zenuwen, welke, als zij geprikkeld worden, gewaarwordingen opwekken. Men verdeelt echter — het wordt tijd dat ik hierop opmerkzaam maak — die zenuwen in *eigenlijke gevoelszenuwen*, wier prikkeling *gevoel* opwekt, in den gewonen dagelijkschen zin des woords; een gevoel, dat tot *pijn* klimt zoo de prikkeling zeer sterk of de prikkelbaarheid dier zenuwen zeer verhoogd is, — en in zenuwen der *zintuigelijke gewaarwordingen*, wier prikkeling geen eigenlijk gevoel noch pijn, maar eene eigenaardige gewaarwording opwekt, die bij dezelfde zenuw altijd dezelfde is. De gewaarwording, welke h. v. de prikkeling der gezichtsenuw te weeg brengt, is geen *gevoel*, in den zin als wij dit woord in het dagelijksch leven opvatten, maar *licht*. Wordt die zenuw meer dan gewoonlijk geprikkeld, het gevolg daarvan is geene pijn, maar lichtverschijnselen, vonken en vlammen voor de oogen enz. Wordt diezelfde gezichtsenuw doorgesneden (gelijk bij zekere ontaarding van den oogbol noodig is), dan gevoelt de lijder, op het oogenblik der doorsnijding, niet eene hevige pijn, gelijk men verwachten zou, maar hij ziet een helder en schitterend licht, dat echter dadelijk verdwijnt na de voltooide doorsnijding. Behalve de gezichtsenuw, behooren tot die zenuwen, welke prikkeling geen eigenlijk gevoel, maar eene eigenaardige zintuigelijke gewaarwording opwekt, de reukenuw, de gehoorenuw en de smaakenuw; de gewaarwordingen, die door deze zenuwen opgewekt worden, zijn reuk, geluid en smaak. — Al de overige gevoelzenuwen behooren tot de eerste klasse, tot de *eigenlijke gevoelzenuwen*.

De deelen, in welke de zenuwbuisjes eindigen, die *van buiten komende* indrukken opnemen en voortleiden, en die ons dus met de buitenwereld rondom ons in betrekking stellen, zijn de *werktuigen der zinnen*, de *zintuigen*. Zoo is de huid het zintuig van het gevoel (van den tastzin, zie later), het slijmvlies van den neus dat van den reuk, het slijmvlies der tong het zintuig van den smaak, terwijl het oog en het oor de zintuigen zijn van het gezigt en het gehoor, — omdat in die deelen de gevoelszenuwen eindigen. Ten opzichte van die zintuigen is evenwel een groot onderscheid op te merken. De zintuigen van het gevoel, van den reuk en van den smaak zijn organen, die ook tot andere doeleinden dienen; organen dus, die wij, al bezaten wij geen gevoel, geen reuk en geen smaak, toch zouden bezitten; de zenuwuiteinden zelve zijn hier eigenlijk de zintuigen, en nemen de uitwendige indrukken genoegzaam onmiddellijk op, zonder dat het orgaan, waarin

die zenuwen eindigen, er iets wezenlijks aan toebrengt. De zintuigen van het gezigt en van het gehoor daarentegen zijn werktuigen, geheel ingerigt om de van buiten komende indrukken op te nemen, te verzwakken of te versterken, en, al of niet aldus gewijzigd, naar de zenuwen over te brengen. De drie eerste zintuigen noemt men daarom *enkelvoudige*, de twee laatste *zamen gestelde*.

Wij zagen, dat de prikkeling van elke zintuigelijke zenuw eene eigenaardige zintuigelijke gewaarwording opwekt: de gevoelszenuwen pijn, de gezigtzenuw licht, de gehoorzenuw geluid, de reukzenuw reuk, de smaakzenuw smaak — en dat deze gewaarwording bij dezelfde zenuw altijd dezelfde is, van hoedanigen aard de prikkel ook zijn moge. In den natuurlijken, gezonden toestand wordt het uiteinde van elke zintuigelijke zenuw aangedaan door zekeren bepaalden prikkel, tot wiens opneming die zenuw alleen en uitsluitend bestemd is. Zoo nemen wij door de reukzenuwen slechts de hoedanigheden van zekere in de lucht opgeloste vlugge beginselen der ligchamen waar; door den smaak die van andere beginselen, welke in het speeksel oplosbaar zijn; de tastzin leert ons alleen de hoedanigheden der ligchamen kennen, voor zoo ver deze in de ruimte bestaan; het gezigt verschafft ons bovendien de gewaarwording van het licht, terwijl het gehoor ons kennis doet erlangen van de trillingen der lucht, die het geluid voortbrengen.

Door het gelijktijdig bezit dier zintuigen komt de mensch tot eene veelzijdige en volledige kennis van hetgeen buiten hem bestaat, niet alleen omdat hij daardoor in de mogelijkheid is om meer eigenschappen der voorwerpen waar te nemen, dan indien hij er minder bezat, maar ook omdat hij nu datgene, wat hem het eene zintuig schijnt te leeren, kan aanvullen en bevestigen door vergelijking met hetgeen een of meer andere zintuigen hem opleveren. Het kind komt b. v. tot het regt begrip van *afstand* niet door het gebruik der oogen alleen, maar door daarbij de zaken, die het ziet, tevens te betasten en haren afstand van zijn ligchaam met zijne uitgestrekte armen en handen te meten.

Maar niet alleen van de dingen buiten ons, ook van datgene wat ten gevolge van inwendig werkende oorzaken in ons ligchaam voorvalt en ontstaat, kan de ziel kennis ontvragen. Men zou alzoo een' zesden zin kunnen aannemen, het *impendig* gevoel, onderscheiden van den gevoelszin, waardoor wij de voorwerpen buiten ons waarnemen. Daarover zoo straks nog een enkel woord.

Zal er eene duidelijke gewaarwording ontstaan, en, uit het verwerken der gewaarwordingen door de ziel, een denkbeeld gevormd worden, dan is er, behalve den ongeschonden en gezonden toestand der organen, die het verband tusschen de ziel en de buitenwereld daarstellen, eene vrije en ongestoorde gemeenschapsoefening noodig van de ziel met het ligchaam, en daarbij *opmerkzaamheid*. Bovendien moet de van buiten komende indruk niet alleen *sterk* genoeg, maar ook *lang* genoeg op de zenuwuiteinden werken, zal de

gewaarwording duidelijk zijn: een voorwerp b. v. dat met bliksemsnelheid voorbij de oogen gaat, is niet duidelijk door het gezigt waar te nemen. Ook moeten niet al te veel indrukken tegelijk op de zenuwuiteinden werken; want de eene indruk, bepaaldelijk de sterkere, verduistert den anderen; daarom worden twee indrukken gemakkelijker en beter onderscheiden, wanneer zij niet te gelijk, maar de een na den anderen op de zenuwen werken.

Thans tot de afzonderlijke beschouwing der zintuigen overgaande, zullen wij in de eerste plaats in dit hoofdstuk de drie enkelvoudige zintuigen in hunnen bouw en verrigting trachten te leeren kennen.

Het Gevoel.

Het gevoel is, zooals men reeds uit het vroeger gezegde kan opmaken, door het geheele ligchaam verspreid, met uitzondering van enkele deelen, zooals de opperhuid, de nagels, enz. Immers, alle centripetale zenuwen, met uitzondering van de reukzenuw, de gezigtszenuw, de gehoorzenuw en de smaakzenuw, dienen voor het meer in bepaalden en gewonen zin dus genaamde *gevoel*. Er is echter, zooals wij weten, een gevoel, dat in den regel tot geene bewustheid komt — het is dat der zenuwen, die tot het zenuwknopstelsel behooren; — terwijl daarentegen het gevoel der centripetale zenuwen der hersenen en des ruggemergs met bewustheid verbonden is.

Wij spreken hier meer bepaaldelijk over het gevoel, dat met bewustzijn gepaard gaat, en moeten daarbij al aanstonds wijzen op een onderscheid, hetgeen afhankelijk is van de plaats, waar de gevoelsindrukken opgenomen worden, en van den aard dezer laatste. Daarvandaan hangt de verdeeling af des gevoels in *algemeen gevoel* en *tastzin*. Het eerste is over en door het geheele ligchaam verspreid; de andere zetelt bij den mensch voornamelijk in de handen, meer bepaaldelijk in de vingers. Het eerste, het algemeen gevoel, geeft ons niet alleen kennis van prikkels, die van buiten af op ons werken, maar ook, als inwendig gevoel (zie bladz. 183), van hetgeen *binnen* ons ligchaam voorvalt, — van inwendige warmte en koude, opvulling met bloed, van den prikkel der urine en der drekstoffen, van honger en dorst, van vermoeidheid, ongesteldheid, enz. Wanneer men zich het op bladz. 180 gezegde aangaande de inwerking van hevige prikkels op de zenuwen van het zenuwknopstelsel herinnert, dan zal men gemakkelijk inzien, dat het duistere bewusteloze gevoel der zenuwen in sommige gevallen, van ziekte b. v., tot zoodanig algemeen gevoel verhoogd kan worden. — De *tastzin* is hetzelfde algemeene gevoel voor uitwendige indrukken, maar in werking gesteld door onzen wil, doordien wij die deelen, wier gevoel het fijnst is, en die wij tevens het gemakkelijkst daartoe kunnen bezigen, de handen namelijk, opzettelijk aan het ontvangen van indrukken blootstellen. Dus is er eigenlijk tusschen

algemeen gevoel en tastzin geen wezenlijk onderscheid; het verschil bestaat alleen hierin, dat wij ons bij het eerste meer passief, bij den laatsten meer actief gedragen.

Het orgaan van het uitwendig gevoel, en dus ook van den tastzin, is de huid. Bij vroegere gelegenheden hebben wij reeds over dit orgaan het een en ander gezegd; thans moeten wij onze kennis in dit opzigt trachten te volmaken.

De *huid* (de *uitwendige bekleedselen*, gelijk men haar ook noemt, in tegenoverstelling van de *vliezen*, die de inwendige hollen des ligchaams bekleeden) overdekt de gansche uitwendige oppervlakte des ligchaams. Men onderscheidt haar in het algemeen in drie lagen: de *lederhuid* of eigenlijke huid, welke bekleed wordt van binnen door het *onderhuidsche bindweefsel*, en van buiten door de *opperhuid*. Als aanhangsels van deze laatste beschouwt men de *haren* en de *nagels*.

De *lederhuid* bestaat hoofdzakelijk uit bindweefselvezelen, die in alle mogelijke rigtingen dicht in een gevlochten zijn, waarbij zich in de diepste lagen nog veêrkrachtige vezels, en op sommige plaatsen, bepaaldelijk die van haren voorzien zijn, ook nog gladde spiervezelen voegen. Van de zamentrekking der laatste schijnt het verschijnsel af te hangen, dat men met den naam van *kippehuid* bestempelt. De puntjes, welke daarbij op de huid verschijnen, zijn de *smeerkliertjes* (bladz. 143) welke ten gevolge van de zamentrekking der huid boven haar uitpuilen. — De huid is niet los om het ligchaam geslagen; behalve dat zij aan de openingen der ligchaamshollen in verband staat met het slijmvlies, dat die hollen bekleedt, is zij door het onderhuidsche bindweefsel met de onder de huid gelegene spierscheeden verbonden, doch slechts los, zoodat zij ligt verschoven kan worden. Echter is zij aan die spierscheeden op enkele plaatsen vaster vereenigd door dichtere bindweefselbundels, die van de eigenlijke huidzelfstandigheid zelve afkomstig zijn. Hierdoor ontstaan de verschillende voren of plooijen der huid, die men b. v. naast de mondhoeken, in de handpalm, aan de vingergewrichten, enz. waarneemt.

De oppervlakte der *lederhuid* is niet glad, maar bedekt met kleine verhevenheden, tusschen welke kleine groefjes gelegen zijn, in welke de uitlozingsbuizen der *smeer- en zweetklieren* uitmonden. Men noemt die verhevenheden *gevoeltepeltjes*; in elke daarvan eindigt een enkelvoudig zenuwbuisje. Die deelen der huid, welke het gevoeligst zijn, bezitten ook de meeste en meest verhevene *gevoeltepeltjes*. Aan de handpalm-vlakte der hand en der vingers zijn de *tepeltjes* in groote menigte aanwezig, en gerangschikt in evenwijdig loopende rijen; iets wat met het bloote oog door de *opperhuid* heen duidelijk waar te nemen is.

Behalve aan *gevoelzenuwen*, is de *lederhuid* ook zeer rijk aan *vaten*. — Overigens liggen in de *lederhuid* de *smeerklieren*, over welke en over wier nut wij reeds op bladz. 143 spraken, terwijl de uitlozingsbuizen der in het

onderhuidsche bindweefsel gelegene *zweelktieren* door de gansche dikte der lederhuid heendringen, gelijk ter zelfde plaatse is aangemerkt.

Dit *onderhuidsche bindweefsel* vormt eene meer of min dikke laag, waardoor, zooals wij zagen, de lederhuid los verbonden is aan de scheeden der onmiddellijk onder de huid gelegene spieren. De blaadjes van het bindweefsel, waaruit die laag bestaat, doorkruisen elkander in allerlei rigtingen, zoodat er tusschen hen een aantal ruimten openblijven, die met elkander gemeenschap bezitten, en met een helder vocht (bindweefsel-wei) gevuld zijn, hetwelk door de in dat weefsel zich verspreidende bloedvaten wordt afgescheiden. Doch vele dezer ruimten bevatten ook vet, op de eene plaats des ligchaams meer dan op de andere, en bij sommige personen in grootere hoeveelheid, dan bij anderen. In dit geval wordt de bindweefsellaag *vetvlies* genoemd.

De *opperhuid* (*epidermis*) is een dun, droog, vaat- en zenuwloos vlies, dat tot de epithelia (bladz. 23) behoort, en uit verschillende lagen van afgeplatte cellen bestaat. Zij bekleedt de lederhuid zóó naauwkeurig, dat men haar zouden kunnen vergelijken met een vernis, dat laagsgewijze de lederhuid bedekt. — De vorming der verschillende opperhuidstagen laat zich begrijpen uit het op bladz. 129 aangevoerde. De lederhuid is het moederorgaan der opperhuid; uit de vaten dezer eerste wordt eene laag vocht afgescheiden, in welke zich cellen ontwikkelen, waardoor dan eene laag opperhuid ontstaat. Zoo vormt zich onophoudelijk de eene laag onder de andere, waarbij echter de opperhuid in den regel zelve niet dikker wordt, daar telkens de buitenste meest uitgedroogde laag afschilfert, naarmate zich op de lederhuid nieuwe vormen. De jongste, nog weeke en niet geheel in cellen veranderde laag, die natuurlijk onmiddellijk op de lederhuid gelegen is, noemt men het *net* of de *sljm van Malpighi*. Deze laag is zelfs bij blanke menschen bruin gekleurd; naarmate de lagen zich verder van de lederhuid verwijderen en drooger worden, des te bleeker zijn zij; de buitenste zijn geelachtig wit. De oorzaak van de donkere kleur der gekleurde menschenrassen is gelegen in de opperhuid, vooral in het net van Malpighi, dat bij hen meer donkere kleurstof bevat. De lederhuid is overigens zelfs bij negers even wit, als bij blanken.

Tot de huid behooren de haren en de nagels. — De haren zijn draadvormige, hoornachtige deelen, waarvan het einde, dat in de lederhuid verborgen zit, de *wortel*, en het overige vrije gedeelte de *schacht* genaamd wordt. Het uiteinde van den haarwortel is eenigzins dik en rond, en heet de *haarbol* of *haarknop*. De haarwortel is geplaatst in eene zakvormige uitholling der lederhuid, het *haarzakje*, in welke zich de uitlozingsbuizen van eenige smeerklieren (bladz. 143) openen, en op welks bodem zich een klein *tepeltje* bevindt, hetgeen sluit in eene napvormige uitholling in het ondereind van den haarbol. Dat tepeltje, ook *haarkiem* genoemd, is het moederorgaan der haren: het scheidt de stof af, door wier aanvoeging aan de reeds bestaande het haar groeit. Van de cellen, die zich uit deze stof ontwikkelen, verlengen zich de

buitenste tot vezelen, waardoor de buitenste of *bastzelfstandigheid* van het haar gevormd wordt; de binnenste cellen behouden haren vorm, blijven wecker, en maken de *mergzelfstandigheid* uit, welke binnen de bastzelfstandigheid, als binnen een' koker, bevat is. — Van de meer of mindere hoeveelheid kleurstof, die zich binnen de mergzelfstandigheid bevindt, hangt de meer of minder donkere kleur des haars af. Hierbij is op te merken, dat er tussehen de kleur der huid, die der haren en die van den regenboog of iris des oogs, doorgaans, ofschoon niet altijd, eene zekere vaste betrekking bestaat. Menschen met zwart haar hebben doorgaans eene donkere huid en bruine of zwarte oogen, terwijl eene blanke huid en blaauwe oogen meestal met bruin of blond haar gepaard gaan. — Overigens is de doorsnede van rechte haren rond, die van kroeze haren min of meer afgeplat.

De *nagels* zijn hoornachtige, vierhoekige, gewelfde platen, welke gelegen zijn op de rugzijde van de laatste leden der vingers en teenen. De beide zijranden en de achterrand van elken nagel zijn ingevat in eene vrij diepe sleuf der lederhuid; de voorste rand is vrij; de ondervlakte is aan de lederhuid gehecht. De in de genoemde sleuf bevatte achterrand des nagels heet de *nagelwortel*; zij is het jongste gedeelte des nagels, en het is door gestadige aanvoeging van nieuwe hoornzelfstandigheid, dat de nagel groeit, op die wijze als ik reeds op bladz. 129 beschreef. De nagels dienen om steun te geven aan de vingertoppen bij het aangrijpen en betasten.

De groote gevoeligheid van de huid der vingertoppen en in het algemeen van den geheelen handpalm, gevoegd bij de geschiktheid der hand, om de voorwerpen gelijktijdig van verschillende kanten aan te raken en te omvatten (vgl. bladz. 19), maakt de hand tot het eigenlijke orgaan van den *tastzin*, door welken wij kennis bekomen van de temperatuur, den samenhang, de grootte, den vorm, de gesteldheid der oppervlakte en den afstand der lichamen, alsmede van hunne zwaarte; — ofschoon bij de bepaling van deze laatste niet alleen de meerdere of mindere drukking der voortgeduwde of opgeligte lichamen tegen de huidtepelljes in aanmerking komt, maar ook de grootte der spierkracht, die men aanwenden moet, om die lichamen voort te stooten of op te ligten.

Ofschoon nu de hand het eigenlijk orgaan van den tastzin is, zoo is het niet het volstrekt eenige. Gevoel toch bezit de geheele huid. Maar de graad van dat gevoel is in de verschillende gedeelten van de huid des lichaams zeer verschillend. Men heeft hieromtrent onderzoekingen in het werk gesteld door middel van een' passer met afgeronde punten, welke men op verschillende plaatsen met de huid in aanraking bragt. Daaruit bleek, dat het gevoel op sommige plaatsen der huid zoo fijn is, dat men den indruk der *beide* punten waarnemen kan, ofschoon deze slechts ééne streep van elkander verwijderd zijn, terwijl op andere gedeelten der huid de indrukken dier punten tot éénen versmelten, en er dus slechts één indruk waargenomen wordt, al staan de

punten des passers, wel een duim ver van elkander. Zichier eene opgaaf van eenige gedeelten der huid, zóó op elkander volgende, dat van de fijnst gevoelige tot de minst gevoelige wordt afgedaald; de punt der tong, de binnenvlakte der bovenste vingerleden, de lippen en de binnenvlakte der middenvingerleden, het midden van den rug der tong, de handpalmvlakte der hand en de rugvlakte der vingers, het slijmvlies van de wanden der mondholte, de wangen, het voorhoofd, de rugvlakte der hand, de voorarm, het been, de dij, en de huid op het midden der ruggewervels.

Door oefening kan het gevoel zeer verfynd en volmaakt worden, gelijk b. v. bij blinden niet zelden het geval is.

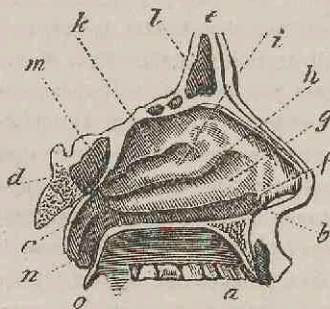
De Reuk.

Bekend is het, dat sommige lichamen riekend, reukgevend, andere daarentegen reukeloos zijn. Het riekend beginsel der eerste bestaat in zekere fijn verdeelde of vluchtige deeltjes, die uit de riekende lichamen ontsnappen en zich in de lucht verspreiden. De hoeveelheid stof, die er noodig is, om de gewaarwording van reuk voort te brengen, is zeer gering; ééne korrel muskus is voldoende om een vertrek langen tijd met zijn geur te vervullen, zonder dat zij merkbaar in gewigt vermindert; ja, een papier, waarin muskus is gewikkeld geweest, behoudt dien geur daarna nog jaren lang.

Het zintuig van den reuk is gelegen in de neusholte (bladz. 39). De beenige neusholte, waarvan fig. 67 *d* de regter helft voorstelt, is van weërszijde van drie schelpswijs gekromde uitsteeksels, *neusschelpen* genaamd, voorzien, die in die figuur gestippeld zijn; hierdoor wordt de oppervlakte, die de zijwanden der neusholten aanbieden, veel grooter dan zij anders zijn zouden. De uitwendige, door het middenschot in twee helften gescheidene neusopening is als overwelfd door den uitwendigen neus, welke bestaat uit kraakbeen met huid

overtrokken; de neusgaten zijn zoo geplaatst, dat zij alleen de van onderen opstijgende geuren opvangen. De wand der beenige neusholte, de beide zijden van het middenschot, en de binnenste oppervlakte van den uitwendigen neus worden bekleed door een slijmvlies, dat het *vlies van Schneider* wordt geheeten. Fig. 79 geeft een overzicht van den inwendigen neus; zij stelt voor de linkerhelft der neusholte, na wegneming van het middenschot. De plaats

Fig. 79.



der mondholte wordt hier door *a* aangeduid; *b* is het linker neusgat, *c* de achterste opening der neusholte, waardoor deze gemeenschap heeft met de keel; *d* is dat gedeelte van den bodem der schedelholte, dat van den Turkschen zadel naar het achterhoofdsгал afhell (zie bladz. 160); *e* is het voorhoofd; *f* en *h* zijn de zoogenaamde *neusgangen*, dat zijn de tusschenruimten tusschen de bovengenoemde neusschelpen. Deze neusschelpen worden aangewezen door *g*, *i* en *k*; zij zijn hier afgebeeld overtrokken met het slijmvlies van Schneider, dat ook den binnenwand van den uitwendigen neus bekleedt. Door *l* en *m* worden aangeduid zekere holten, *boezems* genaamd, welke tusschen de beenplaten van het voorhoofds- en wiggebeen gelegen zijn, terwijl eindelijk *n* de opening aanduidt van eene buis, welke met het gehoororgaan in verband staat, en waarover wij later zullen spreken.

Het eerste paar hersenzenuwen, de reukzenuw, dringt, in zeer fijne takjes verdeeld, door de gaaljes, die zich boven in het zeebeen (bladz. 37) bevinden in de neusholte, en verspreidt zich in het slijmvlies dier holte, vooral in deszelfs bovenste gedeelte, dat daardoor het eigenlijke reukorgaan wordt.

De riekende stoffen moeten, zullen zij door het reukorgaan worden waargenomen, door de *lucht* daaraan worden toegevoerd. Lost men sterk riekende stoffen in water op, en spuit men dan de oplossing in de neusholte, dan wordt er geen geur waargenomen. Verder moet er een tamelijk *sterke* luchtstroom door de neusgangen gaan; daarom snuift men ook de lucht sterk op, wanneer men iets ter dege ruiken wil, terwijl men den adem ophoudt, wanneer men de onaangename gewaarwording van stank wensch te vermijden. Eindelijk is een zekere graad van *vochtigheid* van het slijmvlies een vereischte. Het slijmvlies nu wordt vochtig gehouden door het slijm, dat het zelf afscheidt, en, gelijk wij later zien zullen, door het traanvocht, dat van het oog door de traankanalen in de neusholte vloeit. In het eerste tijdperk van verkoudheid is de afscheiding van het neusslijmvlies onderdrukt; daarom wordt dan ook de reuk verminderd of gaat verloren, om weder te voorschijn te komen, wanneer de afscheiding weder hersteld is. Bij verstopping der traankanalen, van welke ik zoo even gewaagde, wordt ook de reuk zwakker.

Worden nu de riekende stoffen door eenen luchtstroom bij de inademing (want bij de uitademing ruikt men weinig of niet) met het vochtige neusslijmvlies in aanraking gebracht, dan prikkelen zij door het epithelium heen, waarmede dat slijmvlies bedekt is, de uiteinden der zenuwbuisjes van het eerste zenuwpaar, en deze geleiden dien indruk naar de hersenen, waar hij als reuk door de ziel wordt waargenomen.

Het gebeurt wel eens, dat er reuk wordt waargenomen, zonder dat er werkelijk riekende zelfstandigheden aanwezig zijn. Dit kan geschieden ten gevolge van eenen ziekelijk geprikkelden toestand van het neus-slijmvlies of van de reukzenuw, of ook in gezonden toestand bij sommige menschen door de inwerking van sterke prikkels op dat vlies. De individualiteit der per-

sonen doet hier veel af; ik ken iemand, die na eene krachtige inademing bij sterk vriezend weër, standvastig den reuk van violen ontwaart. Men horinnere zich overigens hier, wat ik op bladz. 182 van de uitwerkselen der prikkeling van zintuigelijke gevoelszenuwen heb aangemerkt.

In het slijmvlies van den neus verspreiden zich, behalve de reukzenuw, ook nog gevoeltakjes van het vijfde paar zenuwen. Deze zijn het, en niet de reukzenuw, door welke men het prikkelend gevoel ontwaart bij het opsnuiven van mosterd, sal ammoniak en dergelijke scherpe stoffen.

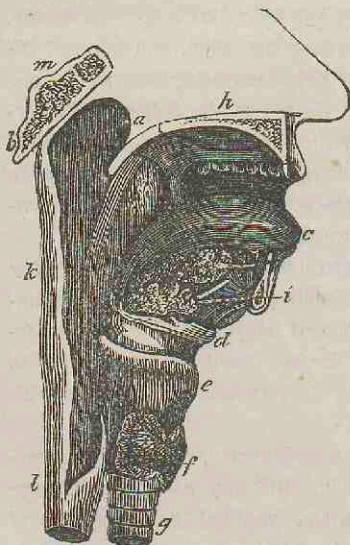
De Smaak.

Die lichamen, van welke zich niets in water laat oplossen, zijn in den regel smakeloos, tenzij ze wel in het speeksel, maar niet in water mogten oplosbaar zijn. De meeste in water oplosbare lichamen, hoewel niet alle, bezitten min of meer smaak. Waarin eigenlijk de smaak van een ligchaam gelegen is, is nog niet genoegzaam opgehelderd.

De *tong*, en wel een smalle zoom langs den rand der tong, de punt, het achterste derde gedeelte van den rug en den wortel der tong, — maar dan ook nog het gehemelte, vooral het zachte gehemelte en de huig — zijn het voorname orgaan van den smaak. De tong is een vleezig orgaan, dat met zijn achterste gedeelte, zijnen *wortel*, in de keelholte vast zit, en door verscheidene spieren met de stijlvormige uitsteeksels van het slaapbeen, en met het tongbeen, waarover later, vereenigd is. Zie figuur 81 c hieronder. Van achteren is de tong het dikst en wordt van voren dunner, waar zij eindelijk in eene stompe punt uitloopt. Zij is geheel bekleed met het slijmvlies der mondholte, dat aan de onderste oppervlakte, waar het met het slijmvlies van den bodem dier holte zamenhangt, eene plooi vormt, het *toompje* geheeten. De tong is, én wegens haar eigen spierachtig maaksel, én wegens de menigvuldige spieren, die er zich aan vasthechten, een zeer beweegbaar deel; zij kan hare punt in allerlei rigtingen bewegen, en zich verlengen en verkorten.

Het slijmvlies, dat de onderste oppervlakte der tong bekleed, verschilt niet van dat der overige deelen van de

Fig. 80.



mondholte. Maar op het slijmvlies, dat de bovenste oppervlakte, den rug der tong, bedekt, verdienen de talrijke tepels, die er zich op bevinden, onze aandacht. Zij worden naar haren vorm in drie soorten onderscheiden, die echter zoo in elkander overgaan, dat het, vooral bij de beide eerste vormen, dikwijls moeilijk te beslissen is, tot welke soort zij behooren. De eenvoudigste zijn de *kegelvormige* verhevenheden van het slijmvlies, die, als zij zeer verlengd zijn, *draadvormige* tepels genaamd worden. De kegelvormige tepels komen in zeer groote menigte voor aan het voorste gedeelte van den rug en aan de randen der tong; zie fig. 81 d. Tusschen de kegelvormige verstrooid, ont-

Fig. 81.



waart men, vooral aan de randen en de punt, de veel minder talrijke *stompe* of *paddestoetvormige* tepels (*b*): ronde, soms gesteelde verhevenheden van het slijmvlies. Achter op den rug en op den tongwortel vindt men aan elke zijde drie tot zeven *walvormige* tepels (*a*), welke bestaan uit een verheven kring met eene verdieping in het midden, en die vaak zelve met kegelvormige tepeltjes bezet zijn. In die verdieping liggen de uitmondingen van slijmklieren, waarvan overigens de tong buitendien rijkelijk voorzien is. Op den wortel der tong ligt eene vrij diepe holte, het *blinde gat*, op welks bodem ook een aantal slijmklieren wordt gevonden.

Voor al de door paddestoelvormige en walvormige tepels bedekte gedeelten der tong zijn de smakende gedeelten van dit orgaan

De tong bezit veel bloedvaten.

Wat de zenuwen aanbelangt, zoo ontvangt zij: 1. de *tongzenuw*, een' tak van het vijfde paar hersenzenuwen, welke tongzenuw zich vooral in de randen en de punt der tong verspreidt, en in de kegelvormige en stompe tepels eindigt; 2. een hoofdtak van het negende paar hersenzenuwen, die zich vooral naar den wortel der tong begeeft; en 3. het twaalfde paar hersenzenuwen of de *ondertongzenuw*, die zich geheel in het spiervlesch der tong verliest.

Vraagt men nu, welke van deze drie zenuwen de eigenlijke smaakzenuw is, dan kan men antwoorden, dat dit vooral de *zenuw voor de tong en het keelgat*, (het negende paar) schijnt te wezen. Volgens de waarnemingen van verscheidene physiologen blijft de tong, wanneer bij een dier de genoemde zenuw doorgesneden wordt, wel even gevoelig als vroeger jegens allerlei soort van prikkels, b. v. steken, bijtende zelfstandigheden, enz. — maar de *smaak* is verloren, want het dier eet nu zonder tegenzin voedsel, waarbij bittere zelfstandigheden gevoegd zijn, die het vroeger weigerde. Wordt daarentegen de tongzenuw doorgesneden, dan blijft de smaak bestaan; want het dier blijft bittere zelfstandigheden weigeren. Hieruit blijkt dan, dat de tong en keelgatzenuw voor den *smaak* dient, waarvoor ook pleit het eindigen van hare takken, juist in de met paddestoelvormige en walvormige tepels bezette streken der tong. Echter schijnt de geleiding van smaakindrukken, op grond van andere proefnemingen, niet geheel aan de tongzenuw te kunnen worden ontzegd, hoewel velen die zenuw voor eene zuivere gevoelszenuw houden. Ook schijnt de tong- en keelgatzenuw zenuwdraden te bevatten, die bloot voor het *gevoel* der tong dienen. — Wat echter de ondertongszenuw betreft, snijdt men deze door, dan blijven gevoel en smaak ongeschonden, maar de tong kan zich niet meer *bewegen*; iets, wat trouwens uit de verspreiding dier zenuw in het middenste gedeelte der tong, bepaaldelijk in het spiervleesch, te verwachten was.

Intusschen moet ik hier aanmerken, dat wij vaak de *gevoelsgewaarwording* der tong verwarren met hare *smaakgewaarwording*, en dat deze ook soms niet juist van elkander te onderscheiden zijn. Wij spreken van een kouden, vettigen, scherpen, zamentrekkenden *smaak*, welke toch in waarheid niets dan een koud, vettig, scherp, zamentrekkend *gevoel* is. Van nog meer andere smaken mogen wij met reden betwijfelen, of ze werkelijk door de smaakzenuw, dan wel door de gevoelszenuw worden waargenomen.

Tot goed smaken wordt vereischt, dat de zelfstandigheden in het speeksel en slijm der mondholte worden opgelost, misschien wel gedeeltelijk daarin ontleed worden en nieuwe verbindingen aangaan. Is de tong droog of het epithelium der tong verdikt (beslagen tong), dan is de smaak verloren. Bovendien wordt vereischt, dat de stoffen, die men proeft, in den mond bewogen worden: houdt men ze daarin onbewegelijk stil, dan proeft men er weinig of niets van.

Er bestaat een zeker verband tusschen het zintuig van den reuk en dat van den smaak, waarop ik kortelijk opmerkzaam moet maken. Houdt men den neus toe, dan is het proeven veel moeilijker, soms onmogelijk; en aan den anderen kant smaakt ons het voedsel slecht, wanneer wij daaraan een ongewonen, voor ons onaangenamen reuk waarnemen, al is het, dat de smaak er van in waarheid geheel onveranderd is. Dit verband tusschen beide zintuigen schrijft men toe aan een dun zenuwtakje, behoorende aan het vijfde

paar hersenzenuwen, hetwelk, aan weërszijde van het neus-middenschot, door een gaatje in het harde verhemelte uit den neus in de mondholte dringt, en zich in het slijmvlies van het gehemelte verspreidt.

Even als er soms reuk wordt waargenomen, zonder dat er riekende zelfstandigheden aanwezig zijn, zoo neemt men ook wel eens smaak waar, zonder dat men eene of andere zelfstandigheid in de mondholte heeft gebragt. Die smaak kan afhangen óf van een onregelmatigen toestand der smaakzenuwen, óf van eene ziekelijke gesteldheid van het slijmvlies van het spijsverteringskanaal, waardoor de slijm, die door de slijmklieren van mondholte en tong wordt afgescheiden, eene slechte hoedanigheid en daardoor een' verkeerden smaak verkrijgt.

IV. HOOFDSTUK.

Vervolg. Over het zien.

Na de zoogenaamde lagere zintuigen te hebben afgehandeld, moeten wij thans de hoogere in oogenschouw nemen. In de eerste plaats zullen wij ons bezig houden met het zintuig van het *gezicht*.

Het orgaan van het gezicht is de oogbol; wij moeten echter, voor wij van dezen eene korte beschrijving geven, eerst de zoogenaamde *beschermende* of *hulporganen* van dit zintuig — de oogleden en de traanwerktuigen — beschouwen.

In het beenige hoofd vindt men, zooals op bladz 39 is opgegeven, beneden het voorhoofdsbeen, aan weërszijden van den neuswortel, de beide *ooghollen*. Binnen deze zijn de beide oogbollen besloten; de hulpwerktuigen des oogs bevinden zich gedeeltelijk mede binnen die hollen, gedeeltelijk aan de buitenzijde daarvan.

De huid, langs het voorhoofd nederdalende, vormt vóór elke oogholte eene soort van afhangend gordijn, te weten het *bovenste ooglid*. De huid der wangen reikt insgelijks verder dan de onderrand der oogholte en vormt alzoo het *onderste ooglid*. Raken het onderste en bovenste ooglid van elk oog elkander met hunne vrije randen, dan zijn de oogen gesloten, en de in de ooghollen gelegene deelen geheel bedekt. Zijn zij daarentegen van elkander verwijderd en de oogen dus geopend, dan laten zij eene dwarse spleet tusschen elkander over, waaraan men een' scherpen *buitenhoek* en een' rond uitgesneden *binnenhoek* onderscheidt. Elk ooglid is aan de binnenste, naar den oogbol gekeerde vlakke bekleed met een fijn, vaatrijk, bleekrood gekleurd slijmvlies, het *bindvlies* genaamd. Dit vlies begint aan den rand des ooglids, of liever, de huid, die de buitenplaat des ooglids vormt, slaat zich aldaar om en vormt zodoende de binnenplaat van het ooglid, waarbij het den aard

van een slijmvlies aanneemt, op dezelfde wijze als de buitenplaat der lippen, de huid namelijk, zich omslaat naar binnen en overgaat in het slijmvlies, dat de binnenplaat der lippen uitmaakt. Het bindvlies nu, na de achtervlakte van elk ooglid bekleed te hebben, slaat zich aan den rand der oogholte op nieuw om, ten einde nu ook de voorste oppervlakte des oogbols zelven te bekleeden. Tusschen de huid en het bindvlies, tusschen de buiten- en binnenplaat des ooglids dus, ligt een naar de ronding van den oogbol gebogen kraakbeentje (*tarsus*), hetgeen dient om het ooglid, dat anders slap zou nederhangen, behoorlijk uit te spannen en te welven. Langs den rand der oogleden staan de *oogharen*, korte, stijve, naar voren uitstekende haartjes, waarvan de onderste en bovenste, als de oogleden gesloten zijn, juist op elkander liggen. Even achter de oogharen openen zich de uitlozingsbuisjes van de dusgenaamde *Meiboomsche klieren*, welke een smeer afscheiden, 't welk zich 's morgens vaak in verdroogden toestand aan de randen en in den binnenhoek der oogleden vertoont. Rondom de beenige oogholte, en tusschen de huid en den tarsus, loopt eene kringvormige spier, de *sluitspier des ooglids*, door wier zamentrekking dit laatste gesloten wordt. Het openen der oogleden geschiedt door andere spieren; het bovenste bezit b. v. eene eigene *opliggende spier* (fig. 83 i); het benedenste zakt reeds door zijne eigene zwaarte naar beneden, wanneer de sluitspier ophoudt te werken.

De oogleden sluiten den toegang van het licht gedurende den slaap af, en gedurende het waken beschutten zij den oogbol voor het al te sterke licht, voor vreemde deeltjes, die in de lucht zweven, enz. Men denke hier aan de reflexie-bewegingen der oogleden, het oogenblikkelijke en onwillekeurige knippen derzelve, zoodra eenig vreemd ligchaam den oogbol nadert, waarvan ik op bladz. 178 sprak. Ook zonder zulk eene van buiten komende aanleiding sluiten en openen zich de oogleden van tijd tot tijd. Daardoor wordt niet alleen alles, wat toevallig op de voorste oppervlakte van het oog gekomen mogt zijn, als weggeveegd, maar die oppervlakte wordt ook daardoor onophoudelijk bevochtigd met het dunne slijm, dat het bindvlies der oogleden afscheidt, en met het traanvocht. De oogbol is daardoor altijd vochtig, en kan niet alleen de wrijving der oogleden, maar ook den invloed der lucht te beter wederstaan.

Boven het bovenste ooglid bevindt zich de *wenkbraauw*, eene boogsgewijze verdikking der huid, welke bezet is met korte, stijve, over elkander heen naar de slapen gerigte haren. Zij leiden het van het voorhoofd afdalende zweet ter zijde af, en verhinderen alzoo dat dit in het oog komt.

Binnen de oogholte, bij den buitensten ooghoek, liggen twee *traanklieren*, korrelige klieren, die het traanvocht afscheiden. Zij openen zich met zeven tot tien uitmondingen op de binnenste oppervlakte van het bovenste, en met eene op die van het onderste ooglid. De tranen, door deze openingen uitgestort, verspreiden zich ten gevolge van de beweging der oogleden over den

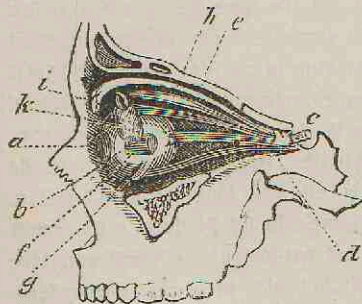
oogbol, en, voor zoover zij daarbij niet verdampen of door het bindvlies opgeslorpt worden, verzamelen zij zich ten laatste in den binnensten ooghoek. Aldaar bevindt zich aan den rand van elk ooglid eene kleine opening met een' uitpuilenden rand, de *traanpunten*, van welke elke in een fijn kanaal, het *traanbuisje*, voert. Beide traanbuisjes vereenigen zich tot een enkel *tranekanaal*, waarvan het bovenste wijdere gedeelte de *tranenzak* genoemd wordt, en dat door een beenig kanaal, tusschen de oogholte en den neus gelegen, in de neusholte uitkomt, en wel ter hoogte van den benedensten neusgang. Langs dezen weg nu komen de tranen eindelijk in de neusholtē, en brengen daar, gelijk ik in het vorig hoofdstuk aanmerkte, het hare bij tot het vochtig-houden van het neusslijmvlies.

Doorgaans is er eene juiste verhouding tusschen de afscheiding der tranen door de traanklieren en de opneming daarvan door de traanpunten. Soms echter, bij prikkeling b. v. van het oog en bij sommige gemoedsaandoeningen, wordt de afscheiding zóó vermeerderd, dat men niet alleen meer dan gewoonlijk de behoefte gevoelt om zich te snuiten, maar dat zelfs de tranen, te veel om spoedig genoeg opgeslorpt te kunnen worden, over de randen der onderste oogleden op de wangen overloopen.

Beschouwen wij nu den oogbol zelve.

De *oogbol* is, gelijk de naam aanduidt, een orgaan van eene genoegzaam bolvormige gedaante, dat in de beenige oogholte gelegen en daarin bevestigd is vooreerst door het bindvlies, dat, gelijk wij zagen, de voorvlakte daarvan bekleedt, — verder door eenige spieren, waarover straks nader, — en eindelijk door de gezigtzenuw, welke, door eene opening achter in de oogholte uit de hersenen tredende, zich met den oogbol verbindt. In fig. 82, welke eene ver-

Fig. 82.



tikale doorsnede van de beenige oogholte vertoont, ziet men hoe de oogbol daarbinnen gelegen is. Hij wordt daar aangewezen door *ab*; *c* is de gezigtzenuw, *degh* zijn eenige der oogspieren, *i* is de zoo even reeds genoemde oplichtende spier des bovensten ooglids, en *k* wijst de traanklier aan.

De spieren, die den oogbol niet alleen in de oogholte vasthechten, maar ook en vooral voor zijne heweging dienen, zijn zes in getal. Zij hebben

allen hun ééne aanhechtingspunt aan den beenigen wand der oogholte, en hun andere aan de buitenste oppervlakte des oogbols. Vijf van die spieren zijn geheel of gedeeltelijk in onze figuur zichtbaar. Daarvan heet *d* de *onderste rechte*, *e* de *bovenste rechte* en *f* de *binnenste rechte oogspier*, van welke laatste men het andere einde in den bodem der oogholte zien kan, zijnde het midden-

stuk weggenomen, opdat de gezigtzennw in haren loop naar den oogbol zichtbaar zoude zijn. Aan de andere zijde van den oogbol bevindt zich de *binnenste rechte oogspier*, die echter hier natuurlijk niet zichtbaar is. Bij eene opmerkelijke beschouwing moet het niet moeilijk vallen te begrijpen, wat het gevolg der zamentrekking van elke dezer spieren zijn zal. Immers door *d* zal de oogbol met zijn voorste gedeelte naar beneden, door *e* naar boven, door *f* naar buiten en door de hier onzichtbare binnenste rechte oogspier naar binnen getrokken worden. Werken twee dezer spieren zamen, b. v. *d* met *f* of met de niet zichtbare spier, *e* met deze laatste of met *f*, dan zal het oog in eene zamengestelde rigting bewogen worden, b. v. door *e* en *f* naar boven en naar buiten tevens.— De beide overige spieren zijn de *bovenste schuinsche oogspier h*, waarvan de pees door eene soort van katrolletje loopt, en die den oogbol met zijn voorste gedeelte naar buiten trekt, terwijl de *onderste schuinsche oogspier*, waarvan slechts het uileinde in *g* zichtbaar is, dit naar boven en buiten doet. Werken de vier rechte spieren allen te gelijk, dan trekken zij den oogbol regt naar achteren, terwijl de beide schuinsche oogspieren, zich gelijktijdig zamentrekende, het oog naar voren halen.

De oogbol zelf is omgeven van, of wordt gevormd door onderscheidene vliezen of vliezige lagen, waarvan de buitenste het *harde oogvlies (sclerotica)* heet. Het is parelwit van kleur, en vezelig van weefsel; de voorste oppervlakte van dit vlies is hetgeen wij gewoon zijn het wit der oogen te noemen. Het omgeeft den oogbol echter niet geheel; in het voorste gedeelte namelijk bevindt zich eene ronde opening, welke echter gevuld wordt door een ander vlies, hetgeen niet wit is, zooals de sclerotica, maar kleurloos en volkomen doorschijnend, en daarom het *doorschijnend hoorvlies (cornea)* genoemd wordt. Het doorschijnend hoorvlies is boller dan het harde oogvlies; — het is een segment van een bol, die kleiner is, dan de bol, die door het harde oogvlies gevormd wordt; en het is als 't ware in de vermelde ronde opening ingekast als een horologieglas, ofschoon deze vergelijking in zóover niet geheel juist is, als beide vliezen, de sclerotica en cornea, eigenlijk slechts één geheel met elkander uitmaken. Zoo even merkte ik aan, dat het bindvlies de gansche voorste oppervlakte des oogbols bekleedt. Het bekleedt dus ook de cornea, doch bestaat daar ter plaatse slechts uit eene laag epithelium-cellen, die even doorschijnend zijn, als de cornea zelve. In fig 82 duidt *a* de cornea en *b* de sclerotica aan. — De sclerotica of het harde oogvlies wordt van binnen bekleed door het tweede vlies des oogbols, het *ader- of vaatvlies (choroïdea)* hetgeen veel dunner is dan de sclerotica, bijna geheel bestaat uit een weefsel van fijne bloedvaatjes, en aan de binnenzijde met eene laag zwarte kleurstof is bedekt. Daarvandaan de zwartbruine kleur van dit vaatvlies. Dit vlies loopt van voren niet verder dan de sclerotica, en bezit derhalve aldaar eene ronde opening, even als deze. Achter aan den oogbol, — ofschoon niet vlak van achteren, maar meer naar den neus toe — worden de sclerotica en de

choroïdea doorboord door eene dikke zenuw, de *oogzenuw*, welke, alzoo in de holte des oogbols gekomen, dadelijk den vorm van een dun, melkwit vlies aanneemt, dat de choroïdea van binnen bekleedt, even als de choroïdea de sclerotica doet. Dit vlies noemt men het *netvlies* of de *retina*.

Fig. 83 stelt een gedeeltelijk geopenden oogbol voor. De sclerotica of het harde oogvlies wordt aangewezen door de letters *h h*; de gedeelten van dat vlies, die losgesneden en teruggeslagen zijn, ten einde binnen in den oogbol te kunnen zien, door *h' h'*. De doorsnede van de cornea of het doorschijnend hoornvlies wordt door *c*, het vaatvlies door *v* en het netvlies door *n* aangeduid, terwijl *z* het afgesneden gedeelte der gezichtszenew is. Van de wijze, waarop het blindvlies, na de inwendige plaat der oogleden gevormd te hebben, zich ombuigt om ook de

voorste oppervlakte des oogbols te bekleeden, geeft *b* eene voorstelling.

Fig. 84 vertoont de achterste helft van een' doorsneden oogbol van binnen.

Aldaar is *a* de doorsnede der sclerotica, *b* het zwarte vaatvlies, *c* de witte, eenigzins omgekrulde doorsnede van het netvlies, en *d d* de oppervlakte van het netvlies. De plaats, waar de gezichtszenew in het oog treedt, en die, gelijk ik reeds aanmerkte, niet in het midden der achterhelft des oogs — niet in den *as* des oogbols — maar meer naar den neus toe gelegen is, wordt door *e* aangewezen. Het in den *as* des oogbols gelogen middelpunt van het netvlies *f* is kenbaar door eene zich aldaar bevindende gele vlek. Door 1 worden eenige takjes der bloedvaten van het netvlies aangewezen en door 2 een tweetal daarvan, die op dat vlies eenen kring vormen.

Dat gedeelte van het vaatvlies, hetgeen gelegen is rondom de van voren in dat vlies aanwezige opening, bezit ruim 70 fijne plooijen, de *straalvormige verlenngsels*, en de aldus gevormde gestraalde rand of ring van het vaatvlies wordt *straalvormig ligchaam* genoemd.

Fig. 85 stelt de voorste helft des oogs van binnen voor, waarvan in de vorige figuur de achterhelft is afgebeeld. Men ziet daar wederom in *a* de doorsnede der sclerotica, en in *b* die van het vaatvlies; *c* stelt het voorste gedeelte van het netvlies voor; *d* is het *straalvormig ligchaam*, dat in fig. 83 door *h b* werd aangeduid. Op de voorvlakte van dit ligchaam, en dus in de

Fig. 83.

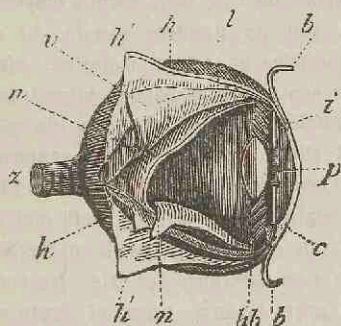
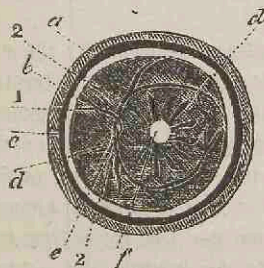
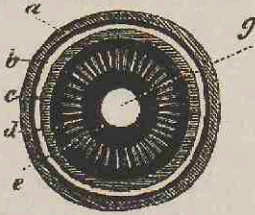


Fig. 84.



figuur onzichtbaar, ligt nog een graauw witte ring, welke eene kringswijze spier (*spier van Brücke*) is. De vezelen dezer spier ontspringen van het vaatvlies, ter plaatse

Fig. 83.



waar dit in het straalvormig ligchaam overgaat, loopen naar voren en hechten zich vast aan de sclerotica, waar dit vlies in de cornea overgaat. De ruimte, welke door de holle cornea omgeven wordt, wordt van de grootere ruimte, die de sclerotica, choroidea en retina insluiten, afgescheiden door een dwars gespannen vliezig tusschenschot, dat rondom vastgehecht is terzelfder plaatse, waar zich de spier van Brücke aan de sclerotica hecht. Dit vlies, *regenboog* of *iris* genoemd, bezit in het midden eene ronde opening, de *oogappel* of *pupil*, fig. 83 g, fig. 83 p, waardoor alzoo de voorste ruimte des oogbols gemeenschap heeft met de achterste. De iris heeft dus den vorm van eenen ring, gelijk in fig. 83 c duidelijk zichtbaar is: in fig. 83 ziet men in i de doorsnede der iris. De voorste oppervlakte van dit tusschenschot is grijs, blaauw, groen of bruin gekleurd, gelijk bekend is; de in fig. 83 zichtbare achterste oppervlakte, *druifvlies* genaamd, is, even als het vaatvlies, met zwarte kleurstof bedekt. De voorste, gekleurde oppervlakte, en de binnenzijde der cornea, — de wanden derhalve der voorste, kleinere oogruimte — zijn bekleed met een uiterst fijn, doorschijnend weivliesje (*vlies van Descemet*).

De iris bezit spiervezels, welke in tweeërlei rigtingen loopen. Er zijn er, die van den omtrek der iris, waar zij zich aan de sclerotica hecht, straalswijs naar den oogappel gaan; er zijn andere, welke den rand dezer opening kringswijs omgeven. Het is gemakkelijk te begrijpen, dat, wanneer de straalvezelen zich zamentrekken, de opening der iris, de oogappel of pupil, daardoor vergroot, verwijd zal worden, terwijl zij zich vernauwen, kleiner worden zal, wanneer zich de kringswijze spiervezelen der iris zamentrekken.

Dat gedeelte van de inwendige holte of ruimte des oogbols, dat achter de iris gelegen is, wordt voor een groot gedeelte opgevuld door het kogelvormige *glasachtig ligchaam*, hetgeen bestaat uit een waterhelder, eenigzins ziltig vocht, door een fijn doorschijnend vlies omgeven. Eene groote menigte doorschijnende vliezige tusschenschotten verdeelt dezen kogel in vakjes; het gevolg daarvan is, dat, wanneer men het glasachtig ligchaam prikt, er slechts eenige druppels vocht uitloopen, en het niet ontledigd wordt. Die kogel bezit van voren, achter de iris, eene schotelvormige uitholling, en in die uitholling sluit de *kristal-lens*. Dit is een rond, vast, doorschijnend ligchaam, hetwelk eene bolle voor- en eene nog bollere achtervlakte bezit, en uit verschillende lagen bestaat, wier digtheid en hardheid van de oppervlakte naar het middenpunt toenemen. De lens is bevat in een doorschijnend, vliezig beursje, hetwelk aan de achterzijde vergrooid is met het vlies van het glasachtig ligchaam. Boven-

dien wordt de lens nog op hare plaats gehouden door een geplooid verlengsel van het genoemde vlies, dat zich aan den rand van het lensbeursje vasthecht. In de plooijen van dit verlengsel sluiten de plooijen van het gestraalde ligchaam.

De voorste ruimte van den oogbol wordt geheel opgevuld door een helder vocht, dat het *waterachtige vocht* genaamd wordt.

Het gezigt, waarvan de oogbol het werktuig is, leert ons de gedaante, de kleur, de grootte en de plaatsing der lichamen kennen door tusschenkomst van het *licht*.

Voor wij er toe overgaan om te onderzoeken, hoe dit geschiedt, moeten wij op het licht eenen blik werpen. Ik zoude te dien aanzien naar de natuurkundige handboeken kunnen verwijzen; maar om meer dan ééne reden heb ik het beter geoordeeld hier een beknopt overzicht te geven van de leer des lichts, voor zoo ver de kennis daarvan noodig is tot regt begrip van datgene, wat ik over het zien aanvoeren zal.

Wat het licht eigenlijk is, wensch ik evenwel hier niet te onderzoeken: dat is voor ons tegenwoordig doel ook niet noodig. Wij kunnen en behoeven hier in geene vergelijking te treden van de tegenwoordig genoegzaam algemeen aangenome undulatie-theorie, tot welke onze landgenoot HUYGENS den grondslag legde, met de door NEWTON voorgestelde en na hem langen tijd uitsluitend gehuldigde emanatie-theorie. Aangaande dit punt verwijs ik naar zoodanige werken, welke de leer des lichts in haren geheelen omvang behandelen.

Lichtgevende of *lichtende* lichamen noemt men de zoodanige, die zelve de bron van licht zijn, die licht ontwikkelen. Daartoe behooren in de eerste plaats de zon, vervolgens de vaste sterren, die wij als zoo vele zonnen van andere planetenstelsels moeten beschouwen, alle kunstlicht, b. v. kaarslicht, lamplicht, gaslicht, in 't algemeen de brandende lichamen, verder de lichtgevende dieren. enz. Een ligchaam, dat geen eigen licht ontwikkelt, dat dus niet zelflichtend is, noemt men *donker*.

Dat een lichtgevend, zelflichtend ligchaam licht verspreidt, weet iedereen. Dit geschiedt zóó, dat uit elk punt van een lichtgevend ligchaam (elk punt b. v. van eene vlam) zich lichtstralen verspreiden naar alle zijden, waarheen men van dat punt eene regte lijn trekken kan. Daar de uit één en hetzelfde punt komende lichtstralen natuurlijk *uiteenloopen*, *divergeren*, zoo vormen zij met elkander een aantal lichtbundels, die de gedaante hebben van kegels, waarvan de toppunten liggen in het uitstralingspunt.

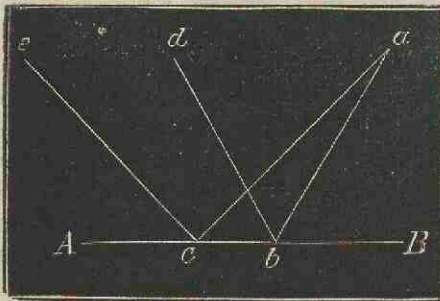
Elke lichtstraal, uit eenig punt van een lichtgevend ligchaam uitgegaan, plant zich altijd in eene regte lijn voort; — een lichtstraal is altijd regt. De lichtstralen kunnen evenwel van hunne regte baan afgeleid worden: aan iederen lichtstraal kan eene andere rigting worden gegeven, dan hij oorspronkelijk bezat. Dit geschiedt door *terugkaatsing* (*reflectie*), of door *breking* (*refractie*).

Men verdeelt de lichamen, voor zoo ver de wijze betreft, waarop zij zich

verhouden tegen op hen vallende lichtstralen, in *doorschijnende* en *ondoorschijnende*. De eerste laten het licht door; de lichtstralen gaan er bijna zonder verlies door heen; zóó is het met de ons omgevende dampkringslucht, met zuiver water, met glas. De ondoorschijnende lichamen daarentegen laten het licht niet door, maar vangen het op, en laten de lichtstralen niet toe, hunnen loop van het lichtgevend punt af te vervolgen. Men moet echter in 'toog houden, dat er een aantal trappen van overgang van de ondoorschijnende tot de doorschijnende lichamen bestaan; er zijn b. v. weinig doorschijnende, halfdoorschijnende, bijna doorschijnende lichamen, enz.; — en dikwijls is dezelfde zelfstandigheid nu eens al, dan eens niet doorschijnend. Goud b. v. is, wanneer het eene zekere dikte bezit, geheel ondoorschijnend; doch een dun goudvlies is niet ondoorschijnend meer; iets waarvan men zich ligtelijk overtuigen kan, wanneer men zulk een vliesje tegen het licht houdt en daarbij alle ander licht afsluit. Doch dit in het voorbijgaan,

Vallen nu eenige lichtstralen op eene ondoorschijnende oppervlakte, dan kunnen zij, gelijk we zagen, hunnen weg niet daardoor heen vervolgen: zij worden door die oppervlakte tegengehouden, — doch niet alleen tegengehouden, maar ook grootendeels *teruggekaatst*, teruggeworpen. Vallen die stralen *loodregt* op die oppervlakte, zoodat zij daarmede eenen rechten hoek vormen, dan worden zij zóó teruggekaatst, dat zij langs denzelfden weg, dien zij gekomen waren, weder terugkeeren naar het lichtgevend punt, van waar zij waren uitgestraald. Indien zij daarentegen (t geen natuurlijk met verre de meeste lichtstralen het geval is) *schuin*s op die vlakke vallen, dan worden zij teruggekaatst in zulk eene rigting, dat *de uitstralingshoek gelijk is aan den invalshoek*. Om hiervan den zin te vatten, beschouwe men fig. 86. Aldaar is AB

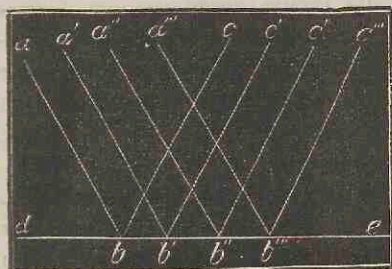
Fig. 86.



de terugkaatsende oppervlakte, waarop twee uit één punt a komende lichtstralen ab en ac vallen, en wel in eene schuinse rigting, zoodat zij met het vlak AB de hoeken abB en acB vormen. Deze hoeken nu zijn de invalshoeken, abB van den straal ab , en acB van den straal ac . Die beide stralen worden van het vlak AB teruggekaatst, ab in de rigting bd , en ac in de rigting ce : de hoeken dbA en ecA , welke de teruggekaatste stralen maken met het vlak AB , zijn de uitstralingshoeken; en deze zijn *altijd* gelijk aan, dat is even groot als de invalshoeken. De uitstralingshoek dbA zal dus steeds gelijk zijn aan den invalshoek abB , en de uitstralingshoek ecA aan den invalshoek acB .

Wanneer de terugkaatsende vlakke geheel glad en effen is, dan worden alle stralen zóó teruggekaatst, dat de teruggeworpene stralen onder elkander dezelfde betrekkelijke ligging behouden, die zij als invallende stralen bezaten, met dit verschil, dat de teruggekaatste stralen in eene omgekeerde orde op elkander volgen. In fig. 87 zijn $a a' a'' a'''$ vier evenwijdig loopende stralen.

Fig. 87.



Wij hebben tot dusver altijd van divergerende, dus niet evenwijdige lichtstralen gesproken, doch men gevoelt ligtelijk, dat stralen, die uit verschillende lichtende punten voortkomen, of die van een zeer afgelegen punt afkomstig zijn, aan elkander evenwijdig kunnen wezen. Die evenwijdige lichtstralen nu vallen op eene gladde en effene oppervlakte $d e$. Zij worden nu teruggekaatst onder uitstralingshoeken, die gelijk zijn aan de invalshoeken, ab in de rigting bc , $a'b'$ in $b'c'$, $a''b''$ in $b''c''$, en $a'''b'''$ in $b'''c'''$. Men ziet, dat de teruggekaatste stralen evenwijdig loopen, even als de invallende, en dat zij ook onderling dezelfde betrekkelijke ligging behouden, die zij als invallende stralen bezaten; c' ligt tusschen c en c'' , evenals a' tusschen a en a'' , enz. Maar men ziet tevens ook, dat zij in omgekeerde ligging op elkander volgen; in den schuins loopenden bundel, door de vier invallende stralen gevormd, ligt ab aan de onderzijde en $a'''b'''$ aan de bovenzijde, en de stralen volgen elkander, van onderen naar boven, aldus op: ab , $a'b'$, $a''b''$, $a'''b'''$; in den teruggekaatsen bundel is dit omgekeerd. De straal bc (de teruggekaatste van ab) ligt aan de bovenzijde, en $b'''c'''$ (de teruggekaatste van $a'''b'''$) aan de onderzijde, terwijl de stralen elkander aldus van onderen naar boven opvolgen: $b'''c'''$, $b''c''$, $b'c'$, bc .

Ook de divergerende stralen, van een geheel glad en effen vlak teruggekaatst, blijven dezelfde betrekkelijke ligging behouden, die zij vóór de terugkaatsing bezaten, dat is: zij blijven divergeren, en wel op dezelfde wijze als vroeger, zoodat de divergentie der teruggekaatste stralen db en cb , fig. 87, het gevolg is van de divergentie der invallende stralen ab en ac . Met andere woorden, indien men de stralen ab en ac verlengde onder AB , dan zouden deze verlengde stralen volkomen in dezelfde mate al verder en verder vaneen wijken, als de teruggekaatste stralen db en ec . Maar ook hier is de orde van opvolging omgekeerd, even als bij de evenwijdige stralen; ab ligt aan de buitenzijde der figuur, doch zijn teruggekaatste db er binnen, terwijl ac binnen ligt, doch zijn teruggekaatste ec aan de buitenzijde.

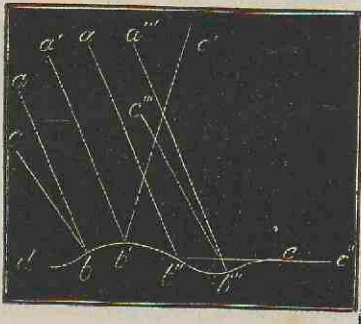
Zoo is het ook met zamenloopende of convergerende lichtstralen, doch natuurlijk in omgekeerden zin. Daartoe beschouwe men alweder fig. 87, doch

neme nu ec en db voor de invallende, en ab en ac voor de teruggekaatste stralen. De convergentie van ab en ac is het vervolg van de convergentie van db en ec ; en de orde van opvolging is hier even zoo omgekeerd, als bij de convergerende lichtstralen.

Eene oppervlakte nu, die zoo glad en effen is, dat de meeste opvallende lichtstralen, ofschoon in omgekeerde orde, onder elkander dezelfde betrekkelijke ligging behouden, die zij oorspronkelijk bezaten, noemt men eene *spiegelende oppervlakte*, een *spiegelvlak*. Wij kunnen bij het verschijnsel der spiegeling niet blijven stilstaan, maar men zal uit het aangevoerde reeds eenigermate kunnen begrijpen, hoe het komt, dat een spiegel een beeld terugkaatst van een daarvoor geplaatst voorwerp; een beeld, dat des te getrouwer zijn zal, naarmate de oppervlakte des spiegels gladder en effener is.

Is daarentegen de terugkaatsende oppervlakte niet, of minder glad en effen, maar min of meer ruw, dan zullen de lichtstralen, die er op vallen, in zeer verschillende rigtingen worden teruggekaatst, en de teruggekaatste stralen zullen geenszins dezelfde betrekkelijke ligging behouden, die zij als invallende stralen bezaten. De oppervlakte van een ruw ligchaam moet beschouwd worden als te zijn zamengesteld uit een groot aantal kleine vlakjes, die allen verschillende rigtingen en hellingen bezitten. Zulk eene ruwe oppervlakte

Fig. 88.



stelt, in fig. 88, de gekromde lijn $ab'b''b'''e$ voor, duidelijkheidshalve zeer vergroot voorgesteld, gelijk van zelf spreekt. Op die vlakte nu vallen vier evenwijdige lichtstralen ab , $a'b'$, $a''b''$ en $a'''b'''$, die nu ook teruggekaatst worden. Doch dewijl dat gedeelte van het vlak, dat kleine vlakje, op hetwelk elke lichtstraal valt, een andere, vaak geheel tegenovergestelde helling bezit dan dat, waarop eene andere straal valt, — en daar desniettemin alle invallende

stralen altijd zóo teruggekaatst worden, dat de uitstralingshoeken gelijk zijn aan de invalshoeken, zoo kan het niet anders, of de uitstraling moet plaats grijpen in allerlei rigtingen, en de betrekkelijke ligging, die de stralen oorspronkelijk bezaten, moet geheel verloren gaan. Vergelijk b. v. eens de rigting der teruggekaatste stralen, bc , $b'c'$, $b''c''$, en $b'''c'''$ met die der invallende ab , $a'b'$, $a''b''$ en $a'''b'''$, en onderling, en gij zult u niet verwonderen, dat men aan de terugkaatsing van niet spiegelende, dus van ruwe oppervlakten, den naam van *verwarde* (*diffuse*) terugkaatsing gegeven heeft.

Wat geschiedt er nu met het teruggekaatste licht, hetzij het van eene spiegelende of van eene ruwe oppervlakte teruggekaatst is? Ook dit licht verspreidt zich, even als het licht, dat onmiddellijk van een lichtgevend ligchaam

komt, reglijnig in de ruimte, en kan door een ondoorschijnend ligchaam, dat het op dien weg ontmoet, voor de tweede, derde, vierde maal, enz. worden teruggekaatst, altijd wederom volgens dezelfde wet, die ik heb aangewezen.

Een ligchaam waarop licht valt en dat dit licht geheel of gedeeltelijk terugkaatst, noemt men *verlicht*. Van een verlicht ligchaam nu geldt volkomen hetzelfde, wat wij van een zelflichtend ligchaam vernomen hebben: van elk punt van een donker, niet zelflichtend, maar door een zelflichtend ligchaam verlicht voorwerp verspreiden zich naar alle zijden lichtstralen, de teruggekaatste lichtstralen namelijk. Elk punt toch van een verlicht ligchaam wordt getroffen niet door één lichtstraal, gelijk wij duidelijkshalve tot dusver altijd onderstelden, maar door eene menigte, die van verschillende punten van het verlichtende voorwerp afkomen. Daar deze stralen onder zeer ongelijke hoeken invallen, en dus ook onder ongelijke hoeken van dat punt teruggekaatst worden, zoo straalt er ook van elk punt des verlichten ligchaams niet een enkele straal, maar een aantal stralenbundels uit, even zoo wel als uit elk punt van een zelflichtend ligchaam. Het is evenwel niet moeilijk te begrijpen, dat er door een verlicht voorwerp altijd minder lichtstralen teruggekaatst worden, dan er komen van het zelflichtend voorwerp, waardoor het verlicht wordt, en dat dien ten gevolge het teruggekaatst licht altijd zwakker zijn zal.

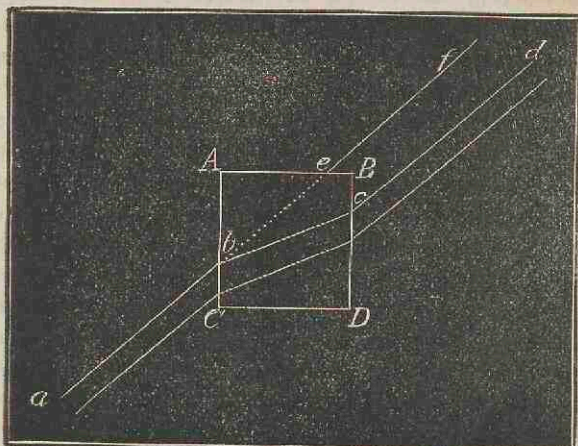
Overigens houde men in het oog, dat de op een ligchaam vallende lichtstralen niet *alle*, maar, gelijk ik reeds te kennen gaf, *grootendeels* worden teruggekaatst; een gedeelte wordt altijd door de oppervlakte, waarop zij vallen, opgenomen, geabsorbeerd. Dit is ook eene reden, waarom verlichte lichamen zwakker licht verspreiden, dan de zelflichtende, waardoor zij verlicht worden; immers, zij geven minder licht van zich, dan zij ontvangen. Worden de meeste opvallende lichtstralen geabsorbeerd, dan is het ligchaam, gelijk wij straks zien zullen, zwart.

Dit over de terugkaatsing van het licht. Zien wij nu, wat wij onder *straalbreking (refractie)* te verstaan hebben.

Gelijk wij straks zagen, wordt een lichtstraal wanneer hij op zijnen weg een doorschijnend ligchaam, eene doorschijnende stof ontmoet, daar door heen gelaten. Bezit die stof dezelfde digtheid als die, waardoor de lichtstraal zich aanvankelijk voortplante, dan gaat hij er door heen zonder iets in 't minst van zijne oorspronkelijke rigting af te wijken. Verschilt daarentegen die doorschijnende stof in digtheid (of ook in scheikundige samenstelling) van die, door welke de lichtstraal het oogenblik te voren liep, dan wijkt de straal, op hetzelfde oogenblik dat hij die stof intreedt, van zijne oorspronkelijke rigting af; hij wordt *gebroken (gereflecteerd)* en loopt nu wederom reglijnig in de pas verkregene nieuwe rigting voort. In fig. 89 verbeeldt *ABCD* de doorsnede van een glazen kubus of dobbelsteen; valt nu een lichtstraal loodrecht op de zijde *AC*, dan gaat hij door het glas heen, zonder van zijnen oor-

spronkelijke weg te zijn afgeweken, zonder gebroken te zijn. Daarentegen worden alle schuins invallende stralen gebroken. Zulk een schuinsche in-

Fig 89



vallende straal is b. v. ab ; behield deze nu zijne oorspronkelijke rigting, dan zou hij den weg bef moeten volgen. Doch dit geschiedt niet; zoodra treedt hij niet in het glas, hetgeen veel digter is dan de lucht, waardoor hij vroeger liep, of hij wijkt in b plotseling van zijnen weg af, even als of hij geknaakt,

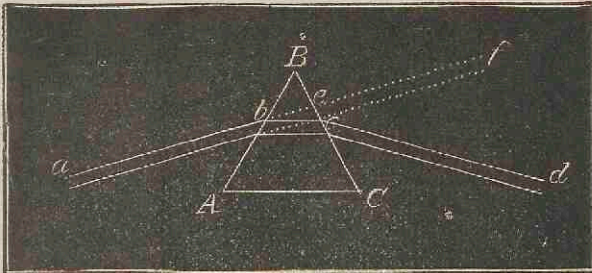
gebroken was; van daar dan ook den naam van *straalbreking*. Hij loopt nu in de nieuw aangenomene rigting regtlijnig voort tot c , waar hij uit het glas wederom in de lucht treedt, derhalve uit eene digtere stof in eene minder digte. Ten gevolge daarvan ondergaat hij op dit punt eene nieuwe breking, maar in tegenovergestelden zin van de eerste, toen hij uit eene minder digte in eene digtere stof trad; — waarbij op te merken valt, dat, *als de beide vlakken AC en BD evenwijdig zijn*, zooals in dit voorbeeld het geval is, de uitstralingshoek Bcd gelijk is aan den invalshoek Cba , — en verder, dat de rigting cd , in welke de tweemaal gebroene straal nu in de lucht voortgaat, evenwijdig is aan de rigting ef , die hij zoude genomen hebben, indien hij zonder breking door het glas had kunnen gaan.

Dat eene zoodanige straalbreking ook plaats moet hebben bij het doorgaan der lichtstralen door onze vensterglazen, is duidelijk, wanneer wij bedenken, dat deze, hoe dun ook, toch altijd dikte bezitten, en die dikte door evenwijdige vlakken begrensd wordt. Die breking valt ons echter in het dagelijksch leven niet in 't oog, zelfs bij vrij dik vensterglas, omdat de weg, dien de lichtstralen door het glas heen hebben af te leggen, toch altijd zeer kort is, en de gebroene stralen dus geene gelegenheid hebben om zeer veel van hunne oorspronkelijke rigting te divergeren, ten gevolge waarvan dan ook door de tweede breking — die bij de uittrading des straaIs uit het glas, — de oorspronkelijke loop des straaIs in zóó verre hersteld kan worden, dat de gevolgen dier breking ons niet in het oog vallen.

Fig 90 vertoont de doorsnede van een glazen ligchaam, waarvan niet, zooals

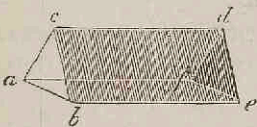
bij den kubus, de tegenoverstaande zijden — waar de straal in- en uitteedt

Fig. 90.



— aan elkander evenwijdig zijn, maar integendeel met elkander eenen hoek vormen. Zulk een ligchaam is het driekantig prisma, waarvan fig. 91 eene

Fig. 91.



afbeelding geeft, en fig. 90 de doorsnede voorstelt. Wanneer een straal ab schuins op eene dier zijden AB valt, dan heeft hier, even als bij den glazen kubus, eene dubbele straalbreking plaats: eene bij de introde des straaIs in het glas, en eene bij zijne uittrede. Doch er bestaat hier evenwel een onderscheid, waar- door de straalbreking in zulk een ligchaam verschilt van die in doorschijnende lichamen met evenwijdige zijden. Immers de uitvalshoek is hier niet gelijk aan den invalshoek, en de rigting des uitvallenden straaIs cd is niet evenwijdig aan de oorspronkelijke rigting ef , gelijk in de figuur duidelijk in het oog valt.

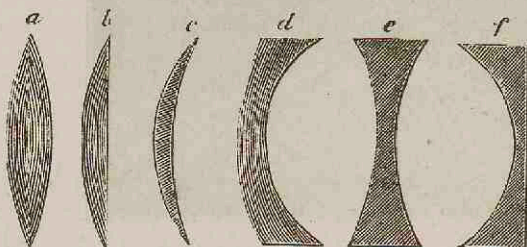
Thans een denkbeeld van straalbreking in het algemeen gegeven hebbende, moeten wij kortelijk de straalbreking door lenzen beschouwen.

Volgens de oorspronkelijke beteekenis des woords, afgeleid van het zaad eener peulvrucht, die den naam van *lens* (*Ervum lens*) draagt, is eene lens eene ronde glazen schijf, aan beide kanten bol geslepen, zoodat zij in het midden het dikst is, en naar den omtrek toe hoe langer zoo dunner wordt. Een gewoon brandglas geeft van zulk eene lens een zeer goed voorbeeld. Doch men noemt lenzen ook die glazen, die slechts aan eene zijde bol, of zelfs aan eene of beide kanten hol geslepen zijn, welke laatste dus in 't midden het dunst en aan den omtrek het dikst zijn. Men onderscheidt zoo zes soorten van lenzen; waarvan de omstaande figuur de doorsneden voorstelt. De lens a is eene op de beide oppervlakten bolgeslepen, dus *dubbel-bolvormige* (*bi-convexe*) lens: een brandglas b . v ; b is eene *plat-bolvormige* (*plan-convexe*), c eene *bol-holle* (*convex-concave*), d eene *hol-bolle* (*concaaf-convexe*), e eene *dubbel-holle* (*bi-concave*), en f eene *plat-holle* (*plan-concave*) lens.

Wij behoeven ons echter hier niet in eene nadere beschouwing van al

deze soorten van lenzen in te laten. Men houde alleen in het oog, dat alle lenzen tot twee hoofdsorten gebragt worden, al naar gelang zij in 't midden het dikst zijn en naar den omtrek dun uitloopen (fig. 92, *a, b* en *c*), — of wel in

Fig. 92.

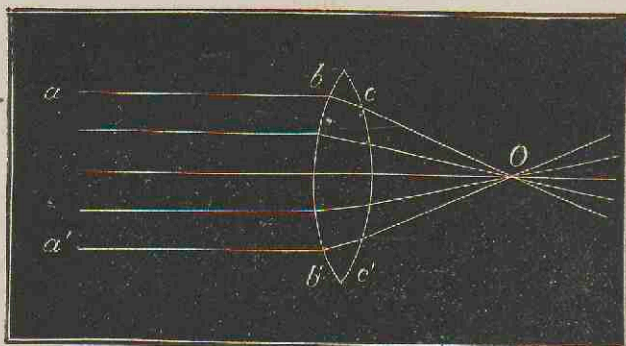


het midden het dunst zijn en naar den omtrek dikker worden (*d, e* en *f*). De eerste noemt men *verzamellenszen*, de tweede *verstrooijingslenzen*, naar de verschillende wijze, waarop zij de lichtstralen breken. Nog merk ik

op, dat eene bi-convexe lens niet noodzakelijk aan beide kanten dezelfde holheid behoeft te bezitten, noch eene bi-concave dezelfde holheid; — de ronding of uitholling kan aan beide kanten verschillend zijn.

Wij moeten hier vooral de straalbreking door eene verzamellens beschouwen, daar op deze de theorie van het zien geheel berust. In fig. 93 is afge-

Fig. 93.



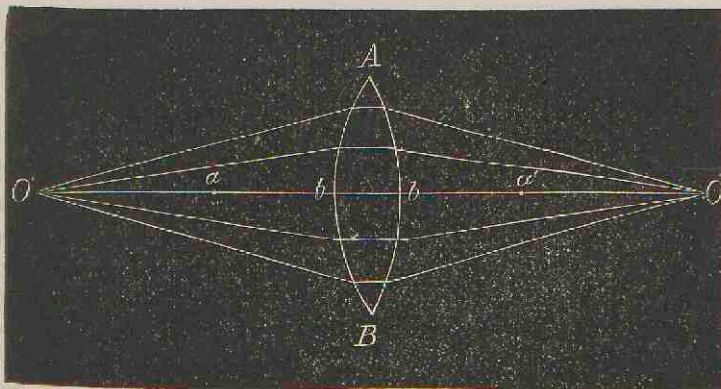
beeld de doorsnede van zoodanig eene lens, en wel van eene bi-convexe. Op de eene vlakte dezer lens valt een bundel van vijf evenwijdige stralen. De middenste straal *d*, die loodregt op het middenpunt der lens valt, gaat door deze heen en komt er aan de andere zijde weder uit zonder gebroken te worden; de overige daarentegen worden wél gebroken, zóó, dat zij convergeren naar den genoemde straal *d*, en wel des te sterker convergeren, naarmate zij verder van het middenpunt af en digter aan den omtrek op de lens vallen. Aldus convergerende loopen zij door de lens, om bij hunne uittrading uit deze nogmaals op dezelfde wijze te worden gebroken, waardoor zij natuurlijk nog meer convergent worden. Het gevolg van deze door de breking te weeg ge-

bragte convergentie der vroeger evenwijdige stralen is, dat zij zich achter de lens moeten verzamelen in één punt O , waar zij elkander als 't ware kruisen, om vervolgens in divergerende rigtingen verder voort te loopen.

De plaats O , waar de evenwijdige stralen, na door breking convergent te zijn geworden, elkander ontmoeten, heet het *hoofdbrandpunt* der lens, en de afstand van dit punt O tot de zijde beb' , waar de stralen zijn ingetreden, is de *hoofdbrandpunts-afstand*, — welke afstand bij lenzen, als de boven afgebeelde, gelijk is aan den straal des cirkels, waarvan de kromme lijn beb' een boog is. Die hoofdbrandpunts-afstand is dus, gelijk men bij eenig nadenken gemakkelijk begrijpen zal, des te korter, hoe bolter de lens is.

Indien nu echter op de eene zijde eener holle lens een stralenbundel valt, die niet, gelijk in het vorig geval, uit evenwijdige, maar uit zamenloopende (convergerende) of uit uiteenloopende (divergerende) stralen bestaat, wat zal er dan geschieden? Zijn de stralen, die op de lens vallen, reeds convergent, dan is het niet moeilijk te bevatten, dat zij, ten gevolge der beschrevene breking, veel sterker convergent zullen worden, dan met de evenwijdige stralen het geval was, en dat zij dus aan de andere zijde zullen te zamen komen op korteren afstand van de lens, dat is, in een punt, dat gelegen is tusschen het hoofdbrandpunt en de lens. Zijn daarentegen de op de lens vallende stralen divergent, — zoo als het geval is met een bundel stralen, die gezamenlijk uit één punt komen, dat verder dan het hoofdbrandpunt van de lens is verwijderd, — dan is het almede gemakkelijk te begrijpen, dat deze na hunne breking niet zoo sterk convergeren zullen, als de evenwijdige stralen, ja zelfs, dat zij nog divergent kunnen blijven, en dat, als zij te zamen komen in één punt, dit punt toch altijd verder van de lens gelegen is, dan het hoofdbrandpunt. Vallen b. v. op de lens AB , fig. 94, vijf stralen, die van een punt O komen,

Fig. 94.

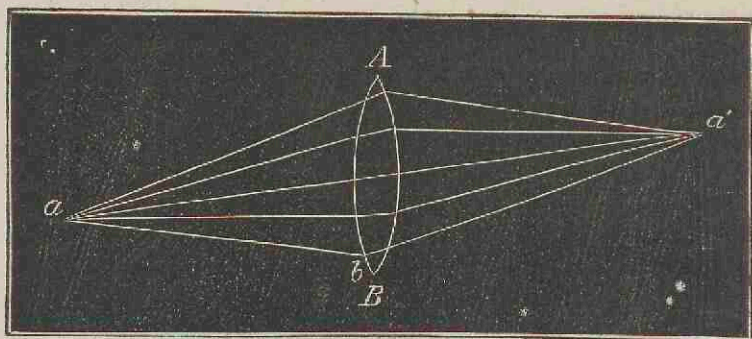


dan worden deze wel is waar door de lens gebroken en convergeert, en vereenigen zich dan ook achter de lens in een brandpunt; doch dit brand-

punt is niet het hoofdbrandpunt a' , maar een verder van de lens afgelegen punt O' .

In deze figuur wordt het punt O , van waar een lichtkegel op de lens valt, verondersteld te liggen in de *as* van die lens, dat is te zeggen in eene lijn, welke gaat door de beide verst van elkander verwijderde punten van de beide oppervlakten der lens, met andere woorden, door het dikste gedeelte der lens. Stellen wij echter in fig. 95, dat er van een punt a , gelegen *beneden* de *as* der lens AB , lichtstralen op die lens vallen. De straal $a a'$ gaat dan midden

Fig. 95.

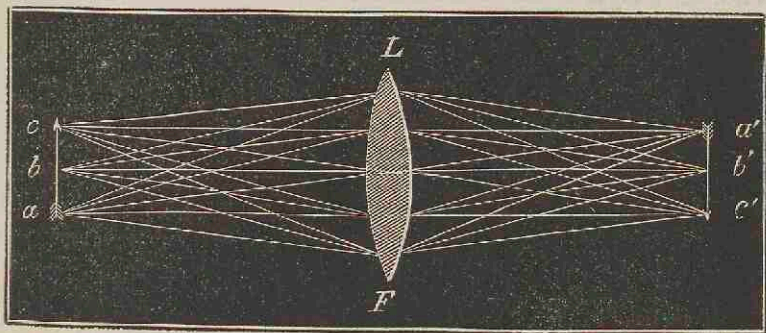


door de lens zonder gebroken te worden; even als in het vorige geval. De straal $a b$ bevindt zich in hetzelfde geval als de onderste der evenwijdige stralen in fig. 93; zij wordt ook in de lens op dezelfde wijze gebroken, en ontmoet nu den straal $a a'$ in a' . In ditzelfde punt vereenigen zich ook noodzakelijk alle de overige uit het punt a afkomstige stralen — en het blijkt nu uit de figuur duidelijk genoeg, dat dit punt *boven* de *as* der lens zal gelegen zijn, zoo het uitstralingspunt a *daaronder* gelegen is. Ligt daarentegen het punt, van waar de stralen komen, *boven* de *as* der lens, dan zal het verzamelpunt der gebrokene stralen *beneden* die *as* liggen, gelijk in dezelfde figuur opgemerkt kan worden, indien men slechts a' voor het uitstralings-, en a voor het verzamelpunt aanneemt. In het geval, dat door de figuur wordt voorgesteld, ligt het punt a' *evenveel* boven de *as*, als a daaronder; dit is echter niet altijd zoo. Want is het punt a digter bij de lens gelegen, dan hier is voorgesteld, dan ligt a' verder van de lens af en ook evenveel malen verder van de *as*; ligt a verder van de lens, dan is a' digter bij de lens en digter bij de *as* gelegen.

Tot dusver beschouwden wij, terwijl wij over de breking van divergerende stralen spraken, slechts één enkelen straalkegel, één enkelen bundel stralen, die van één punt van een lichtgevend of verlicht ligchaam afkomt. Wanneer men echter bedenkt, dat *van elk punt* van een lichtend of verlicht ligchaam lichtkegels afstralen, dan begrijpt men ligtelijk, dat op de naar dat ligchaam

gekeerde oppervlakte eener lens *eene menigte* straalkegels moeten vallen. En zien wij nu, wat dientengevolge geschiedt. Fig. 96 stelt zulk een ligchaam, eenen pijl *abc* voor, tegenover eene bi-convexe lens *LF* geplaatst. Van alle

Fig. 96.



punten van dien pijl stralen lichtkegels naar de lens, van welke lichtkegels echter hier slechts drie afgeteekend zijn, ten einde geene verwarring te veroorzaken, — te weten een, die van het bovenste gedeelte *c*, een die van het midden *b*, en een die van het onderoind *a* des pijls afkomt. De stralen, uit welke die kegels bestaan, worden, op de lens vallende, daarin gebroken. De uit *b* komende stralen, die vlak over het midden der lens, in hare as, gelegen zijn, verzamelen zich aan de andere zijde insgelijks in die as, namelijk in het punt *b'*; het is hier hetzelfde als in fig. 95. De stralen, die uit *a* komen, dat is van een punt dat beneden de as der lens ligt, verzamelen zich, volgens het zoo even bij fig. 96 geleerde, in het punt *a'* boven die as; terwijl de uit het boven de as gelegene punt *b* komende stralen elkander beneden die as, in *c'*, moeten ontmoeten. De stralen der niet afgebeelde lichtkegels, die van tusschen *a* en *b* op de lens vallen, moeten zich tusschen *a'* en *b'* verzamelen, en die, welke van de punten tusschen *b* en *c* voortkomen, komen tusschen *b'* en *c'* bijeen. Een oogenblik nadenken moet nu ieder overtuigen, dat de gezamenlijke vereenigingspunten der gebroke lichtstralen zich in dezelfde orde zullen plaatsen, als die, waarin de uitstralingspunten op elkander volgen, alleen met dit onderscheid, dat hetgeen bij de uitstralingspunten boven is, bij de verzamelpunten onder zijn zal, en omgekeerd. — Plaatst men nu daar, waar deze verzameling plaats heeft, een ondoorschijnend scherm achter de lens, met andere woorden, vangt men met zulk een scherm de lichtkegels op de juiste plaats van de vereeniging hunner stralen op, zoodat men ze belet om al divergerende verder te loopen, — gelijk anders, zie fig. 94, geschieden zou, — dan verkrijgt men op dat scherm een beeld *a' b' c'* van het voorwerp *abc*, van waar de lichtkegels uitgegaan zijn, — maar, en dit volgt uit het aangevoerde noodzakelijk, een *omgekeerd* beeld.

In deze figuur heeft het beeld $a'b'c'$ dezelfde grootte als het voorwerp abc . Indien wij echter het verder bij fig. 96 opgemerkte hier toepassen, dan is het duidelijk, dat, wanneer het voorwerp abc digter aan de lens komt, het beeld $a'b'c'$ grooter zal worden, dan het voorwerp zelf, dewijl de vereenigingspunten der gebrokene stralen in dat geval zich verder van de lens zullen bevinden. Is daarentegen het voorwerp abc verder van de lens afgelegd dan in onze figuur, dan zal het beeld $a'b'c'$ kleiner zijn, dan abc , omdat nu de verzamelpunten der gebrokene stralen digter bij de lens zullen liggen. In het algemeen: hoe verder het voorwerp van de lens verwijderd is, des te kleiner wordt het door de straalbreking daarvan gevormde beeld, en omgekeerd.

Dit aangaande de terugkaatsing en breking der lichtstralen. Voor het oogenblik hebben wij aan het daarover aangevoerde genoeg, en hem, die er meer van wenscht te weten, meen ik niet beter te kunnen verwijzen dan naar het meermalen aangehaalde natuurkundig leesboek van VAN DER BURG. Over de breking door holgeslepen glazen zullen wij later nog een enkel woord moeten zeggen.

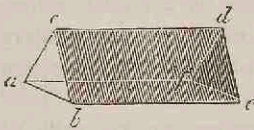
Het licht wordt echter niet alleen teruggekaatsd en gebroken, het is ook vatbaar voor *ontleding* (*decompositie*) of *verstrooijing* (*dispersie*). Ook daarover moet ik nog 'teen en ander opmerken.

Wij hebben tot dusver het licht nog altijd aangemerkt als *ongekleurd*, als *wit*, zooals men het noemt. Men moet echter elken ongekleurden lichtstraal beschouwen als zamengesteld uit een groot aantal andere stralen, waarvan elk eene verschillende kleur bezit. Indien nu alle lichtstralen, die op eene niet spiegelende oppervlakte vallen, daarvan onveranderd, derhalve als ongekleurde lichtstralen, worden teruggekaatsd, dan vertoont zich voor ons oog die oppervlakte *wit*. Sommige oppervlakten zijn evenwel, gelijk ik reeds met een woord aanmerkte, van dien aard, dat zij de lichtstralen niet, of ten minste zeer weinige daarvan, terugkaatsen, maar ze als 't ware in zich opnemen en terughouden. Het spreekt van zelf, dat zulke oppervlakten zich aan ons als niet-verlicht voordoen, omdat wij alle verlichting slechts waarnemen door middel van de teruggekaatste lichtstralen; wij noemen zulke oppervlakten *zwart*. Maar er zijn ook oppervlakten, die wel is waar het witte licht niet in zich terughouden, maar het toch ook niet geheel en onveranderd terugkaatsen. Zij nemen namelijk uit elken witten lichtstraal eenige bepaalde gekleurde stralen in zich op, en kaatsen slechts de overige terug. Zoo zijn er oppervlakten, die slechts de roode stralen van het opvallend licht terugkaatsen en al de overige in zich terughouden; andere kaatsen slechts de blaauwe terug; wederom andere alleen de groene enz. In het eerste geval vertoonen zich ons die oppervlakten rood, in het tweede blaauw, in het derde groen. Deze is de oorzaak van de verschillende kleuren, die de ons omringende voorwerpen vertoonen.

Eene gekleurde oppervlakte vertoont zich dus aan ons oog daarom gekleurd,

omdat zij de witte lichtstralen *ontleedt* in de gekleurde, waaruit de eerste bestaan, en van die gekleurde lichtstralen slechts een gedeelte terugkaatsl. Wij nemen alleen deze laatste waar; het zijn die, door middel van welke wij die oppervlakte zien, en wel zien met eene bepaalde kleur; — de overige gekleurde lichtstralen, die niet worden teruggekaatsl, nemen wij niet waar; zij worden door de oppervlakte teruggehouden, vernietigd als 't ware. Om ons dus van de samenstelling van het witte licht een juist denkbeeld te vormen, — om dat licht zóó te ontleden, dat wij de gekleurde stralen van elken witten lichtstraal afzonderlijk te beschouwen krijgen, moeten wij eenen anderen weg inslaan. De beste weg daartoe is het witte licht te ontleden door middel van

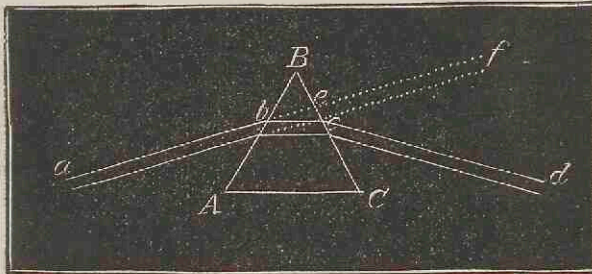
Fig. 97.



het driekantig prisma, waarvan wij vroeger reeds gebruik maakten, en waarvan ik de afbeelding hier op nieuw mededeel

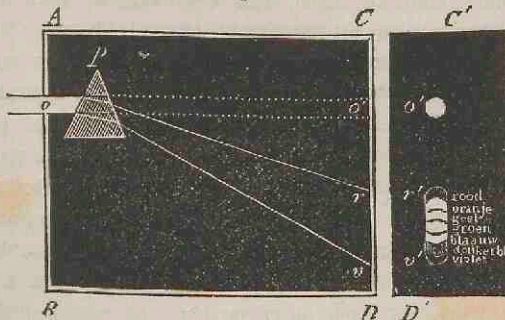
Die ontleding geschiedt op de volgende wijze. Men make de kamer, waarin de proef zal genomen worden, donker, door de vensterluiken te sluiten. In een dier luiken moet zich

Fig. 98.



echter eene kleine ronde opening bevinden, door welke een dunne bundel

Fig. 99.



lichtstralen in de kamer kan vallen. In fig. 99 zij $ABCD$ de doorsnede dier donkere kamer, AB de doorsnede van het vensterluik met eene ronde opening o , en CD de doorsnede van den muur, die zich vlak tegenover het luik bevindt en

waarop dus de door o intredende lichtstralen noodzakelijk moeten vallen.

C'D' verbeeldt denzelfden muur, nu niet in doorsnede, maar vlak van voren gezien. — Indien nu de door *o* invallende lichtstralen door niets in hunnen regtlignigen loop verhinderd worden, dan zullen zij op den muur *CD*, vlak tegenover *o*, eene ronde verlichte plek *o'* vertoonen, omtrent even groot als de ronde opening *o*. Dit is iets, dat wel geene verklaring noodig heeft. Doch indien men nu het prisma *p* voor de opening houdt, op de wijze als zulks in de figuur is afgebeeld, en dus de stralen door dat prisma laat gaan, dan wijken zij, gelijk wij uit het op bladz. 203 gezegde weten, van hunnen weg af, en ten gevolge daarvan vertoont zich dan nu ook de verlichte plek niet vlak tegenover de opening *o*, maar lager. Die plek is nu niet meer rond, maar langwerpig; zij blijft wel is waar genoegzaam zoo breed als de opening *o*, maar is veel langer, (*rv*), en vertoont zich bovendien niet wit, maar bestaat uit eene opeenvolging van kleuren, die, van boven af gerekend, aldus op elkander volgen: rood, oranje, geel, groen, blaauw, indigo of donkerblaauw, en violet. — Dit gekleurde beeld noemt men *kleurenbeeld* of *kleuren-spectrum*, de kleuren *prismatische kleuren*, of ook wel *regenboogkleuren*.

Naar aanleiding hiervan kunnen wij veronderstellen, dat het witte licht uit *zeven* verschillende kleuren bestaat, met andere woorden, dat elke ongekleurde lichtstraal is zamengesteld uit *zeven* verschillend gekleurde stralen.

Ik kan over de oorzaak van de ontleding der lichtstralen door het prisma hier niet uitweiden, en moet daaromtrent al wederom naar de werken over natuurkunde verwijzen. Dit alleen voer ik aan, dat die oorzaak gelegen is daarin, dat al de gekleurde stralen *niet even sterk* door het prisma worden gebroken. De roode stralen worden het minst gebroken, de oranje stralen iets sterker, de gele nog wat meer, en zoo vervolgens tot de violette, die het sterkst van alle gebroken worden. Daarvandaan de verlengde gedaante van de verlichte plek, maar natuurlijk ook de verschillende kleuring van elk gedeelte daarvan.

Men kan niet alleen het witte licht ontleden (decomponeren) in gekleurd licht, maar men kan ook uit gekleurd licht weder wit licht zamenstellen. Deze recombinaatje kan men bewerkstelligen, door eenvoudig de gekleurde stralen met elkander te vereenigen in het brandpunt eener holle lens. Men houdt te dien einde tusschen het prisma *p* en de gekleurde plek *rv* zulk eene lens, zoodat men de door het prisma gebrokene lichtstralen nu nogmaals daarmede opvangt en breekt. Houdt men nu in het brandpunt der lens een wit papier, dan vertoont zich daarop weder een rond, wit plekje, zooals vroeger op den muur, vóór dat het prisma tegen het gat gehouden was. De door de ongelijke breking in het prisma divergerende gekleurde stralen worden natuurlijk door de lens (zie fig. 93) zoo gebroken, dat zij convergerend worden en zich in het brandpunt der lens vereenigen, en nu is dan ook die plek niet meer gekleurd, maar wit. Verwijdert men nu echter het blad papier verder van de lens, dan wordt de verlichte plek weer langer en gekleurd, en ver-

loont nu een omgekeerd spectrum. De reden hiervan is, dat, gelijk wij op bladz. 207 zagen, de door eene lens gebrokene stralen zich in het brandpunt kruisen, en dus, verder van de lens af, weder divergeren en uiteenloopen.

Eene andere wijze om het gekleurde licht wederom tot wit licht te vereenigen, is de volgende. Eene ronde schijf wordt door lijnen, die van het middenpunt naar den omtrek loopen (stralen), in zeven deelen (sectoren) verdeeld, en elke daarvan beschilderd met eene der kleuren van het spectrum, zoodat al de zeven kleuren op de schijf aanwezig zijn. De sectoren moeten niet even groot zijn; want de eene kleur neemt in het spectrum eene grootere ruimte in dan de andere, en daarnaar moet dan ook de onderlinge verhouding der sectoren worden bepaald. Ook moeten de kleuren in sterkte zich behoorlijk tegen elkander verhouden en zoo zuiver mogelijk zijn. Steekt men nu deze schijf met haar middenpunt op eene as, en draait haar dan zeer snel rond, zoodat men de afzonderlijke kleuren niet meer onderscheiden kan, dan zal de schijf zich aan ons oog wit vertoonen.

Van de kleuren des spectrum's beschouwt men, — zoo men blaauw en donkerblaauw als eene enkele kleur aanneemt — drie als *enkelvoudig* en drie als *zamengesteld*. De enkelvoudige zijn: rood, geel en blaauw; de zamengestelde zijn: oranje, groen en violet. Oranje toch is rood met geel, groen is geel met blaauw, violet blaauw met rood. In het spectrum volgen de kleuren zoo op elkander, dat oranje en groen zich bevinden tusschen de beide enkelvoudige kleuren, waaruit zij zijn zamengesteld, en dus als 't ware uit het ineenloopen dezer laatste schijnen gevormd te worden. Met het violet, dat zich aan 't andereind van het spectrum bevindt, is dit niet zoo. Kon men evenwel het spectrum ombuigen, zoodat de beide uiteinden elkander raakten, dan zou ook het violet tusschen zijne samenstellende kleuren liggen. Verdeelt men eene ronde schijf papier in zes sectoren (die in dit geval aan elkander gelijk kunnen zijn) en kleurt men elke dezer afdeelingen met eene verschillende kleur, en wel in die rangorde, in welke zij in het spectrum op elkander volgen, te weten: rood, oranje, geel, groen, blaauw, violet, — dan merken wij op, dat zich hier *al* de zamengestelde kleuren bevinden *tusschen* de beide enkelvoudige, waaruit elke bestaat, — en bovendien, dat zich *tegenover* elke enkelvoudige kleur eene zamengestelde bevindt, en wel juist die, welke zamengesteld is uit de beide overige enkelvoudige kleuren. Zoo bevinden zich

oranje (rood met geel) tegenover *blaauw*.

groen (geel met blaauw) " *rood*.

violet (blaauw met rood) " *geel*.

De beide tegenover elkander staande kleuren worden elkanders *complementaire* of *aanvullingskleuren* genaamd, omdat elke kleur met zijne complementaire kleur al de kleuren bevat, in welke zij het witte of ongekleurde licht oplossen. Immers, daar elke der drie zamengestelde kleuren ontstaat uit de vereeniging van twee der drie enkelvoudige, zoo komt de samenstelling van het witte

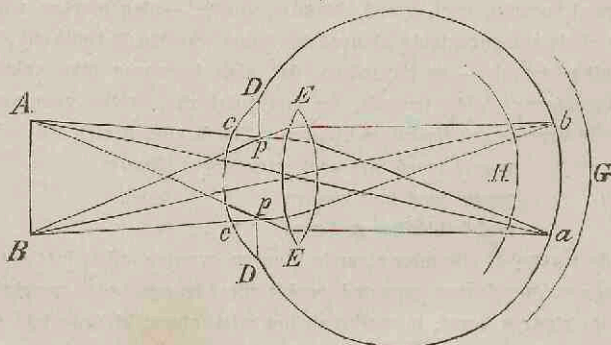
licht ten slotte neder op eene verbinding der drie enkelvoudige kleuren, gelijk ook proefondervindelijk kan worden aangetoond, wanneer men de vroeger beschrevene draaijende kleurenschijf niet met al de zeven hoofdkleuren, maar slechts met de drie enkelvoudige kleuren beschildert, in welk geval ook deze bij eene snelle ronddraaijng wit zullen geven. Nu is b. v. oranje de aanvullingskleur van blaauw, en omgekeerd blaauw van oranje, want oranje, dat is rood en geel, maakt met blaauw juist de drie enkelvoudige kleuren. Ditzelfde is het geval bij groen, dat is geel en blaauw, met rood; — en bij violet, dat is blaauw en rood, met geel. Het gevolg daarvan is dan ook, dat, wanneer men eene kleurenschijf in behoorlijke evenredigheid beschildert met slechts twee kleuren, namelijk met ééne der drie zamengestelde kleuren, en met de enkelvoudige complementaire kleur van deze, zulk eene schijf bij snelle ronddraaijng eveneens wit zal zijn, omdat er eigenlijk, als in 't vorig geval, alle enkelvoudige kleuren des spectrum's op voorhanden zijn.

In den laatsten tijd hebben sommige natuurkundigen eenige nieuwe denkbeelden aangaande de leer der kleuren geopperd, die echter nog grootelijks nader onderzoek behoeven, en die ik daarom hier met stilzwijgen meen te moeten voorbijgaan.

Na alzoo in de eerste plaats een denkbeeld te hebben gegeven van het maaksel van het gezichts-orgaan, en vervolgens zooveel aangaande het licht te hebben medegedeeld als tot ons doel noodig was, kunnen wij gaan overwegen, wat zien is.

Fig. 100 stelt een' vergrooten omtrek voor van den oogbol. De verschillende vliezen enz. zijn daar niet afgebeeld, hetgeen hier ook niet noodig is en de

Fig. 100



zaak slechts verwarren zou. Gij ziet er den ronden omtrek des oogbols, in

$DccD$ de cornea of het doorschijnend hoornvlies, $DppD$ is de doorsnede der iris, en de ruimte tusschen p en p de oogappel of pupil, terwijl EE de lens voorstelt. De kromme lijnen H en G komen vooreerst niet in aanmerking.

Indien nu AB een buiten het oog gelegen ligchaam is, dan gaan van alle naar het oog gekeerde punten van dat ligchaam lichtbundels uit naar het oog, en wel lichtbundels, die uit divergerende stralen bestaan, gelijk wij trouwens weten. In de figuur zijn alleen de lichtbundels geteekend, die van de beide uiteinden van AB afstralen, en van elke dier bundels zijn slechts drie stralen aangeduid; meer bundels of stralen zouden de figuur te verward maken, en indien de lezer al het vorige, bijzonder ook het op bladz. 209 aangevoerde, goed begrepen heeft, zijn de geteekende bundels en stralen ook volkomen voldoende. Die stralen, welke op de cornea vallen onder eenen hoek, die grooter dan 48° is, worden teruggekaatst, en dienen om de cornea zigthaar te maken; maar die, welke onder eenen kleineren hoek invallen, gaan door de cornea heen, en worden, daar de cornea met het achter haar gelegen waterachtig vocht eene holle lens vormt, gebroken, zoodat zij nu minder divergeeren. Het gevolg van die mindere divergentie is, dat nu een grooter aantal stralen gelegenheid vindt om door de pupil te gaan, dan anders het geval zou wezen. Natuurlijk gaan echter niet alle lichtstralen, die door de cornea gaan, ook door de pupil; een aantal daarvan wordt door de iris $DppD$ opgevangen en diffuus teruggekaatst. Die, welke door de pupil pp gaan, worden door de lens EE nog sterker gebroken, en wel zoo, dat de lichtstralen, die van hetzelfde punt des voorwerps AB komen, zich achter in het oog weder in een brandpunt vereenigen, welk brandpunt bij een welgevormd oog juist op de retina valt. Indien men zich het vroeger gezegde over de straalbreking door lenzen en de vorming van beelden door deze herinnert, en dat alles toepast op de straalbundels, die, van AB afkomende, door de cornea en de ooglenzen gebroken worden, dan kan het niet missen, of het moet den lezer volkomen klaar zijn, dat er op de retina een beeld a van het punt A en een beeld b van het punt B moet gevormd worden, en dat er op dezelfde wijze van alle punten tusschen A en B beelden tusschen a en b moeten ontstaan, waarvan natuurlijk het gevolg is, *dat er van het geheele voorwerp AB een omgekeerd en verkleind beeld ab op de retina wordt geteekend.*

Dat dit werkelijk zoo gebeuren moet, blijkt uit de geheele inrigting des oogs, vergeleken met hetgeen wij bij de straalbreking door verzamel-lenzen waarnemen. Maar men kan er zich ten overvloede nog op eene regstreekse wijze van overtuigen. Men neemt daartoe een versch koeijen- of kalver-oog, en schilt, om het zoo uit te drukken, met een scherp mesje van achtoren voorzigtig de sclerotica en choroidea weg, op eene plek van ongeveer een duim middellijn, zoodat alleen de retina daar ongeschonden overblijft. Die retina is doorschijnend, en wanneer men nu door die plek heen ziet, terwijl men de cornea des oogs naar een sterk verlicht voorwerp wendt, dan ziet men op de

retina een klein, omgekeerd beeld van dat voorwerp. Het oog van een wit konijn behoeft slechts van het aanhangend vet gezuiverd te worden, om er hetzelfde verschijnsel mede waar te nemen, zonder dat men noodig heeft de sclerotica en choroidea te verwijderen. De witte konijnen met roode oogen zijn zoogenaamde *albino's*, en bij dezen ontbreekt de zwarte kleurstof (tusschen de sclerotica en choroidea, welke vliezen hier doorschijnend genoeg zijn, dat men daardoorheen het beeld op de retina kan beschouwen.

De retina is, gelijk ik op bladz. 197 aanmerkte, het peripherisch uiteinde der gezichtsenuw. Zij wordt door de op haar vallende lichtstralen geprikkeld, en de gezichtsenuw brengt dien indruk naar de hersenen over, waar hij tot bewustheid komt, en de ziel alzoo kennis ontvangt van het lichtbeeld, dat op de retina gevormd is. Het valt nu niet moeilijk te begrijpen, dat alleen het diffuus teruggekaatste licht ons de voorwerpen kan doen zien. Het behoeft, nu wij weten wat zien is, geen betoog, dat, om een niet lichtgevend voorwerp te kunnen zien, er in de eerste plaats vereischt wordt, dat het verlicht zij, dat er lichtstralen op vallen, en, in de tweede plaats, dat het die lichtstralen naar het oog terugkaatsc. De spiegelende terugkaatsing, die van eene volkomen gladde oppervlakte geschiedt, helpt ons tot het zien van het voorwerp niets, want de van zulk eene oppervlakte teruggekaatste stralen geven geen beeld van het terugkaatsende voorwerp, maar van het lichtgevend ligchaam, waardoor dat voorwerp verlicht wordt (vergel. bladz. 202). Het is dus alleen door de diffuus teruggekaatste stralen, dat wij een niet lichtgevend, maar verlicht voorwerp kunnen zien, ja wij zouden de spiegelende lichamen volstrekt niet door het gezigt kunnen waarnemen, indien hunne oppervlakte in den volsten zin glad en effen was. Doch er is geen voorwerp, waarbij zulk eene absolute effenheid aanwezig is, en daarom heeft er ook van de gladste oppervlakte nog eenige diffuse terugkaatsing plaats, door middel van welke wij dan ook in staat gesteld worden die oppervlakte zelve te zien. — Wat het zwart aangaat, hetwelk, zooals wij zagen, doordien eene oppervlakte de lichtstralen niet terugkaatsc, maar in zich terughoudt en vernietigt, — absoluut, volkomen zwarte voorwerpen zijn ook voor ons onzichtbaar, gelijk van zelf spreekt; doch meest altijd bestaat ook hier nog eenige, hoewel vaak zeer geringe, diffuse terugkaatsing, hetwelk ons het zien dier voorwerpen mogelijk maakt; — waarbij wij echter ook in rekening moeten brengen het afsteken der zwarte oppervlakten tegen de haar omgevende verlichte en terugkaatsende lichamen. Wat eindelijk betreft het waarnemen van de kleuren der lichamen, hierin is geene zwaarigheid gelogen, wanneer men slechts in 't oog houdt, dat elke kleur de retina op eene eigenaardige wijze aandoet, het rood anders dan het geel, het geel anders dan het blaauw, zoodat de indruk, die b. v. ten gevolge van de prikkeling van een rooden lichtstraal naar de hersenen wordt overgebracht, anders is dan die, welke ontstaat ten gevolge van de aandoening der retina door een gelen of blaauwen straal, enz.

De gevoeligheid der retina is niet op alle plaatsen even groot, en het komt er dus, om goed en duidelijk te zien, zeer op aan, op welke plaats daarvan het beeld gevormd wordt. De plaats, die het gevoeligst voor den indruk des lichts is, is in het middenpunt der retina, regt tegenover de pupil, of in de as des oogs gelegen, en dus aan de buitenzijde van die, waar de gezigtzenuw de sclerotica en choroidea doorboort, dewijl, gelijk wij gezien hebben, deze laatstgenoemde plaats niet in de as des oogs, maar aan de binnenzijde daarvan gelegen is.

De lichtstralen zouden, na het beeld des voorwerps op de retina te hebben afgeteekend, wederom van deze worden teruggekaatst in allerlei rigtingen, en ook naar den voorwand des oogbols, van waar zij, op nieuw teruggekaatst, nogmaals op de retina zouden vallen, en zoo doende het beeld verwarren, waardoor het duidelijk zien onmogelijk zoude worden. Dit wordt echter belet door de zwarte kleurstof, welke zich achter de doorschijnende retina op de choroidea bevindt, en welke de lichtstralen, die door de retina heengaan, in zich opneemt en terug houdt. De weinige lichtstralen, die desniettemin nog naar voren worden teruggekaatst, worden opgevangen door de zwarte achterste oppervlakte der iris.

Die iris is een hoogst belangrijk deel van het gezichtsorgaan, gelijk uit de volgende uiteenzetting van haar nut blijken zal. — Indien er meer licht door de cornea heen gaat, dan tot goed zien noodig is, — hetgeen de retina en de oogzenuw vermoedigen en hoogst nadeelig op deze inwerken zou, — dan trekken zich de vroeger beschrevene ringswijze spiervezelen der iris zamen, de iris wordt daardoor breeder en de pupil natuurlijk nauwer, hetgeen dan ten gevolge heeft, dat aan het overtollige licht de toegang geweigerd wordt. Is daarentegen het licht slechts zwak, dan trekken zich de straalwijze spiervezelen der iris zamen, de iris wordt daardoor smaller, en de pupil wijder, ten gevolge waarvan dan eene grootere hoeveelheid licht tot het binnenste van het oog wordt toegelaten. Dit verschijnsel is duidelijk op te merken bij iemand, die uit eene donkere in eene helder verlichte kamer komt, of zich in het tegenovergestelde geval bevindt. Of men late iemand, die met het aangezicht naar het licht gekeerd zit, de oogen sluiten, en houde bovendien de handen voor zijne oogen. Trekt men nu snel de handen weg, en worden de oogen tegelijk geopend, dan ziet men, dat de pupil veel grooter is, dan vóór men de proef begon. Maar ook bijna op hetzelfde oogenblik ziet men die pupil zich weder vernauwen, en spoedig tot zijn vorigen omtrek terugkeeren. Bijzonder goed is die verwijding en vernauwing der pupil waar te nemen bij die dieren, welke bij donker op roof uitgaan, zoo als bij alle soorten van het kattengeslacht. Bij onze huiskat b. v. bestaat de pupil over dag slechts uit eene kleine spleet in de iris; 's avonds is daarentegen de iris zóó weggetrokken dat zij nauwelijks zichtbaar is, en de pupil bijna de geheele zichtbare oppervlakte des oogbols inneemt. Hierdoor krijgen veel meer lichtstralen gelegenheid om

binnen in het oog te komen, dan anders het geval zou zijn; en de kat wordt daardoor in staat gesteld, om zelfs dan nog goed te zien, wanneer andere dieren in het donker verleggen staan. Dat evenwel de kat in *volslagene* duisternis nog zou kunnen zien, gelijk men elkander wel eens wijs maakt, is eene onwaarheid; de kat heeft, om te zien, even goed licht noodig, als elk ander dier; zij behoeft daartoe slechts *minder* licht. — De beschrevene verwijding en vernaauwing der iris is eene reflexie-beweging (zie bladz. 177). De sterke indruk des lichts op de retina wordt door de gezigtzenuw voortgeplant naar de hersenen, en daar teruggekaatst (gereflecteerd) op de wortels van de fijne heweegzenuw der iris, ten gevolge waarvan dan de kringwijze spiervezelen zich zamentrekken en den tegenstand der straalwijze vezelen overwinnen. Deze laatste zijn waarschijnlijk — even als de kringspier van den endeldarm en de blaas, zie bladz. 63, 71 en 116 — in een blijvend zamengetrokken toestand; in dat geval zou de verwijding der pupil bij zwakker licht zeer gemakkelijk te verklaren zijn. Immers, wordt het licht zwakker, dan vermindert de indruk daarvan op de retina, en dien ten gevolge de zamentrekking der kringwijze vezelen, en de straalwijze vezelen keeren tot hun meer zamengetrokken toestand terug, omdat zij daarin niet meer door de kringwijze worden verhinderd. Overigens worden de zamentrekkingen der kringwijze vezelen bestuurd door een takje van het derde paar hersenzenuwen, en die der straalwijze vezelen door een takje van de medelijdende zenuw.

Als een ander nut der iris kan men het volgende aanvoeren. Van de lichtstralen, die op eene bolle lens vallen, worden die, welke door het midden gaan, minder sterk gebroken, dan die, welke op het randgedeelte vallen. Even als van andere lenzen geldt dit ook van de ooglens. Het gevolg daarvan is, dat de randstralen eenigzins vroeger bij elkander komen, dan de centrale, en dat zij, wanneer die vereeniging plaats heeft vóór zij de retina bereiken, weder uit elkander gaan (bladz. 207) en dien ten gevolge op de retina niet een *punt*, maar een rond vlekje, een *verstrooijings-cirkel*, teekenen. Indien daarentegen de randstralen zich wel op de retina in een punt vereenigen, dan zullen de *nog niet vereenigde* centraalstralen daarop eenen verstrooijingscirkel vormen. In beide gevallen zal natuurlijk het beeld minder scherp en helder zijn, dan het behoorde. In optische werktuigen komt men hieraan te gemoet, door de randstralen der lens te onderscheppen door eene *blinding*, dat is, een met een gat doorboord, ondoorschijnend plaatje, dat men vlak voor de lens vastmaakt, zoodat de lichtstralen nu alleen op het middenste gedeelte daarvan kunnen vallen. De iris nu kan ook beschouwd worden als zulk een platte ring, zulk eene blinding, die, vlak voor de ooglens geplaatst, de lichtstralen opvangt, welke, indien zij door het randgedeelte der iris gingen, eene *sphaerische aberratie*, — zoo noemt men die stoornis in hare gelijkmatige vereeniging. — zouden te weeg brengen.

Over nog een derde hoogstbelangrijke dienst, die de iris bewijst, zal ik straks spreken.

Elke witte lichtstraal bestaat, gelijk wij zoo even zagen, uit eenige verschillend gekleurde stralen, die niet allen even sterk gebroken worden, en daarom niet hetzelfde brandpunt kunnen hebben. Ten gevolge dier ongelijke breking wordt dan ook het licht in gekleurde stralen ontleed, wanneer men een lichtbundel door een prisma laat gaan. Ziet men door zulk een prisma naar een voorwerp, dan vertoont het zich van heerlijk gekleurde randen omgeven, die alle tinten van den regenboog vertoonen. Ditzelfde nu heeft, ofschoon in mindere mate, plaats bij gewone bolle lenzen; ook door deze wordt het licht min of meer ontleed. De beelden, die zij leveren, zijn met gekleurde randen omgeven, en de omtrekken daarvan weinig scherp, wegens de ongelijke brandpunten der ontlede stralen, waardoor een groot aantal kleine verstrooiingscirkels gevormd worden. Zulk eene kleurvorming (*chromasie*) heeft in het oog niet plaats: het oog is *achromatisch*, gelijk men het noemt. Van waar die achromasie? Bij optische werktuigen neemt men de chromasie weg, en maakt ze daardoor achromatisch, door lenzen te bezigen, die niet enkelvoudig, maar uit twee verschillende glassoorten zamengesteld zijn, welke een verschillend verstrooiingsvermogen bezitten, en zóó tegen elkander geplaatst worden, dat de eene de licht-ontleding verbetert, die door de andere teweeg gebracht is. In het oog hangt de achromasie naar alle waarschijnlijkheid van eene dergelijke omstandigheid af, te weten, van het ongelijke verstrooiingsvermogen van de doorschijnende deelen en vochten, door welke de lichtstralen heengaan, of, volgens anderen, van het ongelijke verstrooiingsvermogen der verschillende lagen, waaruit de ooglens bestaat.

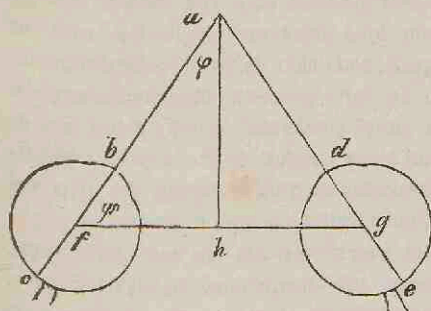
Wij hebben geleerd, dat er van de voorwerpen, die wij zien, *omgekeerde* beelden op het netvlies geteekend worden, en hij, die al het vorige opmerksaam heeft nagegaan, zal moeten toestemmen, dat zulks niet anders zijn kan, en dat daarbij, indien wij een 't onderste boven gekeerd voorwerp beschouwen, het beeld daarvan op het netvlies noodzakelijk regtstandig zijn moet. De vraag rijst nu: waarom zien wij desnietteenstaande de voorwerpen, zooals zij wezenlijk zijn: de regtstaande regt en de omgekeerde omgekeerd? Ik moet op deze vraag eene andere laten volgen. Waaraan zien wij, dat een voorwerp omgekeerd staat? Waaraan zien wij, b. v. dat eene tafel omgekeerd is? Immers daaraan, dat het blad op den grond rust, en de pooten naar den zolder wijzen, — dat is, in het algemeen, dáaraan, dat *de gewone plaatsing van het voorwerp met betrekking tot de aarde en de omringende voorwerpen veranderd is*. Maar dit heeft bij het omgekeerde beeld op de retina geenszins plaats, omdat *alle* beelden, die gelijktijdig op de retina gevormd worden, omgekeerde beelden zijn. Beschouwen wij eenen toren, dan valt daarvan, ja, een omgekeerd beeld op de retina, — maar van al de voorwerpen, die dien toren omgeven, zijn de op de retina gevormde beelden evenzeer omgekeerd;

-- derhalve raakt het beeld des torens in het op de retina gevormde schilderij met zijn voetstuk op de aarde, en wijst met zijne spits naar den hemel, even als de daarom heen staande boomen met hunne stammen op den grond rusten en met hunne kruinen naar boven gekeerd staan. Er is dus niets hoegenaamd veranderd in de *betrekkelijke* plaatsing van het beeld; dat beeld staat werkelijk regt met betrekking tot de overige beelden, die nevens hetzelfde op de retina gevormd zijn, — en, daar wij nu alleen uit de *betrekkelijke* plaatsing over het regt of verkeerd staan eens voorwerps kunnen oordeelen, zoo *kan* het niet anders, of wij *moeten* het voorwerp regt zien, niettegenstaande er een verkeerd beeld van op de retina gevormd wordt. — Deze verklaring is, wel begrepen zijnde, zoo in het ooglopend eenvoudig en juist, dat het wezenlijk te verwonderen is, dat men zoo vele moeite heeft genomen, om op allerlei wijze de schijnbare zwarigheid tegen de theorie van het zien, ontspruitende uit het verkeerd staan der beelden, weg te ruimen. Die zwarigheid staat in gewigt gelijk met de tegenwerpingen, die onkundige lieden wel eens maken tegen de leer van de bolronde gedaante der aarde en het bestaan van te-genvoeters.

Wanneer twee voorwerpen op gelijken afstand van ons geplaatst zijn, en het eene voorwerp grooter is dan het andere, dan wordt natuurlijk van het grootere een grooter, en van het kleinere een kleiner beeld op de retina geteekend. Dit spreekt zoo geheel van zelf, dat het geen bewijs behoeft. Wij hebben echter op bladz. 210 geleerd, dat, hoe digter een voorwerp bij eene bolle lens geplaatst is, des te grooter het beeld zijn zal, dat aan de andere zijde der lens gevormd wordt, en omgekeerd; — en het behoeft na al het vorige wel geene opzettelijke aanwijzing, dat dan ook een netvlies-beeld des te grooter zal zijn, naarmate het voorwerp zelf digter bij het oog geplaatst is, en des te kleiner, naar mate het er verder van is verwijderd. — Stellen wij nu eens, dat wij drie voorwerpen zien, die ik *A*, *B* en *C* zal noemen, van welke *A* even groot is als *B*, maar *C* de helft kleiner dan *A* of *B*. Stellen wij verder, dat *B* en *C* volkomen op denzelfden afstand van het oog zijn geplaatst, en *C* dus een beeld op het netvlies teekent, dat de helft kleiner is dan het beeld van *B*. Maar *A* is verder van het oog verwijderd, dan *B* en *C*, en wel op zulk een' afstand, dat zijn netvlies-beeld juist even groot is, als dat van *C*. Nu moeten wij vragen: hoe komen wij te weten, dat *C* *werkelijk* kleiner dan *B* is, — maar dat de mindere grootte, waaronder wij *A* zien, slechts *schijnbaar* is, en alleen het gevolg van den grooteren afstand, waarop het is geplaatst? — Kunnen wij deze vraag oplossen, dan weten wij tevens, hoe wij een oordeel vellen over de grootte en over den afstand der voorwerpen; — want, dat wij uit de grootte der netvlies-beelden *alleen* noch de wezenlijke grootte, noch den wezenlijken afstand der voorwerpen zelve kunnen beoordeelen, is uit het gezegde volkomen duidelijk. — Die oplossing zelve is overigens niet moeijelijk. Bij het beoordeelen van grootte en afstand komt

ons het bezit van twee oogen uitnemend te stude. Wanneer wij namelijk een voorwerp beschouwen, wenden wij beide oogen daarheen; wij draaijen ze zoo, dat de as van ieder oog (dat is, de rechte lijn, die door het middenpunt der cornea tot het midden van den achterwand des oogs gaat), op het voorwerp gerigt is. Zoo is in fig. 101 *a* een voorwerp, dat door de beide oogen *bc* en

Fig. 101.



de beschouwd wordt; *cfb* en *egd* zijn de beide oogassen, welke beide op het voorwerp *a* gerigt zijn, gelijk blijkt, wanneer men ze tot in *a* verlengt, gelijk in de figuur geschied is. Nu is het duidelijk, dat, indien het voorwerp *d* verder van de oogen verwijderd was, die beide oogen, om op dat voorwerp gerigt te blijven, zich meer naar buiten, van elkander af, zullen moeten draaijen.

Indien daarentegen het punt *a* nader bij de oogen gebracht werd, dan zouden deze, om zich er op gerigt te houden, zich nog meer tot elkander moeten wenden, zoodat de beide cornea's digter bij elkander komen. 1) Die bewegingen verrigten wij door middel van eenige der vroeger beschrevene oogspieren, wel niet onwillekeurig, maar toch uit gewoonte genoegzaam werktuigelijk, even als wij b. v. bij het loopen onze beenen juist zóó bewegen, als noodig is, zonder daarom te denken. Maar toch *gevoelen* wij dit meer of mindere convergeren der beide oogholten, en dat gevoel verstrekt ons, onbewust, tot maat van de afstanden op welke wij de voorwerpen zien. — Omdat b. v. — om tot ons voorbeeld terug te keeren — bij het beschouwen van *A* onze oogholten verder divergeren dan bij het beschouwen van *C*, besluiten wij, dat de evengrootheid van *A* en *C* slechts schijnbaar, en *A* werkelijk grooter dan *C*, maar op grooteren afstand van ons gelegen is: — en uit de hoegrootheid dier divergentie, vergeleken met de hoegrootheid der divergentie van *B* en *C*, maken wij op, *hoe groot* en op *welken afstand* *A* ten naastenbij gelegen is. Dat de geringere grootte van *C*, vergeleken met *B*, wezenlijk, en niet van een' grooteren afstand afhankelijk is, besluiten wij uit het verschil in de rigting der oogholten bij het beschouwen van *C* en *A*, en de gelijkheid dier rigting bij het beschouwen van *C* en *B*, waaruit ons blijkt, dat *C* op denzelfden afstand van ons ligt als *B*, en dat dus, indien *C* ons de helft kleiner voorkomt dan *B*, dat verschil in grootte niet schijnbaar, maar wezenlijk is.

1) De hoek *b a d* noemt men den *parallactischen* hoek der oogen. Het is duidelijk, dat deze hoek bij een verder afgelegen voorwerp *kleiner, scherper*, bij een digter bij gelegen *grooter, minder scherp* zijn zal.

Ik herhaal het, wij oordeelen zoo, zonder er aan te denken *dat* wij het doen. De mensch *leert* aldus oordeelen, door reeds in de eerste maanden zijns levens door middel zijner uitgestrekte handen den afstand der voorwerpen te vergelijken met den indruk, dien hij waarneemt, wanneer zijne beide oogen zich naar dat voorwerp rigten. Hij leert zóó de hoegrootheid van dien indruk gebruiken als eene maat voor den afstand, en dit wordt bij hem eene werktuigelijke hebbelijkheid. Eer hij zoo ver gekomen is, is zijn oordeel over afstanden onjuist en valsch. Het kleine kind grijpt met de handjes naar ver verwijderde voorwerpen, die het begeert, zelfs naar de maan, en schreit, wanneer zij hem schijnen te ontglippen. De volwassene blindgeborene, wanneer hem door eene kunsthewerking het gezigt geschonken wordt, deinst van de hem omringende voorwerpen angstvol terug en sluit de oogen, omdat hij, die nog niet geleerd heeft afstanden te beoordeelen, zich verbeeldt, dat alles wat hij ziet, zelfs het verst verwijderde, onmiddellijk op zijne oogen ligt.

Wanneer intusschen de afstand der voorwerpen van ons *zeer* groot wordt, dan kunnen wij ons bij het beoordeelen van dien afstand ligtelijk bedriegen. Immers, wanneer wij twee voorwerpen beschouwen, waarvan het eene op honderd, het andere op twee honderd ellen afstand van ons zich bevindt, dan is het daarbij plaats hebbende verschil tusschen de rigting, welke onze oogassen in beide gevallen aannemen, in lang niet zoo groot, als het zijn zoude, indien het eene voorwerp op vijf en het andere op vijftien ellen afstands geplaatst was. In het eerste geval is dan ook de indruk, dien de beweging onzer beide oogen voortbrengt, minder dan in het tweede. En daarvandaan is het dat, wanneer de voorwerpen zeer ver van ons afgelegen zijn, wij ze doorgaans voor te nabij, en derhalve ook voor te klein houden.

Ik merk hierbij nog aan, dat bij het convergeren der gezigtsassen eene aan die convergentie beantwoordende vernauwing der pupil plaats heeft, en bij de divergentie eene verwijding derzelve. Hoe digter dus het beschouwd wordende voorwerp bij het oog gelegen is, des te meer vernauwt zich, alles overigens gelijkstaande, de pupil, en omgekeerd. Deze omstandigheid is van groot belang, omdat de lichtsterkte van een nabijgelegen voorwerp grooter, van een verafgelegen kleiner is, hetwelk in 't eerste geval eene vernauwing, in het tweede eene verwijding der pupil noodig maakt.

Hoe digter een voorwerp geplaatst is bij eene verzamellens, des te verder ligt het punt, in hetwelk de gebrokene lichtstralen van elken lichtbundel zich verenigen, van de lens verwijderd. Hoe verder daarentegen het voorwerp van de lens af ligt, des te digter achter de lens vormt zich een beeld daarvan. Wanneer men dus op een scherm door middel van verzamellenzen de beelden wil opvangen van eenige voorwerpen, die zich op verschillende afstanden van dat scherm bevinden, dan moet men bij de meer verwijderde voorwerpen de lens verder van het scherm verwijderen, en daarentegen voor de digter bij gelegene haar nader bij het scherm brengen. Doet men dit niet,

en plaatst men bij elk voorwerp de lens niet op zulk eenen afstand, dat de verzamelpunten der lichtstralen juist op het scherm vallen, dan verkrijgt men geeue scherpe en duidelijke, maar flauwe, verwarde en onduidelijke beelden. Immers de lichtstralen, die van te ver afkomen, zullen zich vóór, — die van te nabij komen, zouden zich eerst achter het scherm vereenigen, en in beide gevallen zal het beeld niet bestaan uit lichtpunten, maar uit lichtvlekken, uit verward ineenvloeiende verstrooiing-cirkels. Men vergelijke wat ik op bladz. 218 over de gevolgen der sphaerische aberratie gezegd heb. — Men kan evenwel ook, zonder den afstand der lens van het scherm te veranderen, duidelijke beelden van op verschillende afstand geplaatste voorwerpen op dat scherm verkrijgen, indien men namelijk verschillende lenzen van ongelijke bolheid gebruikt. Wanneer men in het oog houdt, dat 1°. hoe digter een voorwerp voor eene lens geplaatst is, de daarvan afkomende stralen zich des te verder achter de lens verzamelen, — maar dat 2°. hoe bollere eene lens is, de door haar gebrokene lichtstralen des te digter achter haar zich vereenigen, — dan valt het in het oog, dat men, wanneer het standpunt des voorwerps, dat der lens, en dat van het scherm onveranderlijk zullen blijven, eene des te bollere lens moet gebruiken, naarmate het voorwerp digter bij gelegen is, en daarentegen eene des te plattere, naarmate het voorwerp verder verwijderd is, ten einde bij elken afstand des voorwerps een duidelijk beeld op het scherm te ontvangen.

Nu zien wij met onze oogen op *allerlei* afstanden goed en duidelijk; er moet dus in die oogen eene inrigting bestaan, waardoor zij zich naar de verschillende afstanden der voorwerpen kunnen schikken, *accommoderen*. Bestond er zulk eene inrigting niet, dan zouden wij slechts op een' enkelen bepaalden afstand duidelijk kunnen zien; op elken grooteren of kleineren afstand zouden de beelden op onze retina verward en onduidelijk zijn. — Welke is nu die inrigting, waardoor het oog zich accommodeert naar de verschillende afstanden? Waarin bestaat het accommodatie-vermogen des oogs? Men heeft dienaangaande onderscheidene meeningen geopperd, welke ik evenwel niet zal opgeven, aangezien het in den laatsten tijd door den arbeid van onzen landgenoot Dr. A. CRAMER tot genoegzame zekerheid gebragt is, dat het accommodatie-vermogen der oogen afhankelijk is van eene gelijktijdige zamentrekking van al de spiervezelen der iris.

De iris namelijk is geen geheel vlak, plat middenschot; zij is integendeel eenigzins naar voren gewelfd, omdat hare achterste oppervlakte rust op het straatvormig ligchaam en de lens. Daar de straalwijze spiervezelen der iris van den buiten-omtrek derzelve naar den binnenrand, dat is, naar den rand der pupil loopen, zoo moeten deze in die welving deelen, dat is, zij moeten van den buiten- naar den binnenrand loopen met eene bogt naar voren. De lens bestaat, gelijk wij reeds zagen, uit verschillende lagen, die eene ongelijke digtheid bezitten; de buitenste lagen zijn week en veerkrachtig, en dienen-

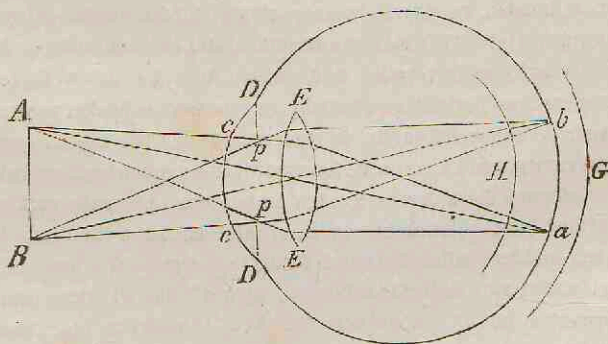
gevolge is de lens vatbaar voor vorm-verandering door drukking. — Het oog nu behoeft eigenlijk niet geaccommodeerd te worden voor den grootst mogelijken afstand, op welken het zien kan; met andere woorden, de accommodatie-toestand voor dien afstand is de natuurlijke toestand des oogs, de toestand van rust. Zoodra echter de oogen zien naar een digter bij gelegen voorwerp, moet het oog voor dezen minderen afstand geaccommodeerd worden. En dit geschiedt door de gelijktijdige zamentrekking der kringswijze en straalwijze spiervezelen der iris. Wij weten, dat indien zich deze laatste alleen zamentrekken, de pupil daardoor wordt verwijdd; door die zamentrekking toch worden die vezelen korter, en daardoor de binnenrand der iris nader bij haren buitensten omtrek gebracht. Maar indien zich nu tevens de kringswijze vezelen zamentrekken, en zoo doende aan de zamentrekking en verkorting der straalwijze vezelen wederstand bieden, dan zal daarvan het gevolg zijn, dat deze laatste, zich nu tusschen twee vaste punten zamentrekkende, hare gehogene rigting in eene regtlijnige veranderen, waardoor derhalve de geheele iris, van gewelfd, vlak wordt. Dit kan echter niet geschieden zonder dat de iris eene drukking uitoefent op de in hare welving gelegene deelen, te weten, het straalwijze lichaam en de lens. De lens kan daarbij niet achteruit wijken: dit wordt verhinderd door de zamentrekking van de spier van BRÜCKE (bladz. 198). Het gevolg van die drukking is dan, dat de omtrek der lens gedrukt en daardoor hare holheid grooter wordt, en wel des te grooter, naarmate een grooter gedeelte van dien omtrek aan de drukking wordt onderworpen. Dit laatste zal des te meer geschieden, naarmate de pupil meer vernaauwd, dat is, naarmate de iris zelve breeder is. Maar nu is, gelijk wij op bladz. 222 zagen, de pupil des te nauwer, naarmate men meer van nabij ziet, en omgekeerd. Alzoo wordt de holheid der lens des te grooter, naarmate het voorwerp, hetwelk men beschouwt, digter bij gelegen is, hetgeen, zooals uit het vroeger gezegde blijkt, juist datgene is, wat voor de accommodatie des oogs vereischt wordt. — Wanneer het oog, na een digt bij gelegen voorwerp beschouwd te hebben, zich rigt op een verder verwijderd, dan verwijdt zich de pupil, de drukking op de lens wordt geringer, en de lens neemt, ten gevolge harer veërkracht, eene plattere gedaante aan, waardoor dus het oog voor den nieuwen gezichtsafstand wordt geaccommodeerd.

Ik moet hier kortelijk gewagen van twee gebreken der oogen, die in zeer vele gevallen met het accommodatie-vermogen in verband staan. Het eerste gebrek is dat der *verzigtheid* (presbyopie). Verzigtigen kunnen de voorwerpen slechts dan scherp en duidelijk onderscheiden, wanneer zij op ten naastenbij 45 centimeters of meer van het oog verwijderd zijn. Brengt men de voorwerpen naderbij, dan zien zij ze onduidelijk, verward; een verzigtige zal daarom bij het lezen of bij het beschouwen van een klein voorwerp, het boek of dat voorwerp op aanmerkelijken afstand van zich af houden. In 't kort, een verzigtige ziet in de verte zeer goed, maar van nabij slecht. Men

vindt dit gebrek veel bij zeelieden. en in 't algemeen bij zulke menschen, die veel in de verte zien, doch zich weinig ophouden met zulke bezigheden, waarbij zien van dicht bij te pas komt, b. v. met lezen. Hier is de oorzaak der vérzigtigheid niet moeilijk te verklaren. Door gebrek aan oefening verliezen zoodanige lieden het vermogen tot accommodatie des oogs, den slag om het zoo eens uit te drukken, om aan de lens, door zamentrekking der iris de juiste welving te bezorgen, die tot het zien in de nabijheid noodig is; — en daarbij heeft dat gebrek aan oefening in het accommoderen ook nog ten gevolge, dat de spiervezelen der iris, even als elke spier, die niet geoefend wordt, langzamerhand verzwakken, en daardoor eene krachtige zamentrekking derzelve moeilijk wordt.

Op gevorderden leeftijd worden de meeste menschen min of meer vérzigtig. Dit hangt evenwel niet alleen van een gebrek in het accommodatie-vermogen, maar ook van andere oorzaken af. De spiervezelen der iris worden zwakker en tevens de lens platter en harder; maar bovendien vermindert de hoeveelheid van glasachtig en waterachtig vocht in het oog, waardoor de afstand van de cornea tot den achterwand des oogbols kleiner, het oog dus platter wordt. — Welke echter de oorzaak der vérzigtigheid moge zijn, uit al het reeds gezegde kan gemakkelijk worden opgemaakt, dat het gebrek van vérzigtigheid hierin gelegen is, dat de lichtstralen, die van de beschouwd wordende voorwerpen afkomen, elkander nog niet hebben ontmoet, wanneer zij de retina bereiken, zoodat zij b. v. in de onderstaande fig. 102, eerst op de hoogte

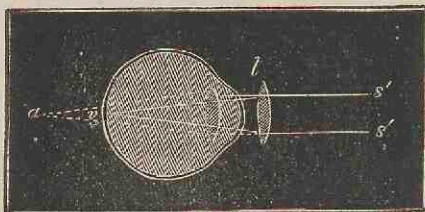
Fig. 102.



der kromme lijn *G* zouden te zamen komen, indien zij door de retina konden gaan; waarom zij dan ook slechts flauwe beelden op de retina kunnen vormen. — Het is ook niet moeilijk te begrijpen, dat men aan dit gebrek te gemoet kan komen, dat is, den vérzigtigen in staat kan stellen om vrij goed in de nabijheid te zien, te lezen b. v., door hem een' bril met bol geslepen glazen, verzamelglazen, te doen gebruiken. In fig. 103 is voorgesteld een oog

dat wij vérzigtig veronderstellen te zijn. De stralen s en s' zouden, indien zij door de retina konden gaan, zich eerst vereenigen achter die retina, in a .

Fig 103.



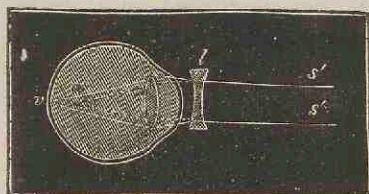
Plaatst men nu voor het oog eene bolle lens l , dan worden die stralen door deze gebroken, en zoo digt tot elkander gebragt, dat zij elkander eerder ontmoeten, en wel zoo, dat zij op de retina in v zamenkomen. — Het behoeft wel naauwelijks aangemerkt te

worden, dat de bolheid der brilglazen geëvenredigd moet zijn aan de vérzigtigheid der oogen.

Het tweede gebrek, waarover ik spreken wilde, is het tegenovergestelde van het vorige; het is de *kortzigtigheid* of *bijziendheid* (*myopie*). Kortzigtigen zien zeer slecht in de verte, in de nabijheid daarentegen goed; zelfs kunnen zij zeer kleine voorwerpen vaak beter in al hunne deelen onderscheiden, dan menschen, die met een goed gezigt begaafd zijn, aangezien zij die voorwerpen veel digter bij de oogen kunnen brengen. De afstand van duidelijk zien is voor een kortzigtigen 13 centimeters en minder. De oorzaak van dit gebrek ligt veelal in den vorm des oogbols, t. w. te groote lengte van den as des oogs. Maar ook ontstaat het ten gevolge van al te aanhoudend en uitsluitend zien van nabij, dus van te aanhoudenden accommodatie-toestand voor de nabijheid. Dit heeft plaats bij menschen die veel lezen en schrijven, vooral zoo zij gemakshalve de slechte gewoonte aannemen om de oogen digt aan het boek of het papier te houden, en daarbij weinig of niet hunne oogen ontspannen in de vrije natuur. Hetzelfde geldt van dezulken, die een ambacht of handwerk uitoefenen, waarbij men verplicht is de oogen digt bij het werk te houden. Bij al deze menschen bevindt zich het oog in een aanhoudenden accommodatie-toestand voor de nabijheid, dat is, de spiervezelen der iris blijven genoegzaam aanhoudend zamengetrokken, en de lens wordt dus aanhoudend gedrukt. Dientengevolge bekomen die spiervezelen ten laatste eene blijvende verkorting, en de lens verliest hare véerkracht, welke zij niet ontheren kan om tot haren natuurlijken, minder hollen toestand terug te keeren. De lens blijft alzoo een' hoogen graad van bolheid behouden, dien zij bij het zien naar verwijderde voorwerpen nu niet meer verliest. Wat is daarvan het gevolg? Dat de lichtstralen, van eenigzins verwijderde voorwerpen afkomende, zich reeds verzamelen vóór zij de retina bereikt hebben, h. v. in fig. 102 op de hoogte der kromme lijn H , en dat zij, na deze vereeniging weder uit elkander loopende, op de retina verstrooijings-cirkels, en dus even onduidelijke en flauwe beelden vormen als bij vérzigtigen het geval is. — Ook aan dit gebrek kan men te gemoet komen, en wel door eenen bril met hol geslepen glazen, verstrooijings-lenzen. Bij de breking door bolle glazen heeft juist het tegen-

overgestelde plaats, als bij die door holle lenzen; de lichtstralen, die er op vallen, worden er zoo in gebroken, dat zij van elkander divergeren. Stellen wij ons nu voor, dat het oog, in fig. 104 afgebeeld, bijziend of kortzigtig is,

Fig. 104.



dan zullen de stralen s' en s'' , na hunnen doorgang door de cornea en de lens te sterk gebroken zijnde, bijeenkomen vóór zij de retina bereikt hebben, b. v. in a . Plaastst men nu voor dit oog eene holle- of verstrooijingslens, dan worden in deze de stralen s' en s'' divergeent gemaakt, of meer

divergent gemaakt dan zij te voren waren, en het spreekt van zelf, dat zij nu, na de breking in het oog, zich niet in a , maar verder achterwaarts zullen vereenigen, — en wel op de retina in z , indien zulk eene lens gekozen is, wier verstrooijings-vermogen de te groote breking der lichtstralen in het oog juist vergoedt.

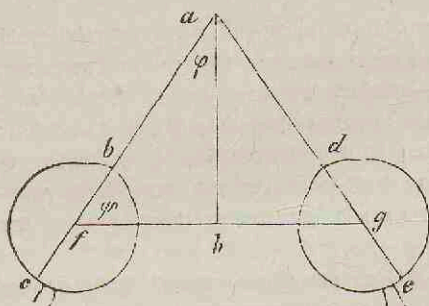
Wanneer wij in het oog houden dat de ouderdom veelal verzigtheid medebrengt, dan zal men er zich bij cenig nadenken niet over verwonderen, dat de kortzigtigheid niet zelden, — ofschoon bij lange na niet altijd — met den ouderdom vermindert. De reden, waarom dit niet *altijd* plaats heeft, is vooral hierin gelegen, dat de retina bij kortzigtigen ten lange laatste te ongevoelig wordt voor de zwakkere licht-indrukken van verwijderde voorwerpen, en vooral in de onherstelbaarheid van een verkeerden vorm des oogbois

Het verdient opmerking, dat het midden der plaats, waar de gezigtzenuw in het oog treedt, voor het licht ongevoelig is. Dit plickje wordt ingenomen door een klein slagadertje en een adertje, welke, na door het midden der gezigtzenuw geloopt te zijn, aldaar uit die zenuw treden om zich in de retina te vertakken. De plaatsen der retina, waar zich bloedvaatjes bevinden, zijn, ofschoon niet ongevoelig, toch minder gevoelig voor het licht dan het overige van dat vlies. Daarop berust eene belangrijke proef, die namelijk, waarbij men de vaten der retina ziet. In eene donkere kamer beweegt men een helder kaarslicht cenige duimen vóór de oogen of vóór het oog heen en weer, of in een kring rond. Langzamerhand krijgt men vóór het oog een groot, helder verlicht gezigtveld, dat de verlichte en geprikkelde retina is. Daar echter de retina ter plaatse waar de bloedvaten loopen, minder sterk door het licht geprikkeld wordt, zoo ziet men van die retina slechts de tusschen de vaatmazen liggende vaatlooze ruimten, met andere woorden, de bloedvaten vormen donkere vertakte strepen op de verlichte retina.

Na het vroeger over de beoordeeling van afstanden aangemerkte, zal wel niemand meer vragen, waartoe ons het bezit van twee oogen dient. Want, ofschoon ook éénogigen in staat zijn den afstand der voorwerpen te bepalen,

zoo is het toch duidelijk, dat zij, die het gebruik hunner beide oogen bezitten, dien afstand veel naauwkeuriger zullen kunnen aangeven en zich daarbij minder zullen bedriegen. Doch de vraag blijft nog over, hoe het komt, dat wij met twee oogen slechts een enkel beeld zien? — Men heeft ontdekt, dat er op beide netvliezen zekere plaatsen zijn, wier gevoeligheid zoo in alle opzichten dezelfde is, dat zij, wanneer zij te gelijker tijd door de van een en hetzelfde voorwerp afkomende lichtstralen geprikkeld worden, een zoo gelijken gevoels-indruk te weeg brengen, dat wij daaruit tot het aanwezen van slechts één voorwerp buiten ons *maelen* besluiten. Ten aanzien dezer *overeenkomstige, identische* plaatsen valt op te merken, dat vooreerst de in de oogassen gelegene punten der retina identisch zijn, — verder die punten welke in beide oogen op gelijken afstand regts van de oogas liggen, — en eindelijk die, welke in beide oogen even ver links van de oogas verwijderd zijn. Hieruit volgt, dat een punt op de retina van het oog *de*, gelegen regts van *e* en

Fig. 103.



dus *buitenwaarts*, in het oog *bc* zijn identisch punt zal hebben ook regts van *c*, en dus *binnenwaarts*. Dat dit zoo wezen moet, zal er door twee beelden slechts één indruk geleverd worden, is vrij duidelijk. Immers, beschouwen wij een of ander voorwerp, een viervoetig dier b. v., en nemen wij aan dat in het rechter oog het beeld van den kop regts, *d* i. aan de

buitenzijde der retina, en van den staart dus links, *d* i. aan de binnenzijde der retina valt, dan valt in het linker oog de kop ook regts, *d* i. binnenwaarts, en de staart links *d* i. buitenwaarts, gelijk bij eenig nadenken duidelijk is, — Zoolang nu de oogen zoo gerigt zijn, dat de beide beelden van elk voorwerp op geheel identische plaatsen vallen, zoolang ziet men ook het voorwerp enkel. En zulk eene rigting heeft er plaats, wanneer beide oogassen op een en hetzelfde punt gerigt zijn. Wordt die rigting veranderd, zoodat de oogassen niet meer op één punt zich vestigen, en de beelden dus niet op identische plaatsen vallen, dan ziet men dubbel. Men kan hiervan gemakkelijk op zich zelve de proef nemen, door met de vingers zoo tegen de oogleden te drukken dat het eene oog eene kleine afwijking in zijne rigting ondergaat. Hetzelfde heeft plaats wanneer men scheel ziet.

Het bezit van twee oogen heeft echter nog een ander nut, en wel dit, dat wij daardoor in staat zijn de *ligchamelijkeid* te beoordeelen der voorwerpen, die wij zien, dat is te zeggen, dat wij daardoor kunnen bemerken of een voorwerp al dan niet *verheven* of *verdiept* is. Het is waar, er is eene van

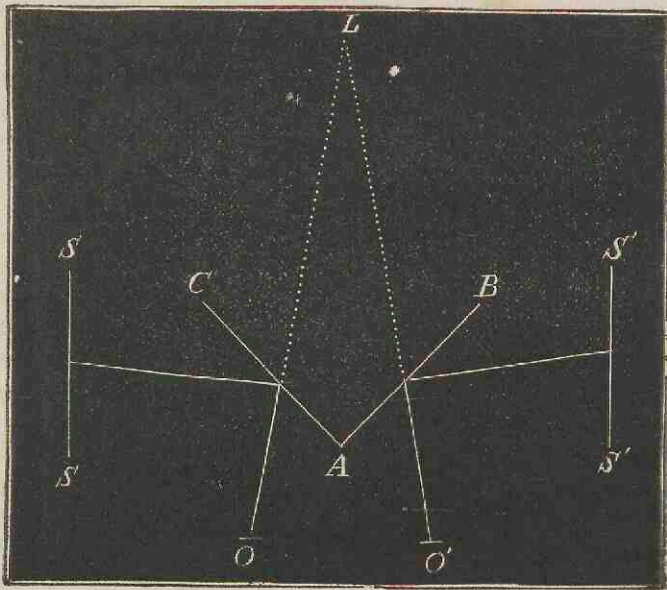
het bezit van twee oogen onafhankelijke omstandigheid, die tot het beoordeelen van die lichamelijkeheid het hare bijdraagt, te weten de schaduwen, die de van het licht afgekeerde zijden des voorwerps verdonkeren, waarbij nog bij grootere voorwerpen komt de verkleining van de verder van ons af gelegene gedeelten. Dat deze omstandigheden alleen echter ons oordeel in dezen niet leiden, blijkt reeds genoegzaam dááruit, dat wij niet ligt een geschilderd voorwerp voor een wezenlijk lichamelijk aanzien, hoe juist en natuurlijk licht en schaduw daarover ook mogen verdeeld zijn, en hoe naauwkeurig de regelen der perspectief er ook bij in acht genomen mogen zijn. En bedriegen wij ons al voor een oogenblik, de begoocheling zal van geen langen duur zijn; hoe meer wij het voorwerp beschouwen, des te duidelijker zullen wij erkennen, dat het in waarheid plat is, en niet verheven of verdiept. Die schilderstukken, welke laag verheven beeldwerk (bas-relief in brons of graauw voorstellen, zijn de bedriegelijkste van allen; hier wanen wij soms een echt bas-relief voor ons te hebben, en kunnen ons slechts door eene beschouwing van zeer nabij van het tegendeel overtuigen. Maar het is juist het *weinig* verhevene, dat zij moeten voorstellen, hetgeen zulk eene sterke begoocheling hier mogelijk maakt. Bij andere schilderstukken is het, ten einde zulke eene begoocheling te doen plaats hebben, noodig, dat wij ze in de eerste plaats op veel grooteren afstand beschouwen, en vervolgens, dat wij zo met slechts één oog bezien, en wel door eene buis, ten einde de lichtstralen, die van ter zijde in het geopende oog vallen, af te sluiten. In dit geval beoordeelen wij de lichamelijkeheid der voorwerpen slechts uit de beide bovengenoemde omstandigheden, en heeft de kunstenaar nu gezorgd de wijkende gedeelten der voorwerpen behoorlijk te verkleinen, en tevens licht en schaduw met zorg en naauwgezelheid over de schilderij verdeeld, dan zien wij werkelijk de voorwerpen verheven of verdiept, vooruitkomende of wijkende.

De reden, waarom wij eigenlijk alleen met twee oogen gemakkelijk een lichamelijk voorwerp kunnen onderscheiden van eene vlakke afbeelding daarvan, hoe kunstig deze laatste ook is bewerkt, is in het volgende gelegen. Naar een verheven voorwerp ziende, beschouwen wij met elk oog dat voorwerp uit een eenigzins ander *oogpunt*; wij zien met het eene oog iets van het voorwerp, dat wij met het andere niet zien; en de netvliesbeelden in beide oogen zijn dus niet *volkomen* aan elkander gelijk. Plaatsen wij voor ons op de tafel eene kom, een beker of eenig ander bol voorwerp, en vestigen wij onze beide oogen daarop, terwijl wij het hoofd onbeweeglijk houden. Sluiten wij nu beurtelings het regter en het linker oog, dan zal het ons duidelijk worden, dat wij met het regter oog iets meer van het regter gedeelte des voorwerps zien, dan met het linker, en met het linker iets meer van het linker gedeelte dan met het regter oog. Hetzelfde is het geval met een hoekig voorwerp met platte zijden, waarvan een of meer hoeken naar ons toegekeerd zijn, en in het algemeen met *alle* verhevene voorwerpen. Zien

wij daarentegen naar een geheel plat vlak, h. v. naar een' mûur, dan zal zich bij het beurtelings openen en sluiten der beide oogen dit verschil niet openbaren. De beide alzoo eenigzins verschillende netvliesbeelden van een en hetzelfde verheven voorwerp, op identische plaatsen van de beide netvliezen vallende, versmolten tot één, en de ondervinding heeft ons, zonder dat wij het weten, geleerd, dat lichamen, waarvan wij *zulke* beelden ontvangen, wezenlijk *ligchamelijke* voorwerpen zijn.

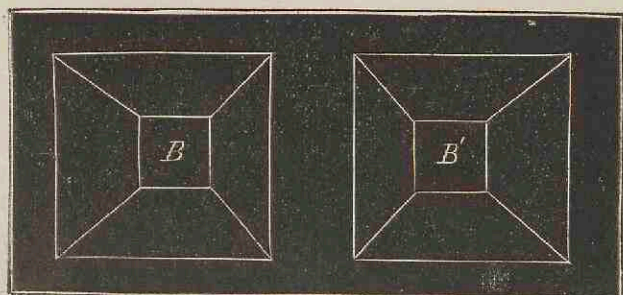
De juistheid van deze beschouwingswijze kan zeer fraai worden aangetoond door een werktuig, dat men *Stereostoop* heet, hetwelk door WHEATSTONE is uitgevonden. Van de inrigling daarvan geeft de hieronderstaande fig. 106 eene schets. AC en AB zijn twee spiegels, met de kanten tegen elkander

Fig. 106



gesteld; SS en SS' zijn twee opstaande bordjes; spiegels en bordjes staan op stijltjes, die op een plankje bevestigd zijn. Verder heeft men bij dit eenvoudig werktuig eenige teekeningen van onderscheidene voorwerpen, en wel van elk voorwerp twee teekeningen, waarvan het eene dat voorwerp voorstelt zooals het met het linker, het andere zooals het met het regter oog gezien wordt. Als voorbeeld voeg ik, zie ommezijde, fig. 107 hierbij, welke zulk eene dubbele afbeelding vertoont van eene geknotte pyramide, van boven gezien. B vertoont die pyramide, gelijk zij zich vertoont, wanneer zij, vlak voor het aangezigt geplaatst, alleen met het linker oog beschouwd wordt; B' daarentegen, zooals men haar op die wijze met het regter oog ziet. Zet men nu de afbeelding B tegen het bordje SS , en B' tegen SS' , en plaatst

Fig. 107



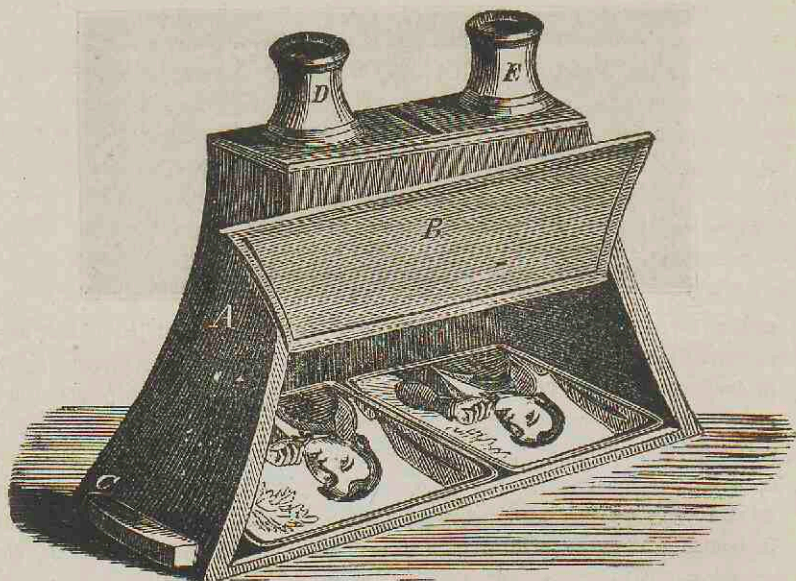
men zich zóó, dat de beide ooggen in O en O' komen, dan ziet het linker oog het afbeeldsel van B in den spiegel AC , en het rechter oog het beeld van B' in den spiegel AB . Valien nu de beide beelden op identische plaatsen der beide netvliezen — dit geschiedt bij eenige oefening zeer gemakkelijk — dan ontwaart men, gelijk uit het vorige blijkt, slechts één beeld, zamengesteld uit de beide beelden B en B' , en men ziet dat zóó, alsof het zich bevond ter plaatse waar de verlengde oogassen zich vereenigen, namelijk in L . Maar bovendien vertoont zich nu dat beeld alsof wij het voorwerp zelf zagen, dat er door wordt voorgesteld, te weten als eene echte, wezenlijk verhevene geknotte pyramide, waarbij het kleine vierkantje zich juist in het midden van het groote vierkant bevindt, en het eerste veel digter bij ons is dan het laatste. En, terwijl bij eene schilderij de begoocheling des te spoediger en vollediger verdwijnt, naarmate men haar naauwkeuriger beschouwt, zóó wordt hier de begoocheling des te sterker, hoe langer men de afbeeldingen aanstaart; men kan zich eindelijk bijna niet verbeelden, slechts platte teekeningen en geen wezenlijk lichamelijk voorwerp voor zich te hebben.

Men kan dergelijke dubbele afbeeldingen natuurlijk ook van andere voorwerpen vervaardigen, en men zal, zé met den stereoskoop beschouwende, hetzelfde uitwerksel zien. Vooral maken afbeeldingen van pleisterbeeldjes, van busten enz. hier een fraai en verrassend effect; het is alsof men de voorwerpen zelve ziet en ze met de handen zou kunnen omvatten. Het spreekt van zelf, dat alle dergelijke dubbel-teekeningen zeer zorgvuldig moeten bewerkt zijn.

Hetgeen van verhevene voorwerpen geldt, geldt evenzeer van verdiepte. De holte van eene geknotte pyramide vertoont zich voor het rechter oog, als B en voor 't linker oog als B' . Plaatst men nu B tegen $S'S'$ en B' tegen SS dan zien wij diep in de pyramide in, zoodat het kleine vierkantje zich veel verder af vertoont dan het groote.

De stereoskoop van BREWSTER, thans 't meest gebruikelijke en bij ieder bekend, is op eene andere wijze ingerigt dan die van WHEATSTONE. Het kastje A heeft eene zijdelingsche opening, welke met een deksel B kan ge-

Fig. 108.

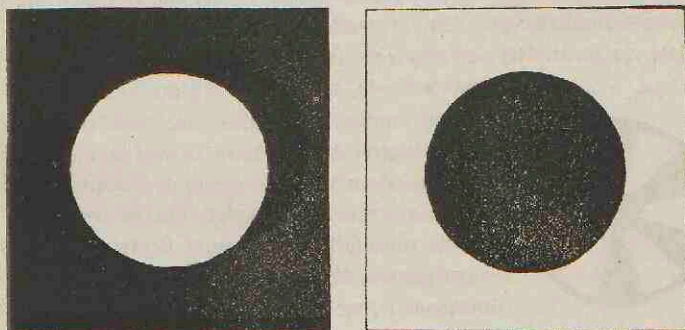


sloten worden. *D* en *E* zijn twee buizen, die elk de helft bevatten eener bolle lens en waardoor men met beide oogen ziet naar de op den bodem van het kastje geplaatste dubbel-teekening, die door eene sleuf *C* daarin geschoven wordt. Men geeft aan het deksel zulk eene stelling, dat de op zijne met bladtin bekleede binnenvlakte vallende lichtstralen teruggekaatst worden op de teekening, die daardoor helder verlicht wordt. Het effect is nu hetzelfde als bij den stereoskoop van WHEATSTONE. Door de breking der lichtstralen in de prismatische lenzen, schijnt het alsof het beeld op het *midden* van den bodem geplaatst en werkelijk lichamelijk is. Ik kan in eene nadere beschouwing van het werktuig van BREWSTER niet treden; ik voer het hier vooral aan, om er bij op te merken, dat de heer LOGEMAN eene inrigting daaraan toegevoegd heeft, door middel waarvan men de buizen *D* en *E* digter bij elkander brengen en verder van elkander verwijderen kan, altijd echter zoo, dat beiden zich op denzelfden afstand bevinden van het midden der oppervlakte, waarop zij staan. Indien men nu een voorwerp door die buizen beschouwd heeft, deze vervolgens digter bij elkander brengt en dan op nieuw er door ziet, dan zullen de oogassen natuurlijk meer moeten convergeren, en het gevolg daarvan zal zijn, dat wij het voorwerp digter bij ons zullen meenen te zien. Daar het echter even groot blijft als vroeger, zoo zal het ons tevens kleiner toeschijnen, dan toen wij 't het eerst beschouwden. Verwijderen wij nu de buizen verder van elkander, en beschouwen wij nu wederom het voorwerp, dan schijnt het ons verder van ons verwijderd, dewijl wij nu de oogassen

minder doen convergeeren; maar tevens schijnt het ons grooter, omdat het beeld, niettegenstaande den schijnbaar verderen afstand, even groot is, als toen wij het vroeger beschouwden. — Hetzelfde verschijnsel kan teweeggebragt worden met den stereoskoop van WHEATSTONE, door middel eener inrigting, daaraan door den hoogleeraar MEYER te Zurich toegevoegd. Dit moge dienen tot nadere opheldering van het op bladz 221 gezegde over het beoordeelen der afstanden, door middel van den indruk, dien wij ontvangen van den meer of minderen graad van convergentie onzer gezigtsassen.

Twee voorwerpen, die volkomen dezelfde afmetingen bezitten en op donzelfden afstand van het oog geplaatst zijn, schijnen even groot toe, wanneer zij heiden ten naastenbij even veel lichtstralen naar het oog zenden. Doch indien in die lichtsterkte een aanmerkelijk verschil plaats heeft, dan is dit niet het geval; en het helderste voorwerp, datgene van waar het meeste licht in het oog komt, zal ons grooter toeschijnen dan het minder heldere. Beschouwen wij onderstaande fig. 109; wij zien daar een wit cirkelvormig

Fig. 109.

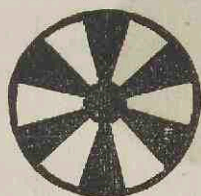


vlak in een zwart vierkant, en een dergelijk zwart rond op een wit vlak. Beide ronde vlakken zijn volkomen even groot, en toch zal, indien wij beiden te gelijk beschouwen, het witte ons grooter toeschijnen dan het zwarte. Hoe verklaart men dit? Men neemt aan, dat de indruk des lichts op de retina zich niet geheel bepaalt tot dat gedeelte van dat vlies, waarop de lichtstralen zelve vallen, maar dat die indruk zich nog een weinig verder op het netvlies voortplant, en wel des te verder, naarmate de lichtindruk sterker is, — ten gevolge waarvan dan ook het netvliesbeeld van eene zeer heldere oppervlakte iets grooter zijn moet, dan dat van een even groot, maar donker vlak. Men bestempelt deze uitbreiding van den lichtindruk op het netvlies, en het daardoor te weeg gebragte verschijnsel, met de naam van *irradiatie*. Men moet hierbij echter in het oog houden, dat in verreweg de meeste gevallen, zoo men niet bijzonder zorg gedragen heeft, beide schijven juist op den afstand van duidelijk zien te plaatsen, het verschijnsel zamengesteld wordt,

en het grooter worden der witte schijf aan de vorming van verstrooiingscirkels is toe te schrijven.

De indruk, die een goed verlicht of zelflichtend voorwerp op het netvlies maakt, verdwijnt niet oogenblikkelijk, nadat het voorwerp verdwenen of verplaatst is, maar blijft nog eenigen tijd voortduren, gemiddeld 0,1 seconde, zoodat er nog voor een oogenblik, korter of langer, naarmate van de sterkte des indrukks, een *nabeeld* van het voorwerp gezien wordt. Wanneer wij b. v. een vensterraam of een traliëwerk eenigen tijd beschouwen, dan onze oogen sluiten, en deze bovendien zoo bedekken, dat geen licht door de oogleden tot hen doordringt, dan zien wij, niet zelden nog geruimen tijd, de ruiten of traliën. Door deze vorming van nabeelden verklaren wij eenige verschijnselen, die wij niet kunnen nalaten te vermelden. Wanneer eene gloeiende kool snel in een' kring wordt rondgeslingerd, dan onderscheiden wij die kool zelve niet meer, maar zien eenen lichtkring. Vestigen wij onze oogen op een snel ronddraaijend wiel, dan onderscheiden wij de spaken daarvan niet meer, maar zien eene volle schijf zonder spaken. Rijdt men in een spoorwagen dicht langs een hek met regtopstaande stijlen, dan ziet men die stijlen als 't ware ineenvloeijen. Een afwisselend wit en zwart beschilderde schijf (fig. 110, zie bladz. 234) vertoont zich bij snelle ronddraaijng eenvormig grijs.

Fig. 110.



Eene trillende snaar zien wij als een' platten band. Immers, wanneer eene gloeiende kool zoo snel wordt rondgeslingerd, dat wij hare beweging niet meer met die onzer oogen kunnen volgen, dan worden natuurlijk achtereenvolgens eene menigte punten van het netvlies door de van die kool afkomende lichtstralen geprikkeld, welke punten, daar de beweging der kool eene ronddraaijende is, met elkander een' kring vormen. Is nu tevens die beweging zoo snel, dat op elk punt van dien kring de pas ontvane indruk nog niet vervlogen is, wanneer er weder bij vernieuwing de lichtstralen op vallen, dan kan het niet anders, of er moet op het netvlies het beeld van een vurigen kring ontstaan. Bij het ronddraaijende spaakwiel is evenzeer het nabeeld van elke spaak nog niet verdwenen, wanneer het beeld eener tusschenruimte op diezelfde plaats valt, waar nog een nabeeld bestaat; er kunnen dus geene beelden ontstaan van die tusschenruimte der spaken, waaruit volgt, dat wij dan ook de spaken zelve niet meer kunnen onderscheiden. Het verschijnsel van het hek en de trillende snaar behoeft nu wel geene opzettelijke verklaring. Bij eene snelle beweging van de schijf, fig. 110, is het nabeeld der zwarte afdeelingen nog niet vervlogen, wanneer het beeld der witte op de plaatsen komt, die zij nog innemen; het geheele beeld moet zich dus gemengd zwart en wit, dat is grijs, vertoonen. Dat ook de vroeger (bladz. 232) vermelde proeven met kleurenschijven dit nablijven der netvliesbeelden tot grond hebben, is duidelijk; de kleuren toch vermengen zich in het oog,

omdat, bij het snelle ronddraaijen der schijf, de indruk der eene kleur nog bestaat, wanneer reeds eene andere het netvlies weder aandoet.

Indien men nu evenwel bij de genoemde proeven de snelle opeenvolging der lichtindrukken afbreekt, door de zich bewegende voorwerpen slechts voor één enkel oogenblik te zien, dan ziet men die voorwerpen voor dat ééne oogenblik duidelijk, zooals zij wezenlijk zijn; — men onderscheidt de spaken, de stijlen de afzonderlijke kleuren, men ziet de snaar rolronde en smal. Dit laat zich uit het voorgaande gemakkelijk begrijpen. Men kan daarvan de proef nemen door met eene snelle wending des hoofds het zich bewegende voorwerp met een enkelen oogwenk te aanschouwen; gemakkelijker gaat het echter, wanneer men een oog dicht doet, en met het andere naar het voorwerp ziet, terwijl men tevens de uitgespreide vingers zoo snel mogelijk dicht bij het geopende oog heen en weder beweegt. Hetzelfde heeft plaats, wanneer men zoodanige voorwerpen, b. v. de in fig. 110 afgebeelde schijf of de trillende snaar, in eene donkere kamer verlicht met eene elektrische vonk.

Een aantal fraaije en verrassende proefnemingen berusten geheel op het vormen van nabeelden. Zoo is het onder anderen met den thaumatrope, phenakistikope, of de stroboskopische schijf, die, vóór weinige jaren uitgevonden, thans reeds tot kinderspeelgoed dient en algemeen bekend is.

Indien op de eene of andere plaats der retina een sterk licht valt, dan heeft de prikkeling van dat licht een zekeren graad van vermindering der gevoeligheid van de geprikkelde plaats ten gevolge. eene uitputting, welke des te sterker en langduriger is, naarmate de prikkeling sterker was, 't zij door haren duur, of door hare aanhouding, of door beide. Zien wij eenigen tijd naar een zeer helder verlicht vensterraam, en wenden wij dan de oogen op eene matig verlichte witte oppervlakte of sluiten wij de oogen, terwijl wij evenwel het licht op de oogleden laten vallen, dan zien wij een nabeeld van het raam; maar in dat nabeeld zijn de ruiten donker en de glasroeden helder. Dit komt, omdat die gedeelten der retina, die den indruk van het heldere licht door de ruiten ontvangen hadden, daardoor ongevoeliger zijn geworden voor het licht, dan die plaatsen, waarop het veel minder heldere licht viel, dat van de roeden in het oog straalde. Het zachtere licht, dat vervolgens van de witte oppervlakte terugkaast, of door de oogleden heen in het oog valt, maakt dan op de minder gevoelig gewordenen plaatsen weinig of geen indruk; men ziet die dus donker; daarentegen zijn de vroeger nog niet door sterk licht geprikkelde plaatsen voor dat zwakkere licht gevoelig gebleven, en zij ontvangen dus een lichtbeeld — Ziet men eenigen tijd onafgebroken naar de witte ballon van eene helder brandende lamp, en dan naar eene witte of helder gekleurde oppervlakte, dan ontwaart men daarop eene donkere vlek, die de gedaante der ballon heeft. Ziet men naar de zon, dan vertoont zich daarna op den witten muur eene ronde donkere vlek. En het zal nu ook wel geene verklaring behoeven, waarom na lang zien op de door de heldere

zonnestralen stork verlichte sneeuw dikwijls eene tijdelijke, maar volslagene blindheid kan ontstaan. Zulk eene *sneeuwblindheid* is in de noordpoolstreken na langdurig vertoef te midden van uitgestrekte met sneeuw bedekte vlakten geene zeldzaamheid.

Het is hier de plaats om met een woord te gewagen van een verschijnsel, hetgeen met de zoo even vermelde naauw te zamen hangt, namelijk dat der zoogenaamde *subjectieve* of *physiologische kleuren*. Wanneer men een sterk verlicht en helder gekleurd voorwerp eenigen tijd onafgewend beschouwt, en dan op eens het oog vestigt op eene insgelijks goed verlichte witte oppervlakte, dan zal men op deze laatste eene vlek ontwaren van eene kleur, die juist de complementaire of aanvullings kleur zal zijn van die, welke het voorwerp bezit. Men kan deze proef zeer gemakkelijk nemen met verschillend gekleurde ouwels. Legt men een' rooden ouwel voor zich op een blad wit papier, beschouwt men hem eenige oogenblikken scherp, en stoot men hem dan weg, dan zal men op het papier eene lichtgroene vlek waarnemen. Was die ouwel groen, dan zal die vlek rozerood zijn, enz. Men kan dit verschijnsel op de volgende wijze vrij voldoende verklaren. Beschouwt men een helder verlicht gekleurd voorwerp, den rooden ouwel b. v., gedurende eenigen tijd, dan zal de sterke indruk dier kleur de gevoeligheid voor diezelfde kleur verstompen, de retina zal niet meer gevoelig zijn voor zwakkere indrukken dier kleur. Nu bestaat het witte licht, dat vervolgens van de witte oppervlakte in de oogen straalt, uit rood, geel en blaauw; maar het rood kan nu de voor zwak rood ongevoelig gewordenen plek der retina niet meer aandoen; het geel en blaauw doen dit echter wel, en het nabeceld is derhalve groen.

Wanneer men een klein stukje grijsgekleurd papier op eene witte oppervlakte legt, dan schijnt het ons donkerder toe, dan indien wij hetzelfde stukje grijs papier op eene zwarte oppervlakte leggen. Men plaatse een smal ondoorschijnend ligchaam, een potlood b. v., tusschen eene brandende kaars en den witten muur, dan zal men op den laatsten de donkere schaduw van het potlood zien. Maar nu plaatse men naast die brandende kaars nog eene andere, en men zal nog eene tweede schaduw op den muur zien. Beide deze schaduwen zijn thans elk door eene kaars even zoo sterk verlicht, als vroeger de gansche witte oppervlakte was, toen er slechts ééne kaars brandde; en toch scheen vroeger ons de muur helder wit, en thans de schaduw donker. — Men verklaart deze verschijnselen door den invloed van het *contrast*; eene verklaring, die evenwel op zich zelve nog niet veel opheldert. Men zou op de volgende wijze de zaak kunnen verduidelijken. Wanneer wij een grijsen papiersnipper, op eene witte vlakte geplaatst, eenigen tijd beschouwen, dan valt het beeld van dien snipper gedurende dien tijd niet altijd volkomen op dezelfde plaats; daartoe kunnen wij ons hoofd en onze oogen niet onbewegelijk genoeg houden. Maar daarvan is dan ook het gevolg, dat de plaats der retina, waar zich het beeld des snippers bevindt, ook getroffen wordt

door het helderder licht, dat van de witte oppervlakte afstraalt, en dat de retina dus ook daár voor zwakkere lichtindrukken — zooals die van het grijs — minder gevoelig wordt. En hiervan is het noodzakelijk gevolg, dat die grijze snipper ons donkerder gekleurd moet schijnen, dan wanneer de oppervlakte, waarop hij ligt, zwart was, in welk geval de retina hare gevoeligheid geheel behoudt. Bij de proef met de schaduwen van het potlood wordt om dezelfde reden door het staren op de witte vlakte de gevoeligheid der retina voor minder sterke lichtindrukken verminderd; geen wonder, dat de verlichte schaduwen, ofschoon in waarheid even helder wit als vroeger de geheele muur was, nu voor het minder gevoelige oog grijs schijnen in vergelijking met de thans dubbel zoo sterk verlichte oppervlakte.

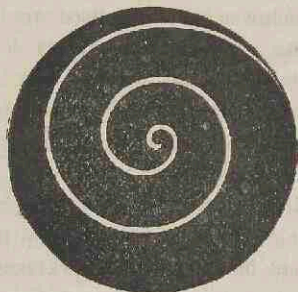
Hiertoe behooren ook de zoogenaamde *contrastkleuren*, en de gekleurde schaduwen. Men legge het grijze snippertje niet op eene witte of zwarte vlakte, maar op eene helder gekleurde, dan schijnt het eene tint te verkrijgen van de complementaire kleur der vlakte; was deze laatste groen, dan zal de snipper rood schijnen, enz. Men kan deze proef op onderscheidene wijzen nemen. — Wanneer men het licht door een stuk gekleurd glas, rood glas b. v., op eene witte oppervlakte laat vallen, dan verschijnt deze laatste gekleurd met dezelfde kleur als het glas bezit, gelijk trouwens aan ieder bekend is. Maar houdt men nu tusschen het glas en de door het glas gekleurde oppervlakte een smal ondoorschijnend ligchaam, een potlood b. v., dan ontstaat er op de gekleurde vlakte een smalle schaduw daarvan, welke natuurlijk niet door de gekleurde lichtstralen, maar door het omringende ongekleurde daglicht is verlicht. Die schaduw nu vertoont zich aan ons gekleurd met de complementaire kleur die de vlakte verkregen heeft. — De oorzaak van deze contrastkleuren en gekleurde schaduwen is niet moeilijk na te gaan, wanneer men slechts zich duidelijk voor den geest stelt, wat ik zoo even gezegd heb aangaande de subjectieve kleuren en de contrast-verschijnselen.

Van kleuren gewagende, mag ik de omstandigheid niet met stilzwijgen voorbij gaan, dat sommige personen het vermogen, om tusschen zekere kleuren te onderscheiden, niet of zeer gewijzigd bezitten. Dit komt zelfs meermalen voor dan men denken zou. Het meest ontbreekt de gevoeligheid voor rood (de minst breekbare kleurenstraal) vervolgens voor groen-, of is althans minder goed ontwikkeld, zoodat die kleuren moeilijk van grijs kunnen onderscheiden worden. Voor geel ontbreekt de gevoeligheid 't zeldzaamst.

Ik moet hier nog melding maken van een verschijnsel, dat even subjectief is, als dat der subjectieve kleuren, en dat dus ook bij den een in veel hooger graad dan bij den anderen wordt aangetroffen. Wanneer men een' geruimen tijd in een' wagen gereden heeft en deze dan plotseling stil houdt, of zelfs wanneer men na een' forschen marsch op eens stil blijft staan, dan is het, alsof men den weg een oogenblik zich in eene tegenovergestelde richting ziet bewegen. Bij velen bepaalt zich dit niets slechts bij het zien, maar

het is hun, alsof hun geheele ligchaam een eind weegs terug gevoerd werd. Op dit verschijnsel berust eene belangrijke proef van PLATEAU. Zij wordt genomen met eene zwart gekleurde schijf, fig. 111, die ongeveer 3 palm mid-

Fig. 111.



dellij bezit, en waarop eene witte spiraal van eene streep breed geschilderd is, op de wijze zooals de figuur aantoont. Men zet de schijf, even als de vroeger vermelde kleurschijven, op eene as, en draait dan de schijf met eene matige snelheid rond. Draait men nu de schijf naar de rechterzijde, dan ziet de toeschouwer de spiraal kleiner en kleiner worden naar het middenpunt toe, en wanneer hij nu, na langen tijd, tot vermoeijens toe, op de schijf gekken te hebben, plotseling het oog slaat op

het hoofd van den persoon, die de schijf ronddraait, dan ziet hij dat hoofd schijnbaar breeder en grooter worden. Indien daarentegen de schijf in tegenovergestelde rigting gedraaid wordt, dan schijnt de spiraal zich van het middenpunt uit te zetten en uittebreiden, en het voorwerp, waarop men vervolgens het oog vestigt, schijnt in te krimpen.

Door den beroemden gezigtkundige BREWSTER is de aandacht gevestigd op het volgende verschijnsel. Indien men zich zoo diep voorover buigt dat men tusschen zijne beide heenen doorziet, dan aanschouwt men, na op die wijze een oogenblik gestaan te hebben, in die houding alles met veel scherper omtrekken en in helderder kleuren, dan op de gewone wijze. Hetzelfde geschiedt, ofschoon in geringere mate, wanneer men met gebogen hoofd onder een der armen doorziet. Naar alle waarschijnlijkheid ligt hiervan de reden in de ophooping van bloed in de bloedvaten des hoofds en dus ook der retina, voortgebracht door de voorover gebogene houding des hoofds, ten gevolge van welke bloedophooping de retina prikkelbaarder en gevoeliger wordt.

Verder verdienen nog vermelding die verschijnselen, wier zitplaats in het oog zelf is, en die men met den naam van *entoptische* verschijnselen bestempelt. Ieder mijner lezers zal eenige daarvan bij eigene ondervinding kennen; immers daartoe behooren de kleine kringetjes en vezeltjes, die men zoo vaak voor de oogen ziet zweven. Zij hangen af van uiterst kleine lichaampjes, welke in het glasvocht des oogs drijven, en die, dewijl zij de lichtstralen onderscheppen, eene schaduw op de retina werpen. Bij het zien door eene kleine opening vallen zij vooral in het oog, even als ook soms een aantal andere verschijnselen, welke afhangen van kleine vlekjes of streepjes op de cornea, of op de lens, van in het waterachterachtig vocht zwevende lichaampjes enz.

Eindelijk moet hier nog opgemerkt worden, dat verschillende aandoeningen

der gezigszenuw subjective gezigsverschijnselen kunnen doen ontstaan. Wij zagen vroeger, dat elke prikkeling der gezigszenuw de gewaarwording van licht te voorschijn roept. Te verwonderen is het dus niet, dat een ziekelijke geprikkelde toestand der gezigszenuw en der retina allerlei lichtbeelden kan doen ontstaan, aan welke evenwel geen werkelijk bestaand voorwerp buiten het oog beantwoordt. Evenzoo is het te begrijpen, dat, evenals het volslagen verlies van prikkelbaarheid en geleidend vermogen der gezigszenuw (verlamming der gezigszenuw) noodzakelijk blindheid ten gevolge moet hebben, zoo ook eene verlamming of groote verzwakking van enkele zenuwbuisjes dier zenuw veroorzaken zal, dat de lijder donkere plekken, zoogenaamd vliegende muggen (*mouches volantes*) ziet. Men moet evenwel het zien van zulke donkere plekken niet verwarren met het zien van werkelijk ondoorschijnende verduisterde vlekjes der cornea.

En hiermede stappen wij van het zintuig des gezichts af, om in het volgend hoofdstuk te onderzoeken, door welke organen en op welke wijze wij kennis ontvangen van de tot ons komende geluiden

V. HOOFDSTUK.

Vervolg. Over het gehoor.

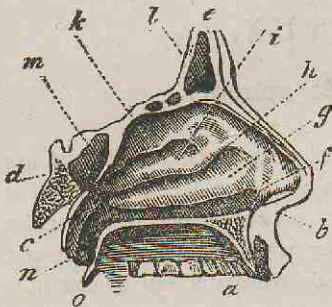
Het werktuig van het gehoor, dubbel als dat des gezichts, is geplaatst aan de zijden van den schedel, en wordt verdeeld in een uitwendig en een inwendig gehoorwerktuig, waarvan het laatste weder in twee deelen onderscheiden wordt, ten gevolge van welke onderverdeeling wij derhalve eene *buitenste middenste* en *binnenste* afdeling van het geheele gehoorwerktuig aannemen.

Het uitwendig gehoorwerktuig, of het buitenste gedeelte des gezamenlijken gehoororgaans, is het uitwendig oor, de *oorschelp*, welker gedaante bij ieder bekend is, en geene uitvoerige beschrijving behoeft. Het bestaat uit vezelig kraakbeen, met huid overtrokken. Van achteren hechten er zich eenige kleine spieren aan vast, welke zouden moeten dienen om het oor willekeurig te bewegen. Toch is die beweging bij verre de meeste menschen uiterst beperkt, ja geheel onmogelijk, en er worden slechts zeer weinigen gevonden, die in staat zijn aan hunne ooren eenige beweging mede te deelen. Het is moeijelijk te beslissen, wat hiervan de oorzaak wezen mag; wel heeft men beweerd, dat de werking der oorspiers reeds bij kleine kinderen door naauwsluittende mutsen belemmerd, en de spieren zelve dientengevolge door gebrek aan oefening verlamd zouden worden; doch wanneer men bedenkt, dat ook bij volken, waar deze oorzaak niet in aanmerking komt, diezelfde onbeweegbaarheid der ooren wordt aangetroffen, dan blijkt daaruit, dat die verklaring

geene waarde hebben kan. — Van de verschillende uitsteeksels enz., die aan de buitenvlakte der oorschelp zichtbaar zijn, noem ik alleen den *tragus*, een uitsteeksel aan den voorrand van het oor, dat als eene klep naar achteren gerigt is, omdat zich achter die klep de ingang bevindt van de *uitwendige gehoortuis*, die naar het middengedeelte der gehoororgaans voert. Het meer naar buiten liggende gedeelte dezer eenigzins gekromde buis is kraakbeenig, evenals de oorschelp, het meest inwendige daarentegen is beenig en in het rotsbeen bevat. Zij is van binnen bekleed met een verlengsel der huid van de oorschelp, dat vele smeerklieren bezit, welke het oorsmeer afscheiden.

Het *middenste* gedeelte van het gehoororgaan bestaat in de eerste plaats uit de *trommelholte*. Deze is eene smalle holte in het rotsbeen, en kan beschouwd worden als een vervolg of de voortzetting van den zoo even vermelden beenigen gehoorgang; zij is daarvan evenwel afgescheiden door een vliezig middenschot: het *trommelvlies*. Dit vlies is zeer dun, doch bestaat toch nog uit drie lagen: eene uitwendige, welke een fijn verlengsel is van de huid, die den uitwendigen gehoorgang bekleedt, — eene inwendige, die tot het slijmvlies der trommelholte behoort, — en eene middenste peesachtige.

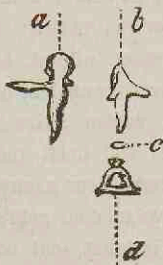
Fig. 112.



Van den benedenrand der trommelholte loopt door het rotsbeen naar binnen en beneden een kanaal, dat, buiten dat been gekomen, zich nog een klein eindwags in eene kraakbeenige buis voortzet, welke zich in het bovenste en zijdelijke gedeelte der keelholte opent. (Zie fig. 112, c) Dit kanaal heet de *trompet van Eustachius*, en is, evenals de trommelholte, van binnen met een slijmvlies bekleed, hetwelk met dat der keel zamenhangt, — Tegenover het trommelvlies bevinden zich

in den binnenwand der trommelholte twee openingen, die om haren vorm

Fig. 113.

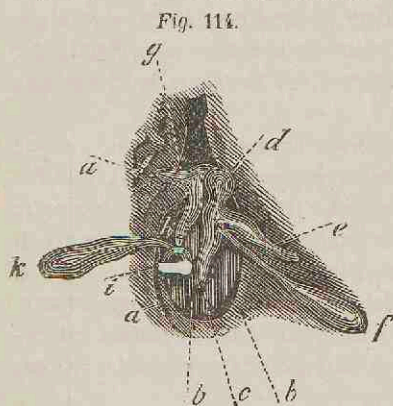


het *ronde* en het *eironde venster* worden genaamd, en beide door vliezen gesloten zijn. Verder bevindt zich nog in den achterwand eene opening, welke leidt in de boencellen, die bevat zijn in het tepelvormig uitsteeksel des slaapboens.

In de trommelholte ligt tusschen het trommelvlies en het vlies van het eironde venster eene reeks of keten van drie kleine beentjes. Het eerste is het *hamertje*, fig. 113 a, dat met zijn kortste, zijdelingsche uitsteeksel vast aan het trommelvlies gehecht is. Zijn rond hoofd is door geleding verbonden met het *aambeeld* b, waaraan in de figuur de naar het hamertje gekeerde

geledingsvlakte duidelijk te zien is. Het hier afzonderlijk afgebeelde lens-vormig beentje *c* is eigenlijk slechts een gedeelte van het aambeeld, dat vast moet zitten aan de punt, waar beneden het in de figuur geplaatst is. Door middel van dit beentje is het aambeeld verbonden met den *stijgbeugel* *d*, welks trede geplaatst is tegen het vlies van het eironde venster. Aan deze beentjes zijn zeer kleine spiertjes bevestigd, door wier zamentrekking zij sterker tegen de beide genoemde vliezen gedrukt, en deze dientengevolge sterker gespannen kunnen worden.

Fig. 114 levert eene zeer vergrootte afbeelding van de geopende trommel-



holte; *aa* is de beenige voorrand van de trommelholte, waarin het trommelvlies *b* gespannen is voor de opening, die in den uitwendigen gehoorgang voert, *c* is de steel van het hamertje, gehecht aan het trommelvlies, *d* het hoofd van het hamertje, verbonden aan het aambeeld *g*; *e* is het andere uitsteeksel van het hamertje en *f* de binnenste spier van het hamertje of span-spier van het trommelvlies, *h* is het lens-vormige beentje of liever uitsteeksel van het aambeeld, door middel

waarvan het aambeeld verbonden is aan den stijghengel *i*, waarvan de trede rust op het ovale venster, dat zich bevindt aan de zijde des beschouwers en dus niet zichtbaar is; *k* is de stijgbeugelspier.

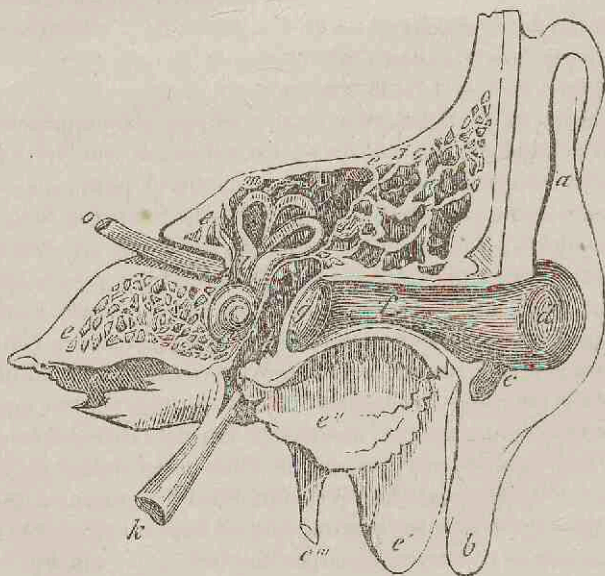
Het eironde en ronde venster geven toegang tot de *binnenste* afdeeling des gehoororgans. Deze afdeeling bestaat uit den voorhof, de half cirkelvormige kanalen en het slakkenhuis, en werd door de oudere ontleedkundigen onder den algemeenen naam van *doolhof* aangeduid. — De middenste holte is de *voorhof*; deze heeft gemeenschap met de trommelholte-door het eironde venster, alsmede met de *halfcirkelvormige kanalen*. Deze zijn drie hoogsgewijs gekromde kanalen, die met elkander en met den voorhof gemeenschap hebben; elk kanaal is aan zijn ééne einde blaasvormig uitgezet. De holte van het *slakkenhuis* is spiraalvormig gewonden rondom eene horizontaal liggende spil; die holte is door eene dunne, insgelijks spiraalwijs gewondene beenplaat in twee gangen verdeeld, waarvan de onderste door het ronde venster met de trommelholte, de bovenste met den voorhof gemeenschap heeft. De spiraal beenplaat zelve is niet breed genoeg om den wand der windingen te bereiken, en de bovenste en onderste gang (de *gang of trap van het voorhof* en de *gang of trap van de trommelholte*) zouden dus niet geheel van een gescheiden zijn, indien niet de overblijvende ruimte door eene vliezige strook werd

aangevuld. Deze strook bestaat uit twee platen, en in de ruimte tusschen die platen (de *middenste tray* of *gang* genaamd) ligt het *orgaan van CONTI*, eene reeks tandvormige verhevenheden, rondachtige oneffenheden en epithelium-uitbreidingen, waarvan het nut nog onzeker is.

De holte van den doolhof is van binnen bekleed met een fijn, weivliesachtig vliesje, en met een waterig vocht gevuld. In dit vocht drijven in den voorhof twee vliezige zakjes; van het eene dier zakjes gaan verlengsels af, die de *vliezige halfcirkelvormige kanalen* genoemd worden, binnen de beenige gelegen zijn, en waarvan elk eene blaasvormige uitzetting bezit. Die zakjes en kanalen zijn almede met eene weiachtige vloeistof gevuld, en worden met elkander het *vliezig doolhof* genaamd. Aan de inwendige oppervlakte der zakjes bespeurt men uiterst fijne kristalletjes van koolzuren kalk, die men het *oorgruis* heet.

Binnen den schedel, aan de achtervlakte van het rotsbeen, is eene opening in dit laatste, welke opening het begin is van een kort kanaal, dat het rotsbeen doorboort tot dicht aan den voorhof. Dit kanaal is de *inwendige gehoorgang*. De gehoorzenuw (het 8^e paar), uit de hersenen ontsproten, treedt in die opening, doorloopt het kanaal en splitst zich daarin in twee takken. De eene tak, de *zenuw van het portaal*, die wederom drie takjes vormt, treedt door drie kleine gaatjes uit den bodem van den inwendigen gehoorgang in het portaal, en verspreidt zich op de oppervlakte der zakjes en der

Fig. 113.

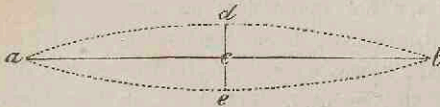


blaasvormige uilzettingen van de vliezige halfeirkelvormige kanalen. De andere tak, de zenuw van het slakkenhuis, dringt uit den inwendigen gehoorgang in de holle spil van het slakkenhuis, en zendt takjes in de fijne kanaaltjes die zich in de spiraalvormige beenplaat bevinden. Deze zenuwvezels komen dan in den middensten gang en hebben daar gemeenschap met het orgaan van CORTI.

Fig. 115 levert eene doorsnede van het geheele gehoororgaan, waarbij echter de inwendige deelen duidelijkheidshalve eenigzins vergroot zijn. Aldaar is *a* de oorschelp, *b* het oorleletje, *c* is eene kleine verhevenheid, *antitragus* genaamd, waartegenover men den *tragus* ziet; *d* is de ingang van den uitwendigen gehoorgang *f*; *ee* is het rotsbeen, waarin het inwendig gehoororgaan als uitgegraven is; *e'* is het tepelvormig uitsteeksel des slaapbeens, *e''* de gewrichtsvlakte voor de onderkaak, *e'''* het stijlvormig uitsteeksel des slaapbeens, ook in fig. 13 duidelijk zichtbaar; *f* is de uitwendige gehoorgang, *g* het trommelylies, *h* de trommelholte, waar de gehoorbeentjes uitgenomen zijn; bij *i* ontwaart men het eirondc en ronde venster; *j* zijn cellen, die zich in het rotsbeen bevinden; *k* is de trompel van Eustachius, die in de keel uitkomt; *l* is de voorhof, *m* de drie halfeirkelvormige kanalen, en *n* het slakkenhuis, terwijl eindelijk *o* de gehoorzenuw aanduidt, zooals zij ligt in den hier geopen- den inwendigen gehoorgang.

Wanneer een veërkrachtig ligchaam door een ander ligchaam geschokt of aangestooten wordt, dan geraken zijne deeltjes in golvende trillingen, welke door het gehoororgaan als *geluid* worden waargenomen. Trekt men eene gespannen veërkrachtige snaar *ab* uit hare regtlijnige rigting *acb*, door haar

Fig. 116.



met den vinger in *c* te vatten en in de stelling *adb* te brengen, en laat men haar dan op eens glippen, dan keert zij niet blijvend tot hare vorige stelling *acb* terug, maar neemt snel de stelling *acb* aan, beweegt zich vervolgens over *acb* weër naar *adb* terug, dan weder naar *acb*, en zoo vervolgens, al heen en weer, doch met steeds verminderde kracht, zoodat de slingeringen al korter en korter worden, en de snaar eindelijk in *acb* weder tot rust komt. Van deze trillingen nu hangt het geluid af, dat de aangestooten snaar geeft. In dergelijke trillingen kunnen de deeltjes van alle veërkrachtige lichamen geraken, om 't even of zij vast, vloeibaar of luchtvormig zijn.

Elke enkelvoudige trilling der deeltjes van zuik een ligchaam veroorzaakt

een *geluid*; een aantal opeenvolgende ongelijke trillingen met bemerkbare tusschenruimten vormen een min of meer verward *gedruisch*; hebben de trillingen dezelfde tusschenruimten, en zijn deze tevens zoo kort, dat de afzonderlijke trillingen niet meer kunnen onderscheiden worden, dan hoort men een *toon*. Deze toon is *hoog* of *laag*, naarmate het aantal trillingen binnen eenen bepaalden tijd grooter of geringer is. Een toon, die minder dan 7 à 8 of een die meer dan 73000 trillingen in ééne seconde maakt, kan in de meeste gevallen niet meer door ons worden waargenomen.

Hoe grooter de wijfde der trillingen is, dat is, hoe wijder bij eene trilling elk deeltje zich aan weerszijde van zijn oorspronkelijk standpunt verplaatst, des te *sterker* is het geluid. De grootere of geringere wijfde der trillingen hangt af deels van de grootere of geringere kracht van den aanstoot, deels van de grootere of geringere veërkrachtigheid des geluidgevendens ligchaams. Een zeer klein stootje geeft een zeer zwak geluid, en omgekeerd. En wanneer men een weinig veërkrachtig, week ligchaam schokt of stoot, dan zal er ook weinig geluid vernomen worden, al was ook de schok of stoot vrij sterk.

Een trillend, geluidgevend ligchaam deelt zijne trillingen mede aan elk ander veërkrachtig ligchaam, waarmede het in aanraking is. Op die wijze wordt dan ook het geluid voortgeplant. Klopt men op het eene eind van een' balk, dan geraken de deeltjes van dit eind in trilling; de trillingen deelen zich mede aan de naastliggende deeltjes, en zoo vervolgens, tot aan het andere eind des balks. Is met den balk een ander veërkrachtig ligchaam in onmiddellijke aanraking, een ander stuk hout, b v., of een steen, of een metalen voorwerp, dan zullen zich de trillingen des balks ook hierop overplanten, en zoo vervolgens. De stof echter, waardoor de geluidstrillingen vooral worden voortgeplant, is de lucht, welke door elk ligchaam, dat in haar trilt, zelve in eene trillende beweging geraakt, welke zich van de plaats af, waar de lucht met het geluidgevend ligchaam in onmiddellijke aanraking is, tot op zeer groote afstanden voortplant.

Men moet bij de voortplanting van het geluid door de lucht, en bij de voortplanting van het geluid in het algemeen, in het oog houden, dat zij niet als met een' enkelen stoot geschiedt, zoodat de gansche luchtmaassa tegelijk in de rigting van den stoot wordt voortgestuwd. Stellen wij, dat eene trillende, eene toongevende snaar geheel van lucht omringd is, dan worden de deelen der lucht, die onmiddellijk aan de snaar grenzen, vooruit geschoven; doch lang voor dat deze beweging zich aan al de volgende luchtlagen heeft medegedeeld, heeft de eerste laag den geheelen weg afgelegd, dien zij onder den invloed van den stoot der snaar afleggen moest, en gaat dan weder den legenovergestelden weg op. Terwijl de aan haar grenzende luchtlagen deze beweging volbrengen, deelt zich de stoot mede aan eenige volgende lagen, die op hare beurt weder, na den geheelen weg te hebben afgelegd, en hare beweging weder aan volgende lagen te hebben medegedeeld, ook terug gaan.

Zoo planten zich de trillingen van de eene luchtlaag op de andere voort, en wel zoo, dat indien de voortplantings-afstand vrij groot is, het oorspronkelijk geluidgevend ligchaam reeds meer dan ééne trilling volbragt kan hebben, voor de eerste tot aan de grenzen van dien afstand voortgeplant is.

Daar bij een van rondom door lucht omringd, geluidgevend ligchaam de trillingen der lucht *zich in alle rigtingen, regtlijnig van dat ligchaam*, voort planten, zoo ontstaat er rondom dat ligchaam eene bolvormige luchtgolving, welke men zeer goed kan vergelijken bij de kringswijze golving, die zich in het water vormt rondom een' daarin geworpen steen. Men ziet daar ook de golving beginnen ter plaatse, waar de steen de oppervlakte des waters trol, en zich al verder en verder van die plaats af over de oppervlakte voortplanten. Men neemt daarbij ook waar, dat de gevormde kringen, naarmate zij grooter en verder van het middenpunt verwijderd zijn, ook naar diezelfde mate al flauwer en zwakker worden, en eindelijk niet meer waar te nemen zijn. Zoo is het ook met de geluidsgolvingen: zij verzwakken naarmate de afstand grooter wordt, en naar die mate verzwakt ook het geluid.

Wat de snelheid belangt, waarmede zich het geluid voortplant, zoo heeft men bevonden, dat, wanneer de lucht droog is en 0° warmte bezit, het geluid ruim 332 el afstands in ééne seconde aflegt.

Van het geluidgevend ligchaam planten zich, gelijk wij zagen, de geluidsgolvingen in alle rigtingen regtlijnig voort, en het zal dus geene verwondering baren, indien wij spreken van *geluidstralen*, evenals wij van lichtstralen spraken. Vallen nu die stralen op een eenigzins vast ligchaam, dan geraken de deeltjes hiervan ook in trilling, gelijk wij almede reeds weten, doch tevens *kaatst* dit de geluidstralen *terug*, dat is, het doet de lucht in trilling geraken in eene rigting van zich af. Die rigting is eene bepaalde rigting, evenals zulks bij de terugkaatsing der lichtstralen plaats heeft: *de uitvalshoek is ook hier altijd gelijk aan den invalshoek*. Hierop berust b. v. de werking der zoogenaamde gehoorbuis, welke door doove heden gebruikt wordt; de geluidstralen worden hier op de wanden van het trechtersvormig gedeelte opgevangen, welke zulk eene rigting bezitten, dat de meeste stralen teruggekaatst moeten worden tot binnen de pijp, welke in het oor gestoken wordt.

De geluidstralen kunnen ook, evenals de lichtstralen, *gebroken* worden. Ik maak daarvan evenwel stechts in 't voorbijgaan gewag, aangezien de rol welke die breking der geluidstralen misschien bij het gehoor speelt, nog weinig of niet bekend is.

De geluidstrillingen van een vast ligchaam worden het best door een vast ligchaam voortgeleid, minder goed door een vocht, en nog mindor door een luchtvormig ligchaam. Een geluid, dat zich in het water vormt, wordt het best door water of een vast ligchaam, minder goed door lucht voortgeplant. En het geluid, dat in de lucht wordt opgewekt, ondergaat groote verzwakking, wanneer het uit de lucht in water overgaat. Eindelijk wordt de overgang van

geluidstrillingen uit de lucht in een vast ligchaam zeer versterkt, wanneer die overgang geschiedt door een gespannen, voórkrachtig vlies heen.

De zich regtlijnig naar het oor voortplantende geluidstrillingen der lucht, de geluidstralen, treden voor een klein gedeelte onmiddellijk in de opening van den uitwendigen gehoorgang; de meeste evenwel treffen de oorschelp. Hierdoor geraakt misschien de oorschelp zelve in eene trilling, welke zich aan de wanden des gehoorgangs mededeelt; doch zeker is het, dat de oorschelp zich gedraagt als het trechtvormig gedeelte der boven vermelde gehoorhuis, dat is, een aantal geluidstralen worden van hare oppervlakte terug gekaast, en wel in zulk eene rigting, dat zij binnen den gehoorgang vallen. Door dit alles geraken de wanden des uitwendigen gehoorgangs, en de lucht, die zich in dezen bevindt, in trilling. Deze trillingen worden medegedeeld aan het trommelvlies, dat door het oorsmeer altijd zacht en lenig gehouden en voor verdrooging behoed wordt. — Deze trillingen worden nu verder medegedeeld aan den keten der gehoorheentjes, wiens eene einde aan het trommelvlies gehecht is, terwijl het andere op het vlies van het eironde venster rust. Zoo planten zich de geluidstrillingen voort tot dit laatstgenoemde vlies, van dit op het vocht, dat in den voorhof bevat is, en dat vocht deelt zijne trillingen mede aan de uiteinden der gehoorzenuw, die zich verspreiden in den vliezigen doolhof. Die zenuwuiteinden, hoewel op een viies uitgespreid en daardoor opgehouden, zijn desniettemin van alle zijden door vocht omgeven, aan de eene zijde door dat, wat in den heenigen, aan de andere zijde door dat, wat in den vliezigen doolhof bevat is. Op deze vrij zwevende en door niets in hunne trilling belemmerde zenuwuiteinden kunnen dus zeer zwakke golvingen van het oorwater nog eenen vrij aanmerkelijken indruk te weeg brengen. Daar overigens het slakkenhuis ook met oorwater gevuld is en gemeenschap heeft met den voorhof, zoo is het te begrijpen, dat de vermelde geluidgolvingen in het vocht van den voorhof zich ook op het vocht van het slakkenhuis, en verder op de zenuw van het slakkenhuis zullen voortplanten.

Zal echter het trommelvlies vrij kunnen trillen, dan is het noodig, dat de lucht aan weërszijden van dat vlies gelijke spanning bezitte; ware dit niet het geval, dan zou, indien de spanning der lucht binnen de trommelholte minder was dan die der buitenlucht, het trommelvlies door de laatste sterk naar binnen gedrukt worden, waardoor zijn vermogen om bij zwakke geluiden te trillen zou verloren gaan. In het omgekeerde geval zou het vlies naar buiten gedrukt worden, met hetzelfde gevolg. Ja bij zeer groot verschil in spanning zou het kunnen geschieden, dat het trommelvlies barstte. Indien nu de trommelholte eene beslotene holte was, die geene gemeenschap had met de buitenlucht, dan zou het onmogelijk zijn de in haar bevatte lucht met de buitenlucht op gelijken graad van spanning te houden. Maar de trommelholte is geene geheel van de buitenlucht afgeslotene holte;

door de trompet van Eustachius toch heeft zij met de buitenlucht wel degelijk gemeenschap; de lucht in de trommelholte wordt door haar onop- houdelijk ververscht en met de buitenlucht in evenwigt gehouden. Bij verkoudheid gebeurt het niet zelden, dat de trompet van Eustachius voor een' tijd verstopt raakt; daarvan is dan ook hardhoorendheid en doofheid een onmiddellijk gevolg, om redenen, die nu wel geene herhaalde uiteenzetting behoeven.

Vroeger meende men, dat trillingen der lucht in de trommelholte het vlies van het ronde venster in trillingen bragten, en dat deze zich zouden mededeelen aan het vocht in het slakkenhuis, en aan de zenuw daarvan. Deze beschouwingswijze berust echter op eene dwaling. Het ronde venster is eene tegenopening van den doolhof, welke de trillingen van het oorwater mogelijk maakt. Bestond alleen het ovale venster, dan kon de stijgbeugel slechts daardoor zijne bewegingen aan het oorwater mededeelen, dat het dit zamendrukte, iets, waartoe zijne beweging veel te zwak is. Nu echter worden de stooten van den stijgbeugel van het ovale tot het ronde venster voortgeplant, en het zich voor dit laatste bevindende vlies naar buiten gedrongen, om na eiken stoot weder naar binnen te keeren. Zoo wordt dan het vocht des doolhofs tusschen het vlies van het ovale en dat van het ronde venster gemakkelijk heen en weer bewogen of geschommeld.

Voor het overige worden er ook geluidstrillingen opgevangen door de beenderen van het hoofd, en door deze regtstreeks op de wanden van het inwendig gehoororgaan, en van deze op de gehoorzenuwen, overgeplant. Men kan zich hiervan overtuigen door de ooren digt te stoppen en dan een geluidgevend ligchaam, een tikkend horologie b v., tegen het hoofd of tusschen de tanden te houden.

De gehoorzenuw is het wezenlijkste deel van het gehoor-orgaan, en, zoo slechts de geluidstrillingen der lucht, 't zij middellijk 't zij onmiddellijk tot het vocht van den doolhof komen, is het hooren mogelijk. Daarvan de waarneming, dat bij doorboring of vernietiging van het trommelvlies, zelfs van de gehoorcentjes, nog een tamelijk goed gehoor bleef bestaan. In dit geval kunnen zich de trillingen der lucht onmiddellijk op de vliezen van het ovale en ronde venster voortplanten. Het valt evenwel niet moeijelijk te begrijpen, dat het gehoor in dit geval, zoo al even sterk, dan toch minder juist en zuiver zijn moct; de schommelingen van het oorwater zullen minder geregeld zijn en niet zelden worden afgebroken, daar de slingeringen der beide genoemde vliezen dan vaak elkanders indruk op dat vocht zullen belemmeren. Ook staat nu de trommelholte geheel open voor het intreden van vreemde lichamen, oorsmeer, enz; van daar dan toch dikwijls in lateren tijd volslagen verlies van 't gehoor.

Wanneer een uitgespannen, trillend vlies sterker gespannen wordt, dan zullen de trillingen sneller op elkander volgen, het geluid zal hooger wor-

den, doch tevens zwakker en flauwer. Hieruit kan men de werking der in fig. 114 afgebeelde kleine spiertjes vermoeden. De spanspier van het trommelvlies trekt het hamertje naar haren kant, en spant daardoor het aan het hamertje vastzittende vlies; hierdoor worden de al te zware toonen, zoo noodig, getemperd. De stijgbeugelspier verrigt waarschijnlijk hetzelfde voor het vlies van het eironde venster.

Wat nu meer in het bijzonder de verschillende verrigtingen aangaat van elk der deelen van het inwendige gedeelte des gehoororgaans, zoo bezit men dienaangaande nog niet die bepaalde en stellige kennis, welke men zoude verlangen. — Daar bij de verschillende dierklassen, die gehoororganen bezitten, de voorhof standvastig aanwezig is, en het slakkenhuis daarentegen bij de visschen ontbreekt, zoo zou men kunnen vermoeden, dat de voorhof, met de halfeirkelvormige kanalen, waar deze aanwezig zijn, enkel ten dienste der grovere geluidsgewaarwordingen bestaat, terwijl daarentegen de zenuw van het slakkenhuis meer de fijnere verschillen van geluiden en toonen zou waarnemen.

Men spreekt van een scherp en van een fijn gehoor, en verstaat daaronder veelal hetzelfde. Intusschen is tusschen een scherp en fijn gehoor een groot onderscheid. Men noemt het gehoor scherp, wanneer het in staat is ook kleine geluidstrillingen goed waar te nemen; fijn daarentegen is het, zoo het kleinere verschillen in hoogte en laagte der toonen bespeuren kan.

De beoordeeling van de rigting, in welke het geluid tot ons komt, en van den afstand, op welken zich het geluidgevend voorwerp bevindt, zijn zeer moeilijk. Van welken kant het geluid tot ons komt, maken wij vooral op uit de meerdere sterkte, waarmede het een onzer ooren aandoet; is dit b. v. het regter oor, dan besluiten wij, dat het geluid van den regter kant komt, enz. Van den afstand is doorgaans de meerdere of mindere sterkte van het geluid ons een maatstaf. Het spreekt evenwel van zelf, dat onze beoordeeling in beide gevallen ligtelijk falen kan; bijzonder bij de waardeering van den afstand bedriegen wij ons zeer ligt, zoodra slechts het geluid eenigzins ongewoon is. En dat wij ook bij de bepaling van de rigting des geluids gemakkelijk misslagen begaan, leert de dagelijksche ondervinding.

Even als op de retina nabeelden ontstaan, zoo kunnen ook nageluiden door de gehoorzenuw worden waargenomen. — Met de entoptische verschijnselen in het oog kunnen het ruischen en suizen der ooren vergeleken worden, althans in vele gevallen, waar die verschijnselen van een' ongeregelden bloedsomloop afhankelijk zijn.

Hiermede sluit ik onze beschouwing der zintuigen. Alvorens echter in het volgend hoofdstuk tot de tweede klasse der dierlijke verrigtingen over te gaan, volgen hier nog enkele praktische wenken.

Eene naar gelang van gestel en bezigheden krachtige voeding, veel lig-

chaamsbeweging, het ruime genot van zuivere, vrije lucht, en daarbij goemoedskalmte en opgeruimdheid, zijn de beste middelen om de verrigtingen der zenuwen ongestoord te doen plaats hebben.

Tegen zoogenaamde zenuwachtigheid, voor zoo ver die alleen eene lichamelijke oorzaak heeft, is geen beter geneesmiddel dan eene doelmatig ingerigte en standvastig jaren lang dagelijks beoefende gymnastiek.

Wanneer men aan zenuwachtigheid toegeeft, en zich er niet tegen tracht te verzetten, en alleen van geneesmiddelen uit de apotheek hulp verwacht, doet men zijne ongesteldheid zonder twijfel verergeren.

Wanneer zich bij kinderen en jongelieden, meisjes vooral, een zenuwachtige aanleg openbaart, moet men de verschijnselen daarvan schijnbaar niet tellen, er geen ophief van maken, en vooral de lijdens niet beklagen, — behoudens evenwel het inroepen van den raad eens verstandigen geneesheers.

Koude baden en wasschingen verminderen de al te groote gevoeligheid der huid.

Men wachte zich voor het al te ruim gebruik van sterke reukwaters en dergelijke stoffen; zij verstompen op den duur den reuk, en kunnen bloedophooping en naar het hoofd te weeg brengen.

Kinderen moeten zoo veel mogelijk *alle* gezonde spijsen, — de gewone, dagelijksche namelijk, — met smaak leeren eten. Men komt daartoe, door, wanneer zij eene spijs niet lusten, hun niet toe te geven, maar hun eenvoudig de keus te laten tusschen *die* spijs of *niets*. Indien het evenwel blijkt, dat er bij hen een wezenlijke, onoverwinnelijke afkeer tegen eenige spijs bestaat, dan zou het wreed en verkeerd zijn hen toch tot het eten daarvan te dwingen. Men bedenke echter wel, dat zulk een natuurlijke tegenzin slechts tegen zeer enkele spijsen kan bestaan.

Onmatigheid en vooral misbruik van geestrijke dranken hebben een zeer nadeeligen invloed op het gezigt.

Men wachte zich ook zoo veel mogelijk voor eene met stof of scherpe dampen gevulde lucht en tegen het onnoodig blootstellen aan sterken, kouden wind.

Elken morgen, en voorts zoodra men een gevoel van brandigheid en prikkeling aan de oogen ontwaart, wassche men de oogen voorzigtig, zonder drukken of wrijven, met zuiver koud water.

Al te veel inspanning der oogen door lezen, vooral van fijn schrift of fijne druk, door vrouwelijke handwerken, en in 't algemeen door allerlei fijne werkzaamheden (b. v. ook te veel zien door mikroskopen) benadeelt het gezigt grootelijks en kan zelfs blindheid ten gevolge hebben. Die inspanning doet steeds kwaad, maar nog het meest, wanneer zij bij kunstlicht plaats heeft.

Men moet kinderen en jongelieden beletten met het hoofd te dicht bij hun boek of hun schrift te zitten. Bijziendheid is daarvan meestal het gevolg.

Het licht, waarbij men werkt, moet sterk genoeg zijn om met gemak duidelijk te zien. Werken bij zwak licht bederft de oogen en veroorzaakt niet zelden ongeneeselijke blindheid. Het licht mag evenwel niet te fel zijn (nooit leze men in een door het zonnelicht beschenen boek) en niet flikkeren.

Men vermijde plotselinge overgangen van licht tot duisternis en omgekeerd zoo veel men kan.

Voor gezonde menschen en ook voor niet-koortsige zieken is de invloed van het zonlicht zeer heilzaam. Dus, geene donkere maar lichte kamers. Bij koortsige zieken is echter schemerlicht beter.

Wanneer men bemerkt, dat met de jaren het gezigt begint te verminderen, en de oogen bij het werken zich vermoeijen, schaffe men zich een bril aan. Want wanneer men in zulk een geval voortgaat zonder bril te werken, bederft men het gezigt hoe langer zoo meer. Even zoo moeten bijzienden, die in de verte willen zien, een bril gebruiken, en zich niet vermoeijen door het gezigt al te zeer in te spannen.

Tot het aanschaffen van een bril en tot het regt gebruik daarvan, roepe men den raad van een ervaren oogheekkundige in.

De hygiëne van het gehoor kan men zamenvatten in deze twee voorschriften: men zuivere de ooren dikwijls en voorzigtig, om het trommelvees niet te kwetsen, — en men vermijde zoo veel mogelijk het blootstellen van het oor aan al te sterke geluiden.

VI. HOOFDSTUK.

Over de Spierbewegingen.

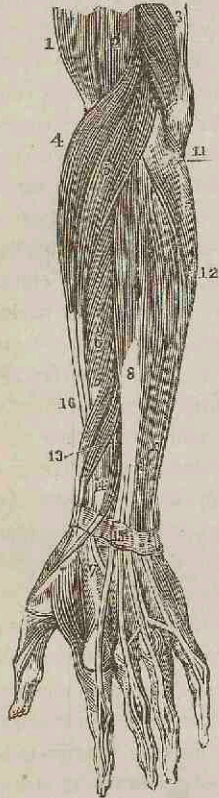
Niet alle beweging in het menschelijk ligchaam is spierbeweging. Wij spraken op bladz. 151 van eene flikkerbeweging, waarvan de haartjes van het trilhaar-epithelium de werktuigen zijn: vroeger zagen wij ook, hoe de bloedvaten, na voorafgegane uitzetting, zich weder vernauwden door de zamentrekking van den veêrkrachtigen vaatrok. Ook het bindweefsel, en in 't algemeen alle vezelachtige weefsels, zijn voor zamentrekking vatbaar; en zamentrekking sluit beweging in. Desniettemin zijn de spieren in meer bepaalden zin de organen van beweging, — van alle willekeurige beweging, en van verreweg de meeste onwillekeurige.

Op bladz. 28 gaf ik eene algemeene aanduiding van hetgeen men door spieren te verstaan heeft; thans echter moeten wij die deelen van naderbij beschouwen.

Spieren zijn zachte deelen, van een' vezelachtigen bouw, rood van kleur, die eene bepaalde gedaante, en de eigenschap bezitten, om zich gedurende het

leven zamen te trekken. Zij vormen in het ligchaam het zoogenaamde *vleesch*. — De gedaante der spieren is zeer onderscheiden. De meeste spieren zijn langwerpig, zonder daarom koordvormig te zijn, gelijk men zich in het dagelijksch leven wel eens voorstelt. Ik heb hiernevens gevoegd eene af-

Fig. 117.



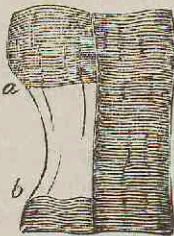
beelding van de spieren van de buitenzijde van den voorarm, ten einde, zonder wijdloopige beschrijving, van dien meest voorkomenden vorm der spieren een begrip te geven. Elke spier is daar door een nummer aangeduid; ik acht het echter voor ons doel minder noodig de namen dier spieren op te geven. In 1, 2 en 3 ziet men een gedeelte van de spieren des bovenarms; 15 is een hand, onder welke de pezen der spieren heenloopen, die zich naar de hand begeeven. — Er zijn echter een aantal spieren, die eene andere gedaante bezitten; er zijn er h. v. die zeer kort zijn; andere zijn breed en plat; er zijn er ook, die den vorm van vliezen aannemen.

Men onderscheidt de spieren in twee klassen. Tot de eerste behooren die, welke tot de willekeurige beweging dienen, tot de andere die, welke aan de onwillekeurige bewegingen dienstbaar zijn.

Aan de spieren der willekeurige beweging onderscheidt men drie deelen; twee einden en een midden-gedeelte. Het laatste is de eigenlijke spier, het spier-vleesch, hetwelk men, vooral bij de langwerpige spieren, ook wel den *buik* der spier noemt, omdat dit het dikste gedeelte der spier is. De beide uiteinden worden gevormd door *pezen*. Deze hebben meestal den vorm eener streng, soms ook van een vlies (pees-vlies), zijn glinsterend wit, en veel harder en vaster dan het spiervleesch. Zij missen het vermogen om zich zamen te trekken, dat alleen aan den buik der spier, het spiervleesch, eigen is. In fig 117 zijn aan de meeste daar zichtbare spieren de dikke, vezelachtige, vleezige buik en een der witte pezen goed te onderscheiden. Door middel der beide pezen is meestal de spier zeer vast gehecht aan twee verschillende punten van het geraamte; het overige gedeelte der spier is los door bindweefsel met de naastliggende spieren en andere deelen verbonden. Er zijn echter ook spieren, die, althans aan het eene einde, met het spiervleesch zelf aan de beenderen, vastzitten. Ook zijn er spieren, die slechts met het eene eind aan beenderen, met het andere eind aan de huid gehecht zijn, h. v. de gelaatsspieren, — ja eene onkele, zoo als de kringspier van den mond, zit geheel niet aan been vast.

Het spiervleesch van elke spier is zamengesteld uit nevens elkander liggende *bundels*, die weder uit kleinere bundels bestaan, welke op hunne beurt zijn zamengesteld uit *spiervezels*, ook wel *primitief-bundels* genaamd. Bij behoortlijk geprepareerde en door het mikroskoop beschouwde spiervezels blijkt het, dat elke spiervezel bestaat uit een aantal enkelvoudige vezeltjes, die men *primitief-vezels* noemt, — even als men de enkelvoudige zenuwbuisjes ook wel zenuw-primitiefvezelsheet. De primitief-bundel eener spier, die voor willekeurige beweging dient, vertoont zich onder het mikroskoop voorzien van dwarsstrepen. Bovendien ontwaart men, doch minder duidelijk, ook overlangsche streepjes, welke de grenzen aanduiden der primitief-vezelen, waaruit elke primitiefbundel bestaat. In fig. 118 ziet men een gedeelte van twee naast

Fig. 118.



elkander liggende primitiefbundels, waaraan de dwarsstrepen en de overlangsche strepen te onderscheiden zijn. Elke primitief-bundel is omkleed door een eigen, zeer fijn vliesje (*sarcolemma*); de eene primitiefbundel in onze figuur is in de lengte uitgerekt geworden; daardoor is hij in 't midden gescheurd en van elkander getrokken, doch het zeer veërkrachtige vliesje is in zijn geheel gebleven, en vertoont zich hier op zich zelf tusschen *a* en *b*. — In fig. 119 zijn eenige afzonderlijke primitiefvezels afgebeeld. Zij bestaan uit eene reeks van

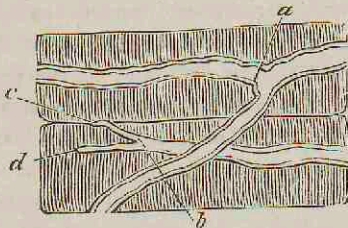
Fig. 119.



zeer kleine lichaampjes, die waarschijnlijk met vocht gevulde blaasjes zijn. Zij zijn allen even groot, en in de nevens elkander gelegene primitiefvezels juist naast elkander geplaatst, zoodat zij in de bundels, welke die vezels te zamen vormen, in overdwarse rijen liggen, waarvan dan ook de dwarsstrepen dier bundels afhangen. Overigens hangen de primitiefvezels door eene niet georganiseerde bindstof, de bundel daarentegen door bindweefsel te zamen, en de geheele spier zelve is in eene bindweefsel-scheede (*spierscheede*) besloten, die bij sommige spieren vrij stevig en dik is.

De spieren der willekeurige beweging bezitten vele bloedvaten. Over de wijze, waarop de zenuwen in die spieren eindigen, sprak ik reeds op blad.

Fig. 120.



167 en gaf daarvan eene afbeelding, die ik hier herhaal. — Overigens is de gevoeligheid der spieren niet groot.

Wat de pezen aangaat, men kan aannemen, dat zij bestaan uit zeer dicht op een gepakt bindweefsel. Meestal vormen zij strengen of koorden, gelijk ik reeds aanmerkte; vele daarvan loopen door scheeden (*peesscheeden*), welke al-

mede tot bindweefsel kunnen teruggebragt worden. Er zijn ook pezen, welke vliesachtige uitbreidingen vormen. De pezen zijn ongevoeliger dan de spieren.

Alle aan den wil onderworpen spieren bestaan uit dwarsgestreepte primitiefvezelen. De spieren daarentegen voor onwillekeurige bewegingen bestaan óf geheel (b. v. de iris, de spierrok van maag en darmen, der pisblaas, der zamentrekbare uitlozingsbuizen der klieren, der wanden der slagaderen, en der longhuisjes), óf gedeeltelijk (het hart en het bovenste gedeelte van den slokdarm) uit een ander soort van primitief-vezelen, die men, ter onderscheiding van de gestreepte, *gladde* primitiefvezelen noemt. Zij zijn plat, kleurloos, met langwerpige ovale celkernen voorzien. In het spiervleesch van het hart en in dat van den slokdarm bevinden zich, behalve gladde, ook dwarsgestreepte vezelen.

Eene levende spier bezit het vermogen, om zich door prikkels zamen te trekken. Dit geschiedt zoo wel wanneer het spiervleesch zelf geprikkeld wordt, als vooral, wanneer de centrifugale zenuw, die zich naar de spier begeeft, door een' prikkel wordt aangedaan. Die prikkels kunnen van zeer onderscheiden aard zijn; werktuigelijke prikkels, scheikundige, electriche, enz. Bij de uit dwarsgestreepte spiervezelen bestaande is de natuurlijke prikkel de invloed van den wil, die door tusschenkomst der centrifugale zenuwen op de spier werkt.

Trekt eene spier zich zamen, dan wordt zij korter en dikker. Maar tevens wordt zij harder, dat is, de spierzelfstandigheid wordt digter in een gedrongen, waaruit volgt, dat de verkorting eenigzins sterker zijn moet, dan de verdikking. Er bestaat verschil van gevoelen omtrent de verandering, die er in de primitief-vezelen der spier plaats grijpt gedurende hare verkorting. Men heeft beweerd, dat de primitief-vezelen zich gedurende de zamentrekking der spier zigzag-vormig bogen, waaruit de verkorting en verdikking der spier natuurlijk gemakkelijk te verklaren zou zijn. Doch men heeft ontdekt, dat deze zigzag-vormige buiging niet plaats heeft gedurende de zamentrekking zelve der vezel, maar wel wanneer deze zich na die zamentrekking weder verlengt, en dat zij dan slechts het gevolg is van het kleven aan de glaasjes tusschen welke de vezels onder het mikroskoop worden geplaatst. Eerder schijnt het, dat er eene vormverandering plaats grijpt van de langwerpige ronde lichaampjes, waaruit de primitiefvezel bestaat. Deze worden namelijk gedurende de prikkeling der spier korter en breeder; het noodzakelijke gevolg hiervan is, dat ook de primitiefvezels, de primitiefbundels en de geheele spier zelve korter en dikker moeten worden.

De zamentrekbaarheid der spiervezel is eene eigenschap, die aan de spiervezel zelve als zoodanig eigen is. Want indien de hooftzenuwen, die naar de eene of andere spier gaan, worden doorgesneden, dan kan wel is waar de wil geen invloed meer uitoefenen op de zamentrekking der spier — zoo deze eene spier der willekeurige beweging is — doch de zamentrekbaarheid van deze blijft bestaan; prikkelt men het spiervleesch, dan volgt er zamentrekking.

Dit bewijst, dat de zamentrekbaarheid der spier niet regtstreeks van de zenuwwerkdadigheid afhangt, maar eene geheel op zich zelve staande eigenschap der spiervezel is. Evenwel is de invloed der zenuwen op de spierzamentrekkingen van het hoogste belang; en wel in tweeërlei opzigt. In de eerste plaats zijn in den gezonden, natuurlijken toestand de centrifugaal-zenuwen de eigenlijke overbrengers van de prikkels, die de spierzamentrekkingen opwekken; bij de spieren voor de willekeurige bewegingen b. v. van den prikkel van den wil. Maar in de tweede plaats staan de zamentrekbaarheid der spier en de stofwisseling in die spier tot elkander in naauw verband; er is op den duur geene zamentrekbaarheid der spier mogelijk, wanneer de stofwisseling, dus de voeding der spier, onderdrukt is. En die stofwisseling kan niet blijven voortgaan wanneer de invloed der zenuwen opgeheven is. Snijdt men alzoo de zenuwen eener spier door, dan moge al in den beginne de zenuwtrekbaarheid daaronder niet lijden, spoedig echter vermindert zij, en gaat eindelijk geheel en al verloren, zoodat zelfs de sterkste prikkel geene zamentrekkingen meer vermogen op te wekken. De spier wordt vervolgens bleek, slap, duun, en wordt zelfs somtijds in eene vormlooze vetmassa veranderd. Dat ook de onderbinding der slagaderen eener spier verlies der zamentrekbaarheid ten gevolge moet hebben, dewijl hier de stofwisseling ook opgeheven wordt, is duidelijk.

Even als na de doorsnijding der spierzenuwen nog eenigen tijd zamentrekbaarheid der spier overblijft, zoo trekken zich de spieren ook een korten tijd na den dood zamen, wanneer zij geprikkeld worden.

Ook in den toestand van rust is aan de spieren eene zekere spanning eigen. Buigt men b. v. den regter arm, door den voerarm met de linker hand naar den bovenarm te voeren, waarbij dus de buigspieren des regter arms in rust blijven, dan zouden die buigspieren zich moeten krommen of knikken, iets, dat evenwel niet plaats heeft, wegens de altijd bestaande neiging tot zamentrekking der spieren. Men noemt deze spanning gewoonlijk *tonus*. Wordt eene spier doorgesneden, dan trekken hare beide einden zich terug, en de snede wordt eene wijde kloof. Worden zekere spieren doorgesneden of verlamd, dan trekken hare antagonistischen zich des te sterker te zamen, als nu niet meer door den tonus der verlamde spieren verhinderd, om aan haar eigene spanning geheel te gehoorzamen.

Zamentrekking der spiervezelen volgt overigens op elken prikkel, dien men, 't zij op de spierzelfstandigheid zelve, of op eene beweegzenuw aanwendt. Galvanische prikkels vooral wekken de spierzamentrekking krachtig op; snijdt men eene spierzenuw door, en prikkelt men het benedeneind der zenuw, dan zal een galvanische prikkel nog krachtige zamentrekkingen opwekken, wanneer de sterkste mechanische prikkels, op dat zelfde zenuweinde aangewend, reeds niets meer vermogen.

De spieren der onwillekeurige beweging, die aan de organische of vegeta-

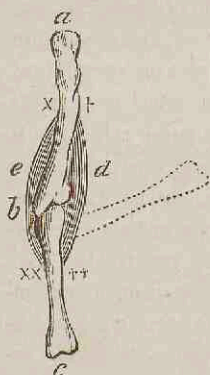
lieve verrigtingen dienstbaar zijn, en die men dus vegetatieve spieren zou kunnen noemen, zijn in de eerste plaats het hart, de kringwijze spiervezelen in de rokken der bloedvaten, in den wand van de uitlozingsbuizen der klieren, in dien van de luchtpijp en hare vertakkingen; verder de spiervezelen der pisblaas, en de spierrok van het geheele spijsverteringskanaal. Men ziet, dat al die spieren hollen omgeven, welke hollen van binnen bekleed zijn met slijmvliezen of met het inwendige vaatvlies. De zenuwen, welke deze spieren ontvangen, behooren tot het zenuwknopstelsel of de medelijdende zenuw, waarvan wij op bladz. 180 de eigenaardige verrigting hebben leeren kennen. De prikkel, die hier de eerste oorzaak der spierzamentrekkingen uitmaakt, is de stof, welke in de genoemde hollen bevat is: bij het hart het bloed, bij het spijsverteringskanaal het voedsel en de vochten, die in dat kanaal worden afgescheiden; bij de pisblaas de urine, enz. De door deze zelfstandigheden opgewekte prikkel wordt door de gevoelszenuwen van het orgaan voortgeleid naar den naastbij gelegen zenuwknop, en in deze gereëfleeteerd op de bewegingszenuwen, die nu den prikkel overbrengen op de spiervezelen des orgaans. Daarop volgt dan zamentrekking dezer laatste. Die zamentrekking heeft natuurlijk vernaauwing der holte ten gevolge, en die vernaauwing voortstuwung van de daarin bevatte stoffen, die den oorspronkelijken prikkel hadden opgewekt. Zoo drijven de zamentrekkingen van het hart het bloed, die der darmen het voedsel voort, enz.

Bij de onwillekeurige bewegingen, waarvan wij hier spreken, valt op te merken, dat zij genoegzaam aanhoudend zijn — trouwens de prikkels, die haar te weeg brengen, werken ook genoegzaam aanhoudend —, maar op deze wijze aanhoudend, dat zij bestaan uit min of meer geregeld en voortdurend elkander afwisselende zamentrekkingen en verslappingsen. Zoo trekken de spiervezelen des harten zich beurtelings zamen en verslappen zich; zoo is ook de beweging der maag en der darmen eene afwisselende vernaauwing en verwijding van de holte der organen. Daarbij komt nog, dat bij die beweging eene zekere orde wordt waargenomen, zoodat het eene gedeelte des orgaans zich zamentrekt, terwijl het andere zich ontspant; zoo trekken zich de kamers van het hart zamen, terwijl de boezems zich ontspannen, en omgekeerd; en zoo ontstaat ook de beweging der darmen, die men, om hare gelijkheid met die van een voortkruipenden worm, wormwijze beweging genoemd heeft. — Bij de pisblaas alleen heeft deze aanhoudende beweging niet plaats; de spiervezelen van dit orgaan trekken zich alleen dan te zamen, wanneer de blaas geheel met urine gevuld is. Wel is waar hezit de blaas, even als de endeldarm, eene sluitspier, die zich in een aanhoudend zamengetrokken toestand bevindt, behalve op 't oogenblik dat de urine geloosd wordt; doch ook bij deze sluitspier noemt men geene geregelde afwisselingen van zamentrekking en verslapping waar; de ontspanning geschiedt meer door het mechanisch geweld der naar buiten gedreven wordende urine.

Wij moeten thans de willekeurige bewegingen, die tot de klasse der dierlijke verrigtingen behooren, beschouwen.

De spieren, die tot de willekeurige beweging dienen, hechten zich met hare beide uiteinden meestal vast aan de beenderen. Die spieren zijn van die beweging de *werkende, active*, de beenderen de *lijdende, passive* organen. Over de beenderen, waaruit het menschelijk geraamte bestaat, en over de gewrichten, die de beweeglijke verbinding tusschen die beenderen vormen, hebben wij, in het vijfde hoofdstuk der eerste afdeling van dit werkje, voor ons doel uitvoerig gehandeld, en willen het daar gezegde hier niet herhalen. Bij de beweging nu spelen de beenderen de rol van steunpunten en van hefboomen, de spieren die van trektoouwen. Het spreekt van zelf, dat, wanneer het eene uiteinde van eene spier aan een vast staand, onbeweeglijk punt, het andere aan een beweegbaar punt gehecht is, en de spier dan door zamentrekking zich verkort, het beweegbare punt tot het vaste naderen moet. De spieren nu, waarvan wij spreken, zijn vastgehecht met haar eene einde aan een been, dat tot vast punt dient, en met het andere aan een tweede been, dat naar het eerste heen bewogen moet worden, en beide beenderen zijn door een gewricht (bladz. 34) beweeglijk met elkander verbonden. Trekt zich nu de spier zamen, en verkort zij zich aldus, dan nadert het bewegelijke punt tot het vaste, dat is, het bewegelijke been beweegt zich in het gewricht en nadert tot het vaststaande. Zie b. v. fig. 121. Aldaar zijn afgebeeld twee

Fig. 121.



beenderen *ab* en *bc*, die in *b* een gewricht vormen, een scharniergewricht b. v. hetwelk eene verplaatsing van het been *bc* in de rigting der gestippelde lijnen vergunt; *d* is eene spier, waarvan de beide aanhechtings punten met + en ++ geteekend zijn. Stellen wij nu dat *ab* onbeweeglijk vast staat, doch *bc* niet, en dat de spier *d* zich verkort, dan moet *bc* zich in het scharniergewricht *b* bewegen, het punt ++ moet naderen tot +, en het been *bc* moet de plaatsing aannemen die door de stippellijnen aangeduid is; — het deel, waarvan de beenderen *ab* en *bc* den grondslag uitmaken, wordt gebogen. Keert nu de spier *d* uit den zaamgetrokken in den verslaptten toestand terug, dan zou *bc*

reeds door zijne eigene zwaarte zinken; doch moet deze beweging uit den gebogenen toestand, deze *wilstrekking*, met eenige kracht en snelheid geschieden, dan dient daartoe de spier *e*, waarvan de aanhechtingspunten zijn *x* en *xx*. Stellen wij het lid in gebogenen toestand, en trekt *e* zich zamen, dan moet daarvan het gevolg zijn, dat *xx* nadert tot *x*, en dat derhalve *bc* uit den door de stippellijnen aangewezen stand terugkeert tot dien, welke het vóór de buiging bezat. Spieren, die aan een en hetzelfde lid op die wijze

eene tegenovergestelde werking uitoefenen, noemt men elkanders *antagonisten*. Zoo zijn de buigspieren van een deel de antagonisten van de uitsprekkende spieren van datzelfde deel, de ophigtende spieren die van de nedertrekkende, en omgekeerd. De spieren, die de tong links trekken, zijn de antagonisten van haar, die dat orgaan naar de rechterzijde bewegen: de ophigtende spier des bovensten ooglieds is, met betrekking tot dat ooglid, de antagonist van de sluitspier der oogleden, enz.

Ik moet bij het reeds gezegde nog eenige noodige opmerkingen voegen. In de eerste plaats zeide ik, dat het een been vast staat, en het andere bewegelijk is. Dat vaststaan wordt door de zamentrekking van andere spieren bewerkt. Wil men b. v. den voorarm buigen, dan wordt de bovenarm door de spieren, die zich aan hem en aan den romp vasthechten, tegen dezen laatsten vastgezet, en wordt alzoo gemaakt tot het vaste punt, waarop zich de bewegelijke voorarm buigt. Daaruit volgt, ten tweede, dat een been beurtelings de rol van vaststaand en bewegelijk punt spelen kan, al naar mate van de bedoeling der beweging.

Bij de zamentrekking b. v. van de spieren, die den arm buigen, kan ook de voorarm het vaststaande en de bovenarm het bewegelijke been zijn; dit geschiedt, wanneer men zich met de handen aan een voorwerp, eene laddersport b. v. hangt, en dan door een sterke buiging van de armen het ligchaam omhoog tilt; de bovenarm beweegt zich dan naar den vaststaanden voorarm heen.

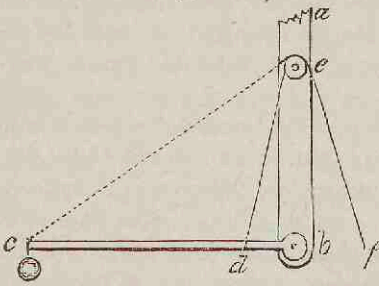
Indien wij het dijbeen ophigten, dan zijn de beenderen van het onderst gedeelte van den romp het vaste punt, waarheen zich het dijbeen beweegt; buigen wij daarentegen het ligchaam voorover, dan zijn de dijbeenderen de vaste punten, waarheen het onderste gedeelte van den romp getrokken wordt. In beide gevallen is het draaipunt der beweging in het heupgewricht.

Het gezegde laat zich nu op de werking van de meeste spieren des ligchaams zonder veel moeite toepassen. Er zijn eenige spieren, die zich niet met hare beide uiteinden aan de beenderen van het geraamte hechten, b. v. onderscheidene spieren der tong en van het strottenhoofd, de zoo even genoemden ophigter van het bovenste ooglid, de spieren van den oogbol, enz. Bij de werking van deze is echter niets bijzonders op te merken, behalve dit, dat hier het vaste punt *altijd* hetzelfde is, t. w. daar, waar zich de spier aan een been hecht. Nog vestig ik hier de aandacht op de sluitspieren (van den aars, de blaas, de oogleden, den mond), die niet aan een been gehecht zijn, maar een spierachtigen ring vormen rondom eene opening. Hare werkwijze wijkt eenigzins van die der overige spieren af; het gevolg van de verkorting harer vezelen is vernauwing en sluiting van de opening, die zij omgeven.

Vestigen wij thans het oog op fig. 122; *ab* is een vaststaand stuk, waaraan door middel van een scharnier in *b* bevestigd is een bewegelijk stuk of een hefboom *b c*, aan welks uiteinde *c* een gewigt hangt. Ten einde dezen hefboom.

en dus ook het daaraan hangende gewigt, op te heffen, is aan b c in d bevestigd een trektouw $d e f$, dat over eene katrol e aan het vaststaand stuk $a b$

Fig. 122.

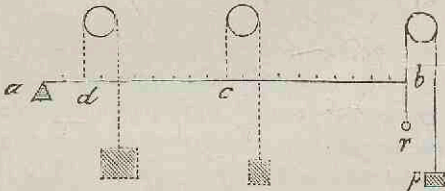


loopt. Ik geloof, dat ieder mijner lezers duidelijk zal inzien, dat, wanneer het touw op die wijze aan den hefboom verbonden is, er vrij wat kracht toe vereischt wordt om den hefboom op te trekken: — veel meer kracht, dan indien het trektouw dicht bij c was vastgehecht, zoo als de stippellijn aanduidt. Trouwens, de werktuigkunde leert, dat men, om een' last met een' hefboom op te heffen, des te grooter kracht moet

aanwenden, naarmate die kracht nader aan het steunpunt wordt aangewend, terwijl men daarentegen des te minder kracht daartoe noodig heeft, naarmate men haar digter bij het zwaartepunt (den last) aanwendt.

Wij willen dit punt nog eenigzins nader ontwikkelen. Stellen wij in fig. 123 dat $a b$ een hefboom is, die zich op een voorwerp in a als steunpunt be-

Fig. 123.



wegen kan, en dat die hefboom eene lengte heeft van 20 (duimen, palmen of ellen, naar believen). Aan het uiteinde b hangt een gewigt r , dat eene zwaarte heeft van 10 (onsen, ponden, of wat men wil). Door dit gewigt zal natuurlijk het einde van den

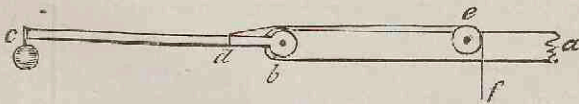
hefboom naar beneden worden getrokken. Wil men dit nu beletten door een tegenwigt p , werkende insgelijks op het uiteinde b des hefbooms, dan zal dat gewigt ook 10 moeten wegen; er heeft dan geen zinken van den hefboom plaats; hij blijft in zijne horizontale stelling. Maar indien men het tegenwigt niet in b maar in c plaatst, zal het, om dezelfde werking als p te kunnen doen, 20 moeten wegen. En indien men het tegenwigt nog digter aan het steunpunt plaatst, b. v. in d , dan zal het 100 zwaar moeten zijn, om den hefboom in een horizontalen stand te houden. — Dat dit niet anders zijn kan, wordt in de werktuigkunde aangeleerd. Zie b. v. de meermalen aangehaalde *Eerste grondbeginselen der Natuurkunde* van P. VAN DER BURG, 3^e druk, bladz. 113.

Hieruit volgt, dat, wanneer eene spier zoo aan het beweegbaar been gehecht is, als b. v. de beide spieren in fig. 122, in $+$ $+$ en \times \times , derhalve digt aan het steunpunt, hetgeen hier het gewricht b is, zulk eene spier zich

met zeer veel kracht moet zamentrekken, en derhalve te dezen aanzien niet zeer gunstig kan gezegd worden geplaatst te zijn. Immers was het aanhechtingspunt $+$ of \times nader aan het uiteinde c , dan zou er ook door de spier minder kracht behoeven te worden aangewend, om dat punt naar het vaste punt $+$ of \times te bewegen, en wel des te minder kracht, naarmate dat beweegbare punt digter aan c gelegen was. En toch zijn verre de meeste spieren des ligchaams zoo schijnbaar ongunstig geplaatst: zij moeten dientengevolge eene groote kracht aanwenden, om betrekkelijk kleine werkingen voort te brengen. De kracht, die b. v. de armspieren moeten uitoefenen ter ophanging van zware voorwerpen, is verbazend, vooral wanneer men met uitgestreken arm een zwaar voorwerp regluit steekt. De reden, waarom men met gebogenen arm minder kracht behoeft uit te oefenen en dus gemakkelijker tilt, dan wanneer men den geheelen arm uitstrekt, is uit het voorgaande gemakkelijk op te maken, zoodra men bedenkt, dat men in het eerste geval een veel korteren hefboom (den voorarm), in het tweede een veel langeren (den geheelen arm) bezigt. Hoe ongelooflijk veel kracht er door de spieren van atleten, als de bekende RAPPO, KROSSO en anderen bij het vertoonen hunner kunststukken, moet aangewend worden, valt uit dit alles duidelijk in het oog.

Op nog eene andere wijze is de inplanting der meeste spieren in dit opzigt ongunstig. Vergelijken wij fig. 122 met de nevensstaande fig. 124, dan valt het in het oog, dat men veel minder kracht zal behoeven aan te wenden om $b c$

Fig. 124.



in fig. 122 dan om $b c$ in fig. 124 op te ligten. Hoe meer de magt perpendic

culair werkt op een' hefboom, des te minder kracht behoeft er te worden aangewend; hoe schuinscher de rigting is, waarin de magt werkt, des te meer kracht is er noodig. — Nu is de inplanting der spieren voor het meereendeel zeer schuinsch (zie fig. 121), — en ook dit moet natuurlijk het uit-

Fig. 123.



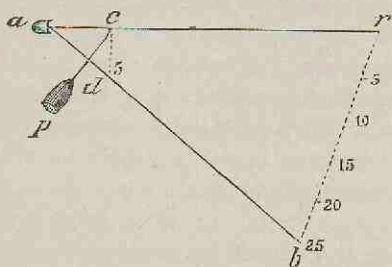
werksel der aangewende kracht verminderen. Soms echter wordt deze ongunstige plaatsing eenigzins verbeterd door de dikte van de gewrichtsuit-einden der beenderen, waarever de pees der spier heenloopt. Zij in fig. 126 r het vaststaande been, en o het beweegbare, m de spier, en z het punt van inplanting dier spier op o , dan ziet men, dat, dewijl de pees der spier over de dikke gewrichtsuit-einden loopt, de hoek van inplanting daardoor minder

schuinsch wordt, en meer tot de perpendiculaire rigting nadert.

Intusschen is de wijze van inplanting der spieren niet in elk opzigt ongunstig te noemen; zij is integendeel zeer gunstig voor de snelheid der bewegingen. Want wat men daarbij aan kracht verliest, wint men aan snelheid. Stellen

wij, dat de magt p den hefboom ar , draaijende op het punt a , naar beneden trekt, zoodat het punt van inplanting c in eene seconde 3 (duimen, voeten)

Fig. 126.



doorloopt, dan zal die magt terzelfder tijde het uiteinde r van den hefboom verplaatsen tot b met eene snelheid, die gelijk zal zijn aan 25; want de afstand die het punt r in eene seconde doorloopen zal, zal vijfmaal grooter zijn, dan die, welke het punt c in eene seconde doorloopt. Men brengt dus met eene kracht, waarvan de snelheid slechts 3 is, in

e aangewend, dezelfde uitwerking voort, als wanneer men rechtstreeks in r eene kracht aanwendde, die eene snelheid van 25 had.

De spieren des ligchaams zijn dus zeer gunstig geplaatst met betrekking tot de snelheid der uit te oefenen beweging. En door de groote snelheid, welke wij met aanwending van betrekkelijk geringe kracht aan onze bewegingen kunnen mededeelen, wordt het verlies aan kracht, waarop ik boven opmerkelijk maakte, ruimschoots vergoed. Om hiervan overtuigd te zijn, behoeven wij slechts te denken aan de werking der spieren bij het slaan met een' hamer b. v; hoe sneller de hamer neêrkomt, des te krachtiger treft hij; eene veel grootere kracht, doch langzaam aangewend, zal hier niet de verlangde uitwerking te weeg brengen.

Het schijnbaar minder doelmatige der wijze, waarop de spieren aan de beenderen gehecht zijn, verdwijnt op die wijze geheel, en vooral, wanneer men daarbij bedenkt, welken monsterachtigen vorm het menschelijk ligchaam, bepaaldelijk de ledematen, zouden verkregen hebben, indien de spieren op het beweegbare been niet zoo dicht aan het gewricht waren ingeplant, maar op de wijze, als in fig 122 door de stippellijn wordt aangewezen.

BORELLI, en anderen na hem, hebben getracht de kracht van een groot aantal spieren te bepalen, en uit de gevondene getallen af te leiden, hoeveel kracht bij de meeste spierbewegingen verloren gaat ten einde grootere snelheid te verkrijgen. Om hiervan een denkbeeld te geven zal het genoegzaam zijn eene der berekeningen van BORELLI mede te deelen. Het gewigt van den voorarm is ongeveer 2 kilogrammen, die men beschouwen kan als geplaatst op de helft van den voorarm, of wat op hetzelfde neêrkomt, men kan aannemen dat dit gewigt 1 kilog. is, geplaatst op een dubbelen afstand van het steunpunt, te weten in de hand. Nu kan een mensch gemiddeld met uitgestreken arm 13 kilog. opgeligt houden; dus is de zwaarte, die hij met den arm ondersteunen moet, 14 kilog. Aan den anderen kant is de afstand tusschen de inplanting der hier werkende spieren en het steunpunt (het gewricht) slechts ongeveer

$\frac{1}{20}$ gedeelte van de lengte des voorarms; gevolgelijk zal de waarde der kracht, die opwegen moet tegen de op te ligten zwaarte, zijn $20 \times 10 = 280$; dat is: om een gewigt van 14 kilogrammen op te ligten, moesten de buigspieren van den arm eene kracht uitoefenen gelijk aan die, welke zij zouden moeten aanwenden, indien zij, op de voor krachtsuitoefening meest gunstige wijze ingeplant, een gewigt van 280 kilogrammen moesten tillen.

De kracht van elke afzonderlijke spier hangt overigens af van hare dikte, of de grootte harer dwarssnede, dat is, van het getal primitiefvezelen, dat zij bevat.

De wijze, waarop bij de gewrichten het gewrichtshoofd van het eene been in de gewricht van het andere gehouden wordt, verdient nog eene afzonderlijke vermelding. Men nam vroeger aan, dat de gewrichtsbanden en de het gewricht omgevende spieren dit deden; doch latere onderzoekingen, vooral die der gebroeders WEBER op het heupgewricht, hebben bewezen, dat het vooral de drukking der buitenlucht op de luchtleedige en door den beursband luchtdigt geslotene gewrichten is, die tegen de zwaarte van het lid opweegt en het verhindert de gewrichtsholte te verlaten. Wordt een lijk zóó geplaatst, dat de beenen vrij naar beneden hangen, en worden nu de spieren rondom tot op den beursband van het heupgewricht doorgesneden, dan blijft het been nog even vast in dat gewricht hangen, als te voren. Ja het gewrichtshoofd past zoo naauwkeurig in de gewrichtsholte, dat ook zelfs als de beursband doorgesneden is het been nog niet uit het gewricht valt. Boort men echter aan de binnenzijde van het darmbeen een tot in de gewrichtsholte doordringend gaatje, dan dringt daar doorheen de lucht hoorbaar tusschen het gewrichtshoofd en den wand der heupkom in, en het eerste valt er uit; drukt men het er nu weder in, en houdt dan met den vinger het gaatje dicht, dan zit het hoofd weder even vast als vroeger, doch wijkt ook dadelijk weder uit, zoodra men den vinger weg trekt. — Bij de gewone drukking der lucht staat de atmospherische drukking op het heupgewricht ongeveer gelijk met de zwaarte van het geheele been. De eerste toch wordt berekend op 22 tot 23, de laatste op 18 tot 20 pond. De slappe beursband kan het gewricht onmogelijk zamenhouden; maar ook de spieren behoeven dit niet te doen; zonder de minste inspanning van de zijde dezer laatste blijft het been in het heupgewricht vast gehecht. Zoodra echter eenige meerdere kracht wordt aangewend om het gewricht van een te trekken, dan de eigene zwaarte van het lid bedraagt, komen de spieren in werking, en beletten door zamentrekking de anders onvermijdelijke ontwrichting.

Na geruimen, langeren of korteren tijd, in zamengetrokken toestand verkeerd te hebben, wordt eindelijk de spier ongeschikt tot zamentrekking, en er laat zich in haar eene éigenaardige gewaarwording gevoelen: — zij wordt *vermoeid*. Die vermoeijng treedt des te spoediger in, naarmate de zamentrekking sterker en aanhoudender is; afwisseling van zamentrekking en ver-

slapping doen haar later intreden. Door rust wordt de zamentrekbaarheid der spieren hersteld, en het gevoel van vermoeidheid verdreven.

Behalve de kracht en de snelheid der spierbewegingen, verdient nog de vaardigheid, waarmede zij in het werk gesteld worden, onze aandacht. Er zijn eenige bewegingen, welke, zonder oefening, slechts moeilijk afzonderlijk kunnen verrigt worden; zoo kunnen de meeste menschen, bij eene uitgestrekte hand, den ringvinger of de pink niet afzonderlijk buigen, maar slechts te gelijk met de overige vingers. Aan den anderen kant zijn er zekere verrigtingen, welke eene gelijktijdigheid en eene opvolging van onderscheidene spierbewegingen vereischen, welke almede zonder oefening niet uitvoerbaar zijn. Tot deze verrigtingen behoort het gaan, het zwemmen, en de uitoefening van allerlei handgrepen bij handwerken, bedrijven en ligchaamsoefeningen, waartoe men slechts door oefening de vaardigheid, den *slag*, gelijk men het noemt, kan verkrijgen. Die vaardigheid kan men bepalen als het vermogen, om de bewegingen zijner willekeurige spieren volkomen te behoerschen, en naar believen en oogenblikkelijk gelijktijdig, opeenvolgend, of elke afzonderlijk te doen plaats grijpen. De verkrijging van die vaardigheid is een der hoofd-doeleinden der gymnastiek.

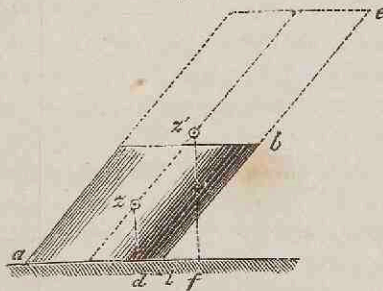
Wij zullen de onderscheidene bewegingen, welke wij met de verschillende beweegbare deelen onzes ligchaams uitvoeren, niet opnoemen of nader beschrijven; het aangevoerde is genoeg om zich van de wijze, waarop die bewegingen geschieden, een algemeen denkbeeld te vormen, en op de meeste bijzondere bewegingen zal de toepassing van het gezegde niet moeilijk zijn. — Van de meer zamengestelde bewegingen moeten wij echter de beide voornaamste hier afzonderlijk beschouwen, en deze zijn het *gaan* en de voortbrenging der *stem* en der *spraak*.

Gelijk wij reeds vroeger zagen, is de mensch niet geschikt om, evenals de meeste landzoogdieren, die men daarom viervoetige dieren noemt, alle vier de ledematen tot gaan te bezigen, dat is, om op handen en voeten te gaan. Wel is waar doet dit het kind, wanneer 't het eerst aan de neiging om van plaats te veranderen voldoen wil, doch het *kruipt* dan op de handen en de knieën, en *gaat* niet op de handen en de voeten. Immers de dijbeenderen van den mensch zijn zoo lang, dat de knieën, wanneer zij tegen den buik getrokken worden, zooals bij de meeste landzoogdieren het geval is, vóór en tusschen de ellebogen dicht bij elkander geplaatst zijn; eene stelling, waarin hij niet of hoogst moeilijk vooruit kan komen. Trekt hij daarentegen de knieën niet tegen den buik, dan komt het bekken veel hooger te staan dan de schouders, het grootste gewigt des ligchaams rust op de armen, en de voeten rusten enkel met den bal op den grond. Deze houding is niet minder moeilijk vol

te houden, en het gaan valt daarbij op den duur niet minder bezwaarlijk. Daarbij komt dan nog de hoogst vermoeijende inspanning der nekspieren, die het hoofd moeten opligten, opdat de oogen niet naar de aarde, maar vooruit zullen zien. Bij de viervoetige dieren is te dien einde een sterke nekband aanwezig, die bij den mensch ontbreekt.

Zal een ligchaam, op den grond geplaatst, niet omver vallen, maar regtop blijven staan dan is het noodig, dat het zóó geplaatst zij, dat eene loodlijn' afdalende van het zwaartepunt des ligchaams, valle binnen de vlakke, die bedekt wordt door den grondslag waarmede het ligchaam op den grond rust. Het zwaartepunt nu is in elk ligchaam dát punt, rondom hetwelk alle deelen des ligchaams in evenwigt zijn, — waarop dus dat ligchaam zou kunnen balanceren. — Zoo zal de scheeve cilinder *ab* (fig. 127) niet omvallen, omdat *z*

Fig. 127.



zijn zwaartepunt is, en de loodlijn *z d* binnen de grenzen van het grondvlak *a i* valt. Maar de cylinder *a e* moet noodzakelijk vallen, omdat zijn zwaartepunt in *z'* ligt, en de loodlijn *z' f* dus buiten de grenzen van *a i* valt.

Bij den mensch nu is het zwaartepunt genoegzaam in het midden des bekken gelegen. Staat hij op beide voeten, (waarbij deze vooral met de hielen en het voorste gedeelte der middenvoetsbeenderen, of den bal der voeten, den grond raken), dan valt de daarvan afdalende loodlijn tusschen de beide hielen. Een aantal spieren houden daarbij het hoofd op de wervelkolom in evenwigt, de wervelkolom, de dij en het been uitgestrekt, en het voetgewricht zoo ver gebogen, dat het scheenbeen met den voet een' rechten hoek maakt. Hiertoe is evenwel geene zoo groote inspanning dier spieren noodig, als men denken zoude, aangezien het hoofd reeds van zelf op de wervelkolom genoegzaam in evenwigt staat, en de wervelbeenderen, het bekken, het dijbeen, het scheenbeen en de voet zoo hoven elkander geplaatst zijn, dat zij bijna in eene regte lijn liggen, en alzoo met weinig moeite als op elkander gestapeld kunnen worden gehouden. Zoodra echter de romp of de onderste ledematen bij het staan ecnigzins gebogen zijn, moeten de uitstrekende spieren veel meer kracht aanwenden, ten einde te verhoeden, dat het ligchaam op den grond zinkt.

Doch ook wanneer het ligchaam geheel regt staat, is het staan op beide voeten eindelijk vrij vermoeijend, en men staat op den duur gemakkelijker op één been, terwijl het andere een weinig vooruit gesteld wordt. Het zwaartepunt ligt dan boven den bal des achtersten voets, en de voorste voet, slechts ligt op den grond rustende, doet niets, dan slechts het voorovervallen be-

etten. Wordt nu het been, waarop de gansche zwaarte des ligchaams rust moede, dan wordt het zwaartepunt op het andere been overgebracht, en het vermocide vooruit gestrekt.

Iemand, die eenen last op den rug draagt, buigt zich voorover; die eene vracht voor het lijf torscht, buigt zich daarentegen achterover; draagt men met ééne hand eene aanmerkelijke zwaarte, dan buigt men het ligchaam naar de tegenovergestelde zijde, en strekt daarbij dikwijls den vrijen arm horizontaal uit. Dit geschiedt, omdat in al deze gevallen het zwaartepunt verplaatst wordt naar de zijde, waar zich de last bevindt; die verplaatsing kan hgt zoo ver gaan, dat de zwaartelij n komt te vallen buiten het door de voeten begrensde vlak, in welk geval men omvallen zoude; de tegenovergestelde buiging, die men aan het ligchaam geeft, dient alzoo nergens anders voor, dan om dat zwaartepunt zóó te houden, als, volgens het opgegevene, voor een vasten stand noodig is.

Men staat des te vaster, naarmate de loodlijn meer op het midden van het grondvlak valt. Valt zij digter aan den rand van dat vlak, dan is de stand minder vast en zeker; een geringe aanstoot vermag dan het zwaartepunt tot over de grenzen daarvan te drijven.

Het *zitten* vermocit minder dan het staan, omdat de uitstreckende spieren der onderste ledematen, op wie het bij het staan zoo zeer aankomt, daar die deelen het gansche gewigt des ligchaams dragen, — niets te doen hebben. De houding echter, waarin de mensch het best rust, omdat zich daarbij geheel geene spieren behoeven in te spannen, is het *liggen*.

Bij het *gaan* wordt, bij den eersten stap, het eene been, bij voorbeeld het linker, van den grond opgeligt en naar voren gebracht, terwijl het andere been, hier het regter, zoo wordt uitgestrekt, dat eerst de hiel, dan de hal van den voet van den grond wordt geheven, en tevens de vroeger eenigzins gehogene kuie wordt uitgestrekt. Van deze uitstrekking van het knie- en voetgewricht is natuurlijk eene verlenging van het been het gevolg, en, daar de leenen vooreerst op den grond blijven steunen, zoo kan het niet anders, of de thans op het linkerbeen rustende romp moet daardoor vooruit gestuwd worden. Heeft het regter been den hoogsten graad van uitstrekking bereikt, dan houden zijne spieren op met werken, en het been, aan zijne eigene zwaarte overgelaten, valt werktuigelijk naar voren, evenals een aan het bekken opgehangene slinger, die, naar achteren opgeligt zijnde, vervolgens aan zich zelf overgelaten wordt. Het been, hangende aan den romp, die zich, ten gevolge des verkregen aanstoots, nog altijd vooruit beweegt, slingert daarbij zóó ver naar voren, dat het niet alleen het op den grond rustende linkerbeen bereikt, maar dit voorbij gaat, en voor hetzelfde op den grond neêrgezet kan worden. Gedurende deze voorwaartsche slingering des regter beens, strekt zich het linkerbeen op zijne beurt uit, op dezelfde wijze als zoo even het regter been, drijft het nu op het regter been rustende ligchaam even zoo vooruit, slingert

daarop naar voren, en plaatst zich vóór het regterbeen, dat intusschen al weder begonnen is zich uit te strekken. Aldus door de beurtelingsche uitstrekking der beenderen vooruitgedreven, wordt de eene trede na de andere gedaan, en beweegt zich het geheele ligchaam voorwaarts.

Het laat zich gemakkelijk begrijpen, dat bij het gaan, zooals het hier beschreven is, het geheele ligchaam afwisselend eenigzins rijzen en dalen moet. Op het oogenblik, dat zich het eene been begint te verlengen en uit te strekken, gaat het ligchaam een weinig in de hoogte, doch daalt daarop, totdat het been zijne grootste verlenging bereikt heeft. — Gedurende de voorwaartsche slingering van het achterste uitgestrekte been, buigt zich de knie en de voet van dat been eenigzins, doch zonder dat onze wil daaraan iets doet, enkel door het overwigt, dat, in rustenden toestand, de buigspieren altijd bezitten boven de strekspieren. Door deze geringe buiging wordt het been eenigzins verkort; ware dit niet het geval, dan zou het, terwijl het voorbij het vast staande been slingert, ligt tegen den grond stooten, zich alzoo niet vóór het andere been plaatsen, en het ligchaam, nog altijd voortgedreven door den eenmaal verkregen aanstoot, zou voorover op den grond vallen. Dit geschiedt toch nog wel, wanneer de voortslingerende voet eene verhevenheid op den grond ontmoet; men noemt dit struikelen.

Er is bij het gaan één oogenblik, in hetwelk het ligchaam op beide beenen rust; het is dan, wanneer het voorwaarts geplaatste been reeds op den grond staat, en de teenen van het achterwaarts gestrekte den grond nog niet verlaten hebben. Hoe langzamer men gaat, des te langer duurt dit oogenblik; hoe sneller onze gang daarentegen is, des te korter. Bovendien maakt men bij sneller gaan grootere schreden, en elke schrede wordt in korteren tijd volbragt, welke laatste vooral daarvan afhangt, dat men het slingerende been meer buigt, en alzoo korter maakt. Immers, hoe korter een slinger is, des te sneller slingert hij.

Het *loopen* verschilt daardoor van het gaan, dat de achterste voet op hetzelfde oogenblik den grond verlaat, waarop de andere met den grond in aanraking komt, en zelfs, bij snel loopen, vóór dat de andere den grond aanraakt. De uitstrekking van het achterste been is hier snel en krachtig, zoodat de voet niet zoo zeer met de teenen tegen den grond steunt en het ligchaam vooruit gestuwd wordt, maar het been, als eene losgelatene springveder, tegen den grond stoot, en het ligchaam dien ten gevolge als vooruitgeworpen wordt. Het snelle loopen maakt alzoo den overgang tot het *springen*, waarbij de beenen sterk gebogen, en vervolgens krachtig en snel worden uitgestrekt, terwijl de teenen tegen den grond drukken. Het ligchaam ontvangt daardoor een schok, die het omhoog of vooruit werpt (vertikaal of horizontaal springen), al naarmate de rigting, die men aan de voetzolen en aan het geheele ligchaam geeft.

Het zoude ons te ver voeren, indien wij alles, wat ten opzichte van het gaan

en in het algemeen ten opzichte van de plaatsbeweging bij den mensch aan te merken is, hier wilden behandelen. Wij gaan daarom veel, hiertoe betrekkelijk, met stilzwijgen voorbij, en zullen ook niet over het klimmen en zwemmen uitweiden; de bewegingen trouwens, die de ledematen daarbij verrigten, zijn gemakkelijk waar te nemen en te begrijpen. Wij zullen derhalve nu overgaan tot een ander onderwerp, dat hier ter plaats behoort behandeld te worden, te weten de *stern* en de *spraak*.

Op de wetten der spierbeweging berust de geheele theorie der gymnastiek, waarin wij hierin niet kunnen treden. Wij merken hier alleen op, dat hetgeen op bladz. 150 gezegd is van den toevloed van bloed naar een geprikkeld deel, ook geldt van een zich bewegend deel, en dat daaruit gemakkelijk op te maken is, waarom oefening der spieren, d. i. menigvuldige, krachtige zamentrekking er van, de voeding dier spieren bevordert, ze aldus versterkt en tot nog krachtiger zamentrekking in staat stelt. Voorfs blijkt, uit hetgeen vroeger over het samenstel der beenderen gezegd is, in verband met de aanhechting der spieren aan de beenderen, dat menigvuldige en krachtige spierbewegingen den vorm der beenderen zelve kunnen wijzigen, en wel des te eerder en meer, naarmate die beenderen aan een jonger voorwerp behooren. Zoo kan h. v. een verkeerde vorm van de borstkas door doelmatige zamentrekkingen der zich aan de borst hechtende spieren verbeterd worden. Daar de zamentrekkingen der buikspieren natuurlijk de buiksingewanden zamendrukken, zoo is het niet moeilijk in te zien, dat die zamentrekkingen den bloedsomloop in de buikorganen en de verrigtingen van de laatste bevorderlijk kunnen zijn. En de algemeene, maar matige en geregelde versnelling van bloedsomloop en adembaling, die steeds het gevolg is van goed geleide gymnastische oefeningen, moet op de regeling van den bloedsomloop en op de oxydatie des bloeds eenen heilzamen invloed uitoefenen. Voegen wij hier nu nog bij de vlugheid en vaardigheid in het bewegen der spieren, die de gymnastiek verschaff, en houden wij bij dat alles in het oog, dat de geheele rigting van den tegenwoordigen tijd daarheen strekt, het leven meer en meer tot een zittend leven te maken, althans lichaamsinspanning zoo veel mogelijk te verminderen en, waar men er niet buiten kan, eenzijdig, d. i. tot enkele deelen beperkt, te maken, — dan loopt het nul, ja de noodzakelijkheid der kunstmatige gymnastiek voor onzen tijd, als surrogaat voor de natuurlijke lichaams-oefeningen, te zeer in het oog, dan dat men dat nut en die noodzakelijkheid aan anderen, dan zeer bevooroordeelde of zeer onkundige en onbevattelijke lieden, nog nader zou behoeven te betoogen.

Ten einde de wijze, hoe de stem voortgebracht wordt, wel te begrijpen, moeten wij eerst nader kennis maken met een orgaan, hetwelk ik reeds meermalen

len vermeld heb, maar welks meer naauwkeurige beschouwing ik tot hier toe verschoven heb. Ik bedoel het *strottenhoofd*.

Het strottenhoofd is gelegen aan het bovenend van de luchtpijp, voor aan den hals, waar het onder de huid duidelijk voelbaar is, en, vooral bij mannen, meer of min uitpuilt. Ik herhaal hier in fig. 128 eene reeds op bladz. 37 medegeedeelde afbeelding, waar *e* het strottenhoofd, *d* het boven daar aan bevestigend tongbeen, en *g* de luchtpijp aanduidt; *f* is niets dan de reeds op bladz. 88 vermeldde schildklier, welke van voren het strottenhoofd gedeeltelijk bedekt, doch waarmede wij thans niets te maken hebben

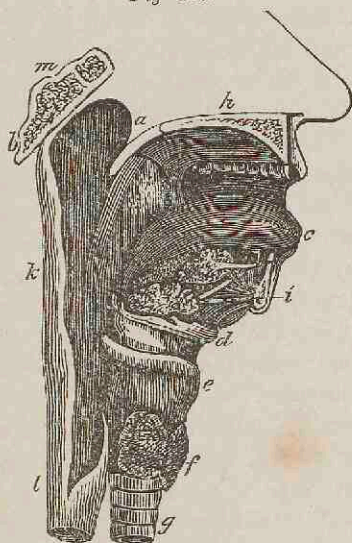


Fig. 129

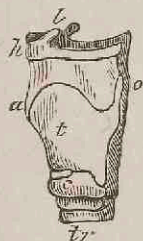


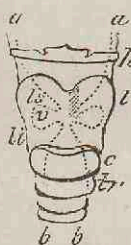
Fig. 130.



Het strottenhoofd is eene breede en korte buis, die van boven vastgehecht is aan het *tongbeen* (fig. 128 *d*, fig. 129 en fig. 130 *h*), welk been met zijn ligchaam *l*, fig. 129, weder aan de long vast zit. De wanden dier buis bestaan uit verschillende kraakbeenderen, die men den naam van *schildvormig* kraakbeen, fig. 129 *l*, *ringvormig* kraakbeen *e*, en *bekervormige* kraakbeenderen, fig. 130 *a r* geeft. Het schildvormig kraakbeen puilt naar voren uit, bij den man sterker dan bij de vrouw, en vormt zoo doende eene verhevenheid, fig. 129 *a*, aan welke men in vroegeren tijd den zonderlingen naam van *Adams-appel* gegeven heeft. Door het ringvormig kraakbeen hangt het strottenhoofd zamen met de luchtpijp, waarvan de eerste ringen in fig. 129 door *l r* worden aangewezen. Van binnen is het strottenhoofd bekleed met een slijmvlies, dat zamenhangt met, of, met andere woorden, eene voortzetting is van het slijmvlies der keelholte, en zich zelf ook weder in het slijmvlies der luchtpijp voortzet. Op de hoogte van den Adamsappel vormt dit slijmvlies tegen den binnenrand des strottenhoofs vier plooiën, die in de rigting van voren naar achteren gelegen zijn, zoodat er twee regts en twee links liggen. Fig. 130 verloont eene verlikale doorsnede van het strottenhoofd, waardoor men de regterheft van dat orgaan van binnen te zien krijgt. De letters *h*, *t*, *e*, *l r* beteekenen hetzelfde als in fig. 129. Doch *a r*

duidt het kleine bekervormige kraakbeen der regterzijde aan, waaraan zich de beide regtsche ploojen van het slijmvlies vasthechten; van voren zijn die ploojen aan het meest naar voren uitpuilende gedeelte des schildvormigen kraakbeens gehecht. Het zal nu niet moeilijk zijn die beide ploojen, die men de *bovenste* en de *onderste stemspleetbanden* noemt, in de fig. te onderscheiden, niettegenstaande zij niet door letters zijn aangeduid; men ziet tusschen beide eene vrij diepe groeve, de *boezem van Morgagni* geheeten, en door *v* aangewezen. De beide bovenste stemspleetbanden liggen van weërszijden digt nevens elkander, doch laten tusschen elkander eene spleet open; zoo is het ook gelegen met de onderste. De bovenste spleet noemt men *valsehe*, de onderste *ware stemspleet*. Boven de valsehe stempleet bevindt zich eene kraakbeenige klep, welke door een' band bevestigd is aan den voor-hovenrand van het schildvormig kraakbeen, boven den Adams-appel, en van daar schuin naar boven en naar achteren gerigt is. Deze klep is het *stratklepje*, waarover reeds op bladz. 61 gesproken is, toen wij over het slikken handelden. Dit klepje kan, gelijk toen gebleken is, worden nedergedrukt en daardoor den weg tot het inwendige des strottenhoofs afsluiten.

Fig. 131.



Ten einde zich dit alles nog duidelijker te kunnen voorstellen, voeg ik hier fig. 131 bij, waar men het strottenhoofd van voren ziet, en waar de inwendige deelen door stippellijnen zijn uitgedrukt. De letters *h*, *t*, *e*, en *t r* be- teekenen ook hier hetzelfde als in fig. 129. De omtrek der inwendige holte, of met andere woorden, de loop van het slijmvlies, dat die holte bekleedt, wordt aangeduid door de stippellijnen, die van *a* tot *b b* loopen; *l s* is de bovenste en *l i* de onderste stemspleetband der linkerzijde, *v* de tusschen beide gelegene boezem van Morgagni. De stem- spleetbanden en de boezem der regterzijde hebben nu goene nadere aanwijzing noodig, en even min de beide stemspleten, die tusschen de wederzijdsche bovenste en benedenste banden gelegen zijn.

In fig. 132 is *a* eene buis, over wier ééne opning twee vliezen *b* en *c* zoodanig gespannen zijn, dat zij tusschen elkander eene naauwe spleet open laten. Stellen wij, dat het vlies *b* een veêrkrachtig, doch *c* een niet veêrkrachtig vlies is, en dat nu van onderen in de buis geblazen wordt, dan zal het vlies *b* gaan trillen en een' toon geven. Zijn beide vliezen veêrkrachtig, dan trillen zij beide en geven beide een' toon. Zulk een toestel noemt men een *tongwerk*, in het eerste geval met eene enkelvoudige, in het tweede geval met eene dubbele *tong* (*anche*); en een aantal blaasin-

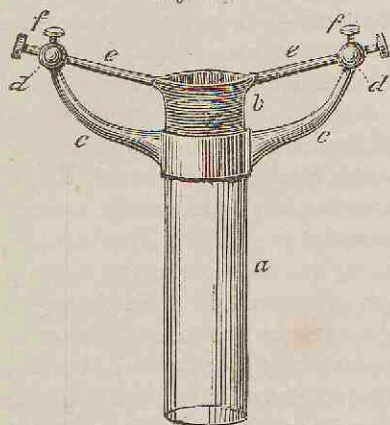
Fig. 132.



strumenten, zooals de klarinet, de fagot, de harmonica, de orgelpijp, geven geluid door middel van zulke op verschillende wijzen ingerigte handen of tongen.

Het valt evenwel vrij moeilijk om door middel van het boven afgebeeld eenvoudige toestelletje toonen voort te brengen, en om te dien einde aan de vliezen den behoorlijken graad van spanning, aan de spleet de juiste wijidte enz. te bezorgen. Beter voldoet, vooral tot ons tegenwoordig oogmerk, een

Fig. 133.



ander toestelletje, in fig. 133 afgebeeld.

Het bestaat uit eene ongeveer twee duim wijde glazen of metalen buis, *a*, op welks eene einde eene veel kortere, doch even wijde gom-elastieke buis *b* geplaatst en door een' koperen ring bevestigd is. Aan dien ring is aan weërszijde een koperen arm *c* bevestigd, welke in een bolletje *d* uitloopt, dat iets hooger staat dan de bovenrand der buis *b*. Boven *c* en *c* is aan dien bovenrand een dun koperen staafje *e* bevestigd, hetwelk door eene opening in *d* loopt,

en daarin heen en weër geschoven, maar ook door eene schroef *f* kan worden vastgezet. Trekt men nu *e e* in tegenovergestelde rigtingen, dan valt het niet moeilijk in te zien, dat de buis *b* in de rigting tusschen beide staafjes *e e* breeder, doch naar die mate in dwarse rigting smaller moet worden, en de ronde opening meer en meer de gedaante eener langwerpige spleet moet aannemen, naarmate men de staafjes *e e* verder vaneen trekt. De twee randen of lippen, welke die spleet begrenzen, zullen ook naar die mate sterker gespannen worden. Zij vormen nu twee tongen, die, wanneer men van het andere einde in de buis blaast, in trilling geraken, en een' toon doen ontstaan, welken toon men wijzigen kan, door op de beschrevene wijze de randen meer of minder te spannen.

Het strottenhoofd nu is zulk een werktuig met tongen (*instrument à anches*), als waarvan de beschrevene toestellen en de opgenoemde muziekinstrumenten ons de voorbeelden leveren. De onderste, ware stembanden zijn de tongen; de lucht wordt uit de longen door de luchtpijp in het strottenhoofd, en door dit in de keelholte gedreven, en bij zijnen doorgang door de vernauwde stemspleet brengt hij de stembanden, tusschen welke die spleet gelegen is, in trilling en veroorzaakt aldus een' toon.

Ik zeg hier opzettelijk »de vernauwde stemspleet,» — want dat tot het voortbrengen van geluid eene bijzondere gesteldheid der stemorganen noodig

is, spreekt van zelf. Immers ware dit niet het geval, dan zou bij *elke* uitademing, die wij doen, een geluid, eene stem moeten worden gehoord, dewijl toch bij elke uitademing de lucht uit de longen door de stemspleet naar buiten gedreven wordt (zie bladz. 112). Dit nu is, zoo als wij weten, niet het geval. Wanneer de mensch geene stem wil laten hooren, zijn de stembanden in een' staat van verslapping en de stemspleet is verwijd. Bij het voortbrengen van geluid daarentegen worden de stembanden gespannen door spieren, die van voren het schildvormig kraakbeen en van achteren de bekervormige kraakbeenderen naar beneden trachten te trekken, — en tevens trekt zich een klein spiertje, dat in elken stmband gelegen is, te zamen, drukt daardoor de randen der beide banden digter bijeen en vernaauwt alzoo de stemspleet.

Wij hebben op bladz. 244 gezien, dat de hoogte der toonen afhangt van het aantal trillingen, welke het geluidgevend ligchaam binnen eene bepaalde tijdsruimte voortbrengt. Bij gespannen koorden en vliezen nu verhoudt zich, bij gelijke spanning, het aantal trillingen binnen een' bepaalden tijd in omgekeerde reden van de lengte van het koord of het vlies, dat is met andere woorden, hoe langer de snaar of de tong is, des te minder, en hoe korter zij is, des te meer trillingen maakt zij in een bepaalden tijd. Daaruit volgt, dat korte stembanden een' hoogerem, lange daarentegen een' lagerem toon zullen geven, wanneer de graad van spanning overigens gelijk staat. — Bij den man nu zijn de stembanden langer dan bij de vrouw, dewijl het strottenhoofd des mans grooter is, en het schildvormig kraakbeen meer naar voren uitpuilt, waardoor de afstand tusschen dit en de bekervormige kraakbeenderen, en dus de lengte der stembanden, grooter is. Hierin is hoofdzakelijk de reden gelegen van het onderscheid tusschen de lagere mannelijke en de hoogere vrouwelijke stem. Ook bij de kinderen is het strottenhoofd naar evenredigheid klein, en het schildvormig kraakbeen weinig uitpuilend; daar van daan de hooge toon der kinderlijke stem. Bij mannen zijn hovendien de stembanden zelve dikker en stijver, dan bij de vrouw, en zijn daardoor minder gemakkelijk in trilling te brengen; daarom kost het in 't algemeen aan mannen meerdere moeite om de toonen zeer snel achter elkander voort te brengen; en dewijl ook de kraakbeenderen des strottenhoofs dikker en minder medegevend zijn, zoo valt het hun moeilijk den graad van spanning der stembanden snel te veranderen; de mannelijke stem bezit daarom, over 't geheel genomen, mindere buigzaamheid dan de vrouwelijke,

Hoe sterker eene snaar of tong gespannen wordt, des te hooger is de toon, die door hare trillingen wordt voortgebracht. Door de zoo even vermeide spieren nu wordt de graad van spanning der stembanden verhoogd of verlaagd, en naar die mate wordt dan ook de stem bij een' en denzelfden persoon hooger of lager. De iets meerdere wijdte of engte der stemspleet heeft op de hoogte des geluids weinig invloed; alleen moet zij geene grootere wijdte dan hoogstens ééne streep bezitten, of er wordt eene stem gehoord. Overigens kan men, bij

gelijkblijvende spanning der stembanden, den toon aanmerkelijk verhoogden door sterker aanblazen bij de uitademing.

Gewoonlijk heeft de menschelijke stem eenen omvang tusschen 2 en $2\frac{1}{2}$ octaven; door oefening gelukt het dien omvang te vergrooten tot 3, en bij zeer gelukkig gevormde organen soms tot $3\frac{1}{2}$. Van eene stem, die een' omvang van 4 octaven had, zijn geene voorbeelden bekend.

De menschelijke stem bevat overigens twee registers van toonen, waarvan het eene de borststem, de andere keelstem of falsetstem (*voix de fausset*) genaamd wordt. Het verschil tusschenbeiden heeft daarin zijnen grond, dat bij de borsttoonen de geheele stembanden, bij falsettoonen daarentegen slechts hare dunne randen trillen. Bij eene veêrkrachtige tong zijn de toonen hooger, wanneer de rand alleen trilt, en hoe sterker zulk eene tong gespannen is, des te moeilijker is zij over hare geheele uitgebreidheid in trilling te brengen. Daarom worden dan ook de hoogste toonen eener stem met het falsetregister aangegeven, en niet met borsttoonen.

De meerdere of mindere *kracht* of *sterkte* der stem hangt af. 1° van den omvang der longen, der luchtpijp en van het strottenhoofd, van de meerdere of mindere grootte der organen, die tot de voortbrenging van het geluid het hune bijdragen; 2° van de kracht, waarmede de lucht uitgedemd wordt; 3° van den weêrklank, dien het boven de ware stembanden gelegen gedeelte des strottenhoofds en de keelholte geven. Het nut der boezems van Morgagni wordt ook in het geven van een' weêrklank gezocht; misschien is echter dat nu wel hoofdzakelijk daarin gelegen, dat die holten de uitgebreidheid van het onmiddellijk boven de ware stembanden gelegene slijmvlies vergrooten en daardoor eene overvloedige bevochtiging dier banden met slijm mogelijk maken, — eene bevochtiging, zonder welke zij niet in staat zijn, toonen voort te brengen.

De bijzondere geaardheid der stem, de klank (*timbre*) hangt van een groot aantal omstandigheden af, als daar zijn: de meerdere of mindere vochtigheid der stembanden, de grootere of geringere veêrkrachtigheid en ruimte der stemorganen, de ruimte der keel, der mond- en der neusholte, en wat dies meer zij.

De stembanden kunnen slechts een hooger of lager *geluid* voortbrengen; door aan dat geluid eene bepaalde sterkte en een' eigenaardigen klank toe te voegen, wordt dit geluid eene *stem*. — Doch deze stem wordt dan eerst *spraak*, wanneer zij *gearticuleerd* wordt, een' bepaalden vorm verkrijgt. De *klankers* zijn de eenvoudige geluiden, die door de trillingen der stembanden worden voortgebracht; eigenlijk brengen die trillingen slechts één, nu hooger dan lager, geluid voort, hetwelk echter gewijzigd wordt door de meerdere of mindere wijdte van de ruimte, die het in de keel- en mondholte moet doorloopen. Bij de *a* is de mond het meest geopend, doch de keel het minst verwijd; bij de *u* is de mond het meest gesloten, en de keel het meest verwijd door ne-

dertrekking van den wortel der tong. Wat het meer of min openen der mondholte aangaat, volgen de klinkers elkander aldus op; *a, o, e, i, u*, doch wat het nedertrekken van den tongwortel aangaat op deze wijze *u, o, a, e, i*.

De medeklinkers of consonanten worden niet door de stembanden gevormd; zij hebben ook eigenlijk geen' toon en verkrijgen dien slechts van den klinker, waarmede zij worden uitgesproken. Zij ontstaan uit eene zekere belemmering, die aan de trillende lucht in den weg wordt gelegd gedurende hare uitdrijving door de keel- en mondholte en tusschen de lippen. Deze belemmering bestaat in het sluiten der mondholte, waardoor de lucht gedwongen wordt door den neus te gaan, in het buisvormig vernauwen der mondopening, in het bijna oopen brengen der tanden bij geopende lippen, in het drukken der tong tegen het gehemelte, enz. Wij kunnen niet treden in eene beschouwing van de vorming van elken medeklinker; eene korte vermelding daarvan zoude moeilijk te begrijpen en daarom onnut zijn; eene uitvoerige uiteenzetting zou ons de grenzen van dit werkje te ver doen overschrijden. Ik behoef hier slechts met een woord te herinneren, dat het vermogen om te *spreken* slechts door oefening verkregen wordt; het jong geboren kind brengt slechts *geluiden* voort, het schreeuwt. — Bij het *spreken* doen wij toonen hooren, van welke het oor niet naauwkeurig de intervallen en de onderlinge overeenstemming onderscheidt; het *gezaag* daarentegen bestaat uit toonen, die door regelmatige trillingen worden voortgebracht, en die door het gehoor geteld en gewaardeerd kunnen worden.

Eindelijk verdient het opmerking, dat er nog zekere geluiden zijn, die door de mond- en keelholte zonder toedoen der stembanden worden voortgebracht. Daartoe behooren het roghelen en het snorren, waarbij de bogen van het zachte verhemelte naar beneden getrokken worden, en door de uitgeademde of ingeademde lucht in trilling worden gebracht. Bij het fluiten wordt de mondopening sterk zamengetrokken, zoodat er slechts eene naauwe opening overblijft, door welke de lucht naar buiten uitgeperst, of naar binnen opgehaald wordt, waarbij dan de lippen in trilling geraken.

Gelijk ik reeds vroeger deed opmerken, is het bezit der spraak een der voornaamste punten van onderscheid tusschen den mensch en de dieren. Dit ligt evenwel niet zoo zeer aan het bezit van eene gearticuleerde stem, — want ook sommige dieren zijn in staat woorden uit te spreken, — als wel daaraan, dat de mensch een zin hecht aan de woorden, die hij spreekt, en aan de schikking, welke hij aan die woorden geeft. Dit maakt eigenlijk de gearticuleerde stem tot *spraak*, door welken de mensch in staat gesteld wordt zijne gedachten aan anderen mede te deelen.

VII. HOOFDSTUK.

Aard der Zenuwwerking. Dierlijke electriciteit.

Zoolang wij over de zenuwwerking hebben gesproken, hebben wij van hare eigenlijke oorzaak met geen woord gewaagd; wij zagen alleen, dat de indruk, dien de zenuwen 't zij aan haar centraal, 't zij aan haar peripherisch uiteinde ontvangen, door haar voortgeleid wordt, in het eerste geval naar de peripherie (de spieren), in het tweede naar het centraal-orgaan (de hersenen). Doch over den aard van dien indruk, en de wijze van die voortleiding vernamen wij niets. Ik twijfel evenwel niet, of mijne lezers zullen ook hiervan iets meer wenschen te weten; zij zullen vragen: wat is het dan eigenlijk, dat door de zenuwen voortgeleid wordt? En ofschoon ik vrees, hen niet in alle opzichten te zullen voldoen, zoo zal ik evenwel eenige bladzijden wijden aan eene poging, om hen eenigzins op de hoogte te brengen van de tot dus ver daaromtrent aangenomene denkbeelden.

Reeds van ouds sprak men over eene *zenuw-vloeistof*, die door de zenuwen in het geheele ligchaam rondliep. In de gevoelszenuwen, zoo dacht men, werd door prikkeling der zenuwen die vloeistof in beweging gebragt, en bewoog zich dan in eenen stroom naar de hersenen toe; daarentegen bragt eene prikkeling der beweegzenuwen, door den wil b. v. of eenigen anderen prikkel, eene strooming in de rigting der spieren te weeg. Die vloeistof moest, dus dacht men verder, uiterst fijn en etherisch zijn; anders was de verbaasende snelheid, waarmede die stroomingen noodzakelijk geschieden moesten, geheel onbegrijpelijk en onverklaarbaar; daarvan dan de naam van *zenuwgeest*, dien men ook wel aan de zenuwvloeistof gaf. Niemand had deze ooit gezien, of daarvan zoodanige werkingen waargenomen, die haar bestaan buiten twijfel stelden; de aanneming daarvan berustte dus niet op de waarneming, maar slechts op eene veronderstelling, — eene veronderstelling echter, die ontsproot uit de onmogelijkheid om de zenuwwerking op eene andere wijze te begrijpen. Men had wel eens gewaagd, de zenuwen te vergelijken bij snaren, wier trillingen zich van het eene eind naar het andere voortplanten; doch daartegen waren gewigtige bedenkingen gerezen; immers de zenuwen zijn volstrekt niet gespannen, en loopen zelfs in bogten, slechts aan weekte en medegevende deelen gehecht, door het ligchaam; en men kon zich toch geene trilling in de zenuw voorstellen, zonder dat deze gespannen was. De aanneming van eene zenuwvloeistof had meer voor zich: men vergeleek haar in lateren tijd met de electriciteit, welke men toen eene onweegbare vloeistof veronderstelde te zijn. Deze vergelijking zoude weldra blijken niet van allen grond ontbloot te zijn, hoezeer men daarbij het denkbeeld van eene vloeistof zou moeten opgeven.

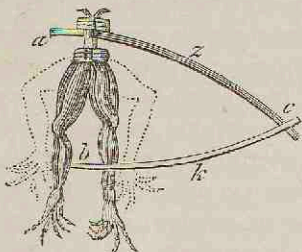
In het jaar 1782 werd ALOISIUS GALVANI, hoogleeraar te Bologna, door eene

toevallige ontdekking geleid tot het doen eener reeks van proefnemingen, die in hare gevolgen voor de wetenschap van het grootste belang zijn geworden, en den grondslag hebben gelegd tot de leer van de later naar hem genoemde galvanische electriciteit of het galvanisme. Hij maakte deze proefnemingen in 1791 wereldkundig, en eene der belangrijkste daarvan kwam hier op neer. Een pas gedooide kikvorsch werd doorgesneden, zoodat GALVANI alleen de achterpooten, door middel van hare zenuwen met een stuk ruggegraat zamenhangende, overhield. Hij doorboorde het ruggemerg met een koperen (elders spreekt hij van een ijzeren) haakje; en wanneer nu dit haakje en de achterpooten *te gelijk* in aanraking werden gebracht met eene ijzeren plaat, dantrokken zich dadelijk de spieren der pooten zamen. — Het denkbeeld, dat GALVANI zich over de oorzaak van dit verschijnsel vormde, bestond hierin, dat hij aannam, dat de dieren eene eigene zelfstandige electriciteit (*dierlijke electriciteit*) bezitten, waarvan de hersenen het afscheidingsorgaan, de zenuwen de geleiders, en de spieren de bewaarplaatsen zijn. Hij vergeleek de spieren bij Leidsche flesschen, waarin de electriciteit is opgehoopt, zoo, dat het inwendige der spier positief, de uitwendige oppervlakte daarentegen negatief geëlectriseerd is. Het mechanisme van alle bewegingen bestond, volgens hem, daarin, dat de spier ontladen wordt, evenals dit met eene Leidsche flesch geschiedt, en wel langs de zenuwen, die eene verbinding tusschen het inwendige en de oppervlakte der spier daarstellen; de uitwerking van deze ontlading is prikkeling der spiervezel, en dus zamentrekking daarvan. Bij zijne proefnemingen nu verving de aangebrachte metaalgeleiding de natuurlijke zenuwgeleiding, en moest, evenals deze laatste, prikkeling der spier, en dus zamentrekking ten gevolge hebben.

Deze op het toenmalig standpunt der wetenschap ongetwijfeld vernuftige verklaring werd echter al spoedig met kracht bestreden door ALEXANDER VOLTA, hoogleeraar te Pavia, die zich de nieuwe ontdekking met hooge ingenomenheid aantrok. Hij bewees, dat de genoemde verschijnselen de uitwerkselen waren van eene zeer zwakke electriciteit, die volstrekt niet in het ligchaam des diers was voortgebracht, maar opgewekt werd door de aanraking van twee ongelijksoortige metalen, of wel van twee stukken van hetzelfde metaal, die in hardheid, polituur, temperatuur, oxydatie-toestand enz. van elkander verschillen, en dientengevolge slechts schijnbaar gelijksoortig zijn. Hij toonde de wijze aan, waarop men de voornaame proef van GALVANI nemen moet, ten einde krachtige zamentrekkingen te verkrijgen. Zij is deze. Men prepareert een' kikvorsch op de door GALVANI opgegevene wijze (zie fig. 134), verbindt in *a* de zenuwen die naar de spieren loopen, of het stuk ruggemerg, waaruit die zenuwen ontspringen, met een reepje zink *z*, en de spieren der pooten in *b* met een reepje koper *k*. Zoodra nu de beide metaalreepjes elkander in *c* aanraken, trekken de spieren der pooten zich zamen, zoodat deze den stand aannemen, die door de gestippelde lijnen wordt aangewezen. De

electriciteit wordt hier in *c* opgewekt en brengt de zamentrekking der spieren

Fig. 134.



te weeg door den prikkel, dien zij op de zenuwen derzelve uitoefent. Men kan ook andere metalen, en zelfs reepjes van een en hetzelfde metaal nemen, zoo deze laatste slechts in een der boven genoemde opzigten verschillen; de zamentrekkingen zijn dan echter minder krachtig.

Het was er echter verre van af, dat GALVANI zijn gevoelen zoude opgeven.

Dit werd echter eerst verledigd door

zijn neef en leerling ALDINI, die tegen de proeven van VOLTA eene zeer belangrijke proef overstelde. Hij plaatste een vlak schaalje, van onderen voorzien van eene met eene stop geslotene opening, in een grooter schaalje, goot in het bovenste kwik, plaatste op den rand daarvan een' op de gewone wijze geprepareerden kikvorsch zoo, dat het ruggemerg en de zenuwen in de kwik, de voeten daarentegen in het onderste schaalje hingen. Wanneer hij nu de opening in het bovenste schaalje ontsloot, dan vloeyde het kwik daardoor in het onderste, en zoodra nu de afhangende voeten ook met het kwik in aanraking kwamen, dan ontstonden er oogenblikkelijk zamentrekkingen. Hier had men dus een geleidenden metaalboog, die wel ontegenzeggelijk uit één enkel, geheel gelijksoortig metaal bestond; er kon hier derhalve van eene electriciteit, opgewekt door de aanraking van ongelijksoortige metalen, geene sprake zijn, en de electriciteit moest hier dus wel afkomstig zijn uit de spieren zelve.

Hoe belangrijk deze proefneming, later door VON HUMBOLDT herhaald en verbeterd, ook zijn mogt, nog belangrijker waren eenige proeven, die GALVANI zelf in het werk stelde. De voornaamste daarvan, waarvan de overige slechts wijzigingen zijn, komt hierop neder. Men vat een' geprepareerden kikvorsch bij den eenen voet, zoodat het aan de zenuwen hangende stuk ruggegraat naast het andere been vrij afhangt, slingert nu voorzigtig het preparaat zóó, dat de zenuwen met de afhangende dij in aanraking komen, of ligt de eerste met een isolerend ligchaam, een droog glazen staafje b. v., op, en laat ze dan tegen de dij vallen, — en men zal in beide gevallen zamentrekkingen der spieren waarnemen. Deze zamentrekkingen hangen niet af van eene mechanische prikkeling, door den aanstoot voortgebracht; want laat men de zenuw op eene veel hardere zelfstandigheid vallen, dan eene spier is, dan ontstaat er geene zamentrekking. Ook merkte GALVANI hierbij de merkwaardige omstandigheid op, dat somtijds ook op het oogenblik, dat de zenuw zich van de spier verwijdert, eene zamentrekking ontstond.

Ook deze proefnemingen trachtte VOLTA te verklaren op eene wijze, die met zijne inzigten strookte. GALVANI van zijnen kant ging voort met zijne be-

schouwingswijze te verdedigen, maar kon er ongelukkig niet toe komen om den eenigen uitweg in te slaan, die hem tegenover de krachtige bewijsredenen van VOLTA overbleef, deze namelijk, van alleen de verschijnselen, die hem bij zijne laatste proeven en bij die van ALDINI getroffen hadden, op rekening der *dierlijke electriciteit* te stellen, maar daarentegen de zamentrekkingen bij de aanwending van ongelijksoortige metaalbogen geheel aan de door VOLTA verdedigde *contact-electriciteit* af te staan. Deze laatste bleef almede eenzijdig op zijn eenmaal ingenomen en met glans verdedigd standpunt staan, en daar zijne ontdekkingen op het gebied der electriciteit van dag tot dag meer in aantal en gewigt toenamen, zoodat de roem van GALVANI weldra geheel door den zijnen verdonkerd werd, zoo was het gevolg van dit alles, dat de zienswijze van VOLTA weldra de algemeen heerschende werd, en die van GALVANI langzamerhand geheel in vergetelheid geraakte.

Het was eerst in 1827 dat NOBILI de aandacht weder vestigde op de *dierlijke electriciteit*. Het was hem gelukt aan den galvanometer of galvanischen multiplicator (zie VAN DER BURG, blz. 686 en volg.) die grootte gevoeligheid voor zwakke galvanische stroomen te schenken, welke wij thans kennen, en hij toonde nu aan, dat, wanneer men eene kikvorsch op de wijze van GALVANI toebereidt, dan de beide uiteinden van het preparaat, te weten de lendenzenuwen en de voeten, in twee glaasjes met water plaatst, zoodat de lendenzenuwen zich in het eene, en de poeten in het andere glas bevinden, en men vervolgens de beide platina-uiteinden van de draden des galvanometers elk in een der glaasjes dompelt, eene afwijking der magneetnaald van 10, 20 tot 30 graden waargenomen wordt. Hij noemde den alzoo aangetoonden galvanischen stroom den *eigen stroom van den kikvorsch* (*la corrente propria della rana*), en zocht dezen te verklaren door hem te houden voor een thermoelectrischen stroom, welke zijnen oorsprong zou ontleenen aan de ongelijke verkoeling van de zenuw en de spier, voortgebragt door de uildamping van het vocht, waarmede zij omgeven zijn.

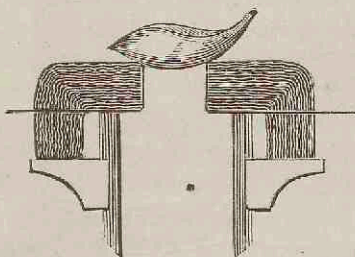
Deze proef wekte de aandacht en deed de studie der electricische verschijnselen bij dieren weder opratten. Onder hen, die zich in dit opzigt de meeste moeite hebben gegeven, behooren vooral MARIANINI, RITTER, MATTEUCCI en DUBOIS-REYMOND genoemd te worden.

Ik wil niet beproeven, van de resultaten, welke de arbeid der genoemde geleerden tot dus ver opgeleverd heeft, ook slechts een algemeen overzicht te geven. Om die resultaten te kunnen begrijpen, is eene grondige kennis van de leer der electriciteit noodig; en al konde deze bij al de lezers van dit boek verondersteld worden, dan zou zulk een overzicht toch eene te groote ruimte innemen, en zou het beter zijn zulke lezers te verwijzen naar de oorspronkelijke werken, uit welke ik het overzicht zou moeten putten. Ik zal daarom alles daar laten, wat men, vooral DUBOIS-REYMOND, thans omtrent de electricische stroomen der spieren en der zenuwen geschreven heeft, en slechts aan-

voeren, dat zijne proeven tot resultaat schijnen te hebben, dat inderdaad de spier- en zenuwwerkzaamheid met electricische werkingen in het naauwste verband staan, en naar zuiver natuurkundige wetten op de stofmenging en den bouw der spieren en zenuwen berusten. Hoe men zich dat verband voorstellen moet, daarover kan ik, gelijk ik zeide, niet uitweiden, te meer, omdat enkele slotsommen dier onderzoekingen lians weder betwijfeld worden. Ik zal evenwel twee ten hoogste belangrijke proefnemingen van DUBOIS REYMOND mededeelen, met de gevolgen, die men uit deze trekken kan.

Een levende kikvorsch wordt op een plankje vastgemaakt; eene zijner dijspieren wordt losgeprepareerd, zoo, dat deze alleen door middel eener zenuw aan de dij verbonden blijft. De spier wordt dan, gelijk in nevensgaande figuur

Fig. 135.



wordt afgebeeld, geplaatst op twee kussentjes, die gemaakt zijn van op elkander gestapeld vloeipapier, en die met zout water doortrokken zijn; de kussentjes hangen met hunne uiteinden elk in een glas, dat met hetzelfde zout water gevuld is, en elk kussentje wordt in het glas ondersteund door een houten, met vernis overtrokken klosje. Zij hebben

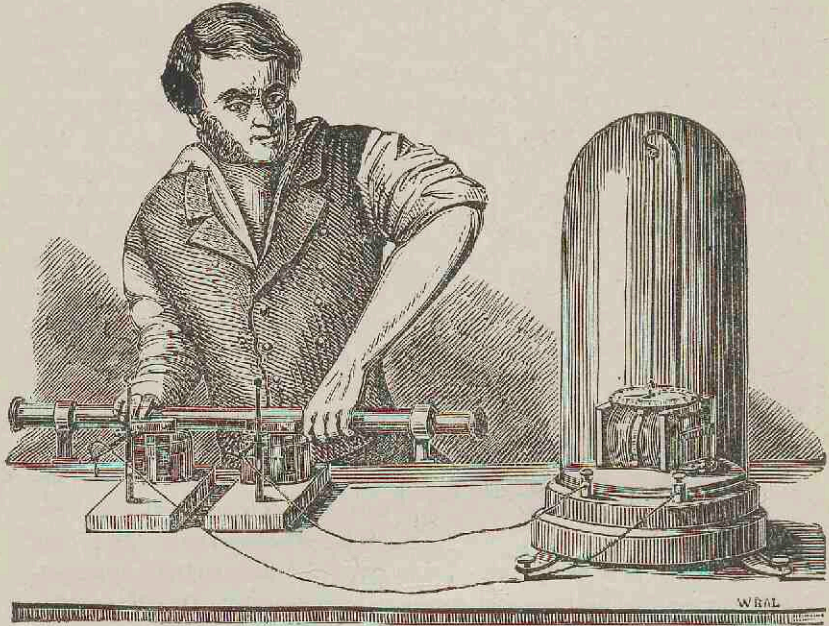
door middel van twee horizontale stangen en verder door middel van metaaldraden gemeenschap met een zeer gevoeligen galvanometer. De galvanometer, dien men tot dergelijke lijne proeven noodig heeft, moet voorzien zijn van eene astatische naald en met minstens 24000 windingen van dun draad, terwijl bovendien hij de zamenstelling van het instrument bijzondere voorzorgen noodig zijn. — Zoolang nu de op de kussentjes geplaatste spier in rust blijft, blijft ook de naald van den galvanometer onbeweiglijk; maar zoodra men de spier tot zamentrekking noopt, wijkt de naald af. Dit geschiedt, hetzij deze zamentrekking voortgebragt wordt door de zenuw der spier te prikkelen met de punt eener naald, met een zuur of met iets anders, hetzij men het dier strychnine doet inzwelgen, waardoor krampachtige zamentrekkingen in alle spieren worden opgewekt. Twee gevolgen vloeijen uit deze proef, in verband met die van NÖBILI, voort: 1° er bestaat een eigene electricische stroom in de spier; 2° deze stroom wordt gewijzigd op het oogenblik der zamentrekking, dewijl de naald zich dan op eene zeer merkwaardige wijze verplaatst.

Eene andere, nog meer belangrijke proef is door DUBOIS-REYMOND, in tegenwoordigheid van den beroemden von HUMBOLDT en een aantal andere Duitsche en Fransche geleerden, met het beste gevolg verrigt.

Men maakt langs eene tafel een rol rond stuk hout vast; dit hout is zoo dik, dat men het met de handen stevig aanvatten kan. Vóór dit hout worden op de tafel twee glazen met zout water geplaatst; het daarin bevatte water

heeft, door twee metaalslangen met draden, gemeenschap met den galvanometer. De proefnemer vat het dwarshout met beide handen, en dompelt de

Fig. 136.



beide wijsvingers elken in eene der zoutoplossingen. De naald van den galvanometer blijft nu onbewegelijk, want de natuurlijke elektrische stroomen, die langs de zenuwen der beide armen plaats hebben, van gelijke sterkte zijnde, en in tegenovergestelde rigting op de naald werkende, vernietigen elkanders werking en kunnen dus geene beweging der naald veroorzaken. Maar wanneer nu de proefnemer de spieren van den regterarm zoo krachtig mogelijk zamentrekt, door het dwarshout stevig met de regterhand te omvatten, terwijl de linkerarm slap en onbewegelijk blijft, dan draait terstond de naald en beschrijft eenen boog van 30, 40 en zelfs 50 graden. Op het oogenblik, dat de zamentrekking ophoudt of zwak wordt, herneemt de naald hare vorige plaatsing. Men wacht nu zoo lang, tot zij geheel in rust is, trekt dan de spieren van den linker arm te zamen, terwijl de regter arm slap blijft — en dadelijk draait de naald weder, maar nu in eene tegenovergestelde rigting van die, in welke zij zich bewoog toen de regter arm zamengesrokken werd.

Drie voorwaarden zijn tot het wél gelukken van deze proef noodig: voor- eerst, eene groote spierkracht; ten tweede, de zamentrekking der spieren van slechts éénen arm, terwijl de andere in volkomene rust en ontspanning blijft; ten derde, dat de huid der handen niet hard en verceef, maar fijn, volkomen

rein en zonder eenig wondje of ontvelling zij, hoe gering ook. Indien de proefnemer niet sterk, en de zamentrekking zijner spieren dus niet krachtig genoeg is, dan wijkt ook de naald weinig of niet af. Zoo de spieren der beide armen zich zamentrekken, zelfs op eene ongelijke wijze, dan kan de afwijking der naald, die slechts het *verschil* aangeeft der kracht, waarmede de spieren der beide armen zich zamentrekken, bijna = 0 zijn. Eene eeltige huid belet den stroom in het water over te gaan, en onreinheid of eene ontvelling geeft aanleiding tot scheikundige werkingen, die zelve electriche stroomen opwekken, welke de naald verplaatsen, en alzoo de proefneming storen en onzeker maken.

Men kan hetgeen uit deze proeven af te leiden is, aldus zamenvatten. Onze zenuwen zijn de zitplaats van aanhoudende electriche stroomen; op het oogenblik, dat men de twee wijsvingers in de beide glazen met zout water dompelt, blijft de naald onbewegelijk, omdat de stroomen in beide armen gelijk zijn, en in tegenovergestelde rigting loopen, en dus elkander veronzijdigen. Maar wanneer nu de spieren van den éénen arm zich zamentrekken, dan worden in de zenuwen dier spieren de electriche stroomen gewijzigd, de stroomen in de spieren van den anderen arm verkrijgen daardoor het overwigt, en doen dien ten gevolge de naald afwijken.

Overigens kan de stroom in elke zenuw, zij moge eene beweeg- of eene gevoelszenuw zijn, zowel centrifugaal als centripetaal loopen. Eene spierzenuw leidt den stroom ook centripetaal, doch deze leiding heeft geene uitwerking, daar zij slechts aan het peripherisch uiteinde met een orgaan verbonden is, dat aan de opwekking door dien stroom beantwoordt. Ook eene gevoelszenuw leidt centrifugaal, doch er volgt daarop geene gewaarwording noch beweging, omdat alleen in de hersenen een zenuwindruk tot bewustheid komen kan, en zij peripherisch niet eindigt in een voor zamentrekking vatbaar orgaan, d. i. in eene spier.

Na het bekend maken van deze proefnemingen en de daaruit te trekken gevolgen heeft DUBOIS-REYMOND en hebben anderen hunne onderzoekingen aangaande de dierlijke electriciteit nog verder voortgezet. Ik kan daarover echter niet verder uitweiden, deels omdat daartoe alweder eene grondige kennis van de leer der electriciteit noodig is, deels omdat ook veel wat de beoefenaren der dierlijke electriciteit hebben verkondigd, in den laatsten tijd tegenspraak heeft ondervonden; zooals o. a. onlangs door SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN beweerd is, dat de spierstroom niet aan de *levende* spier eigen zou zijn, maar slechts een scheikundige stroom, opgewekt door de beginnende ontbinding der aan de lucht blootgestelde gedeelten der spier zou wezen. Voortgezette onderzoekingen zullen de waarheid of onwaarheid van deze bewering moeten beslissen.

VIII. HOOFDSTUK.

Verrigtingen der Centraaldeelen van het Zenuwstelsel.

Wij hebben ons tot dus ver hoofdzakelijk bezig gehouden met de verrigtingen der zenuwen, en aangaande die der centraaldeelen weinig meer aangemerkt, dan dat van de hersenen de wilsnittingen uitgaan, en in de hersenen de indrukken der gevoelszenuwen tot bewustheid komen, waarbij wij nog voegen moeten, wat bladz. 177 over de reflexie-bewegingen gezegd is. In dit hoofdstuk zullen wij de verrigtingen van de centraaldeelen des zenuwstelsels opzettelijk beschouwen.

(Wij beginnen met het *ruggemerg*. Dit deel moet, in de eerste plaats, beschouwd worden als een bundel, waarin alle ruggemergszenuwen, die, even goed als de hersenzenuwen, uit de hersenen ontspringen, nevens elkander liggen. Men kan het ruggemerg dus beschouwen als een dikken zenuwstam, die uit de hersenen voortkomt, en welks takken de ruggemergszenuwen zijn. Het is dan ook natuurlijk, dat, wanneer men op het ruggemerg dergelijke proeven in het werk stelt, als ik vroeger voor de zenuwen opgegeven heb, men daarbij ook dezelfde verschijnselen moet opmerken, welke men waarnemen zou bij eene gemengde, d. i. uit centripetale en centrifugale zenuwdraden zamengestelde zenuw. Elke prikkeling wekt pijn en zamentrekking beneden de plaats, waar zij aangebragt wordt. Snijdt men het ruggemerg door, dan zijn alle deelen, beneden de plaats van doorsnijding, van gevoel en willekeurige beweging beroofd; terwijl daarentegen de zenuwen, welke voortkomen uit het bovengedeelte, dat nog met de hersenen samenhangt, hare verrigtingen blijven uitvoeren.

(Het ruggemerg is echter nog iets anders dan eene bloote geleidingsstreng. Het is een centraal-orgaan, dat eene zelfstandige werking vermag uit te oefenen, zonder medewerking der hersenen.) Wij hebben reeds op verschillende plaatsen van reflexie-bewegingen gesproken, en wel meer bepaaldelijk op bladz. 177 en 181, en aldaar ook het ruggemerg aangewezen als de plaats, waar de tot die bewegingen vereischte mededeeling van de door centripetale zenuwbuisjes aangewende prikkels op centrifugale zenuwbuisjes welligt tot stand komt. Daarover moeten wij nu nog met een woord spreken.

Wij welen, dat indien bij het levend dier het ruggemerg ergens doorgesneden zamengedrukt, of vernield wordt, al de deelen, die van het beneden de verwoesting gelegene gedeelte des ruggemergs zenuwen ontvangen, gewaarwording en willekeurige beweging verliezen; bestaat die verwoesting vlak beneden het groote achterhoofds gat, dan is de geheele romp verlamd. Die verlamde deelen zijn echter daarom niet volstrekt bewegingloos; zij oefenen nog reflexie-bewegingen uit, die zelfs eenige doelmatigheid bezitten. Steekt men h. v. den verlamden voet met eene naald, dan wordt die voet weggetrok-

De zenuwstelsel
in de reflexie-
bewegingen

ken, of maakt eene afwerende beweging, enz. De Romeinsche keizer HELIOGABALUS vermaakte zich somtijds met in het amphitheater aan struisvogels in hun vollen loop den kop met een zwaard af te houwen; ofschoon onthoofd, zetteden zij hunnen loop nog eenigen tijd voort. Dergelijke waarnemingen heeft men bij hoenders gemaakt, die, wanneer hun kop afgesneden was, nog eenige oogenblikken voortliepen, met de vleugels sloegen, enz. Aan teder is het op 't eerste gezigt medelijden inboezemende opspringen der in moeten gesnedene aal in de heete pan bekend. Het gebeurt somtijds, dat een kind geboren wordt, bij hetwelk ten gevolge van gestoorde ontwikkeling de hersenen ontbreken. Zulk een kind schreeuwt, wanneer het aan omstandigheden blootgesteld is, door welke ook een gewoon kind tot schreeuwen zoude genoopt worden, spitst den mond tot zuigen, zuigt zelfs niet zelden, enz. — Deze bewegingen, die blijkbaar niets anders dan reflexie-bewegingen zijn, worden niet door medewerking der hersenen tot stand gebragt; immers het verband der spieren van den romp met de hersenen, welk verband door middel van het ruggemerg plaats grijpt, is opgeheven, of de hersenen bestaan niet; het ruggemerg moet dus het orgaan zijn, van waar zij uitgaan; immers wanneer men door een ijzerdraad in het wervelkanaal te steken het ruggemerg vernietigt, dan houden die reflexiebewegingen geheel op. Derhalve komt aan het ruggemerg eene zelfstandige, van de hersenen onafhankelijke werkdadigheid toe, welke zich openbaart door het voortbrengen van reflexie-bewegingen na aangebragte prikkels, op die wijze, als ik dit op bladz. 177 heb aangeduid. De doelmatigheid van die bewegingen zoude iemand ligtelijk tot het denkbeeld kunnen brengen, dat zij met eenigen graad van bewustheid en willekeur moeten vergezeld gaan. Intusschen is dit geenszins het geval. Indien men een dier, welks ruggemerg vlak beneden het groote achterhoofds gat doorgesneden is, stil laat liggen, dan blijft het volkomen bewegingloos, en van het ruggemerg gaat geen spoor van wilsuïting uit. Eerst dan, wanneer een uitwendige prikkel aangebragt wordt, verschijnt eene bepaalde, in elk bijzonder geval altijd dezelfde reflexie-beweging, en van het ruggemerg gaat geen spoor van wilsuïting uit. Eerst dan, wanneer een uitwendige prikkel aangebragt wordt, verschijnt eene bepaalde, in elk bijzonder geval altijd dezelfde reflexie-beweging, evenals de mechanische beweging van eenen automaat, die geheel het karakter van willekeur mist.

Op de zoo even aangehaalde bladz. gaf ik eenige voorbeelden van reflexie-beweging, van zoodanige spierbeweging, die geheel zonder toedoen van den wil (de hersenen), van het ruggemerg (en het verlengde merg) uitgaat. Ik voeg hier nog enkele voorbeelden bij, die schijnbaar niet daartoe gebragt zouden moeten worden. Alle bewegingen bij het pas geboren kind zijn van dien zelfden aard; zulk een kind leeft om zoo te zeggen een ruggemergs-leven. Eerst langzamerhand ontwikkelen zich het eigenlijke bewustzijn en het wilvermogen, het hersenleven, — en trapswijze verkrijgen de hersenen eene

zekere heerschappij over het ruggemerg, door middel waarvan zij de van dit laatste uitgaande reflexie-bewegingen hetengelen of leiden, terwijl de wil nu ook zonder zelfstandige medewerking des ruggemergs dezelfde bewegingen te voorschijn roept, die vroeger enkel onwillekeurige reflexie-bewegingen waren. Zoo wordt dan door dit van lieverlede ontstaande overwigt der hersenverrigtingen de rol des ruggemergs in vele opzigten tot die van bloote geleidingsstreng beperkt; zijn zelfstandig werkingsvermogen blijft echter bestaan; zelfs neemt het ruggemerg, indien ik het zoo uitdrukken mag, iets van de hersenen over, in zoover het zekere bewegingen, welke den wil geregeld op zekere gewaarwordingen volgen laat, om zoo te zeggen aanleert, en eindelijk ook buiten onzen wil uitoefent, wanneer diezelfde gewaarwordingen ons treffen. Daartoe behooren de gebaren, die men bij bepaalde gewaarwordingen en aandoeningen maakt. Zij zijn — op eenige uitzonderingen na, die werkelijk van den begin af reflexie-bewegingen zijn, zooals het pijnlijk vertrekken der aangezigtsspieren bij onaangename gewaarwordingen, — geenszins eene oorspronkelijke natuurspraak, die zich geheel zonder medewerking der verstandelijke vermogens vormt, gelijk men wel eens beweert. Integendeel, zij ontbreken grootendeels bij het jonge kind; men ziet ze menigvuldiger, verscheidener worden, naarmate het kind zich ontwikkelt, en in staat wordt om de gebaren van anderen te begrijpen en na te volgen. Maar wanneer zich nu later door de gewoonte altijd een bepaald gebaar met eene bepaalde gewaarwording verbindt, dan ontstaan zij eindelijk ook buiten onzen wil, als reflexie-bewegingen. Ieder trouweus weet, hoe onderscheidene gebaren, van schrik, afkeer, verachting, vreugde, droefheid, enz., de aanduiding van eene plaats of een voorwerp, en wat dies meer zij, vaak door ons uitgeoefend worden zonder dat wij dit bepaaldelijk willen, ja zelfs soms tegen onzen wil. Hoe meer echter het hersenleven het ruggemergsleven aan zich onderworpen heeft, des te minder en zeldzamer zullen die onwillekeurige gebaren zijn. Een beschaafd mensch maakt ze veel minder dan een onbeschaafd, zoogenaamd natuurmensch; een mensch van een krachtigen geest minder, dan iemand van een zwak karakter

Bij het gaan is het onze wil, die ons de eerste trede voorwaarts laat doen; onze wil is het, die onzen gang bestuurt in onderscheidene rigtingen; onze wil doet ons sneller of langzamer gaan, of doet ons eindelijk die heweging staken. Doch wanneer de eerste trede gedaan is, gaan wij voort, zonder er verder aan te denken, zonder juist elken stap door onzen wil te veroorzaken. Wij denken onder het gaan aan geheel iets anders, dan aan het gaan zelf, spreken met anderen, lezen zelfs. Men heeft gezien, dat soldaten al slapende een vrij langen marsch medemaakten, geleid door kameraden, aan wien zij op hunne beurt denzelfden dienst bewezen. Bij het gaan doet alzoo onze wil, wanneer hij eenmaal den eersten aanstoot gegeven heeft, tot het herhalen van dezelfde gangbewegingen niets meer toe. Ook deze bewegingen behooren tot die klasse, waartoe de meeste gebaren moeten gebragt worden, te weten tot

de zoodanige, die oorspronkelijk willekeurig, doch door het ruggemerg als zelfstandig werkend orgaan overgenomen, en dan buiten onzen wil om uitgeoefend worden.

Het ruggemerg schijnt echter ook bovendien het vermogen te bezitten om, ook wanneer er in 't geheel geen prikkel is aangewend en dus geen indruk door de gevoelszenuwen overgebracht is, toch op sommige beweegzenuwen eenen *gedurigen* invloed te oefenen, en de spieren, waarin zich die zenuwen verspreiden, tot eene *aanhoudende* zamentrekking te noodzaken. De sluitspieren van den aars en van de blaas (zie bladz. 65 en 146) immers zijn *altijd* in een' zamengelrokken toestand, uitgezonderd op het oogenblik, wanneer de stoelgang of de urine ontlast wordt; juist het tegenovergestelde der andere spieren, welke zich voortdurend in een' staat van verslapping bevinden, uitgezonderd dan, wanneer zij door den wil tot zamentrekking worden gecoopt.

(Het *verlengde merg* moct, even als het ruggemerg, waarvan het de voortzetting is, beschouwd worden als geleidingsstreng en als zelfstandig werkend orgaan, in hetwelk zonder toedoen der hersenen reflexie-bewegingen worden opgewekt. Doch daar de voornaamste zenuwen, die bij de ademhaling werken, uit het verlengde merg ontspringen, en de ademhaling voor het leven geen oogenblik kan worden gemist, zoo heeft de vernieling van het verlengde merg ook oogenblikkelijk den dood ten gevolge.) Men kan de hersenen van boven naar beneden laagswijs wegnemen; men kan het ruggemerg van beneden naar boven achtervolgens vernielen; -- het leven kan dan nog eenigen tijd blijven voortduren, zoo slechts het verlengde merg ongeschonden blijft. Maar zoodra men dit doorsnijdt of wegneemt, is het terstond met het leven gedaan.

(De vierdubbele lichamen zijn aan de oppervlakte ongevoelig; van binnen veroorzaakt echter elke prikkeling pijn. Wanneer de vierdubbele lichamen aan de eene zijde beledigd worden, zoo, dat de inwendige graauwe kern getroffen wordt, dan volgt er blindheid aan de tegenovergestelde zijde.) Worden bij een konijn de vierdubbele lichamen en de beddingen der gezigtzenuwen aan beide zijden op eens doorgesneden, dan schiet het dier oogenblikkelijk met eene yaart vooruit, totdat het door een muur of dergelijk beletsel wordt tegengehouden, waarna het stil blijft liggen. Men behoeft hierom aan de genoemde deelen juist geene bijzondere rol bij de plaatsbeweging toe te kennen, gelijk men, oppervlakkig beschouwd, zou meenen noodig te zijn; de snelle voorwaartsche beweging laat zich voldoende verklaren uit den ontzettenden angst, welke het dier bevangen moet bij de volslagen duisternis, waarin het zich zoo plotseling bevindt.

Wanneer bij een dier de halfronden der groote hersenen bloot gelegd en vervolgens op allerlei wijze geprikkeld worden, dan wordt er geen enkel teken van gevoel waargenomen en evenmin eenige spierzamentrekking in het een of andere deel. (De groote hersenen zijn dus ongevoelig en hunne prikkeling heeft geene beweging ten gevolge.) Maar neemt men de halfronden weg, dan

zijn de hersenen

Valt het dier in eene naar slaap gelijkende verdooving.) Dergelijke proeven zijn zeer dikwijls op vogels, vooral duiven, genomen, en leveren de volgende uitkomsten op. Het dier schijnt niets meer waar te nemen, en zit met ingetrokken hals en gesloten oogen onbewegelijk stil, doorgaans op beide pooten. Het voert geene enkele willekeurige beweging meer uit; om het in 't leven te houden, moct men het voedsel tot diep in de keel steken; alsdan volgen de gewone onwillekeurige reflexie-bewegingen van het slikken. Indien men evenwel den vogel prikt of in den voet knijpt, opent hij de oogen, rekt den hals uit en verplaatst zich een paar treden, om dan weder in zijne gewone ongevoeligheid te verzuken. Ook trekt hij den voet op, wanneer die aangeraakt wordt, schudt den kop en krabt den neus met den poot, wanneer het neusslijmvlies geprikkeld wordt, ja zelfs pluist en schikt hij soms de in wanorde geraakte vederen. Werpt men het dier van eene hoogte af, dan vliegt het een oogenblik, doch valt spoedig neder en doet uit zich zelven geene de minste poging om zich weder op te richten. Al die bewegingen zijn blijkbaar geene andere, dan van den wil volkomen onafhankelijke reflexie-bewegingen. — Worden de groote hersenen zamengedrukt, dan is het dier evenzeer verlamd, dat is, de willekeurige beweging is geheel opgeheven. Neemt men slechts één halfrond weg, of bepaalt men de drukking slechts tot één halfrond, dan bepaalt zich ook de verlamming slechts tot eene, en wel tot de tegenovergestelde zijde des ligchaams, zoodat wanneer het rechterhalfrond weggenomen of gedrukt is, de linkerzijde verlamd wordt, en omgekeerd.

(An Bevestiging) Uit dit alles maakt men op, dat, ofschoon de groote hersenen ongevoelig zijn, en hare prikkeling geene beweging te voorschijn roept, zij toch ten naauwste met de gewaarwording en de willekeurige beweging in verband staan.)

(De kleine hersenen zijn almede van buiten ongevoelig, maar toonen van binnen gevoel te bezitten.) Neemt men ze geheel weg, dan gaat het vermogen verloren om de afzonderlijke spierbewegingen tot een bepaald doel met elkander in overeenstemming te brengen, te *coördineren*. Het dier zal b v. willen ontvlugten, en te dien einde allerlei bewegingen maken; maar die bewegingen zijn verkeerd en ondoelmatig, en het komt dientengevolge niet van zijne plaats.

(Wordt slechts de eene helft der kleine hersenen weggenomen, dan ontstaat er aan de eene zijde des ligchaams niet zoo zeer verlamming, als wel onvermogen om de bewegingen van deze ligchaamshelft in overeenstemming te brengen met die der andere.)

Doorsnijdt men de vereeniging tusschen de kleine hersenen, die men de *brug van Varolius* noemt, dan neemt men het zonderlinge verschijnsel waar, dat het dier bestendig ronddraait, en wel van de beledigde naar de gezonde zijde, vaak met eene snelheid van zestig omwentelingen in ééne minuut. Men kan dit verschijnsel niet ongepast vergelijken met hetgeen men waarneemt bij een door twee riemen voortgeroeid schuitje, wanneer een der riemen in het ongereede raakt. Gaat men dan voort slechts met éénen riem te roeijen, dan

zal het schuifje aanhoudend in een' kring ronddraaijen, en wel, zoo b. v. de linkerriem hulzen werking is, van de linker- naar de rechterzijde.

Dit moge genoegzaam zijn om ten minste eenig denkbeeld van de verrigtingen der centraal-organen van het zenuwstelsel te geven; — verrigtingen, aangaande welke nog veel op te helderen blijft. — Doch de hersenen zijn ook de werktuigen, met behulp waarvan zich de verrigtingen des geestes naar buiten openbaren. Ook over dit punt moeten wij nog beknoptelijk spreken.

Ik acht het overbodig hier een overzicht te geven van 's menschen zielsvermogens. De ontleding van den menschelijken geest is niet een onderwerp der physiologie, maar van eene afzonderlijke wetenschap, de *empirische psychologie*, waarheen ik verwijzen moet, te meer omdat wij tot het weinige, wat ik uit een physiologisch oogpunt hieromtrent voornemens ben mede te deelen, geene naauwkeurige psychologische denkbeelden noodig hebben, en wij ons zeer goed kunnen vergenoogen met de algemeene begrippen, die elk er zich van maakt, wanneer van zielsverrigtingen, verstandelijke vermogens, van kenvermogen, gevoelvermogen en begeervermogen gesproken wordt.

(Wanneer wij bedenken, dat alle zintuigelijke gewaarwordingen naar de hersenen worden overgebracht en eerst daár tot bewustheid komen, terwijl de wils-indruk, die de willekeurige beweging doet ontstaan, in diezelfde hersenen ontstaat en daar de wortels der centrifugale zenuwen aandoet, dan moeten wij reeds dadelijk tot het besluit komen, dat de hersenen in zeer naauwe betrekking moeten staan tot de werkzaamheid der ziel. Doch nog meer worden wij daarvan overtuigd, wanneer wij op de volgende feiten acht geven.

Drukking der hersenen doet oogenblikkelijk het denkvermogen stilstaan; houdt die drukking op, dan keert het zelfbewustzijn dadelijk terug. Men heeft dit niet slechts waargenomen bij dieren, bij welke het uit deze proef te trekken besluit wel eenigzins betwistbaar zijn zoude, maar ook bij menschen, bij wie ten gevolge van beenversterf der schedelbeenderen, of na eene zekere heelkundige operatie (de trepanatie) een gedeelte van de oppervlakte der hersenen bloot lag. Bij de zoodanigen kon men, door beurtelings zacht op de hersenen te drukken, en weder met drukken op te houden, naar willekeur het bewustzijn doen verloren gaan en weder te voorschijn roepen. — Ook zekere ziekelijke aandoeningen der hersenen hebben verlies van bewustzijn ten gevolge (beroerte, hersen-ontsteking); andere veroorzaken geene volkomene opheffing van het denkvermogen, maar velerlei stoornis der zielsverrigtingen; en het is eene erkende waarheid, dat de oorzaak van krankzinnigheid in verre de meeste, zoo niet in alle gevallen, moet gezocht worden in een ziekelijken toestand van het een of ander gedeelte der hersenen, gelijk aan den anderen kant bijna geene ziekelijke aandoening der hersenen kan bestaan, zonder dat de eene of andere afwijking in de uitoefening van de verrigtingen des geestes daarvan het gevolg is. — Waarnemingen hebben het verder buiten allen twijfel gesteld, dat de ontwikkeling van de vermogens van den geest zich in

tafgemeen rigten naar den omvang der hersenen; hoe grooter hersenen — altijd in evenredigheid tot de grootte des ligchaams — des te hooger ontwikkelde zielsvermogens; hoe kleiner hersenen, op des te lageren trap staan de laatste. Dit is bij de dieren het geval, die, hoe meer verstand zij toonen te bezitten, ook des te grootere en sterker ontwikkelde hersenen hebben; ik gaf reeds vroeger (bladz. 21) een denkbeeld van de evenredigheid, die er bij de hoogere klassen bestaat tusschen den omvang der hersenen en het verlengde en ruggemerg, en het bleek ons toen, dat de mensch in dit opzigt buiten alle vergelijking op den hoogsten trap staat. En ook onder de menschen zelf geldt die regel. Bij stompzinnigen van de geboorte af aan, bij idioten, zijn de groote hersenen slechts weinig ontwikkeld, en de achterlijke toestand dier organen laat zich reeds op het eerste gezicht bespeuren door het zeer lage en sterk naar achteren wijkende voorhoofd en den in 't geheel geringen omvang des schedels, waardoor het aangezigt de overhand bekomt over den schedel, en alzoo het geheele uitzien dier slecht ontwikkelde schepselen iets dierlijks, iets aapachtigs bekomt. Daarentegen zijn bij menschen, die door buitengewone geestesgaven uitblinken, de hersenen veelal groot van omvang, en vooral naar boven zeer ontwikkeld, hetgeen zich dan ook veelal — ofschoon niet altijd — door een hoog en breed voorhoofd te kennen geeft.

(Om alle deze en dergelijke redenen, om een aantal in ziekelijken en gezonden toestand opgemerkte verschijnselen, is men volkomen gerechtigd om de stelling aan te nemen, dat de hersenen de ^{hoofd}stoffelijke organen zijn der zielsverrigtingen.)

Maar welk gedeelte der hersenen moeten wij nu als het eigenlijke zielsorgaan beschouwen? — Noch het verlengde merg, noch de kleine hersenen kunnen op dezen titel aanspraak maken. Het zijn de *grootte hersenen*, op welke in meer bepaalden zin al datgene toepasselijk is, wat wij zoo even aanvoerden ten einde de naauwe betrekking tusschen hersenen en zielsverrigtingen te bewijzen en wel, gelijk aangenomen wordt, meer bepaaldelijk de graauwe of bastzelfstandigheid. De ontwikkeling van die zelfstandigheid houdt nagenoeg gelijken tred met de ontwikkeling der zielsvermogens, zoowel wanneer wij het woord ontwikkeling opvatten als aanduidende den trap, waarop die zelfstandigheid en die vermogens zich bij elke diersoort bevinden, als wanneer wij daarmede den vooruitgang bedoelen, welke die zelfstandigheid en die vermogens ondervinden gedurende het tijdperk, dat er verloopt tusschen het allereerste ontstaan en den volwassen staat van elk individu. Ook is die zelfstandigheid bij idioten doorgaans minder goed ontwikkeld.

(Uit dit alles volgt nu echter geenszins, dat de hersenen zelve kennen, gevoelen en willen.) Immers, omdat het ontwijfelbaar zeker is, dat blindheid het gevolg moet zijn van eene ontaarde, ondoorschijnende cornea, volgt daaruit nog volstrekt niet, dat die cornea het eigenlijke gezichts-orgaan zoude zijn; dit is, gelijk wij weten, de retina, en de ondoorschijnendheid der cornea heeft

Beschouwen wij de hersenen als het orgaan zonder hetwelk geen zinnelijke werking mogelijk is, dan wil het stand kunnen komen, dat

*Hersenen de
vermindering
niet hebben
verloren het
psychologisch
aspect
van de?*

*Ik denk het
hersenen zijn het
orgaan der ziele
niet te betrekken
aan de ziele
vermindering is
geen zinnelijke
gevoelen, geen
willen mogelijk
(het is het orgaan
van de ziele)*

verhindert ons niet

slechts daarom blindheid ten gevolge, omdat zij de lichtstralen helet tot het eigenlijke gezichtsorgaan, de retina door te dringen. Integendeel, niets verhindert ons, om nog een hooger, zelfstandig (d. i. van de hersenen onderscheiden en op zich zelf bestaanbaar) beginsel aan te nemen, dat het eigenlijke verstandelijke beginsel is, doch dat, zoolang het aan het ligchaam is gebonden, zich van de hersenorganen als van zijne werktuigen moet bedienen. (1)

Welk is dat hooger, zelfstandig beginsel, die ziel of geest, zooals wij gewoon zijn het te noemen? Is het onstoffelijk of stoffelijk? Is het aan eene zekere plaats der hersenen gebonden of doordringt het die geheel? Op deze en dergelijke vragen moet de physiologie het antwoord schuldig blijven, evenals zij dit tot nog toe blijven moet op de vragen: wat er dan toch bij het denken in de hersenzelfstandigheid geschiedt, welke veranderingen daarin plaats hebben bij het ontvangen der door de centripetale zenuwen aangevoerde indrukken, en bij het overbrengen van een' wils-indruk op de wortels der centrifugale zenuwen, enz.

Het is algemeen bekend -- indien het dit niet was, zou ik er hier niet van willen gewagen, -- dat er zijn, die aan de ziel elk zelfstandig bestaan ontzeggen, en het er voor houden, dat de zoogenaamde zielsverrigtingen niets anders zijn dan bloote verrigtingen der hersenen, evenals de spijsvertering eene verrigting der maag, de galafscheiding eene verrigting der lever is, enz. -- waaruit dan volgt, dat, volgens hen, met den dood des ligchaams ons geheele aanzijn te niet zoude gaan. -- Wij kunnen dit punt hier niet nader ontwikkelen. Doch dit mag en moet ik hier doen opmerken, dat alle gronden van physiologischen aard, waarop het materialisme (zoo noemt men die rigting, welke in de zielsverrigtingen slechts verschijnselen der *stof* ziet) zich beroept, volstrekt niet anders bewijzen, dan dat de hersenen het werktuig zijn der ziel, zoo, dat de behoorlijke uitoefening der zielsvermogens een' gezonden toestand der hersenen veronderstelt, en daarentegen stoornis der hersenverrigtingen ook stoornis der zielsverrigtingen ten gevolge heeft, even als een goed gezigt een normalen toestand der cornea, der lens en van het glasachtig ligchaam veronderstelt, en daarentegen ondoorschijnendheid der cornea enz. blindheid veroorzaakt. Maar er is geen enkel physiologisch feit bekend, dat *bewijst*, dat er geene zelfstandige, onsterfelijke ziel bestaat, en dat onze hoogere vermogens enkel en alleen verschijnselen van de werking der hersenen zouden zijn.

Het is eene bij ieder erkende waarheid, dat er niet alleen onder de menschen een groot verschil heerscht ten aanzien hunner verstandelijke vermogens over

(1) Een overzicht van de verschillende ontwikkeling der hersenen bij de dieren, van wat men weet van de betrekking der hersenen tot de hoogere zielsvermogens, en van de verhouding tusschen hersenen en schedel vindt men in mijn opstel: *Hersenen en Schedel*, geplaatst in het *Album der Natuur* voor 1866.

het geheel, maar dat ook bij ieder dit of dat vermogen, deze of die neiging meer dan bij anderen ontwikkeld is, zonder dat de overige zielsvermogens en gemoedsneigingen daarmede gelijken tred houden. Zoo is b. v. bij den eenen de verbeeldingskracht zeer sterk, sterker dan zijne overige zielsvermogens; bij een' tweeden nemen wij groote geschiktheid waar tot mathematische studien, doch het ontbreekt hem aan verbeeldingskracht; een derde onderscheidt zich door een sijn oordeel, doch bezit weinig geheugen, enz. Zoo is het almede gelegen met de onderscheidene gemoedsneigingen, welke het *karakter* vormen. Daar men nu wist, dat de hoogere vermogens in regstreeksche verhouding staan tot den omvang der hersenen, zoo was het geen wonder, dat men tot de gedachte kwam, dat de hersenen moesten worden aangemerkt als een samenstel van organen, waarvan het eene voor dit, het andere voor een ander vermogen tot stoffelijken grondslag diende, zóó, dat de ontwikkeling van elk vermogen en elke neiging beantwoorden zou aan de ontwikkeling van dat gedeelte der hersenen, dat van dat vermogen of die neiging het bepaalde orgaan is. Men trachtte dus door waarnemingen en gevolgtrekkingen voor elk verstandelijk vermogen eene bepaalde plaats, een bepaald hersen-orgaan te vinden. GALL heeft hierop zijn stelsel van phrenologie gebouwd, dat zeker bij naam wel aan ieder' mijner lezers bekend zal zijn, en dat nog in onzen tijd zijne aanhangers en verdedigers vindt. Ik wil hier ter plaatse van dat stelsel eene korte schets geven.

Volgens GALL heeft elke der vaardigheden, vermogens en neigingen van den geest een afzonderlijk hersen-orgaan. De hersenen alzoo bestaan uit afzonderlijke organen, welke ieder beantwoorden aan eene bijzondere verrigting der ziel. Die organen maken echter geene scherp begrensde gedeelten der hersenmassa uit, maar eender plaatsen, streken derzelve, welke alleen dan, wanneer zij boven andere nabij gelegene sterk ontwikkeld zijn, eene uitspulling op de oppervlakte der hersenen vormen en alzoo zich als meer of min begrensd voordoen. Wat echter de verrigtingen dezer gedeelten, streken of organen aangaat, zoo zijn deze wel degelijk scherp van elkander onderscheiden. Van de meer of mindere ontwikkeling van enkele dier organen, van het evenwigt van sommige derzelve boven de andere hangt het af, of iemand b. v. dit of dat zielsvermogen in hoogere mate bezit, dan een ander, of voor deze of gene zaak meer neiging, meer geschiktheid vertoont dan voor andere.

De eigenschappen van den geest, die wij aandacht, geheugen, oordeel, verbeelding noemen, zijn verder, volgens GALL, niet zelfstandig, bezitten dus geene eigene hersenorganen. Wanneer de eene of andere aanleg, b. v. de zin voor de onderlinge betrekking der grootheden, welke onder gunstige omstandigheden den wiskundige vormt, bij een' mensch sterk ontwikkeld is, dan bezit hij *te dien aanzien* meer aandacht enz. dan ten aanzien van iets anders. Is daarentegen het orgaan van diezelfde geestverrigting zeer weinig ontwikkeld, of door de grootere ontwikkeling van andere hersenorganen als verdrongen, dan

zal hij ook met betrekking tot reken- en meetkundige onderwerpen weinig aandacht, geheugen, oordeel enz. bezitten.

Van zoodanige hersen-organen bestaat er een aanmerkelijk aantal. GALL nam er 27 aan; zijn medearbeider SPUNZHEIM bragt ze later tot 35. Elk mensch bezit al die organen; doch bij den een' zijn deze, bij den anderen gene meer ontwikkeld, hetgeen doorgaans reeds zamenhangt met de eerste vorming en ontwikkeling, en aldus eene aangeboren hoedanigheid uitmaakt, ofschoon het niet te ontkennen is, dat opvoeding en oefening daartoe iets kunnen bijdragen. — En van die ongelijke ontwikkeling nu der hersenorganen hangt het groot verschil in verstandelijken aanteg, in karakter en neigingen onder de menschen af.

GALL ging echter nog verder dan deze algemeene beschouwingen. Hij wees ook aan elk dier vermogens, neigingen, enz. eene bepaalde plaats, een bepaald orgaan in de hersenen aan — Hoe grooter nu de hersenen zijn, des te grooter is ook de schedel, die de hersenen als eene beenige doos omsluit. Op dezen grond beredeneerde GALL, dat ook die plaatsen des schedels, welke een meer ontwikkeld hersenorgaan bedekken, meer naar buiten zullen moeten uitpuilen, dan die, onder welke minder ontwikkelde hersen-organen verborgen liggen. En hier had GALL ook al dadelijk, zoo hij meende, een middel gevonden, om niet alleen met grond een oordeel te kunnen vellen over de algemeene hoegrootheid der zielsvermogens van eenig mensch, maar ook om zich een denkbeeld te kunnen vormen van zijn bijzonderen individuelen aanteg en karakter. Tot het eerste had men slechts noodig den geheelen omvang des schedels te meten, en uit de meerdere of mindere grootheid der maat het besluit op te maken. Tot het andere moest men met de vingers het hoofd betasten, ten einde alzoo op te sporen, welke plaatsen des schedels meer dan andere uitpuilen.

Deze zijn de hoofdtrekken der phrenologie, welke in den laatsten tijd vooral in Engeland ijverige aanhangers telde. Ik laat hier volgen eene opgave der grondkrachten van den geest, zooals die thans bij de meeste phrenologen worden aangenomen (1).

Tot de zogenaamde lagere of dierlijke driften behooren: de geslachtsdrift, de kindertiefde, de zucht tot eenheid, de gehechtheid, de strijdlust, de verniel-zucht, de achterhoudendheid, de hebzucht, de neiging tot voedingngenot.

Tot de gemoeds-neigingen behooren: gevoel van eigenwaarde, behaagzucht, bezorgdheid, standvastigheid, naauwgezetheid, eerzucht, hoop, welwillendheid, de zucht tot navolging, de zucht naar het vreemde, de schoonheidszin, de zucht tot vrolijkheid.

Tot de vermogens van het verstand behooren in de eerste plaats de vermogens van waarneming, zooals het vermogen tot waardering van voorwerpen, van vormen, van ruimte, van gewigten, van plaatsen en van kleuren; de zucht

(1) Zie b. v. *Schere*, Katechismus der Phrenologie, Leipzig 1831.

tot orde, het getalgeheugen, het vermogen tot waardering van daadzaken, van tijd, van toonen, de kunstzin, het woord-geheugen; — ten tweede de hogere denkvermogens, het vermogen om vergelijkingen te maken, en dat om besluiten te trekken.

Het oordeel, dat wij, zoo wij onpartijdig de zaak beschouwen, over de phrenologie of schedelleer, zooals men ze wel noemt, te vellen hebben, komt mijns inziens hoofdzakelijk hierop neder.

De aanneming, dat elk vermogen der ziel een afzonderlijk hersen-orgaan zou bezitten, heeft veel voor zich, kan althans niet bepaald ontkend worden. En dat die hersenorganen aan de oppervlakte der hersenen zullen liggen, is ook niet onwaarschijnlijk, wanneer wij ons herinneren, wat wij zoo even over de bast-zelfstandigheid der hersenen aanmerkten. Maar vooreerst is de opsomming van die vermogens, zooals GALL en zijne navolgers haar opgeven, in het ooglopend willekeurig, en is op die klassificatie uit een zielkundig oogpunt zeer veel aan te merken; en het is volstrekt onbewijsbaar, dat juist die 27 of 33 vermogens, of hoevele men er aannemen wil, allen enkelvoudige grondvermogens der ziel zouden zijn, en daarbij de eenige. Nog moeilijker en twijfelachtiger dan die opsomming is de plaatsbepaling dier vermogens en neigingen. GALL en zijne navolgers hebben het wel is waar niet aan ijverig vergelijkend onderzoek laten ontbreken, ten einde hieromtrent tot zekerheid te geraken; doch het ligt in den aard der zaak, dat bij zulk een onderzoek alles aankomt op de juiste beoordeeling van het karakter van hem, op wiens schedel men het onderzoek verrigt; en die beoordeeling is met zoo vele moeilijkheden gepaard, dat doorgaans het maken van valsche gevolgtrekkingen even nabij ligt als het erkennen der waarheid. Ontelbare malen heeft dan ook de ondervinding de onjuistheid aangetoond van de voorgestelde plaatsbepalingen der hersenorganen. Eindelijk, al bestonden deze zwarigheden niet, en al moesten wij de grondslagen der phrenologie als volkomen waar erkennen, dan blijft nog dit over, dat het volkomen onmogelijk is om door uitwendige bestating des schedels over het karakter van eenig mensch een besluit op te maken. Immers, ofschoon het waar is, dat de algemeene grootte des schedels zich rigt naar den gezamenlijken omvang der hersenen, zoo is het daarom toch niet waar, dat eene eenigzins meerdere ontwikkeling van eene bepaalde plaats der groote hersenen eene daaraan beantwoordende uitpuijing des schedels zoude bezitten. Het is onmogelijk te begrijpen, dat de ontwikkeling van eene betrekkelijke kleine plaats der weeke hersenzelfstandigheid zulk een gevolg zoude kunnen hebben. Bovendien zou dan aan elke uitpuijing van de buitenvlakte des schedels eene indrukking van de binnenvlakte moeten beantwoorden; — iets, dat volstrekt het geval niet is. En waarom, dus moet men eindelijk vragen, vertoonen zich dan de groeven, welke de slagaderen door hare drukking vormen in de binnenplaat der schedelbeenderen, ook niet als uitpuilende strepen op de buitenplaat?

In het algemeen kan dus de waarde, die wij aan de phrenologie, als praktische wetenschap, moeten toekennen, niet groot zijn (1). Een andere weg, dan die, welke GALL en zijne navolgers betraden, is ingeslagen door den bekenden Duitschen geleerde CARUS. Deze verwerpt de Gallische hersenorganen, en tracht eene andere phrenologie of cranioscopie te bouwen op het denkbeeld, dat de drie hoofdvormen van het zieleleven: het kenvermogen, het gevoel of gemoedsleven, en het wil- of begeervermogen hunne zitplaats hebben in drie groote hersenafdelingen. Hij geeft aan de eigenlijke verstandelijke verrigtingen, waarvan het vermogen om buiten ons waar te nemen den grondslag uitmaakt, tot zitplaats de gezigtszenuwbeddingen en de halfronden der groote hersenen; aan de waarneming van onzen eigenen toestand, van onze gemoedsbewegingen en hartstogten de vierdubbele lichamen; en eindelijk aan onzen wil de kleine hersenen. Naarmate elk van deze drie deelen boven de andere ontwikkeld is, zal ook het daaraan beantwoordend vermogen beter ontwikkeld en krachtiger zijn. — Doch in de eerste plaats berust ook deze plaatsbepaling op een zeer willekeurig gelegden grondslag, en is volstrekt niet in alle deelen te bewijzen. In de tweede plaats is de praktische aanwending, dat is de beoordeeling van de geestesrigting eens menschen, hier nog moeilijker dan door de schedelleer van GALL, ja volstrekt onmogelijk. Want de meerdere ontwikkeling des schedels naar voren, naar boven, en voor een groot gedeelte naar achteren hangt in alle drie gevallen af van de ontwikkeling van de halfronden der groote hersenen, gelijk eene beschouwing van fig. 71 duidelijk maken kan; de ontwikkeling der vierdubbele lichamen en der kleine hersenen doet daaraan weinig of niets.

Reeds meermalen hebben wij gezien, dat elke eenigzins aanhoudende prikkeling of inspanning van de organen des dierlijken levens vermoeidheid en onvermogen tot verderen arbeid ten gevolge hebben; eene vermoeidheid, die niet verdreven, en een onvermogen, dat niet opgeheven kan worden, tenzij de betrokkene organen eenigen tijd rusten, d. i. door geene prikkels aangedaan worden en geen arbeid te verrigten hebben. De hersenverrigtingen zijn van die algemeene wet van afwisselenden arbeid en rust niet uitgesloten; juist omdat zij aanhoudend worden uitgeoefend, meer nog dan die der zintuigelijke organen of der willekeurige spieren, gevoelen zij na eenigen tijd aan rust de grootste behoefte: en de volkomenste toestand van rust, in welke de mensch verkeert, de *slaap* namelijk, kenmerkt zich minder nog door volstreckte werkeloosheid der zintuigen en der willekeurige spieren, dan wel door het volko-

(1) Zie over de waarde van het stelsel van GALL en over dat van CARUS het boven aangehaalde opstel.

men ophouden van de hoogere verrigtingen der hersenen, van ons gewaarworden, ons denken, gevoelen en willen.

De slaap kondigt zich aan door slaperigheid, behoefte aan slaap, een onvermogen van de organen des dierlijken levens om langer de hun opgelegde verplichtingen te vervullen. Het gewaarworden wordt ons onaangenaam en onduidelijk. Wij zien en hooren nog wel, doch onderscheiden niet goed meer wat wij zien en hooren. Zoo worden ook zeer eenvoudige bewegingen, die wij anders zonder eenige moeite volbrengen, ons lastig en moeilijk. Wij kunnen de oogen niet meer openhouden, het hoofd zinkt op de borst en wij zoeken onwillekeurig zulk eene houding aan te nemen, waarbij het ligchaam tot zijne ondersteuning de hulp der willekeurige spieren niet noodig heeft. Wat onze voorstellingen aangaat, wij kunnen ze niet meer bij elkander op één punt vereenigd houden: zij loopen verward door elkander; wij hooren of lezen woorden en zinnen, doch de beduiding daarvan komt niet meer tot ons bewustzijn. Eindelijk ontzinkt ons het bewustzijn van alles om en in ons, en de slaap kluistert ons geheel in zijne boeijen.

Het slapen wordt belet door alle zoodanige zaken en omstandigheden, die onze opmerkzaamheid inspannen en aanhoudend bezig houden. Hartstogten zijn hier in de eerste plaats te noemen, vooral die, waarbij zich ons gemoed op de toekomst rigt, zooals hoop, vrees en angst, meer dan vreugde en droefheid. Deze laatste toch houden ons denkvermogen slechts op één punt gerigt, en wegens deze eentoonigheid is hier nog rust mogelijk. Doch hoop en vrees doen ons alles elk oogenblik in eene andere gedaante aanschouwen, en gedurig andere plannen vormen, en houden alzoo onze aandacht zonder naaiaten bezig. — De opmerkzaamheid wordt evenzeer levendig gehouden door geluiden en prikkels, waaraan wij niet gewoon zijn, doch het allermeest door pijn, welke niet eens hevig, maar slechts gelijkmatig aanhoudend behoef te zijn, om ons allen slaap, zoolang zij duurt, te ontfrooven.

Daarentegen slaapt men het ligtst in na gelukkig voleindigden arbeid, na een bereikt doel, waarbij men zich matig ingespannen heeft. Een eentoonig gezang is daarom slaapverwekkend, omdat het juist door zijne eentoonigheid de opmerkzaamheid verstompt, maar tevens andere toonen, welke die opmerkzaamheid zouden kunnen wekken, als 't ware bedekt. Dit zelfde is van toepassing op langdradige redeneringen of voorlezingen: zij boeijen onze opmerkzaamheid niet en verhinderen ons toch deze op andere onderwerpen blijvend te vestigen. Verder begunstigen den slaap zekere min of meer ziekelijke toestanden, welke met ophooping van bloed in de hersenen, of uitputting der zenuwwerkdadigheid vergezeld gaan.

Gedurende den slaap gaan de organische of vegetatieve verrigtingen haren gang; deze rusten nimmer, van 't eerste oogenblik dat zij in werking treden tot aan den dood toe. Zij gaan evenwel een weinig langzamer en levensregelmatiger in het werk. Duidelijk is dit aan de adembaling te bespeuren;

Iedereen is het langzaam en geregelde ademhalen eens slapenden bekend. Gedurende het slapen wordt ook ongeveer $\frac{1}{4}$, koolzuur minder uitgedemd dan in den wakenden toestand. Zoo is ook de beweging van het hart in den slaap eenigzins minder snel. Dat er gedurende den slaap minder warmte-ontwikkeling plaats vindt, heb ik reeds vroeger doen opmerken; wij hebben daarom in den slaap eene warmere bedekking noodig. De spijsvertering, de af- en uitscheidingen worden almede gedurende den slaap vertraagd. Onder anderen is reeds bij het slaperig-worden de vermindering der traanafscheiding in het oogvallend; de oogen worden daardoor droog, en dientengevolge voor het licht gevoelig, hetgeen gedeeltelijk bijdraagt tot de behoefte om ze te sluiten, en tevens verklaart waarom men de oogen wrijft, wanneer men slaap krijgt. Alleen de eigenlijk gezegde voeding schijnt gedurende den slaap krachtiger te zijn; gedurende dien toestand toch wordt het door de inspanning der organen geledene stofverbruik hersteld, en wij ontwaken dientengevolge als met nieuwe krachten aangedaan, als op nieuw geboren.

Het oog sluit zich niet alleen bij het in-slaap-vallen, maar trekt zich ook eenigermate terug en rigt zich naar boven. De spieren van het oog zijn derhalve niet verslapt, evenals bij een lijk, maar wel degelijk in werking. Zoo is het ook met het overige ligchaam. Het zijn vooral de uitstrekkende spieren, welke rusten; de buigspieren daarentegen zijn voor een groot gedeelte min of meer zamengetrokken, en bepalen de ligging en houding des geheelen ligchaams, welks ligging en houding zelden, evenals bij een lijk, alleen door de wetten der zwaarte bepaald worden.

In den gezonden toestand duurt bij volwassenen de slaap van zes tot acht uren, en gaat zonder eenige bepaalde aanleiding weder in den wakenden toestand over, evenals het waken zelf zonder eenige bijkomende oorzaak eindelijk in slaap overgaat. Kort na het begin is de slaap het diepst. Gedurende den slaap kan alles ons wekken, wat in wakenden toestand het inslapen storen kan, hevige prikkels der zintuigen, pijn, aandocningen in den droom, enz. Hierbij is op te merken, dat geluiden, ten aanzien waarvan wij onverschillig, of waaraan wij gewoon zijn, ons niet ligt opwekken, tenzij zij zeer hevig zijn, terwijl daarentegen ook ligte geluiden, doch in wier oorzaken wij belang stellen, in staat zijn ons te doen ontwaken. Een molenaar slaapt gerust bij het geraas van zijn molen, dat een' anderen uit den slaap houdt. Men slaapt in onder het geweld van den storm, dat de vensterluiken doet klapperen, doch ontwaakt dadelijk, zoodra aan die luiken een geluid ontstaat, als van inbrekende dieven. Een onverschillig woord wekt den slapende niet, doch wel het uitspreken van zijn' naam. De moeder ontwaakt door het ligstste geluid, dat haar zuigeling maakt, enz.

Men heeft den slapenden toestand vergeleken met dien der kiem in den schoot der moeder. Hoe zinrijk deze vergelijking moge geacht worden, en hoe vele punten van overeenkomst beide toestanden mogen aanbieden, zoo willen

wij daarop niet verder doorgaan, daar eene dergelijke vergelijking slechts langs een' grooten omweg ons voeren kan tot een begrip van de beteekenis des slaaps. Ofschoon nu alles wat tot den slaap, als een voor het leven noodwendigen periodieken toestand des ligchaams, betrekking heeft, nog niet volkomen opgehelderd is, zoo kan men zich van die beteekenis toch op zeer eenvoudige wijze een denkbeeld vormen, wanneer wij letten op de reeds aangeduide behoefte van alle organen des dierlijken levens, om, na een zekeren tijd van meer of minder aanhoudende inspanning, een' geruimen tijd lang eene volledige rust te genieten, gedurende welke het verlies van stof, dat het gevolg dier inspanning is, wordt hersteld. Men bedenke hier wel, dat ook het denken stofverbruikt, en wel verbruikt van hersenstof, ten gevolge heeft, welke noodzakelijk weder hersteld moet worden. — Ja het schijnt zelfs, alsof de voeding, het eigenlijke doeleinde der organische verrigtingen, gedurende den waken toestand weinig levendig is, en vooral gedurende den slaap tot stand komt. Bij menschen, die te weinig slapen, lijdt daarom doorgaans de voeding, terwijl zij bij hen, die veel slaap genieten, dikwijls overmatig wordt. Voor jonge hersenen is veel slapen eene behoefte; juist zij hebben immers de krachtigste voeding nodig, omdat in het eerste tijdperk des levens hun groei het sterkst is. Bij oude lieden daarentegen is slapeloosheid een gewoon lijden; bij hen is de herstellingskracht verzwakt. Na zware ziekten is een, om zoo te spreken, onverzadelijk slapen een gewoon verschijnsel, maar tevens eene behoefte voor het organisme, dat eene bijna geheele vernieuwing nodig heeft.

Een bepaalde, regstreeksche zamenhang tusschen den dag en het waken, en tusschen den nacht en het slapen bestaat er niet. Immers, groot is het aantal dieren, die nachtdieren zijn, dat is, die bij den dag slapen, en 's nachts zich in de natuur bewegen. Stellen wij den tijd des slaaps op 6 tot 8 uren, dan is het duidelijk, dat men in de gematigde luchtstreken 's zomers een geruimen tijd slaapt, terwijl de zon aan den hemel staat, en 's winters in den nacht waakt, terwijl dit laatste in de keerkringslanden, waar dag en nacht even lang zijn, altijd het geval is, en daarentegen de bewoner der poolstreken een halfjaar lang altijd bij het heldere zonlicht slaapt, en het andere halfjaar altijd zonder licht zijne bezigheden verrigten moet. Maar de nacht is daarom voor den slaap het geschiktste, omdat het zichtbare onderscheid der dingen, dat bij dag vooral onze opmerkzaamheid gaande houdt, 's nachts tot eene eenvoudige duisternis ineensmelt, — en omdat het gansche verkeer der menschen onderling door de duisternis ten hoogste bemoeijelijkt wordt.

Evenmin als onze zintuigen gedurende den slaap geheel gevoelloos zijn, of onze spieren in volstreckte rust verkeren, even zoo weinig zijn ook onze hersenen in een' staat van volslagene werkeloosheid. Bij een rustigen, gezonden slaap evenwel merken wij daarvan niets, en bij het ontwaken uit zulk een' slaap knoopten wij het tegenwoordig oogenblik onmiddellijk aan datgene, wat het inslapen vooraf ging, zonder dat wij ons van den tijd, die daartusschen

vervlogen is, iets kunnen herinneren. In vele gevallen echter herinneren wij ons *gedroomd* te hebben.

De droomen zijn gewrochten van onze verbeelding; onze phantasie kan aan onze zintuigen ook in volkomen wakenden toestand beelden voortooveren, die in werkelijkheid niet bestaan; doch hoe levendig deze beelden zijn mogen, zoo bezitten wij evenwel de hewustheid, dat zij slechts beelden onzer phantasie zijn, terwijl wij daarentegen de beelden, welke ons geleverd worden door werkelijk bestaande voorwerpen, als de afdrukken van deze laatste erkennen. Zoo is het althans in gezonden toestand, bij ongestoorde hersenwerkdadigheid. Maar in den slaap, waarbij, gelijk wij weten, ons zelfbewustzijn ons begeeft, houdt dit beoordeelend vermogen op. De verbeelding heeft dan vrij spel, en hare voorstellingen moeten ons wel als werkelijk bestaand voorkomen; zij roept uit den voorraad van denkbeelden, die het geheugen heeft opgezameld, naar willekeur voorstellingen te voorschijn, verbindt die op allerlei, vaak op de ongeregeldeste en onmogelijkste wijzen, en ziedaar een' min of meer aaneengeschakelden droom te voorschijn geroepen, die ons bij het ontwaken somtijds duidelijk voor den geest staat, doch ook in vele gevallen niets bij ons achterlaat, dan de herinnering dat wij gedroomd hebben.

In een werk van zulk een' beperkten omvang als het tegenwoordige kunnen wij, gelijk ik reeds heb gezegd, de zielkundige verschijnselen slechts even aanroeren. Wij zullen ons dus moeten vergenoegen met het weinige, wat ik hier over den slaap en het droomen heb aangemerkt. Ik kan hier almede niet spreken over eenige minder gewone zielkundige verschijnselen, die men soms waarneemt, en die men vaak naar willekeur te voorschijn kan roepen; ik bedoel die verschijnselen, die men onder den naam van dierlijk magnetisme, biologie, mesmerisme, hypnotisme zamenvat. Ten aanzien van deze verwijs ik naar mijn opstel over het Mesmerisme, geplaatst in het *Album der Natuur* voor 1852.

Op bladz. 11 merkte ik aan, dat de verrigtingen, welke aan alle organische wezens, dus ook aan den mensch, eigen zijn, onderscheiden worden in twee klassen, waarvan de eene die bevat, welke de instandhouding van het *individu* bedoelen, de tweede daarentegen die zijn, welke noodig zijn tot instandhouding der *soort*. — De verrigtingen der eerste klasse, zagen wij later, worden weder verdeeld in organische en dierlijke. Wij hebben nu deze laatste, en daarmede de geheele eerste klasse van verrigtingen, afgehandeld; thans zullen wij tot die der tweede klasse overgaan, en daaraan de vierde en laatste afdeling van dit werkje besteden.

VIERDE AFDEELING.

BLIK OP DE ONTWIKKELINGS-GESCHIEDENIS.

I. HOOFDSTUK.

Inleiding.

De instandhouding der soort, de voortplanting, omval die reeks van verrigtingen, door welke een nieuw schepsel wordt voortgebracht, hetwelk gelijk is aan het organisch wezen, in hetwelk de verrigtingen, welke hem het aanzijn gaven, plaats grepen. Alle bestaande wezens, hetzij planten, hetzij dieren, zijn op die wijze ontsproten uit individuen van dezelfde soort.

Van ouds heerschte niet alleen onder het volk, maar evenzeer onder de geleerden vrij algemeen het gevoelen, dat een groot aantal dieren niet uit ouders ontstond, maar zijnen oorsprong had uit eene zekere gisting of rotting van sommige stoffen, uit slijk, stof, enz. HARVEY, de bekeude ontdekker van den omloop des bloeds, stelde daartegenover de uitspraak: *omne vivum ex ovo*, dat is: „al wat leeft ontstaat uit een ei.” Deze stelling, hoezeer door velen aangenomen, ondervond toch van verschillende zijden, zelfs in lateren tijd, twijfeling en tegenspraak, en men ging zoo ver van te onderstellen, dat er eene algemeene verbreide stof, „oorspronkelijk slijm (*Urschleim*), eiwit of gelei” bestond, waaruit, door den vereenigden invloed van lucht, water en warmte (sommigen voegden er electriciteit bij) een aantal van de eenvoudigste planten- en diersoorten, vooral schimmeldraden en infusiediertjes, zouden ontstaan. Men noemde dit *oorspronkelijke voortbrenging* (*Urzeugung*), ook wel *generatio aëquivoca*, en pastte haar ook toe op het ontstaan der ingewandswormen en van die dieren, die in geslotene hollen des ligchaams, b. v. in de hersenen, het spiervleesch, het oog, enz. ontstaan, wier voortbrenging men dan door eene verkeerde vorming uit de voedingsvochten des ligchaams verklaarde.

Het aannemen van eene oorspronkelijke voortbrenging berustte vooreerst op de daadzaak, dat men werkelijk leven ziet ontstaan in rottende organische stoffen, zonder dat men had kunnen waarnemen, dat daarin door eenig dier

eijeren gelegd, of door eenige plant zaden uitgestrooid waren geworden. Vervolgens was een der hechtste steunpilaren der theorie de onmogelijkheid, om het ontstaan der levende dieren binnen het ligchaam van andere dieren op eene andere wijze te verklaren; immers, men vindt die ingewandswormen niet in de vrije natuur, en zij kunnen dus niet ontstaan zijn uit eijeren, die van buiten af binnen het ligchaam worden gebragt.

Wat vooreerst die ingewandswormen aangaat, zoo was voorzeker het raadselachtige van hun ontstaan wel de grootste tegenwerping tegen het gevoelen van hen, die de oorspronkelijke voortbrenging ontkenden, en beweerden, dat elk dier, zonder onderscheid, uit ouders ontstaat. Men is echter in den laatsten tijd op den weg geraakt tot eene verklaring daarvan, en wel door de ontdekking van een zonderling verschijnsel bij de voortplanting van sommige lagere dieren. Het is bekend, dat een aantal insekten enz. niet in volkomen toestand uit het ei komen, maar, eer zij dien toestand bereiken, gedaanteverwisselingen ondergaan; ieder weet hoe eene rups als zoodanig uit het ei komt en eenigen tijd voortleeft; hoe zij vervolgens in eene pop verandert, waaruit eindelijk het volkomene insekt, de vlinder, te voorschijn komt. Maar nu heeft men bevonden, dat er dieren zijn, die dergelijke gedaanteverwisselingen ondergaan op eene geheel andere wijze. Een dier legt eijeren; uit die eijeren komen dieren voort, die evenmin op hunne ouders gelijken, als de rups op de vlinder; maar die jongen zelve ondergaan geene verandering; zij blijven al hun leven aan de ouders ongelijk. Ook zij brengen op hunne heurt jongen voort: doch deze zijn niet aan de ouders, maar aan de grootouders, de eerste eijerleggende dieren, gelijk. Men noemt dit *leeltwisseling*. Deze afwisselende voortbrenging, van welke vele verscheidenheden bestaan, schijnt vaak ten opzichte der wijze, waarop zij geschiedt, onder den invloed te staan van de uitwendige omstandigheden, waarin het dier zich bevindt. Het is thans te begripen, hoe het mogelijk is, dat de van buiten af in het ligchaam gebragte kiem van eenig dier zich daar ontwikkelt tot een organisch wezen, dat geheel en al ongelijk is aan het dier, waaruit het ontstond (1).

Wat het ontstaan van levende wezens, zonder eijeren, in rottende stoffen aangaat, zoo kwamen de geleerden van dit gevoelen weldra terug, nadat het duidelijk was geworden, dat hier toch eijeren of kiemen in het spel waren en men, indien men maar eenige voorzorgen nam tegen het indringen van zulke eijeren of kiemen, van eene zoogenaamde oorspronkelijke voortbrenging niets bespeurde. Doch in lateren, en wel in den nieuwsten tijd, kwamen eenige geleerden weder met de oorspronkelijke of spontane voortbrenging voor den dag en verdedigden die door proeven. Anderen zetten daar andere proeven tegenover, en nog is de strijd, die vooral in de *Académie des Sciences* te Parijs werd gevoerd, niet beslist. Over den tegenwoordigen stand der zaak kan men

(1) Over de voortbrenging der ingewandswormen zie men de nieuwere handboeken over Dierkunde na.

nalezen: *De Autogenesis*, naar DEHÉRAIN, in het *Album der Natuur*, 1865, bladz. 97, en verschillende artikels in het Bijblad van dat Album.

Overigens kan men de stelling, dat elk dier uit ouders geboren wordt, tot dusver gerust blijven aannemen.

Er bestaat echter in de wijze, waarop de dieren uit hunne ouders ontstaan, een groot verschil. De voortplanting toch is *gestachteleos* of *gestachtelijk*.

De *gestachteleoze voortplanting* is alleen aan lage diersoorten eigen. Zij heeft plaats, hetzij doordat het voortbrengende dier (moederdier) zich in een aantal kiemkorrels oplost, uit elken waarvan een nieuw dier groeit, — hetzij doordat het moederdier zich splitst in twee, doorgaans gelijke helften, die elke een nieuw dier vormen, — hetzij eindelijk doordat zich op eene of meer plaatsen des moederdiers een uitwas, eene *knop*, vormt, die na eenigen tijd los wordt en als jong dier afzonderlijk voortleeft, of ook wel voor altijd op het moederdier vastgehecht wordt, welk laatste bij zoogenaamde zamengestelde of gegroepeerde dieren (polypenstokken h. v.) plaats heeft.

Tot de *gestachtelijke voortplanting*, welke bij alle hoogere, maar ook bij de meeste lagere dieren aangetroffen wordt, worden vereischt twee bijzondere stelsels van organen, een *vrouwelijk*, waarin het *ei* gevormd wordt, in 'twelk de kiem van het toekomstige jong bevat is, en een *mannelijk* stelsel, vanwaar een eigenaardig vocht, *teelvocht*, uitgaat, hetwelk met het *ei* in aanraking komen en dit bevruchten, dat is, de kiem tot verdere ontwikkeling vatbaar maken moet. — Bij sommige diersoorten vindt men beide stelsels in één en hetzelfde individu vereenigd; bij verre de meeste, en daaronder bij alle gewervelde dieren, zijn zij gescheiden, zoodat het eene individu, het mannetje, alleen de mannelijke geslachtsorganen, het andere, het wijfje, alleen de vrouwelijke bezit.

Ik zal trachten in het volgend hoofdstuk een algemeen denkbeeld te geven van de wijze, waarop bij de hoogere dieren, bepaaldelijk bij den mensch, uit het *ei* een nieuw wezen gevormd wordt. Vervolgens zal ik eene korte beschouwing leveren van de ontwikkeling des kinds tot den volwassen leeftijd, en daaraan de behandeling vastknoopen van eenige punten, welke hier gevoegelijk eene plaats kunnen innemen. Eindelijk wensch ik, na alzo de ontwikkelingsgeschiedenis des menschen in korte trekken voorgesteld te hebben, te besluiten met het een en ander betrekkelijk de afneming en het verval des menschelijken ligchaams, waarvan de dood de eindelijke uitkomst is.

II. HOOFDSTUK.

Ontwikkeling van het ei.

In dit hoofdstuk een overzicht wenschende te geven van de wijze, waarop zich uit het ei der zoogdieren een nieuw schepsel ontwikkelt, moet ik vooraf aanmerken, dat ik niet van voornemen ben eene zelfs eenigzins volledige schets der ontwikkelings-geschiedenis te geven. Zulk eene schets zoude hier ongetwijfeld wel op hare plaats zijn; onderscheidene bezwaren verbieden echter daarvan de bewerking voor een boek als dit. Van deze bezwaren is niet de minste de groote uitvoerigheid, waarin ik zoude moeten vervallen, indien ik hier, evenals ik overal getracht heb te doen, mij op de noodige duidelijkheid wilde bevlifigen. Ik zal dus genoodzaakt zijn ten aanzien der ontwikkelings-geschiedenis eenigzins fragmentarisch te werk te gaan, en veel daar te laten, wat op zich zelf wel hoogst belangrijk en gewichtig, doch minder noodzakelijk is ter verkrijging van dat *algemeen* denkbeeld van de eerste vorming en ontwikkeling, dat ik, gelijk ik op het eind des vorigen hoofdstuks aanmerkte, voornemens was mijnen lezers te verschaffen.

Op de gewervelde dieren is de stelling van HARVEY: al wat leeft ontstaat uit een ei, in den volsten zin van toepassing. Immers ook de zoogdieren ontstaan uit een ei, even goed als de vogelen, visschen en kruipende dieren. Er heeft hier echter een onderscheid plaats. Bij alle vogelen, en bij de meeste visschen en kruipende dieren, verlaat het bevruchte ei het ligchaam der moeder en ontwikkelt zich buiten hetzelfde. Bij de zoogdieren daarentegen, alsmede bij eenige visschen (haaijen) en kruipende dieren (adders) blijft het ei in den moederlijken schoot besloten en ontwikkelt zich daár. Daarop berust de verdeling der gewervelde dieren in *eijerleggende* en *levendbarende*.

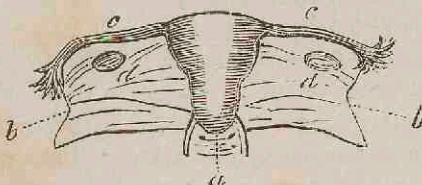
Het is omtrent zeven en dertig jaren geleden, dat door VON BAER het ware ei der zoogdieren is aangetoond. Voor dien tijd verschilde men, ofschoon men een zoogdieret aannam, daaromtrent zeer van gevoelen. Echter komt aan onze landgenooten VAN HORNE en DE GRAAF de eer toe, van de plaats, waar zich

het ei der zoogdieren vormt, te hebben aangewezen.

De plaats, waar het ei der zoogdieren, niet ontstaat, maar zich ontwikkelt, is de *baarmoeder*, waarvan de nevensgaande figuur eene schets voorstelt. Dit orgaan bezit

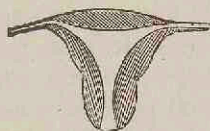
eene peervormige gedaante; het breede einde, de *bodem*, is naar boven, het smalle, de *hals*, is naar beneden gekeerd, en in dezen laatsten bevindt zich de

Fig. 137



opening of *mond a* der baarmoeder. Het orgaan is gelogen beneden in het bekken, en heeft de pisblaas vóór, en den endeldarm achter zich. De bodem, doch niet de hals, is omgeven van een weivliezig bekleedsel, dat een verlengsel van het buikvlies is, en regts en links van de baarmoeder eene breede plooi *b* vormt, welke zich aan de zijden van het bekken vasthecht.

Fig. 138.

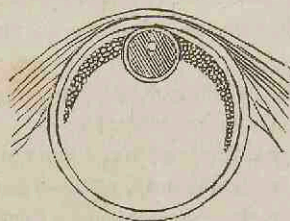


De inwendige holte der baarmoeder, welke (zie fig. 138) driehoekig is, is met slijmvlies bekleed; de zelfstandigheid harer wanden bestaat uit bleeke, niet gestreepte (bladz. 233) spiervezels, die elkander in alle rigtingen doorkruisen.

Van elke zijde van den bodem der baarmoeder ontspringt eene buis *c*, wier holte (zie fig. 137) uitloopt in die der baarmoeder zelve. Het uiteinde van deze buis is centgzins verwijd, en bezit daar eene opening met eenen ongelijken, als 't ware in franjes verdeelden rand. Die buizen, wier samenstel met dat der baarmoeder overeenkomt, en die gelegen zijn in de zoo even gemelde weivliezige plooi, noemt men de *eileiders* of *trompetten van Fallopius*.

Aan elke zijde der baarmoeder vindt men bovendien in die plooi een ander, langwerpig rond ligchaam *d*, den *eijerstok*. Elke eijerstok bestaat uit vast, vaatrijk bindweefsel, waarin zich gemiddeld 15 vliezige blaasjes bevinden, die men naar hunnen ontdekker, die ze voor de eigenlijke eijeren hield, *Graafsche blaasjes* noemt. Zij zijn evenwel niet de eijeren zelve, maar slechts de organen,

Fig. 139.



waarin zich het ei vormt, en waarin het bevat is tot den tijd toe dat het los wordt. De Graafsche blaasjes, waarvan fig. 139 er een tenmaal vergroot voorstelt, zijn gevuld met eene heldere gele vloeistof, en van binnen bekleed met epithelium, dat op eene zekere plaats tot eene dikke schijf opgehoopt is. Deze schijf heet de *kiemschijf*, en in haar midden ligt het *ei*. Dit alles is in de figuur zonder aanwijzing van letters duidelijk zichtbaar.

Het ei zelf, -- zie almede fig. 139 -- bestaat uit een doorschijnend omhulsel, dat gevuld is met eene dikke, half vloeibare stof, de *dojer*, en bevat bovendien een zeer klein helder blaasje, het *kiemblaasje*.

Op bepaalde tijden nu zwelt een der Graafsche blaasjes in eenen der eijerstokken op, barst, en ontlast het daarin bevatte ei. Intusschen heeft zich de opening des eileiders tegen den eijerstok gelegd, zoodat de opgerigte franjes dezen omvangen, en het ontlaste ei door de opening van den eileider moet worden opgevangen. Door dien eileider wordt nu het ei naar de holte der baarmoeder geleid. Deze voortleiding geschiedt gedcellijk door de zamentrekkingen van de spiervezels van den eileider, op de wijze als b. v. het voedsel

door den slokdarm naar de maag gevoerd wordt, gedeeltelijk door de beweging der haartjes van het trilhaar-epithelium, waarmede het slijmvlies des eileiders bekleed is. Nu kan er van twee gevallen één plaats grijpen. Er heeft namelijk gedurende den tijd, welken het ei noodig heeft om den eileider te doorloopen, en welke eenige dagen duurt, al of niet bevruchting plaats. In het eerste geval blijft het ei, binnen de baarmoeder gekomen, daarin en ontwikkelt zich verder. In het tweede geval verloeft het daarin niet of slechts zeer korten tijd, en wordt spoedig naar buiten uitgeloozd.

De bevruchting geschiedt, gelijk zulks door onderzoekingen bij dieren be-
wezen is, door aanraking van het teelvocht, dat van het mannelijk individu afkomstig is, en hetwelk eerst binnen de baarmoeder en vervolgens binnen de eileiders dringt. Op welke wijze die bevruchting plaats heeft, weten wij niet. Echter heeft men seilert kort eene ontdekking gedaan, die te dozen aanzien

Fig. 140



hoogst belangrijk mag gerekend worden. Het genoemde vocht toch bevat een aantal zoogenaamde *zaaddiertjes* of *zaad- draadjes*, die de nevensgaande figuur 140 zeer veel malen vergroot afbeeldt. Zij werden in 1677 door onzen landgenoot HAM ontdekt, en door LEEUWENHOEK het eerst beschreven en afgebeeld. Wij zullen hier niet treden in een onder-
zoek, of deze kleine voorwerpen, die zich aanhoudend le-
vendig bewegen, al dan niet met den naam van diertjes

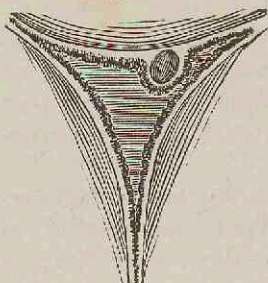
verdienen bestempeld te worden, en alleen opmerken, dat men reeds vroeg aan hen eene rol bij de bevruchting toegeschreven heeft, zonder dat men echter bepaald kon bewijzen welke die rol was. In den laatsten tijd echter heeft men ontdekt, dat zij, in aanraking met een eitje gebracht, zich met eene bo-
rende beweging daarbinnen drongen, en wel met het dikste einde vooruit; eene ontdekking, die waarschijnlijk de eerste stap zal zijn, om ons aangaande het duistere punt der bevruchting in lateren tijd betere kennis te bezorgen.

Terwijl het er den eileider doorloopt, zwelt het slijmvlies der baarmoeder op, wordt rood, en scheidt een dun vlies af, dat dan, op de wijze van een epithelium, de holte der baarmoeder overal bekleedt, zoo zelfs, dat de mond van dat orgaan, en de beide openingen des eileiders, daardoor gesloten worden. Dit vlies noemt men het *afvallend vlies*. Wanneer nu het ei uit de opening van den eileider in de holte van de baarmoeder dringen wil, snijft het dit vlies daar ter plaalse voor zich uit, en vormt alzoo (zie fig. 141) een heursje, waarin het ei blijft hangen. Dit binnenwaarts gedrukt gedeelte van het afvallend vlies wordt het *omgeslagen afvallend vlies* genoemd. De plaats van den wand der baarmoeder, die hierdoor onthloot is geworden, verkrijgt echter spoedig een nieuw dergelijk bekleedsel.

Gedurende den doortogt door den eileider is het vroeger in het ei zichtbare kiemblaasje verdwenen. De dojer is tevens vaster geworden, en heeft zich verdeeld in bolletjes, eerst in 2, dan in 4, vervolgens in 8, daarna in 16,

en zoo vervolgens, tengevolge waarvan de dojer nu niet meer kogelvormig, maar moerbezieachtig van gedaante geworden is.

Fig. 141.



In de baarmoeder heeft nu de verdere ontwikkeling van het ei plaats. De genoemde bolletjes ontwikkelen zich tot cellen, welke zich van lieverlede plaatsen tegen de binnenvlakte van het vlies, dat het ei omgeeft, en eindelijk een nieuw vlies, het *kiemvlies*, vormen, dat dan door het eerstgenoemde vlies omgeven wordt. Is dit geschied, dan ontdekt men weldra aan eene zekere plaats van het kiemvlies eene ronde, witachtige vlek, den *vruchthof*, welke echter uit dezelfde

bestanddeelen bestaat, als het kiemvlies zelf. Deze vlek neemt in dikte toe, en bestaat dan uit twee lagen, eene buitenste en eene binnenste, waarvan men de eerste, om redenen die straks duidelijk zullen worden, het *weivliezige* of *animale blad*, de tweede het *stijmvliezige* of *vegetatieve blad* noemt.

Fig. 142 vertoont een dierlijk ei, zeer sterk vergroot, en bij wijze van schets

Fig. 142.

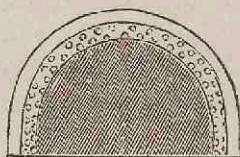
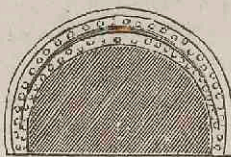


Fig. 143.



voorgesteld. Men ziet daar den uit cellen bestaanden vruchthof in doorsnede. Fig. 143 verbeeldt hetzelfde ei, wanneer de cellenlaag, waar

uit de vruchthof bestaat, zich reeds in een buitenst en binnenst blad gesplitst heeft.

De vruchthof heeft nu, wanneer men hem niet als in fig. 143 in doorsnede, maar bovenop beschouwt, eene langwerpige, beschuitvormige gedaante aangenomen;

Fig. 144.



haar buitenrand vormt een' donkeren zoom, welke een lichter middengedeelte insluit, zie fig. 144. In dit lichtere gedeelte bemerkt men nu eene heldere streep, de *primitiefstreep*, welke eene sleuf is, aan wier beide zijden zich eene verhevenheid vertoont. Deze beide verhevenheden, die de sleuf tusschen zich hebben, noemt men *rugplaten*; zij groeijen al hooger en hooger op, hare toppen naderen elkander meer,

raken elkander eindelijk en groeijen aaneen, eerst boven het midden der primitiefstreep, en vervolgens naar de beide einden toe, waardoor natuurlijk die sleuf in een besloten kanaal veranderd wordt. Fig. 145, 146 en 147 stellen deze overwelving der sleuf voor. In fig. 145 ziet men de sleuf met de beide rugplaten in doorsnede, zooals zij zich aanvankelijk vertoonen; in fig. 146 naderen de rugplaten elkander, en in fig. 147 hebben zij zich vereenigd en vormen een rugkanaal *a*. Dit kanaal wordt spoedig gevuld met eene vloeis-

stof, waaruit zich later het ruggemerg en de hersenen ontwikkelen. Intussen vormt zich onder dit kanaal weder eene streep, waarvan de doorsnede in de figuren door *b* wordt aangeduid. Uit

Fig. 145.

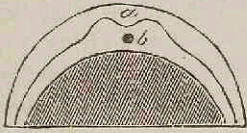


Fig. 146.

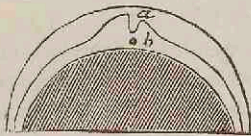
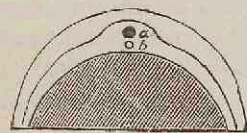


Fig. 147

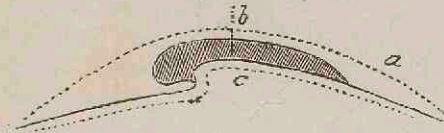


deze streep ontwikkelt zich vervolgens een kraakbeenig koordvormig ligchaam, de *ruggekoord*, rondom welke zich later de lichamen der wervelen ontwikkelen, terwijl de bogen dier beenderen in de rugplaten gevormd worden.

Terwijl de rugplaten zich ontwikkelen, ontstaat er meer buitenwaarts, aan elke zijde der primitiefstreep, eene andere verhevenheid van het buitenste of weivliesblad des vruchthofs. Deze beide verhevenheden of *buikplaten* ontwikkelen zich echter bij haren groei niet bovenwaarts, maar benedenwaarts; zij zijn bestemd om de holte in te sluiten, in welke zich later de organen der ademhaling en der spijsvertering zullen bevinden.

Wanneer het kanaal voor het ruggemerg geheel gesloten is, dan verwijdt het zich aan dat uiteinde, waar het hoofd ontstaan moet, en vormt daar eene in drieën afgedeelde blaas. Deze blaas is de toekomstige schedel. Wanneer het zoo ver gekomen is, dat het hoofd uiteinde zich duidelijk vertoont, dan begint de tot dusver vlak liggende *vruchtkiem* (zoo kunnen wij het deel, dat al deze veranderingen ondergaat, thans noemen) zich meer en meer sterp van het overige gedeelte van het ei te onderscheiden, zoodat zij spoedig zich vertoont als op het ei liggende, en volgens de werving daarvan eenigermate gekromd. Men moet zich nu de vruchtkiem voorstellen, als met den rug naar boven en met den nog niet gevormden buik op het ei liggende. Tegelijkertijd ondergaat het hoofd eene veel sterkere buiging naar beneden, ongeveer zooals geschiedt, wanneer men het hoofd zoo sterk mogelijk buigt en tegen de borst drukt. Ten-

Fig. 148.

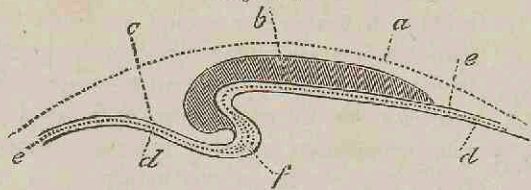


gevolge daarvan wordt het hoofd in het kiemvlies van het ei ingedrukt. Fig. 148 vertoont de tot dus ver ontwikkelde kiem, niet, gelijk in de vorige figuren, in dwarse doorsnede, maar op zijde gezien; *a* is het buitenste vlies van het ei; *b* de kiem, waaraan de voorover gebogene schedel reeds duidelijk te onderscheiden is; de gestippelde lijn *c* is het slijmvliesblad.

Tusschen het weivlies- en het slijmvliesblad vormt zich thans eene derde laag, het *vaatblad*, in hetwelk zich een fijn net ontwikkelt, terwijl in de hals-

streek, onder de hoofdbogt, eene opeenhooping van cellen ontstaat, waaruit

Fig. 119.

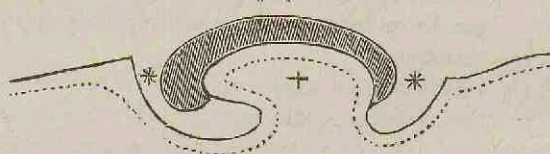


zich het hart vormt. In nevensgaande figuur is *a* het buitenste eivlies, *b* de kiem met haren schedel en ruggemergskanaal, *d* het slijmvliesblad, *e* het pas

gevormde door eene stippellijn aangeduid vaatblad, en *f* het hart.

Terwijl dit alles geschiedt, groeijen de buikplaten van het welvliesblad aan beide zijden meer en meer naar elkander toe, en ook van voren en van achteren scheidt de kiem zich scherper van het overige gedeelte des eis af. Het gevolg daarvan is, dat er zich eene buikholte en eene darmholte beginnen te vormen. In fig. 130 is het donker geschaduwde gedeelte al wederom het

Fig. 130.

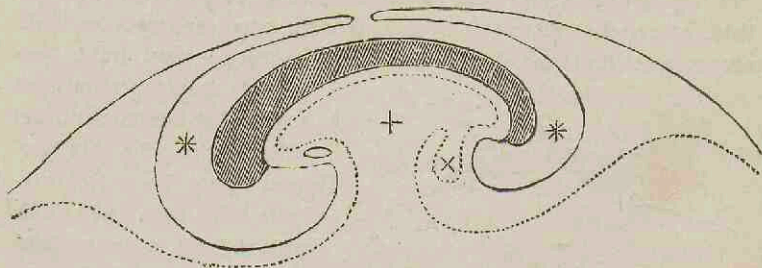


hersenen- en ruggemergskanaal, terwijl de stippellijn het slijmvlieszige of vegetatieve blad aanduidt; het teeken +

wijst de zich vormende, door het slijmvliesblad omgevene, darmholte aan, en ** eene groeve, die tengevolge der thans plaats hebbende scherpere afscheiding der kiem, deze laatste van rondom omgeeft.

Wij zien in deze zelfde figuur aan de buitenzijde der groeve *, die de kiem omgeeft, eene verhevenheid of wal; deze verhevenheid groeit al verder en verder voort, zie fig. 131, boven over de kiem heen, en vormt alzoo eene blaas, die

Fig. 131.

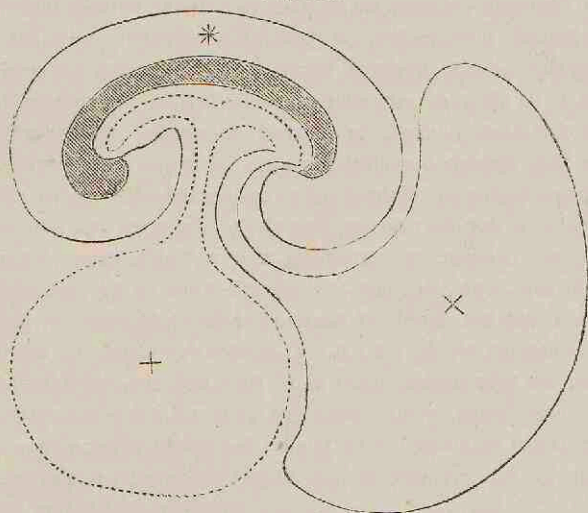


zich eindelijk geheel sluit. Men noemt dit vlies of deze blaas het *watervlies* of *amnion*. In onze figuur is zij nog niet geheel gesloten: + is weder de darmholte, en **, de groeve der vorige figuur, is hier veranderd in de holte van het amnion, welke holte met vocht gevuld is. Het vaatblad is hier niet afge-

beeld, maar onder de hoofdbulging is het hart aangeduid. — Bovendien ontwikkelt zich uit het slijmblad aan het achterste gedeelte des ligchaams, waar later de onderste ledematen zullen ontstaan, een ander blaasje \times , *allantois* genaamd. Dit blaasje, dat weldra zeer in grootte toeneemt, is van buiten door een verlengsel van het vaatblad overtoegen.

Fig. 152 stelt het ei voor, na de volkomen ontwikkeling van het amnion en

Fig. 152.

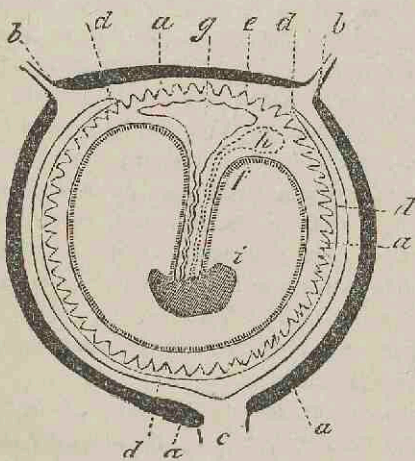


de allantois. De buikholte is thans, ten gevolge van de wederzijdsche nadering der buikplaten, genoegzaam gesloten, op ééne opening na, die men de navelopening heet. Ten gevolge dier afsluiting ligt de kiem thans bijna geheel binnen de holte van het amnion *; \times is de volkomen ontwikkelde allantois, en + is het overige gedeelte van het ei, dat thans als 't ware aan den navel der kiem hangt, en daarom *navelblaas*, ook wel *dojerzak*, genaamd wordt. Deze navelblaas heeft door de *navelblaas* of *dojerbuis*, die door de navelopening gaat, met de darmholte gemeenschap. Ook de allantois gaat, gelijk in de figuur te zien is, door de navelopening. Daar deze opening echter al kleiner en kleiner wordt, wordt de allantois daardoor in twee deelen verdeeld; het eene ligt binnen de buikholte en wordt later de pisblaas; het andere ligt daarbuiten, en draagt weldra het zijne bij tot vorming van een innig verband tusschen de moeder en de zich ontwikkelende kiem.

Wanneer het watervlies of amnion zich rondom de kiem vormt, is de buitenste plaat van dat vlies, die in fig. 151 wel, doch in fig. 152 niet meer zichtbaar is, naauwkeurig tegen de binnenste oppervlakte van het buitenste eivlies gelegen, en vergroeit daarmede, waardoor alzoo dit laatste vlies zoo veel dikker wordt, als de dikte van de buitenplaat van het amnion bedraagt. Dan

ontwikkelen zich op de buitenste oppervlakte van het buitenste eivlies eene menigte vlokken of tepeltjes, die, door het afvallend vlies heen, in de hollen der opgezwollen slijmklieën der baarmoeder ingroeijen. Van nu af heet het buitenste eivlies *vaatvlies* (*chorion*). Aan het onderste gedeelte van het ei ontwikkelen zich die vlokken weinig, en bij de trapsgewijze vergrooting en uitzetting van het vaatvlies worden zij alzoo minder zichtbaar; doch van boven, en bepaaldelijk ter plaatse waar zich het nakomende afvallend vlies (bladz. 301) bevindt, ontwikkelen zij zich zeer sterk, vormen takverdeelingen, die door elkander heengroeijen, en alzoo een schijfvormig, vast aan den wand der baarmoeder gehecht ligchaam vormen, dat *moederkoek* genaamd wordt. — Intusschen is de allantois snel voortgegroeid, bereikt het chorion, ter plaatse waar de moederkoek ontstaat, en vergroot hiermede. Nu dringen de bloedvaten van het vaatrijk omhulsel der allantois binnen in de vlokken van het chorion, en dus in den moederkoek, en te gelijker tijd ontwikkelen zich daar ter plaatse de vaten der baarmoeder zeer sterk. De vaten van den moederkoek ontmoeten nu elkander, en vereenigen zich wel niet, maar treden toch met elkander op eene wijze, die nog niet geheel bekend is, in zulk eene naauwe gemeenschap, dat het bloed der baarmoeder door endosmose in de vaten der vrucht (zoo noemen wij de tot zoo ver ontwikkelde kiem), en dat der vrucht in de vaten der baarmoeder treden kan. De allantois zelve verdwijnt nu, doch laat over eene streng, *navelstreng*, bestaande uit twee slagaderen en eene ader, door middel waarvan het vaatstelsel der vrucht gemeenschap oefent met het vaatnet des moederkoeks, en door dit met de vaten der baarmoeder. Had

Fig. 153.

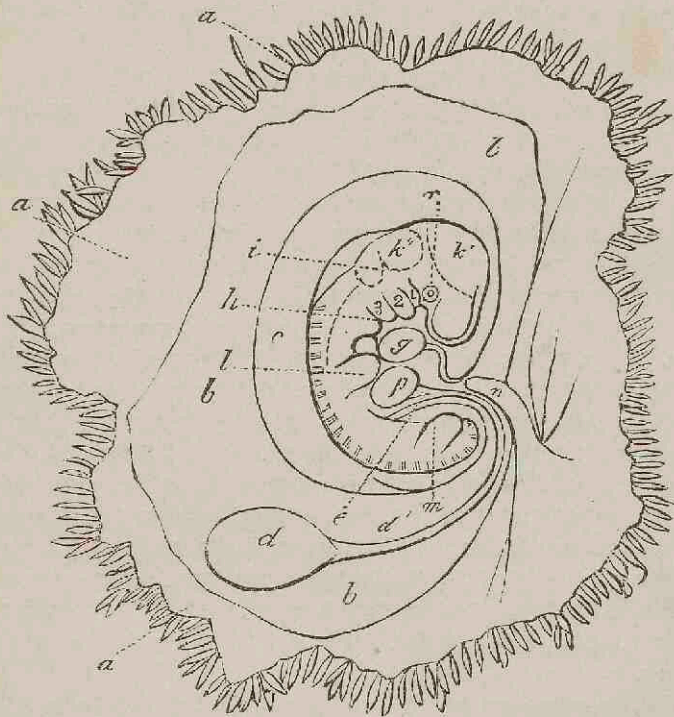


vroeger de voeding en de groei der vrucht plaats door endosmose uit de dojerblaas, thans heeft die voeding hoofdzakelijk plaats door het bloed der moeder, dat uit de vaten der baarmoeder door den moederkoek als 't ware opgezogen, en door de naveladeren binnen het ligchaam der vrucht gevoerd wordt. De dojerblaas, die op dit tijdstip in verhouding tot de vrucht reeds klein is, vergroot met de navelstreng. Fig. 153 vertoont de vrucht met zijne omhulsels op dit tijdstip. De wand der baarmoeder is hier zwart, het chorion gefand voorgesteld. De wand der baarmoeder is dus *a*; *bb* zijn de openingen der eileiders; *c* de mond der baarmoeder; *d* het afvallend vlies; *e* het vaatvlies of chorion; *f* het wa-

tervlies of amnion; *g* de allantois, op het punt om met het chorion te vergroeijen; *h* de navelblaas of doerzak, en *i* de binnen het amnion hangende vrucht.

Ik voeg hierbij eens grootere afbeelding van eene ongeveer evenzoo ontwik-

Fig. 134.



kelde vrucht, vele malen vergroot. Daar is *a* het chorion, *b* de ruimte tusschen het chorion en het amnion *c*; *d* is de navelblaas: *d'* de steel daarvan; *e* is eene darmlis, die in dien steel even indringt; *g* toont het hart aan, *h* de onderkaak, *k'* de halfronden der groote hersenen, *k''* de vierdubbele ligchamen, *i* de kleine hersenen, *l* het beginsel van een arm, en *m* van een been, *n* de plaats waar de allantois zich met het chorion vereenigt, *n'* de navelstreng, *p* de lever, *r* een oog, 1, 2, 3 de drie kieuwspleten, dat zijn openingen, welke op dit tijdperk bij de vrucht aanwezig zijn, doch later verdwijnen.

Ik zoude nu kunnen voortgaan, en aantoonen, hoe in het weivliezige of dierlijke blad zich de ledematen ontwikkelen, hoe de hersenen, het oor en het oog worden gevormd, hoe zich eerst rondom het ruggemerg, en daarna elders kraakbeenstof ontwikkelt, die later in been overgaat; hoe in het vaatblad de bloeds-

omloop verschillende veranderingen ondergaat, en hoe zich daarin klieren ontwikkelen, en er zich van uit het slijmvliesig of vegetatief blad klierbuizen in voortzetten; hoe in het slijmvliesblad het darmkanaal en de longen eene reeks van vormveranderingen doorloopen, eer zij worden wat zij blijvend zijn moeten. Doch, hoe hoogst belangrijk zulk eene beschouwing ook wezen moge, zoo kan ik echter hier daarin niet treden, aangezien eene meer volledige ontwikkelingsgeschiedenis der verschillende organen, hoe kort ook behandeld, eene ruimte innemen zoude, waarover ik niet beschikken kan.

Intusschen is het aangevoerde genoegzaam om ten minste eenigzins een denkbeeld te geven van de wijze, waarop zich uit een deel, dat met hetgeen het later wezen zal geene de minste overeenkomst aanbiedt, het ei namelijk, een georganiseerd wezen ontwikkelt. En men zal zich, in acht nemende wat ik op bladz. 21 over de celvorming, en bladz. 126 over de voeding en den groei heb aangevoerd, nu ook eenigermate kunnen voorstellen, hoe de verschillende lichaamsdeelen zich later langzamerhand ontwikkelen uit de stof, die het ontstaande organisme put uit het bloed der moeder, van welke het, zoodra de moederkoek zich volkomen gevormd heeft, geacht moet worden een deel uit te maken. Wij zien ook, dat wij voor de ontwikkeling van het zoogdier drie verschillende tijdperken kunnen aannemen. Gedurende het eerste zit en ontwikkelt zich het ei in het Graafsche blaasje, en is een deel van het lichaam der moeder; in het tweede is het, ofschoon binnen het lichaam der moeder besloten, toch los daarvan, en leeft een zelfstandig leven, even als het voegele, nadat het gelogd is; in het derde eindelijk hangt het door de navelstreng en de moederkoek met het lichaam der moeder zamen, en maakt daarvan voor de tweede maal een deel uit. Dat laatste tijdperk duurt tot wanneer de vrucht, volkomen ontwikkeld, geheel geschikt is om op nieuw, en nu voor goed, een eigen, zelfstandig leven te leiden, dat is, met andere woorden, tot de vrucht voldragen is.

De tijd, die er verloopt sedert de aankomst van het ei in de baarmoeder tot op den tijd der geboorte, verschilt bij de verschillende soorten der zoogdieren aanmerkelijk; bij den mensch bedraagt hij in den regel 40 weken. Evenwel is de vrucht tusschen de zevende en achtste maand der zwangerschap, strikt genomen, geschikt om een zelfstandig leven te leiden; gedurende de achtste en negende maand neemt zij in krachten toe, ten einde des te beter geschikt te zijn om tegenstand te bieden aan de nieuwe indrukken, waaraan het na de geboorte onderworpen zal zijn.

Gedurende al den tijd, welken de vrucht in het lichaam der moeder besloten is, is hare plaatsing wel niet altijd volkomen dezelfde, doch in den regel met het hoofd benedenwaarts. Verder is bij de vrucht de houding zoodanig, dat zij de minst mogelijke ruimte inneemt, te weten, met het hoofd op de borst gedrukt, de dijen tegen den buik opgelrokken, en de armen liggende tegen de dijen, of over elkander gekruist.

Ieder weet, dat, ofschoon de zwangerschap bij den mensch in den regel enkelvoudig is, er toch somtijds *tweelingen* kunnen geboren worden. Men heeft berekend, dat het getal tweeling-geboorten tot dat der enkelvoudige geboorten staat als één tot tachtig. Veel zeldzamer, ofschoon toch nog van tijd tot tijd waargenomen, zijn drieling-geboorten; gevallen van vierlingen of vijfelingen zijn uiterst zeldzaam. Tweelingen zijn doorgaans zwak; maar nog meer is dit het geval bij drielingen, die meest altijd eenigen tijd na de geboorte starven.

Over het algemeen overtreft het getal der jongens, die geboren worden, dat der meisjes; de verhouding is als 103 tot 100.

Wanneer dan nu de vrucht hare behoorlijke ontwikkeling heeft ontvangen, komt eindelijk het oogenblik der geboorte. De vrucht zelve gedraagt zich daarbij geheel lijdelijk; alle verrigtingen, die er toe bijdragen, gaan van de moeder uit. Het zijn voornamelijk de van pijn vergezeld zamentrekkingen van den spierrok der baarmoeder (weeën), geholpen door te gelijk plaats grijpende zamentrekkingen van het middenrif en de buikspieren, welke de vrucht naar beneden dringen, langzamerhand den baarmoedermond doen uitzetten, het chorion en amnion doen scheuren, en eindelijk het kind, in den regel met het hoofd vooruit, naar buiten drijven. De vliezen en de moederkoek volgen later als nageboorte.

Na dit algemeen overzicht van de ontwikkeling der vrucht, zullen wij in het volgend hoofdstuk een' blik werpen op de ontwikkeling des menschen tot den volwassen leeftijd.

III. HOOFDSTUK.

Voortgaande ontwikkeling van den mensch na de geboorte.

Terstond na de geboorte ademt het kind en schreeuwt het. Wanneer wij ons voorstellen, hoe het, tot dusver in den moederschoot gekoesterd en in een' onafgebroken slaap verkeerende, thans plotseling de indrukken van licht, lucht en geluid ondervindt, dan behoeven wij er ons niet over te verwonderen, dat het eerste teeken, dat het kind van zijn zelfstandig leven geeft, een klagend schreien is. Intusschen moeten wij hierbij altijd in het oog houden, wat ik op bladz. 281 aangaande de bewegingen van het kind gezegd heb. Alle levensuitingen, ook alle bewegingen, zelfs de meest doelmatige, zijn bij het jonggeboren kind onwillekenrig; het leeft, gelijk ik zeide, een ruggemergsleven, dat eerst later al meer en meer zal geraken onder de heerschappij der hersenen.

Al spoedig na de geboorte valt de jonggeborene in slaap. In het algemeen

slaapt hij in de eerste weken meer dan hij waakt; hij zet als 't ware zijn vruchtlevens nog eenigermate voort, en het is slechts langzamerhand, dat het kind in dit opzigt naar den volwassene begint te gelijken. Daar verder het jonggeboren kind, gelijk wij op bladz. 131 zagen, minder warmte ontwikkelt dan het tot onderhoud des levens noodig heeft, zoo valt daardoor de noodzakelijkheid, om de koesterende warmte van den moederlijken schoot door warme kleederen te vervangen. van zelf in het oog.

Ook ten opzichte van de wijze van voeding merken wij thans nog een punt van overeenkomst op met het tijdperk van het vruchtlevens. De vrucht wordt gevoed door de daartoe dienstige bestanddeelen, die zich bevinden in het bloed der moeder, dat haar door de navelstreng wordt toegevoerd. Het jonge kind wordt gevoed door het *zog*, de melk, die uit het bloed der moeder afgescheiden wordt door twee klieren, de borsten, die op de horstspieren onder de huid geplaatst zijn, en waarvan de uitlozingsbuisen zich aan de voorste oppervlakte der tepels openen.

Kort na de bevalling is de zogafscheiding nog onbeduidend; doch op den tweeden of derden dag ontstaat er een rijkelijke toevloed van bloed naar de borsten, waarbij zich meestal eenige koorts voegt, en welke gevolgd wordt van eene ruimere afscheiding van zog.

De melk, en bij voorkeur het zog der moeder, is het eigenaardige en door geen ander volkomen te vervangen voedsel des kinds op dezen leeftijd. Zij is ook, zoo zij slechts van goede hoedanigheid is, hiertoe volkomen voldoende, daar zij alles in zich bevat, wat het organisme des kinds tot zijne ontwikkeling behoeft; wij merken dit reeds vroeger op. Immers zij bevat eene proteïne-verbinding (kaasstof of *caseïne*), eene suikerachtige stof of koolstof-hydraat (melksuiker), vet (boter), en al die zouten, welke in het organisme des kinds moeten worden opgenomen.

Vroeger (bladz. 134) heb ik aangemerkt, dat het leven, hetwelk het jonggeboren kind leidt, een ruggemergsleven is. De bewegingen, die het uitoeft, zijn zuiver automatisch; het zijn reflex-bewegingen, waaraan de wil hoegenaamd geen deel heeft; trouwens het hersenleven slaapt, voor zoover de hoogere uitingen van dat leven aangaat. Ook de zintuigelijke verrichtingen staan nog op zeer lagen trap. Wel is waar gevoelt het kind, en ontwaart het licht en geluid, waarvan men zich overtuigen kan door den blijkbaar onaangename indruk, dien prikkeling der huid, te sterk licht of hevige geluiden op het kind maken, doch het vermogen om de voorwerpen door het gevoel te onderscheiden ontbreekt: het kind ziet licht, maar geene voorwerpen, het hoort geluiden, maar geene toonen. Smaak en reuk zijn zeer stomp; er is van deze eigenlijk niet met zekerheid te zeggen, of zij al dan niet werkzaam zijn. Ook blijven de indrukken, die de hem omringende natuur op zijne zintuigen maakt, in den eersten tijd bijna uitsluitend van onaangename aard; het kind bevindt zich het best, wanneer het niets gevoelt; elke maar

eenigzins ingrijpende indruk wekt een pijnlijk gevoel op, en noopt het tot schreijen.

Het eerste wat bij eene oplettende beschouwing van een jonggeboren kind ons in het oog valt, is eene zekere onevenredigheid der lichaamsdeelen, die vooral daarin bestaat, dat het hoofd zeer groot, en de ledematen zeer klein zijn. Doch het onderscheid tusschen het jonggeboren kind en den volwassene bepaalt zich, de grootte des lichaams daargelaten, niet slechts bij den uitwendigen vorm en de van buiten zichtbare evenredigheden des lichaams: er bestaat ook nog verschil in het inwendig samenstel. Wel bezit het jonggeboren kind alle organen, die de volwassene heeft, doch er is in de betrekkelijke grootte dier organen onderling, en in den vorm dien zij bezitten, menig belangrijk punt van verschil op te merken. Wij kunnen daarbij niet blijven stilstaan. Alleen merk ik op, dat de beenwording (bladz 36) bij de geboorte wel reeds ver gevorderd maar toch bij lange na niet voltooid is. De randen der schedelbeenderen raken elkander nog niet, en aan de hoeken dier beenderen vindt men zelfs vrij grootte tusschenruimten, die men *fontanelleten* noemt, en waarvan de grootste hoven het voorhoofd, ter plaatse waar de beide wandbeenderen en het voorhoofdsbeen elkander raken, duidelijk door de huid heen te voelen is. De tusschenruimten tusschen de schedelbeenderen zijn slechts met vliezen gevuld. Vele been-uitsleeksels, en de ronde beenderen van den achterhand en de achtervoet, zijn nog kraakbeenig; de uitelnden der lange beenderen zijn nog niet met de lichamen dier beenderen vergroeid, maar door kraakbeenige tusschenstukken daarvan gescheiden. En ook in die beenderen, wier verbeening het verst gevorderd is, is nog te weinig phosphorzure en koolzure kalk voorhanden, waarvan, gelijk op bladz. 33 aangemerkt is, de hardheid der beenderen afhangt; de beenderen des kinds zijn dus nog week, en buigzamer dan bij meer in leeftijd gevorderden. Eindelijk zijn de tanden nog slechts als kiemen binnen in de tandkassen voorhanden.

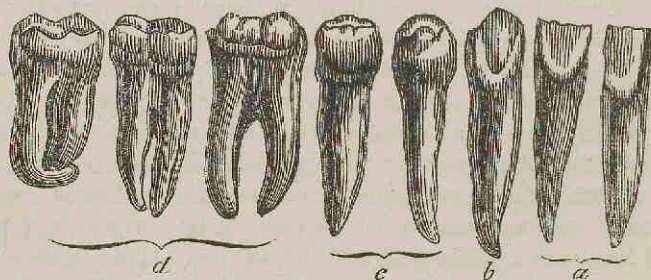
Intusschen staat na de geboorte de ontwikkeling des kinds geen oogenblik stil. In den korten tijd, die er overblijft van het slapen en het tot zich nemen van voedsel, gewent zich het kind al gaande weg meer en meer aan de van buiten komende indrukken, en naarmate het zich daaraan gewent, worden de zintuigen geoefend, zoodat het weldra afzonderlijke voorwerpen begint te onderkennen, en eenige verschillende toonen van elkander leert onderscheiden. Dan is ook de tijd gekomen, wanneer het niet meer enkel en alleen het gevoel van onaangename indrukken te kennen geeft door schreijen, maar ook door lagchen openbaart, dat het voor aangename aandoeningen vatbaar is geworden. Tevens begint men te bespeuren, dat langzamerhand de wil ontwaakt, en dat het kind zijne spieren willekeurig begint te gebruiken. In de vierde of vijfde maand begint het zijne handjes te bezigen tot het aangrijpen en betasten van voorwerpen, en dit is, gelijk ik reeds op bladz. 183 aanmerkte, ook voor de verdere ontwikkeling van het gezichtsvermogen eene groote aanwinst; daardoor

vooral leert het kind *goed* zien, omdat het door den lastzin de geheele beteekenis leert kennen van de beelden, die zich op zijn netvlies vormen. Van nu af aan leert het al meer en meer de hem het naast omringende voorwerpen onderscheiden en kennen; het geheugen ontwaakt, en daarbij het vermogen om verschillende indrukken met elkander te verbinden; de bewegingen worden meer en meer doelmatig en blijkbaar de uitwerkselen van een' bepaalden wil, — in één woord, het hersenleven is ontwaakt, en het kind heeft reeds de eerste schreden afgelegd op de baan der verstandelijke ontwikkeling.

Het kind neemt ondertusschen sterk in grootte en zwaarte toe; de ontwikkeling der verschillende lichaamsdeelen gaat altijd voorwaarts. Doch de meest in het oog loopende verandering, die nu in de eerste plaats bespeurd wordt, is het doorbreken der tanden.

Tegen het eind der zevende maand, soms wat vroeger, soms wat later, verschijnen in den regel twee middenste snijtanden der onderkaak, waarop in de tiende of elfde maand de twee middenste snijtanden der bovenkaak volgen. Na vier of vijf maanden komen de onderste en bovenste buitenste snijtanden te voorschijn, en kort daarop de onderste en bovenste eerste kiezen. Gedurende de laatste helft van het tweede jaar dringen achtereenvolgens de onderste en bovenste hoektanden in de ruimten, voor hen opengelaten tusschen de buitenste snijtanden en de eerste kiezen, en bij den aanvang van het derde jaar komen in elke kaak nog twee kiezen voor den dag. Het kind heeft derhalve dan twintig tanden en kiezen, en daarbij blijft het voorerst. Men noemt deze tanden *melktanden*; zij blijven tot het zevende jaar staan, wanneer de tandwisseling begint, en de melktanden uitvallen, in dezelfde orde waarin zij te voorschijn gekomen zijn, om voor de blijvende tanden plaats te maken, nog met zes kiezen in elke kaak vermeerderd te worden, en daardoor het getal van twee-en-dertig tanden en kiezen, welke de volkomen ontwikkelde mensch bezit, vol te maken. Ik herhaal hier de vroeger gegevene afbeelding van de

Fig. 153.



tanden eener halve kaak bij eenen volwassene; — vergelijken wij daarmede de tanden, die elke halve kaak bij het jonggeboren kind bevat, dan zien wij

dat in deze laatste gevonden worden twee snijlanden *a*, een hoektand *b*, en twee eerste of kleine kiezen *c*, — doch dat de drie groote kiezen *d* ontbreken.

Op welke wijze zich de tanden in de hoite der kaken ontwikkelen, hoe zij eindelijk doorbreken en zich boven het tandvleesch verloozen, en hoe later de tandwisseling plaats heeft, heb ik op bladz. 131 duidelijk trachten te maken, en ik acht het onnoodig daarop hier weder terug te komen. Er komen menigvuldige afwijkingen voor van de opgegevene orde in het doorbreken der melktanden, doch deze is over 't geheel de gewone.

Bij vele kinderen geschiedt het tandenkrijgen zeer gemakkelijk, doch bij de meesten gaat het gepaard met ziekelijke verschijnselen, welke afhangen deels van eene aandoening van het slijmvlies der mondholte, deels van bloedophooping naar het hoofd, welke laatste soms gevaarlijk worden kan. Over 't geheel breken de hoektanden het moeilijkst door, omdat zij tusschen de buitenste snijlanden en binnenste kiezen moeten indringen.

Heeft het kind eenige tanden gekregen, dan is ook de tijd daar, dat het geschikt is om vaster voedsel te gebruiken dan moedermelk. Daardoor wordt de eerste knoop losgemaakt van den band, die, in een lichamelijk opzigt, ook na de geboorte nog het kind aan de moeder hechte. Nog lossen wordt die band, wanneer het kind leert vrijwillig van plaats te veranderen, wanneer het leert *loopen*. Vele kinderen, niet echter allen, beginnen met eerst op handen en knieën te *kruipen* (vergel. bladz. 262); eindelijk rigten zij zich op aan een vaststaand voorwerp, en leeren *staan*. Weldra leert het kind, zich altijd nog vast houdende aan den muur of andere voorwerpen, de onderste ledematen gebruiken om een eind weegs te *gaan*, en eindelijk waagt het de eerste vrije schrede. Is deze eens volbragt, dan duurt het niet lang of het houdt zich bij het gaan in het geheel niet meer vast. De tijd, op welken deze belangrijke ontwikkeling plaats heeft, is zeer ongelijk; gewoonlijk valt hij op het einde van het tweede levensjaar.

Ook het tijdstip, op hetwelk het kind *woorden* begint te uiten, om zijne aandoeningen en gedachten te kennen te geven, is zeer verschillend. Enkele bezigt het reeds tegen het einde van het eerste jaar. Langzamerhand en onmerkbaar vermeerderd het zijnen woordenschat, die in 't eerst alleen uit naamwoorden bestaat; weldra beproeft het woorden tot zinnen te verbinden, en op het eind van het tweede jaar is het gewoonlijk in staat zijne gedachten, althans voor hen, die aan zijne spraak gewend zijn, op eene vrij duidelijke wijze mede te deelen. Van hoe groot belang deze schrede is op den weg van verstandelijke ontwikkeling, behoef ik, vooral na hetgeen ik reeds vroeger over het verband tusschen 's menschen redelijke vermogens en de spraak heb gezegd, hier niet te ontwikkelen.

De groei des kinds is in den eersten tijd zeer snel, doch gaat langzamerhand trager, naarmate het kind in ouderdom toeneemt.

Op het einde van het derde jaar, zegt men, heeft de mensch omstreeks de

helst der lengte bereikt, die hij in volwassen toestand bezitten zal. Dat dit echter bij lange na niet altijd het geval is, leert de ondervinding; zeer dikwijls toch is het kind op dien ouderdom grooter, dan die regel aanneemt. Van alle organen bereiken de hersenen het spoedigst haren grootsten omvang; op den zoo even genoemden leeftijd staan zij in dat opzigt, ofschoon niet in gewigt, nagenoeg gelijk met die eens volwassenen. De beenvorming breidt zich gedurende dien tijd in de schedelbeenderen meer en meer naar den omtrek uit, zoodat zij eindelijk elkander raken en de fontanellen verdwijnen; de beenderen worden harder, doch het duurt nog lang eer de beenwording geheel voltooid is; zoolang het ligchaam groeit. Blijven de uiteinden der lange beenderen nog van de lichamen derzelve afgescheiden.

Het tijdperk, dat verloopt van de geboorte af tot aan den tijd van het tandwisselen, dus tot het zevende jaar, bestempelt men met den naam van *eerste kindschheid*. De groei is gedurende dezen tijd het sterkst, en de ontwikkeling der organen het krachtigst; de stofwisseling is daarom ook zeer sterk werkzaam en krachtig, en de meeste ziekten, aan welke het kind dan lijdt, zijn ziekten der voeding. Met de tandwisseling treedt het kind het tijdperk der *tweede kindschheid* in, dat zich tot het 13^e of 16^e jaar, althans in onze gewesten, uitstrekt. Van nu af gaan de ontwikkeling en de groei langzamer, bedaarder, als 't ware geregelder; het kind bezit ook in dit tijdperk over 't algemeen eene meer duurzame gezondheid dan gedurende de eerste kindschheid, en sterfgevallen komen veel minder voor. — Thans is de tijd daar van de sterkste ontwikkeling der verstandelijke vermogens; terwijl de eerste kindschheid de tijd van spelen was, of liever, terwijl gedurende dat tijdperk spelen het eigenaardige middel tot ontwikkeling en oefening van het ligchaam en den geest uitmaakte, zoo is de tweede kindschheid de tijd van leeren, en tevens de tijd, wanneer het in de geheele bewerktuiging des ligchaams reeds zijnen grond vindende karakter de plooi aanneemt, die het, hoe dan ook gewijzigd, gedurende het geheele leven bewaren zal. Het verschil in geaardheid tusschen jongens en meisjes, dat zich trouwens reeds gedurende de eerste kindschheid voor den opmerkzamen waarnemer niet verloochent, vertoont zich gedurende de tweede kindschheid veel sterker en duidelijker. De evenredigheden des ligchaams veranderen van lieverlede, en naderen tot die der volwassenen. En zoo nadert levens het kind al meer en meer den volwassen leeftijd.

De volwassen leeftijd, de tijd van de volkomene ontwikkeling des ligchaams, begint voor het vrouwelijk geslacht eerder dan voor het mannelijke. Voor het eerste is in onze streken het veertiende of vijftiende, voor het tweede het zestiende of zeventiende jaar doorgaans het begin van dat nieuwe tijdperk des levens. In heete gewesten daarentegen verschijnt dit tijdperk vroeger. De beenwording volmaakt zich nu; het ligchaam groeit niet of weinig meer in de lengte, de gelaatstreken verkrijgen de uitdrukking, die zij voortaan zullen

blijven behouden; het verschil in ligchaams- en geestgesteldheid tusschen het mannelijk en vrouwelijk geslacht verkrijgt nu den hoogsten trap van ontwikkeling; de stem des jongelings verandert, wordt zwaarder en lager, wegens de thans bij hem plaats grijpende sterke ontwikkeling des strottenhoofs (bladz. 270), en de haard begint zich te vertoonen.

Evenwel is de ontwikkeling des menschen, die dit tijdperk ingetreden is, nog niet geheel voltooid. Daarom verdeelt men den volwassen leeftijd nog in twee tijdperken, de *jongelingschap* of jeugdigen leeftijd, en den *mannelijken leeftijd* of het tijdperk der geheel voltooide ontwikkeling. Deze laatste begint met het twintigste jaar of iets later. Het ligchaam is dan volkomen ontwikkeld en alle verrigtingen staan met elkander in volmaakte overeenstemming. Ook de verstandelijke vermogens zijn tot den hoogsten trap van ontwikkeling gestegen.

Een woord over de evenredigheden des volwassen menschelijken ligchaams is hier op zijne plaats.

Meestal bepaalt men die evenredigheden volgens eenen door den beroemden schilder A. DURER aangenomen regel, volgens welken de lengte van het aangezicht, van de plaats waar de haargroei begint tot de kin, de maatstaf is, waarmede het ligchaam gemeten wordt. De geheele lengte des ligchaams wordt dan gerekend te bestaan uit tien zulke aangezigtslengten. De eerste is die van het aangezicht zelf; de lengte van den hals tot den hartkuil bedraagt $\frac{2}{3}$ van eene aangezigtslengte; tusschen den hartkuil en de maagkuil ligt eene geheele aangezigtslengte, zooals ook tusschen den maagkuil en den navel, terwijl het overige van den romp almede zulk eene lengte bedraagt. Voegt men nu hierbij $\frac{1}{3}$ aangezigtslengte voor den afstand tusschen de kruin des hoofs en het begin van den haargroei, dan verkrijgt men voor hoofd, hals en romp zamen vijf aangezigtslengten. Verder is de dij tot aan de knie twee aangezigtslengten lang, de knie eene halve; van de knie tot den voet rekt men twee, en van hier tot den hiel nog $\frac{1}{2}$ aangezigtslengte. De onderste ledematen zijn dus ook vijf van die maten lang. -- Streckt iemand de beide armen horizontaal uit, dan moet de afstand tusschen de toppen der beide middelste vingers tien aangezigtslengten bedragen, en dus aan de lengte des ligchaams gelijk zijn. -- De afstand van den eenen schouder tot den anderen is aan twee aangezigtslengten gelijk, en zoo is het ook met den buik, op zijn breedste gedeelte gemeten.

Volgens lateren is het aangezicht het negende gedeelte van de geheele ligchaamslengte. De hals is eene halve, de borst eene geheele, de buik eene dubbele aangezigtslengte. De dij tot de knie, en het been van de knie tot den voet bedragen beide twee aangezigtslengten. Van het begin van den voet tot aan den hiel is eene halve aangezigtslengte, waarbij nog eene halve neuslengte komt van de kruin tot het begin van den haargroei, om de negen aangezigtslengten in haar geheel te bekomen.

CARUS heeft, op minder willekeurige en meer natuurlijke gronden, eene andere maat voorgeslagen. De grondslag des menschelijken ligchaams is het geraamte, en de grondslag van dit is de wervelkolom; in deze moet dus de grondmaat des ligchaams te vinden zijn. Nu heeft hij dan ook bevonden, dat de horizontale lengte des schedels, genomen van het meest uitpuilende punt des achterhoofds, tot het meest uitstekende des voorhoofds, altijd driemaal beval is in de lengte van de wervelkolom. De hoogte des schedels is juist ééne zoodanige maat of modul; de omvang des schedels bedraagt drie maten; de lengte van het borstbeen, de halve breedte der borst, de hoogte van het schouderblad zijn ieder ééne maat; opper- en onderarm te zamen drie maten; de hand ééne; de dij twee en eene halve; het been twee, de voet ééne; en de lengte van den geheelen mensch is gelijk aan negen en eene halve schedellengte.

Het belangrijkste onderscheid in bouw tusschen het mannelijk en vrouwelijk ligchaam is gelegen in het bekken, dat bij de vrouw meer ontwikkeld, en welks holte ruimer is, dan bij den man. Dit onderscheid kan, zonder eene in bijzonderheden tredende beschrijving, begrepen worden uit de beide hiernevens

Fig. 156.

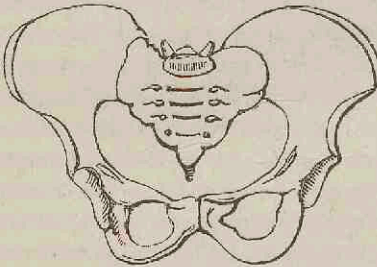
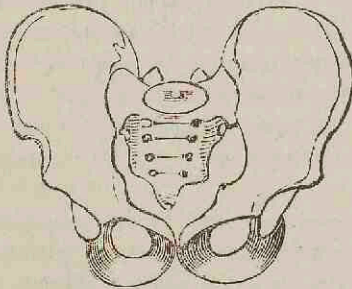


Fig. 157.



geplaatste figuren, van welke fig 156 een vrouwelijk, fig. 157 daarentegen een mannelijk bekken voorstelt. Ten gevolge van den grooteren afstand tusschen de randen der heupbeenderen bij de vrouw, is haar ligchaam te dier plaatse breeder dan dat van den man, terwijl daarentegen bij dezen de borst breeder is, en de schouders verder van elkander staan. Verder zijn de ledematen, zoowel de bovenste als de onderste, bij de vrouw naar evenredigheid korter; ook hare handen en voeten zijn kleiner en fijner gevormd. De man bezit grootere hersenen dan de vrouw; doch de hare zijn grooter naar evenredigheid des ligchaams; het zenuwstelsel der vrouw is prikkelbaarder en gevoeliger dan dat des mans, ofschoon bij dezen de organen der zintuigen grooter zijn. De werktuigen der spijsvertering bezitten bij den man een' grooteren omvang dan bij de vrouw; de vrouw kan daarom niet zooveel voedsel gebruiken als de man; doch zij verteert het sneller en vollediger, terwijl de opslorping bij haar krachtiger en sneller in 't werk gaat. Ook de

bloedsomloop- en ademhalingsorganen zijn bij het mannelijk geslacht sterker ontwikkeld. De man bezit dikker en krachtiger spieren; zijne beenderen zijn grover en zwaarder, en de plaatsen, waar zich spieren aanhechten, puilen meer uit; het beenstelsel der vrouw is fijner gebouwd en bezit veel minder sterk uitgedrukte lijnen en uitsteeksels. Bij de vrouw daarentegen is het bindweefsel sterk ontwikkeld, veel meer dan bij den man, en bevat onder de huid meer vet; daarvandaan, dat de omtrekken der deelen bij haar minder scherp zijn geteekend, dat die omtrekken ongevoelig als ineen vloeijen, en de vormen meer afgerond zijn.

Ook in een verstandelijk en zedelijk opzigt bestaat er verschil tusschen beide geslachten. Het waarnemingsvermogen en het oordeel des mans is grondiger; hij is meer geschikt tot het bevatten van afgetrokken denkbeelden, vaster in het besluiten, krachtiger en consequenter in het handelen. Hij tracht den kring van zijne kennis en werken gestadig uit te breiden, en wanneer hij bij zijn streven hinderpalen ontmoet, dienen deze hem eerder om hem aan te prikkelen tot volharden, dan om hem te ontmoedigen. De vrouw daarentegen blijft zich 't liefst bepalen tot hetgeen haar 't naast ligt; gevoeliger voor uitwendige indrukken, grondt zij haar oordeel meer op de eerst in 't oog vallende en uitwendige verschijnselen, en, minder voor diepe nasporingen en afgetrokken redenering geschikt dan de man, oordeelt zij evenwel sneller en beter, waar het op 't gevoel aankomt. Het gevoel speelt bij haar de hoofdrol; minder berekend en minder egoïstisch dan de man, is zij tot grootere zelfopoffering in staat, ofschoon zij zich levens lichter en meer duurzaam door haar gevoel en hare hartstogten laat wegslepen. — De godsdienst is voor haar meer eene zaak, waaraan zij behoefte gevoelt, dan voor den man; zij is bij haar meer innig, meer eene zaak des gevoels: bij den man meer een onderwerp van kennis, eene verstandszaak. In het ongeluk worstelt de man met het lot, zoo lang hij kan, doch slaat dan ook lichter tot moedeloosheid of wanhoop over, terwijl de vrouw meer onderwerping betoont, en het ongeluk met grootere lijdzaamheid draagt.

Zoowel naar de eigenschappen des ligchaams, als naar die van den geest is de werkkring van den man de groote menschenmaatschappij, die van de vrouw de kleinere vereeniging van menschen, die het huisgezin vormt. Daar echter het huisgezin den grondslag uitmaakt der maatschappij, zoo is de invloed der vrouw ook op deze laatste van het hoogste gewigt, al is het ook, dat die invloed zich niet door onmiddellijke gevolgen zoo dadelijk openbaart.

Komt eerst in den volwassen leeftijd het onderscheid tusschen de beide geslachten scherp en volledig uit, dit is insgelijks het geval met het bijkans oneindig verschil, dat men waarneemt tusschen den eenen mensch en den anderen, al behooren beiden tot hetzelfde geslacht, ten aanzien der ligchamelijke eigenschappen niet alleen, maar ook van de vermogens des geestes, het karakter, de neigingen, de wijze waarop zij handelen, enz. Men behoeft nog vol-

strekt de materialistische rigting, waarvan wij vroeger spraken, niet te huldigen, om toch te erkennen en als zeker aan te nemen, dat genoemd verschil in het naauwst verband staat met het stoffelijke onderscheid in de lichamelijke eigenschappen der menschen. Wij denken hier natuurlijk het eerst aan de hersenen, de werktuigen der ziel. Doch het is zeker, dat ook een aantal eigenaardigheden in den bouw des ligchaams, benevens de meerdere of mindere werkzaamheid van enkele organen en stelsels boven de andere, tot dat verschil het hare bijdragen. Een groot deel van de eigenaardigheden, waardoor zich de vrouw van den man onderscheidt, hangt af van hare grootere gevoeligheid voor uitwendige indrukken. De grootere geestkracht en moed in levensgevaar, die de een boven den anderen ten toon spreidt, haugt vaak althans voor een deel af van eene krachtiger ontwikkeling der spieren, waarop zich een zelfvertrouwen grondt, dat aan de vrees geene plaats gunt. Levendigheid van geest en vrolijkheid van aard hangen dikwijls zamen met sterkere ontwikkeling van het vaatstelsel en snelleren bloedsomloop, terwijl daarentegen dofheid en zwaarmoedigheid vaak de gevolgen zijn van mindere werkzaamheid dier verrigting. Had bij den mensch, wanneer wij de hersenen er buiten laten, geen orgaan, geen stelsel, het overwigt over het andere, en werden alle verrigtingen daarvan volvoerd in volkomene harmonie met elkander, dan zoude er zich minder verschil vertoonen in karakter en in de wijze waarop zich de werkingen van den geest naar buiten openbaren; thans is dit onderscheid zoo groot, dat men ook in dit opzigt met regt kan zeggen, dat geene twee menschen aan elkander gelijk zijn; — ofschoon het aan den anderen kant niet te betwijfelen valt, dat opvoeding en levensomstandigheden tot die in het oog loopende ongelijkheid naar ziel en ligchaam krachtig bijdragen.

IV. HOOFDSTUK.

Stamverscheidenheden des menschelijken geslachts.

Wanneer wij de verschillende volksstammen, die de aarde bewonen, met elkander vergelijken, dan merken wij op, dat zij zich niet alleen in taal, godsdienst, zeden en gebruiken van elkander onderscheiden, maar dat zij bovendien zeer van elkander afwijken in huidkleur, gelaatstrekken, vorm van het hoofd, haargroei, slatuur en enkele andere bijzonderheden van den ligchaamsbouw. Om dit verschil al dadelijk op te merken, behoeven wij ons niet eens zoo ver van onze woonstreek te verwijderen. Vaak onderscheiden wij reeds den Duitscher van den Engelschman op den eersten blik, en niet ligt zien wij den donkerkleurigen bewoner van het zuidelijk Europa voor een landgenoot aan.

Gaan wij echter verder en verplaatsen wij ons onder geheel andere hemelstreken dan die waaronder de volkeren van Europa leven, dan is dat stamverschil nog veel meer in het ongloepend, gelijk ieder bekend is, die ooit in de gelegenheid was, om, zij het ook in afbeeldingen, eenen Chinees met eenen Neger, beiden met een Europeaan te vergelijken.

Men heeft zich veel moeite gegeven, en geeft die zich nog, om al die verscheidenheden des menschelijken geslachts te leeren kennen, in hare kenmerkende bijzonderheden te beschrijven, ze op eene natuurlijke wijze te groepeeren en onder eenige hoofdstammen te vereenigen, welke al die bestaande verscheidenheden moeten omvatten. Van al de verdeelingen en klassificatiën heeft die van BLUMENBACH den meesten en algemeensten opgang gemaakt. Hij verdeelde het menschelijk geslacht in vijf verscheidenheden en hoofdstammen, den *Kaukasischen*, *Mongoolschen*, *Aethiopschen*, *Amerikaanschen* en *Maleischen* stam. Als voorbeelden van den Kaukasischen stam voer ik aan de Europeanen, met uitzondering der Laplanders en Finnen, — de *blanken*, zooals men doorgaans zegt, hoewel ook de bijkans zwarte Abyssiniërs en de bronskleurige Hindoes tot dien stam behooren. Van den Mongoolschen stam leveren ons de Chinezen een voorbeeld. Tot den Aethiopschen stam behooren de Neger, Hottentotten en Kaffers. Tot den Amerikaanschen worden alle oorspronkelijke bewoners van Amerika gebragt, behalve eenige volkstammen in het noorden en noordwesten van Noord-Amerika, die tot den Mongoolschen stam gerekend worden. En van den Maleischen stam maken de Maleijers, de Javanen, de Zuidzee-eilanders, b. v. de Taïtiërs, een deel uit.

Hoe vele verdiensten de arbeid van BLUMENBACH in deze ook hebben moge, en hoezeer zijne verdeeling in een wetenschappelijk opzigt ver moet gesteld worden boven die, welke vóór hem waren voorgesteld, zoo merkte men er toch al spoedig een aantal gebreken in op, en trachtte daarom haar te verbeteren door óf meer óf minder hoofdstammen aan te nemen. Zoo nam DESMOULINS 16, BORY DE ST. VINCENT 15 hoofdstammen aan, CUVIER daarentegen slechts drie. — Wij zullen niet treden in eene opgave en beoordeeling dezer verschillende verdeelingen, en slechts opmerken, dat onzes inziens slechts drie duidelijk en scherp van eikander onderscheidene hoofdgroepen of hoofdstammen kunnen worden aangenomen, tot welke echter op verre na niet alle volksstammen kunnen worden gebragt, gelijk wij straks zullen zien.

Bij het onderzoek van de verschillende volksstammen heeft men, en te regt, vooral zijne aandacht gevestigd op den vorm des hoofds, omdat deze de beste en standvastigste onderscheidingskenmerken oplevert. — Reeds in de inleiding (bladz 20) heb ik u opmerkzaam gemaakt op den grooteren of kleineren omvang en het meer of min vooruitspringen der aangezichtsbeenderen bij de verschillende volksstammen. Op dezen grond heeft men twee vormen des hoofds aangenomen. Bij den eersten steken de kaken sterk vooruit, de gelaatshoek is klein, en de snijtanden zijn schuins in de kaken ingeplant, zoodat zij, op

elkander gesloten zijnde, een' vooruitstekenden scherpen hoek vormen. Men noemt dezen schedelvorm, die de meest dierlijke van beiden is, den *prognathen* vorm, of hoofdvorm met vooruitstekende kaken, ook wel schuin-tandigen vorm. Bij den tweeden, den *orthognathen*, regtkakigen of regttandigen vorm, is de omvang der kaken kleiner en zij steken weinig of niet vooruit; en de snijtanden staan geheel of genoegzaam loodregt. — Plaastst men een prognathen of schuintandigen schedel zonder de onderkaak op een tafcl, en beschouwt men hem dan regt van boven, dan ziet men een aanmerkelijk gedeelte der aangezichtsbeenderen, hetgeen bij den orthognathen of regttandigen schedel niet het geval is, gelijk in de straks volgende figuren duidelijk te zien is.

Wanneer verder de lengte-afmeting des schedels (van het voor- tot het achterhoofd) aanmerkelijk grooter is dan de dwarse afmeting (van den eenen slaap tot den anderen), zoodat de eerste b. v. tot de tweede staat als 9: 7, dan bezit dat hoofd den *langhoofdigen* (*dolichocephalen*) vorm. Zulke schedels zijn, van boven gezien, ovaal. — nu eens meer rondachtig, dan eens meer langwerpig en gestrekt ovaal. Indien daarentegen de lengte-afmeting staat tot de dwarse afmeting als 8: 7, of nog kleiner is, waarbij de schedel, van boven gezien, meer kogelvormig zich vertoont, dan heeft zulk een schedel den *korthoofdigen* (*brachycephalen*) vorm.

De eerste der drie hoofdgroepen of hoofdstammen, die wij aannemen, is door BLUMENBACH de *Kaukasische*, door lateren de *Iranische* genaamd. BLUMENBACH gaf zijne eerste verscheidenheid dezen naam, omdat hij bij de bewo-

Fig. 158.

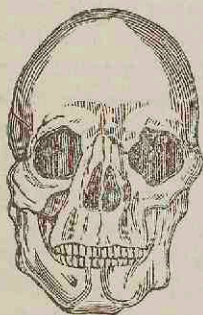


Fig. 159.

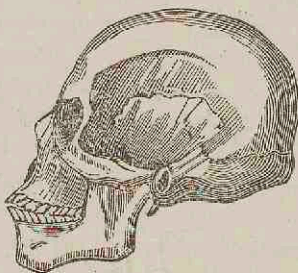
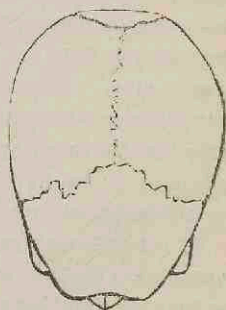


Fig. 160.



ners van het Kaukasische gebergte haren sterkst uitgedrukten grondvorm meende te vinden; den naam van Iranischen stam draagt zij naar Iran, de bergvlakte, die het eigenlijke Perzië uitmaakt, en die men hare wieg en berkermaat meent te zijn. Daar deze hoofdstam in Europa zijne grootste ontwikkeling bereikt heeft, heb ik voorgesteld hem den *Europeeschen* te noemen. —

De voornamste eigenaardigheden, waardoor zich de tot dezen stam behoorende volkeren onderscheiden, zijn: een langhoofdige, ovale (behalve bij de Slavische volken), regttandige schedelvorm, een ovaal gelaat, een vooruitstekende, smalle neus, dunne lippen, een ronde kin. De huidkleur is over 't algemeen blank met roode wangen; bij de zuidelijke stammen is zij bruinachtig, gebronsd, zelfs zwart; bij de oude Egyptenaren schijnt zij roodbruin geweest te zijn. Het haar is blond, bruin of zwart, regt of gekruld, zelden kroes; de oogen bruin, blaauw, groenachtig of grijs. Bij eene bruin- of geelachtige huid treft men meestal zwart of zeer donkerbruin haar en bruine oogen aan, bij eene blanke huid daarentegen blond of bruin haar met grijze of blaauwe oogen. Onder den invloed der zonnestrallen wordt de bruinachtige huid doorgaans geelbruin, de blanke roodbruin gekleurd.

Men neemt gewoonlijk twee groote onderverdeelingen van den Kaukasischen of Iranischen stam aan, te weten den Semitischen en Indo-Europeeschen stam. De eerste omvat de Arabieren, Israëlieten, de bewoners der noordkust van Afrika, de Abyssiniërs, benevens eenige andere stammen van Noordelijk Afrika, die door hunne stompe neuzen, dikke lippen en gekroesd haar den overgang tot den Aethiopischen stam schijnen te vormea. — Tot den Indo Europeeschen stam behooren de Hindoes, de Perzen, de Kurden, de Cirkassiërs en de meeste Europeanen.

Deze twee stammen van den Kaukasischen hoofdstam worden weder nader verdeeld, waarbij wij ons echter niet kunnen ophouden.

De *Mongoolsche* stam, dus genoemd naar het volk, dat de kenmerken van dien stam het sterkst ontwikkeld aanbiedt, ook de *Turanische* stam genaamd, naar het westelijke, aan de Kaspische zee palende gedeelte van Tatarije, Turan, of de *Aziatische*, omdat tot hem een groot, zoo niet het grootste, deel der Aziaten behoort en hij dit werelddeel bijna uitsluitend bewoont, — onderscheidt zich door een korthoofdigen, breeden, meer kogelvormigen, meestal regt-tandigen schedel, een breed, rond of bijna vierkant gelaat, met uitstekende

Fig. 161

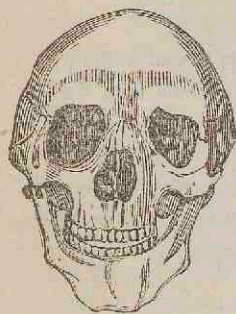


Fig. 162.

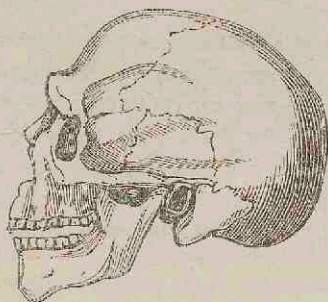
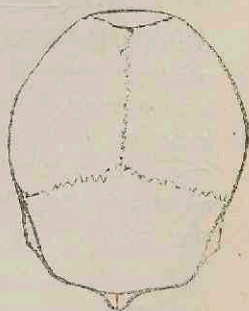


Fig. 163.



wangbeenderen, een kleinen, stompen, soms platten, doch ook wel gekromden

neus, eene groote ruimte tusschen de oogten. De spleet tusschen de oogleden is naauw, en hun binnenhoek staat lager dan de buitenhoek. De kleur der huid is geel in verschillende schakeringen, soms genoegzaam blank, vooral bij de vrouwen der beschaafde uatien van dezen stam; het haar is regt, niet overvloedig, meestal zwart, zelden bruin of blond. Hiertoe behooren de Kalmukken, de Tataren, de Mongolen, de Chinezen en de Japanners, welke volken den eigenlijken Mongoolschen grondvorm het duidelijkst vertoonen; verder de Turkomanen, Kirgisen, en Turken, welke laatste echter sterk door Kaukasisch bloed gewijzigd zijn. Ook bragt men hiertoe de Lappen, Finnen, de Groenlanders en Eskimo's, en de bewoners van de Noord-oostkust van Azië (1). Ook de Magyaren of eigenlijke Hongaren behooren tot dezen stam, doch bezitten, ten gevolge van vermenging met Kaukasisch bloed, de kenmerken daarvan niet of weinig meer.

De *Aethiopische* stam is verkeerdelijk aldus genoemd, omdat het volk, dat bij de oude Grieken onder den naam van *Aethiopes* bekend stond, zonder twijfel tot den Kaukasischen stam behoorde. Beter zou men hem den Negerstam noemen, aangezien het de Negers zijn, die zijne eigenschappen in de hoogste mate bezitten, of *Afrikaanschen* stam. De Negers onderscheiden zich door een zeer langhoofligen, als uitgerekten, smallen, altijd schuin-tandigen schedel,

Fig. 164.

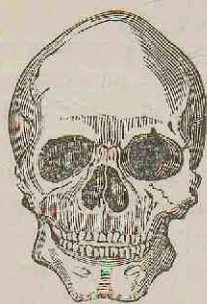


Fig. 165.

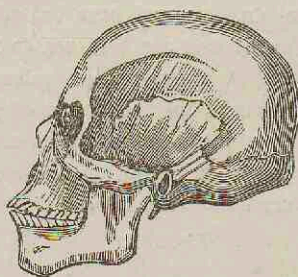
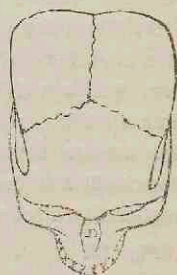


Fig. 166.



een smal, plat gelaat, breedten platten neus, vooruitstekende kaken, dikke als opgekrulde lippen, en eene terugwijkende kin. De kleur der huid is in 't algemeen zwart, ofschoon in zeer verschillende schakeringen; de haren zijn zwart en wollig gekroesd. Tot dezen stam behooren de eigenlijke Negers, maar ook de in gelaatsvorm van deze eenigzins atwijkende Kalfers, en de geelkleurige Hottentotten, derhalve alle bewoners van Afrika met uitzondering van die, welke ik bij den Kaukasischen stam heb geteld. — Sommige

(1) De beide eerste volken worden wellicht beter tot den Kaukasischen, de overige tot den Amerikaanschen stam gebragt.

volken buiten Afrika, de bewoners h. v. van verscheidene eilanden der Zuidzee, van het binnenland van sommige eilanden in den Indischen archipel, van Nieuw-Guinea (de Papoes) en van Nieuw-Holland gelijken in uiterlijk voorkomen, gelaatstrekken en kleur veel op Negers, doch onderscheiden zich door een korthoofdigen schedel.

Ik heb gezegd, dat de drie hoofdstammen, die wij hebben aangenomen, niet alle bestaande verscheidenheden van het menschelijk geslacht omvatten. Zoo worden h. v. de eilanden van den Indischen archipel en de Zuidzee-eilanden daar, waar men de zoo even genoemde negerachtige menschen niet vindt, bewoond door onderscheidene volksstammen, die niet wel tot eenen der drie opgenoemde hoofdstammen te brengen zijn, doch aan den anderen kant geene zoo duidelijke en bepaalde kenmerken bezitten, als noodig is, om ze tot een vierden hoofdstam te vereenigen. BLUMENBACH heeft dit echter gedaan, en heeft dien stam den *Maleischen* genaamd. Wij noemen hem den *Indo-australischen* of *Indo-polyneesischen* stam. Sommige hebben een korthoofdigen (de eigenlijke Maleijers, de bewoners der Sunda-eilanden, de meeste niet negerachtige Zuidzee-eilanders, alsmede de Madegassen), anderen een langhoofdigen schedel (de Alfoeren, Sandwichs-eilanders, en de negerachtige Zuidzee-eilanders en archipel-bewoners); allen bezitten min of meer schuins naar voren staande tanden, sommige in zeer groote, andere in zeer geringe mate. Wanneer men de negerachtige volken niet mederekent, bezitten deze menschen een breed maar niet platten neus, de lippen zijn eenigzins dik, doch veel minder dan bij de negers, soms zelfs bijna niet. De kleur der huid is geel of bruin, van zeer onderscheidene tinten; de haren zwart en krullend, doch niet kroes. De Maleijers, Javanen, enz. zijn klein van gestalte; sommige bewoners der Zuidzee-eilanden daarentegen groot. In eenige opzichten zou men deze volken kunnen beschouwen als makende den overgang van den Mongoolschen tot den Kaukasischen hoofdstam; in andere schijnen zij meer tusschen den Negerstam en de beide andere hoofdstammen te staan.

De oorspronkelijke bewoners van Amerika, met uitzondering van de Eskimo's, kunnen evenmin gerekend worden tot eenen onzer drie hoofdstammen te behooren, en, ofschoon BLUMENBACH ze tot zijnen vijfden, of *Amerikaanschen* stam vereenigd heeft, zoo kan men toch, evenmin als voor zijn Maleischen stam, voor de Amerikanen zulke bepaalde kenmerken opgeven, dat zij daardoor scherp van de overige stammen onderscheiden en als een afgesloten geheel beschouwd zouden kunnen worden. Sommigen vertoonen den langhoofdigen, anderen den korthoofdigen schedelvorm; de snijtanden steken vooruit, ofschoon bij sommige stammen zeer weinig. Eenige volkeren bezitten een gelaat, dat zich weinig van dat der Europeërs onderscheidt, behalve door de uitstekende wangbeenderen, den scherp gerugden neus, en de diep uitgegroeide gelaatstrekken; andere hebben een breed gelaat, met een stompen neus, vooruitstekende mond en diep liggende oogea. De kleur is bij de noordelijke stammen

kaneelkleurig, bij de zuidlijke meer donkerbruin en geelbruin; het haar is zwart en regt, de baard is zeer dun of ontbreekt.

Hoe hebben wij nu die stam-verscheidenheden op te vatten? Zijn wij verplicht om op grond van die verscheidenheid een aantal verschillende menschensoorten aan te nemen, evenals wij b. v. van het geslacht paard onderscheidene soorten kennen, zooals het eigenlijke paard, den ezcl, den zebra, den quagga, den onagga enz. — of moeten wij het er voor houden, dat er slechts ééne menschensoort bestaat, die echter verschillende *rassen* of *varieteiten* omvat, gelijk b. v. van het paard verschillende rassen bestaan, zooals het Arabische, Engelsche, Hitlandsche, Friesche, Holsteinsche, Hongaarsche, enz.?

De vraag rijst hier eerst: wanneer kan men zeggen, dat eenige dieren tot ééne en dezelfde soort behooren, en dus soortelijk, gelijk men het uitdrukt, niet te onderscheiden zijn? Ik antwoord, dat men dit kan en moet, wanneer 1^o. die dieren slechts in *onwezenlijke* punten van elkander verschillen, maar voor 't overige zóó met elkander overeenkomen, dat men ze zou kunnen beschouwen als allen afkomstig van één enkel dierenpaar; — en zij daarbij, 2^o. in den natuurstaat met elkander paren en vruchtbare jongen voortbrengen.

Wat het eerste punt aanbelangt, zoo zijn zulke verschilpunten voor onwezenlijk te houden, hoedanige men ook waarnemen kan tusschen individuen, die buiten eenigen twijfel tot eene en dezelfde soort behooren: — verschilpunten, die niet gelegen zijn in een verschillend bouw- of grondvorm der lichaamsdeelen, noch ook in een verschillend aantal of eene verschillende samenvoeging derzelve, maar die bloot betrekking hebben op een klein, ofschoon dan ook standvastig en erfelijk onderscheid in de betrekkelijke grootte van eenig deel, op het meer of minder uitpuilen van eenige deelen van het geraamte, op de kleur der huid of van het haar, op de groeiwijze van dit laatste, en wat dies meer zij. Zoodanige verschilpunten kunnen noch op zich zelve, noch zelfs in vereeniging met elkander genoegzaam regt geven om twee diergroepen voor verschillende diersoorten te verklaren. Het is bekend, dat de dieren, die de mensch aan zich onderworpen en uit hun eigenlijk vaderland naar alle streken der aarde met zich heeft medegevoerd, en aan allerlei wijzigingen van leefwijze, voedsel enz. heeft gewend — ik bedoel onze huisdieren — een aantal dergelijke verscheidenheden aanbieden, en dat men eene groep dier dieren, die zich door zoodanige onwezenlijke, doch in die groep erfelijke eigenaardigheden van de overige massa der soort onderscheidt, gewoon is een *ras* te noemen. Dat ras-verskil is vaak vrij aanmerkelijk. De becnige kop van het Friesche paard verschilt in vorm van dien van het Arabische, en beiden zijn in dit opzigt van het Hongaarsche onderscheiden. Dat er bovendien ook in grootte en kleur tusschen de paardenrassen een aanmerkelijk verschil

bestaat, is bekend. Wat de schapen aangaat, zoo zien wij reeds binnen de grenzen van ons vaderland tusschen de daar aangekweekte rassen een groot verschil, niet alleen in den aard der wol en in de grootte des lichaams, maar ook daarin, dat sommige rassen lange, andere daarentegen korte staarten bezitten, terwijl sommige (het Drentsche ras) horens hebben, en de andere niet. Toch brengt men al deze verscheidenheden, zoo van de paarden, als van de schapen, evenals die welke wij bij de runderen of de varkens van verschillende landen waarnemen, tot éene enkele soort, en houdt het er, niet ten onrechte, voor, dat de langdurige inwerking van zekere invloeden, afhankelijk van het verschil in luchtstreek, bodem, voedsel, levenswijze enz., langzamerhand die verschillende rassen hebben kunnen doen ontstaan. — Zelfs bij de wilde, nog niet aan de heerschappij der menschen onderworpen diersoorten, treft men dergelijke rassen of verscheidenheden aan (1), ofschoon in veel geringere mate, aangezien elke diersoort in den staat der natuur doorgaans tot eene bepaalde streck der aarde beperkt, en uit den aard der zaak aan eene eenvormige leefwijze gebonden is, waarom dan ook het verschil van levensomstandigheden, dat bij de tamme dieren voor de voornaamste oorzaak der ras-verschillen moet gehouden worden, bij haar grootendeels wegvalt.

Evenwel kunnen dergelijke onwezenlijke eigenschappen wel degelijk *soortelijke* eigenschappen zijn, dat is, zij kunnen toch de kenmerken uitmaken, waardoor zich eene soort van eene andere onderscheidt. De ezel b. v. onderscheidt zich zoowel in uitwendige gedaante, als in inwendig maaksel slechts door zeer onwezenlijke eigenschappen van het paard, — en toch neemt men te regt aan, dat de ezel en het paard twee wezenlijk verschillende soorten uitmaken van het paardengeslacht. Immers, om ze tot dezelfde soort te kunnen rekenen, is het onwezenlijke van de eigenschappen waarin zij verschillen, ongenoegzaam; er moet, gelijk wij boven zagen, nog iets anders bijkomen: de ezel en het paard zouden in den natuurstaat, d. i. in den wilden staat, met elkander moeten paren en vruchtbare jongen voortbrengen. Dit is bij die twee diersoorten echter geenszins het geval; voorbeelden van wilde muilezels of muilieren zijn, zoo ver ik weet, niet bekend, en men mag vermoeden, dat zij ook nimmer ontstaan zullen — tenzij misschien met enkele zeer zeldzame uitzonderingen — indien wij acht geven op de omstandigheid, dat de vaak vreedzaam naast elkander grazende kudden van zebra's en quagga's, die nog meer overeenkomst met elkander bezitten, zich niet met elkander vermengen, en dus geene wilde bastaarden leveren. En dit vermoeden rijst tot zekerheid, wanneer men bedenkt, dat in den tammen staat deze dieren nooit uit vrije verkiezing met elkander paren, maar altijd door den mensch daartoe gedwon-

(1) Zij ontbreken ook niet bij de ongewervelde dieren, b. v. bij de weekdieren, getuige *Helix variabilis*, eene slakkensoort, en *Helix alonensis*, die in Spanje, volgens ROSSMÄSLER, in elke Sierra of bergketen, waar zij zich ophoudt, een verschil in vorm en kleur aanbiedt.

gen worden, gelijk men ook zebra's gedwongen heeft met ezellen te paren. Bovendien zijn de jongen, uit zulk eene vereeniging geboren, de muilezels en muilzieren, nooit of uiterst zeldzaam in staat hun bastaard-geslacht onder elkander voort te planten; zij zijn onvruchtbaar, gelijk algemeen bekend is. — Het onwezenlijke der eigenschappen aldus, van hoe groot belang ook bij de onderscheiding der *soorten* van de *rassen*, kan toch alleen en op zich zelfgeene voldoende aanwijzing geven, dat men twee diergroepen tot dezelfde soort te brengen heeft; het al of niet paren met elkander in den natuurstaat moet daaromtrent beslissen.

Passen wij dit denkbeeld van soort en ras toe op de stamverscheidenheid des menschelijken geslachts.

Het onderscheid in kleur, dat veelal ons hier 'teerst in het oog valt, is zeker wel een der meest onwezenlijke verschillen, die men waarnemen kan. Bij den mensch toch ziet men verschil in huidkleur onder stamgenooten, zelfs wel onder bloedverwanten; de invloed van lucht en zon verandert en verdonkert de oorspronkelijke huidkleur, en over 't algemeen is dan ook een volk des te donkerder gekleurd, hoe warmer het klimaat is, dat het bewoont. Eigenlijk doet ook de kleur weinig of niets tot het vaststellen van een verschil in ras; men vindt b. v. bij de meeste paardenrassen paarden van zeer verschillende kleuren. De bruine, soms zwarte Hindoes behooren tot den Indo-Europeschen stam, en zijn dus met de meeste Europeanen nader verwant, dan de blanke Israëlieten, die tot den Semitischen stam behooren — Dit alles geldt evenzeer van het verschil in haargroei, dat even onwezenlijk is, als dat der kleur. — Om kort te zijn, sla ik andere verschilpunten van meer ondergeschikt belang over, om dadelijk te komen tot het meest belangrijke, het verschil in den vorm van het hoofd. Ik herhaal daaromtrent hetgeen door mij elders (1) gezegd is. «Dit verschil is niet van zulk een groot gewigt, als men vermoeden zou. Immers, «het beenig hoofd van een Neger,» zegt BLUMENBACH, «verschilt niet meer van dat van een Europeaan, dan de kop van een tam zwijn van dien van een wild zwijn, of de kop van een Napolitaansch paard, dat men van wege de gelijkvormigheid *ramshoofdig* noemt, van dien van een Hongaarsch paard, die te kennen is aan deszelfs buitengewone kortheid en aan de breedte van de onderkaak.» Men weet, dat er paardenrassen zijn met gebogene, andere met rechte, wederom andere met ingebogene koppen, — om niet te spreken van andere verscheidenheden in vorm. Toch twijfelt men er niet aan, of het tamme zwijn stamt af van het wilde, en al de paardenrassen worden tot ééne soort gebragt. In het algemeen, hoe groot is niet het onderscheid, ook in vorm, tusschen de onderscheidene rassen onzer huisdieren in verschillende landstrekken! Maar ook bij menschen, die ontegenzeggelijk tot dezelfde natie behooren, treffen wij dergelijke verscheidenheden aan.

(1) *Album der Natur*, 1853 bladz. 219.

die duidelijk, even als dit bij de genoemde dieren het geval is, de werking van een zamenloop van uitwendige omstandigheden tot oorzaak hebben. Onder de laagste volksklasse in onze groote steden ontmoet men er, wier verdierlijkt uitzigt, kleine schedel, groote kaken, breede neus en dikke lippen vaak eene opmerkelijke toenadering tot den Negertypus vertoonen. Het is het gevolg van de armoede en de ellendige levenswijze, waaronder de ontwikkeling van het geheele organisme lijdt, — maar daarbij vooral ook van het volslagen gemis aan verstandelijke en zedelijke ontwikkeling, dat vaak het treurig erfdeel is van een aantal op elkander volgende generatiën. Oefening bevordert behoorlijke ontwikkeling, gebrek daaraan belemmert die. Worden de hersenen, het werktuig der ziel, niet geoefend, dan missen zij eene voorwaarde tot hunne behoorlijke ontwikkeling, en blijft dit zoo gedurende eenige achtereenvolgende geslachten, dan wordt het gebrek aan ontwikkeling, waar aan ook het omkloedsel der hersenen, de schedel, deelneemt, een vast, erfelijk kenmerk, terwijl naar diezelfde mate bij den verstandelijk achtergeblevenen, grof zinnelijken mensch, de kaauwwerktuigen eene grootere ontwikkeling ontvangen. Van dien invloed, welken lichamelijke en verstandelijke verwaarloozing met den tijd op den vorm des lichaams, bijzonder op de gelaatstreken uitoefenen, draagt in sommige streken van Europa de massa der bevolking de sporen in een grof gebeend gelaat, dat niet dan stomphed toekent. Maar nergens vinden wij daarvan een treffender bewijs, dan in de Ieren, die omstrecks tweehonderd jaren geleden uit de graafschappen Antrim en Down naar de westelijke bergstreken van Ierland, Mayo en Sligo, verjaagd en daar aan hooggaande ellende prijs gegeven werden. Hunne nakomelingen verschillen ten gevolge daarvan geheel van de inwoners der genoemde graafschappen, hunne stamgenooten, die een welgemaakt, schoon volk zijn. Zij zijn klein, slecht gebouwd, met kromme knieën en een dikken buik, en bezitten een terugstootend gelaat met een platten neus, uitpuilende jukbeenderen, vooruitstekende kaken en tanden, en een openen mond."

En wat nu daarbij aangaat het tweede beslissende kenmerk van de éénheid der soort, zoo blijkt het, dat overal over de geheele aarde, waar twee verscheidenheden des menschelijken geslachts met elkander in aanraking komen, en zij door geene staatkundige of godsdienstige beweegredenen van elkander verwijderd blijven, eene vermenging van beiden plaats grijpt. De verschillende afdelingen van elken hoofdstam vereenigen zich onder die voorwaarde zonder bedenken met elkander niet alleen, maar ditzelfde grijpt ook plaats tusschen de hoofdstammen zelve. Van alle volken verschillen geene meer van elkander, dan die, welke tot den Kaukasischen stam behooren, van die, welke den Negerstam nitmaken. En loch heeft eene vermenging tusschen beide overal en in hooge mate plaats, niet alleen in Amerika, waar de tegennatuurlijke betrekking tusschen het blanke en zwarte ras tot gedwongene en onnatuurlijke gevolgen zou kunnen leiden, maar ook in Afrika, waar beide stammen vrij

nevens elkander wonen; zelfs vindt men daar geheele volksstammen van gemengd bloed. En dat de telgen van zulk eene stamvermenging vruchtbaar zijn, is algemeen bekend.

Wij besluiten derhalve, dat wij gerechtigd zijn de uitspraak van LINNAEUS tot de onze te blijven houden, dat het geslacht *mensch* slechts ééne enkele soort bevat, den *redelijken mensch* (*Homo sapiens*), en dat het stam-verschil, dat men bij den mensch opmerkt, slechts een ras-verschil verdient genoemd te worden.

Misschien heeft iemand mijner lezers opgemerkt, dat ik nergens met een woord gewaagd heb van *eenheid van afstamming*, de afstamming namelijk van de gezamenlijke menschen-stammen van één menschenpaar. Ik heb dit opzettelijk dáárom vermeden, omdat de beslissing van dat punt niet te huis behoort op het veld, dat wij betreden. De eenheid der soort is ook niet noodzakelijk verbonden met de eenheid der afstamming. De snoek in Noorwegen behoort ongetwijfeld tot dezelfde soort als die in Spanje; de éénheid der soort kan hier niet ontkend worden; maar het is desniettemin niet te denken, en zelfs zeer onwaarschijnlijk, dat de Noorweegsche en Spaansche snoeken van een enkel snoekenpaar zouden afstammen. — Het wetenschappelijk vraagstuk over de afstamming van het menschelijk geslacht behoort te huis op het gebied van de vergelijkende studie der talen, der geschiedenis, der overleveringen, der oorspronkelijke godsdiensten, zeden en gewoonten der verschillende volkeren, die de oppervlakte der aarde bewonen. Wij willen ons daarom ook niet ophouden bij hetgeen door de verdedigers van het soortverschil tusschen de menschenstammen tegen de soort-eenheid van het menschelijk geslacht wordt aangevoerd, omdat daarbij doorgaans de eenheid der soort met de eenheid der afstamming verwisseld en deze laatste bestreden wordt.

V. HOOFDSTUK.

Afneming en verval van het menschelijk organisme.

De mannelijke of middelbare leeftijd, tot welken wij den mensch vergezeld hebben, kan geacht worden te duren tot het vijftigste jaar. Gedurende dien tijd neemt men een' stilstand aan in de ontwikkeling des ligchaams, zoodat het, eens tot zijne hoogste ontwikkeling gebragt, nu gedurende eenigen tijd blijft slaan op den trap, dien het bereikt heeft. Moge dit nu al misschien niet volkomen waar zijn, en het organisme, of de verschillende stelsels daarvan, *altijd* verkeeren in een' toestand, die óf vooruitgang óf achteruitgang is, zoo is het toch zeker, dat deze gedurende dezen tijd des levens zoo langzaam vorderen, dat zij langen tijd noch op het uitwendig voorkomen, noch

op de krachten en vermogens des ligchaams eenigen bemerkbaren invloed uitoefenen.

Op het einde van den mannelijken leeftijd evenwel beginnen zich langzamerhand de sporen des *ouderdoms* te vertoonen. De omvang des ligchaams wordt minder, de vet-productie geringer, de ronding der vormen gaat dientengevolge verloren, er ontstaan rimpels in de huid, vooral in het aangezigt, het hoofd- en baardbaar worden grijs. Daarbij begint de bloedsomloop merkbaar in snelheid af te nemen, de zintuigen worden stomper, en sommige ligchaamsbewegingen minder gemakkelijk, terwijl de geslachtsverrigtingen, bij de vrouw vroeger, bij den man later, ophouden. Deze toestand van teruggang en afneming is echter nog slechts de zoogenaamde *eerste ouderdom*, die zich gemiddeld van het vijftigste tot het zeventigste levensjaar uitstrekt.

Er bestaat echter ten aanzien van het oogenblik, waarop zich de verschijnselen des *ouderdoms* beginnen te vertoonen, en ten aanzien dier verschijnselen zelve, een vrij groot verschil. Bij sommigen gaat het verval des ligchaams zoo snel, dat zich al zeer spoedig de verschijnselen van den hoogen ouderdom, den afgeleefden toestand, vertoonen; bij anderen daarentegen gaat die teruggang zeer langzaam en blijven het ligchaam en den geest langen tijd hunne krachten en vermogens behouden. Soms worden de haren reeds in betrekkelijk jeugdigen leeftijd grijs. Ook worden niet alle oude lieden mager; integendeel ziet men soms, dat zij juist op dien leeftijd in omvang toenemen, en de vorming van vet overvloediger wordt. Ten aanzien van het vroeg oud worden moet worden opgemerkt, dat niets daartoe meer bijbrengt, als een in ongeregelde en uitpattingen, of in overmatige werkzaamheid, of in kommer en zorgen doorgebracht leven.

De genoemde verschijnselen nemen verder van lieverlede toe; het hoofdhaar wordt niet alleen grijs, maar begint uit te vallen, waarbij opmerkelijk is, dat de baard bij den man tot het eind zijns levens blijft bestaan, en zich zelfs niet zelden bij oude vrouwen baardharen ontwikkelen. De tanden vallen uit; de tandkassen sluiten zich en verdwijnen, en ten gevolge daarvan steekt bij gesloten mond de onderkaak sterk vooruit. De spijsvertering wordt minder krachtig, de bloedsomloop, de voeding en de warmteontwikkeling zwakker en trager. De zintuiglijke organen verliezen al meer en meer hunne gevoeligheid voor uitwendige indrukken; de beweging wordt moeilijker wegens de verbeening van vele kraakbeenderen en de verdrooging en verstraming der gewrichtsbanden. De beenderen, wier voeding zeer gebrekkig gaat, verliezen een deel van hunne dierlijke zelfstandigheid, en worden dientengevolge broozer en breekbaarder. De ligchaamskrachten verzwakken bij dit alles, en ook de geest lijdt in verre de meeste gevallen onder het verval des ligchaams. Ten gevolge van dit alles openbaart zich een aantal gebreken en ongesteldheden, aan den ouden dag eigen, — voorboden van den aanstaanden geheelen ondergang van het organisme.

De verkorting en vooroverbuiging des ligchaams, die men in hoogen ouder-

dom zoo vaak waarneemt, hangen af, de eerste van de gebrekkige voeding der vezelige schijven, die tusschen de lichamen der werwelbeenderen gelegen zijn, de tweede van de spierzwakte, tengevolge waarvan het ligchaam, niet genoegzaam door de uitstrekkinge rugspieren opgehouden, aan zijn gewigt behoorzamende, voorover begint te hellen, welke vooroverhelling eindelijk, tengevolge van vergroeiing der werwelbeenderen onder elkander, blijvend wordt. — Er is overigens bijna geen deel of stelsel van het organisme, dat in den hoogen ouderdom niet eene verandering ondergaat, waardoor zijne verrigtingen in meer of mindere mate worden belemmerd.

Echter is, evenals bij den eersten ouderdom, op te merken, dat ook de hooge ouderdom zich bij de verschillende individuen op zeer verschillende wijze openbaart. Vooral ten aanzien der geestvermogens is het verschil zeer groot; de een behoudt die bijna ongeschonden tot aan het einde van een lang leven, bij den anderen is de ouderdom ten dien aanzien aan eene tweede kindschheid gelijk (1).

En zoo gaat het organisme langzamerhand zijnen ondergang ten gevolge van den natuurlijken dood te ontmoet. Dien dood sterven echter weinige menschen. Niet alleen, dat verre de minsten den hoogen ouderdom bereiken, en reeds vroeger aan ziekten van allerlei aard bezwijken, maar ook zij, wier leven het langst goret blijft, sterven nog veelal tengevolge van ziekten, waaraan hun verzwakt gestel geen weêrstand kan bieden. Zorgvuldig gedane waarnemingen hebben geleerd, dat één vierde der kinderen sterft gedurende de elf eerste maanden des levens, één derde voor de drie en twintigste maand, en de helft bijna voor het achtste jaar. Twee derden der menschen sterven voor het negen en dertigste jaar, en drie vierden voor het een en vijftigste.

Ter vergelijking voeg ik hierbij eene andere opgaaft, ontleend aan HUFELAND'S *Makrobiotiek*:

Van de 100 menschen, die geboren worden,			
sterven 50	voor	het 10 ^{te}	jaar
" 20	tusschen	" 10 ^{te} en 20 ^e	"
" 10	"	" 20 ^e " 30 ^e	"
" 6	"	" 30 ^e " 40 ^e	"
" 3	"	" 40 ^e " 50 ^e	"
" 3	"	" 50 ^e " 60 ^e	"

zoodat slechts 6 boven de 60 jaren komen.

Hierbij is op te merken, dat de meeste gevallen van hoogen ouderdom betrekking hebben op mannen, maar dat de levenskans der vrouwen over 't algemeen beter is dan die der mannen.

Welke is de normale leeftijd, dien de mensch bereiken kan? FLOURENS

(1) Zie over den ouderdom te dezen aanzien het opstel van den Hoogleeraar J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK. *De zelfstandigheid der ziel, gestaafd door eene beschouwing van den mensch in zijne verschillende ontwikkelings-tijdperken*, geplaatst in het *Album der Natuur* voor 1852, en mede in mijn opstel over den dood in hetzelfde Album voor 1857.

heeft op zeer aannemelijke gronden aangetoond, dat die leeftijd *honderd* jaren of daaromtrent zijn moet. Dat zoo weinigen dien beroiken, ligt aan 's menschen onnatuurlijke levenswijze. De uiteenzetting van die gronden kan men vinden in mijn aangehaald opstel over den dood.

De groote sterfte der kinderen voor het zevende of achtste jaar is, gelijk wij vroeger aanduidden, gedeeltelijk uit natuurlijke oorzaken te verklaren, doch moet toch voor een groot gedeelte op rekening gesteld worden van de verkeerde wijze, waarop men in velelei opzigt met kinderen gewoon is te handelen. In het algemeen zal de kans op een lang leven grooter zijn, wanneer iemand uit gezonde ouders afkomstig en met geen erfelijken ziekelijken aanleg behelt, zijn leven inrigt naar de voorschriften eener op goede gronden rustende gezondheidsleer. Ook is in de laatste tijden de middelbare duur des menschelijken levens met 2 à 3 jaren verlengd, hetgeen, behalve aan de invoering der vaccine, toe te schrijven is aan de verbeterde opvoeding der kinderen, en aan eene hetero opvolging van de lessen der gezondheidsleer in het algemeen; en er is nauwelijks aan te twijfelen, of die levensduur zal eene nog grootere verlenging ondergaan, wanneer die lessen nog meer gehoor vinden en nog meer algemeen in praktijk worden gebracht.

Gedurende den doodstrijd, welke den overgang uitmaakt van het leven tot den dood, verliezen eerst de zintuigen hunne gevoeligheid voor nitwendige indrukken; het vermogen om de denkbeelden aan een te schakelen, verdwijnt; er treedt vervolgens veelal bewusteloosheid in en onvermogen tet spreken; de bloedsomloop wordt onregelmatig, de pols snel, klein en tusschenpoozend, de ademhaling moeilijk; de ledematen, en wel eerst de voeten, worden koud. Dit laatste is het gevolg van het trapswijze ophouden van den bloedsomloop, hetwelk het eerst plaats heeft in die vaten, welke het meest van het hart verwijderd zijn. Die stremming van den bloedsomloop plant zich vervolgens van die uiterste lichaamsdeelen naar het hart voort. De ademhaling wordt intusschen al langzamer en langzamer, met al langere en langere tusschenpoozen; eindelijk houdt zij, na eene sterke uitademing, geheel op. Het bloed, dat door de longader naar de longen wordt gevoerd, kan nu niet meer door de haarvaten der long heen, en het natuurlijke gevolg daarvan is, dat de geheele bloedsomloop moet stilstaan; en, daar het leven van geen orgaan zonder deze een oogenblik kan blijven bestaan, zoo kan het niet anders, of de dood van het geheele organisme moet daarvan het dadelijk gevolg zijn. — Uit het gezegde blijkt ten duidelijkste, welke de reden is, waarom men in den regel bij lijken de regter harteboezem en kamer sterk met bloed opgevuld, maar het linker gedeelte van het hart ledig vindt.

Deze zijn de verschijnselen van den natuurlijken dood. De dood tengevolge van ziekten kan in vele gevallen even rustig en kalm zijn, doch hij wordt ook niet zelden vergezeld van hevige verschijnselen, groote angst en benaauwdheid, ijhoofdigheid, stuiptrekkingen, enz.

Men neemt, op het voetspoor van BICHAT, drie wijzen van sterven aan, naar gelang het ophouden van de verrigtingen der *hersenen*, der *ademhaling* of des *bloedsomloops* de eerste oorzaak van den doodstrijd uitmaakt. Zijn de hersenen het orgaan, welks verrigtingen het eerst ophouden (beroerte, apoplexie), dan is het te begrijpen, hoe hiervan het ophouden van de verrigtingen der zenuwen van het dierlijk leven, en vervolgens ook der zenuwen van het organisch leven het gevolg moet zijn. Houdt de verrigting der longen het eerst op, (stikking), dan zal, zelfs vóórdat de gevolgen van de terughouding van koolzuur in het bloed enz. zich kunnen openbaren, de ophouding van den bloedsomloop daarvan het gevolg zijn, en alzoo het leven van alle organen worden uitgebluscht. En dat ditzelfde het geval zal zijn, indien de verrigting des harten opgeheven wordt, zal wel geene nadere uiteenzetting behoeven.

Bij deze drie oorzaken des doods moet men nog eene vierde voegen; de uitputting (inanitie). Deze ontstaat bij elke ziekte, waarbij de spijsvertering en voeding niet regelmatig plaats hebben. Eene aanhoudende stofwisseling in de vaste en vloeibare deelen des ligchaams is voor het leven een noodwendig vereischte, en wanneer deze ten laatste ophoudt, moet daarvan de dood het onvermijdelijk gevolg zijn.

De natuurlijke dood hangt af van het ophouden der verrigtingen van het hersen- en zenuwstelsel; de toevallige dood kan hiervan, doch ook van het ophouden van de verrigtingen der longen, des harten, of van de stofwisseling afhangen.

Het kentoecken des doods is: het ophouden van alle verrigtingen van het organisme. Het ligchaam ligt bewegingloos, de ademhaling heeft opgehouden, het hart en de slagaderen kloppen niet meer; er worden geene afscheidingen meer waargenomen; de huid wordt koud, en in eene plooi opgeligt zijnde, verdwijnt deze laatste bij het loslaten niet oogenblikkelijk, maar langzaam; de cornea des oogbols is troebel: de spieren hebben hare zamentrekbaarheid verloren. In het eerst zijn alle deelen van het lijk in een verslaptten toestand, doch weldra — na eenige minuten of na eenige uren — wordt het lijk stijf, zoodat de ledematen niet dan met moeite te buigen zijn. Deze lijkverstijving duurt tot het eerste begin der ontbinding.

Het kan in enkele gevallen gebeuren, dat de gewone teekenen des doods bespeurd worden, en toch het leven nog niet geheel uitgebluscht is; in dat geval heeft er *schijn dood* plaats. Ofschoon het waar is, dat men het gevaar van als schijn doode levend begraven te worden, wel eens wat overdreven heeft, zoo is het toch niet te ontkennen, dat zulke gevallen meermalen hebben plaats gehad, en dat het alzoo van het grootste belang is, te dezen aanzien met de meeste omzigtigheid te werk te gaan, en zich, vóór het ter aarde bestellen, van het volkomene ophouden des levens te vergewissen. Het eenige zekere en onfeilbare teeken des doods zijn de duidelijke sporen der beginnende verrotting. Men beweert wel is waar, dat, wanneer door het gehoor de za-

mentrekkingen des harten (zie bladz. 103) niet meer worden waargenomen, dit een even zeker kenteeken des doods zijn zou; doch het valt moeilijk te bewijzen, dat de geringst mogelijke zamentrekkingen van het hart nog altijd noodzakelijk moeten vallen onder het bereik van het gehoor. Ofschoon dus de auscultatie (het onderzoek door het gehoor) des harten zeer aan te prijzen is, omdat door haar misschien nog sporen van leven kunnen ontdekt worden, hetgeen aanleiding geven moet om pogingen aan te wenden, ten einde dat leven uit zijne sluimering op te wekken, zoo is zij toch niet in staat om op zich zelve van het niet aanwezig zijn van leven volkomene zekerheid te verschaffen, en de verrotting is en blijft alzoo het eenige zekere en positieve kenteeken des doods (1).

Wij hebben op bladz. 5 gezien, dat de scheikundige samenstelling der organische lichamen veel meer zamengesteld is dan die der niet-organische, en dat de bestanddeelen, waaruit het organisme bestaat, zeer los met elkander verbonden zijn, en altijd eene groote neiging bezitten om zich van elkander te scheiden, en dan, helzij onder elkander, hetzij met andere elementen, nieuwe niet-organische verbindingen aan te gaan. Wij vernamen daar verder, dat de organische verbindingen dan ook slechts worden bijeen gehouden door den invloed van de verrigtingen der organen. Met den dood echter houden die verrigtingen op, en daarmede breekt ook de band, die de elementen, waaruit het organisch wezen bestaat, vereenigde. Die elementen zijn nu vrij, om onder elkander die verbindingen aan te gaan, tot welke zij zich, ten gevolge hunner natuurlijke scheikundige verwantschappen, geneigd gevoelen. In de daarvan afhankelijke scheikundige ontbinding en verbinding van de deelen des lichaams is het wezen der verrotting gelegen.

Wij kunnen niet treden in eene opzettelijke beschouwing der verrotting. Zij is een zuiver scheikundig proces, en ligt alzoo buiten het gebied der physiologie. Maar bovendien is dat proces van vrij ingewikkelden aard, en het verstaan daarvan vereischt eene hoogere mate van chemische kennis, dan ik bij alle de lezers van dit werk veronderstellen kan. Desniettegenstaande ook over dit onderwerp nog een enkel woord.

Tot de verrotting worden vereischt: warmte, vochtigheid en lucht. De lucht is echter geen noodzakelijk vereischte; het gebrek aan lucht belemmert de ontbinding en doet deze lang duren, doch helet haar niet ten conncmale. Strenge koude helet de verrotting, en verhindert haar voort te gaan, zoo zij reeds begonnen is. Maar ook zeer groote hitte is haar vijandig, omdat door haar de lijken worden uitgedroogd, en alzoo beroofd van het vocht, dat ter ontbinding noodig is. De verrotting heeft overigens het snelst plaats in de opene lucht, langzamer in het water, en nog veel langzamer in de aarde, vooral in de zandgronden, en wel des te langzamer, naarmate de lijken die-

(1) Zie voorts over den dood mijn opstel daarover in het *Album des Natuur* voor 1857.

per begraven zijn. Er worden, naar gelang der omstandigheden, twintig maanden tot drie à vier jaren gevorderd, voor de ontbinding van begravenen lijken volledig is.

De verschijnselen der verrotting zelve zijn zeer onderscheiden, naarmate van de gesteldheid van het lijk, de middenstof waarin het zich bevindt, en een aantal andere omstandigheden meer. Over 't algemeen worden de zachte deelen week, zwellen op, veranderen van kleur, worden groen, blaauw, eindelijk zwartachtig bruin; er ontwikkelt zich eene groote hoeveelheid onderscheidene gassoorten, waaronder het ammoniakgas (ammonia), hetwelk ontstaat uit de verbinding van stikstof met waterstof, en zich bij een rottend lijk door den reuk al spoedig openbaart, vooral verdient te worden genoemd. Later ontwikkelt zich veel koolzuurgas, en verbindingen van waterstof, koolstof, stikstof, zwavel, enz. Na de vervlugting van deze gassen blijft er, behalve de beenderen, die de verrotting het langst wederstaan, niet over dan eene betrekkelijk zeer geringe, weeke, vette massa. De beenderen zelve kunnen zeer lang in bijna ongeschonden toestand blijven bestaan, doch ook zij verliezen ten laatste hunne dierlijke zelfstandigheid en de overblijvende kalkachtige massa valt tot stof niteen.

Met deze ontbinding der beenderen zijn alle sporen van het organisch wezen, dat eenmaal bestond, verdwenen. De bestanddeelen echter, waaruit het bestond, zijn voor het leven niet verloren gegaan. De overblijfselen van verrotte dierlijke en plantaardige zelfstandigheden vormen in den bodem de vruchtbare teelaarde of humus: zij worden in opgelosten toestand door de haarworteltjes der planten opgeslorpt, terwijl aan den anderen kant het vroeger uit de verrottende stof ontwekene koolzuur, met dat wat uit andere bronnen, b. v. verbranding en ademhaling, voortkomt, door de bladen dierzelfde planten wordt opgenomen. In de planten ondergaan die stoffen veranderingen; de koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, waaruit zij bestaan, worden door de verrigtingen van de deelen der plant gedwongen om wederom organische verbindingen aan te gaan; er vormen zich alzoo planten-eiwit en vezelstof, zetmeel, suiker, olie enz., enz., waarbij nog eenige niet-organische verbindingen komen, tot welke ook andere dan de vier genoemde grondstoffen het hare bijdragen (zie bladz. 6). Die planten dienen wederom tot voedsel voor de plantetende dieren, en ook voor den mensch, die bovendien, evenals de vleeschetende dieren, de plantetende dieren tot voedsel gebruikt. En zoo heeft er in de natuur een onophoudelijke omloop van stof plaats; geene stof vergaat; de bestanddeelen der lichamen gaan, nu eens in organische, dan eens in niet-organische verbindingen, van het eene ligchaam in het andere over; en de grondstoffen van een bewerktuigd zamenstel, door de ontbinding van dit laatste vaneen gescheiden, brengen, na korteren of langeren tijd, in soortgelijke of andere verbindingen als vroeger, het hare toe tot den opbouw en de instandhouding van nieuwe organismen.

En hiermede besluit ik dit overzicht van de Natuurkunde van den mensch. Bedrieg ik mij niet, dan zal de lezer, die mij tot het einde wel heeft willen volgen, eene belangrijke schrede hebben gedaan tot verkrijging van die zelfkennis, welke ik in den aanvang van dit werkje zoo zeer aanprees, als nuttig voor ieder, en vooral voegend aan hem, die op den naam van beschaafd en welonderwazen mensch aanspraak maakt. En dan kan het moeijelijk anders, of hij zal niet bij de bloote kennis van het hier geleverde blijven staan, maar zich opgewekt gevoelen, om in het levend menschelijk ligchaam het werk te erkennen van eenen Schepper, die de natuur met oneindige wijsheid bestuurt overeenkomstig de wetten, die Hij zelf haar gegeven heeft.



A 1394184