Over parallelle rolbewegingen der oogen

OVER

PARALLELLE ROLBEWEGINGEN DER OOGEN.

OVER

PARALLELLE ROLBEWEGINGEN DER OOGEN.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT,

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Mr. H. P. G. QUACK,

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE RECHTSGELEERDE FACULTEIT,

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAT

EN

VOLGENS BESLUIT DER GENEESKUNDIGE FACULTEIT,

TE VERDEDIGEN

op Dinsdag den 22 December 1874, te 6 uren

DOOR

MARTEN EDSGE MULDER

ARTS,

geboren te *Hoogezand.*

AMSTERDAM,

J. H. DE BUSSY,

1874.

Stoomdruk van P. W. van de Weijer, Utrecht.

AAN MIJNE MOEDER.

VOORWOORD.

Bij het verlaten der Hoogeschool een woord van dank aan U allen, mijne hooggeachte leermeesters!

Inzonderheid geldt dit U, zeer gewaardeerde Donders en Snellen! aan wie ik, vooral bij mijne betrekking als adsistent aan het Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders, zooveel verplicht ben. Het onderwijs en de vriendschap, van U ontvangen, zal ik nooit vergeten.

En U, mijne vrienden, een hartelijke groet! De dagen, met U in oprechte vriendschap doorgebracht, zullen ook voor mijn volgend leven niet verloren zijn. Droevig alleen stemt mij de gedachte aan onzen geliefden vriend Aart Vos, die ons reeds voor altijd heeft verlaten. In onze herinnering zal hij voortleven!

I. ROLBEWEGING, BIJ ZIJDELINGSCHE OVERHELLING VAN HET HOOFD.

---

a. HISTORISCH OVERZICHT.

Zooals bekend is, leidde Alexander Hueck 1) uit de veranderde richting van de bloedvaatjes der conjunctiva bulbi af, dat het oog, bij neiging van het hoofd naar den rechter of linker schouder, zich in tegenovergestelde richting om zijne lengteas draait, zoodanig, dat de verticale meridiaan verticaal zou blijven.

Hij beschrijft zijne bevinding ongeveer op de volgende wijze 2).

Men late iemand een in de kamer zich bevindend voorwerp fixeeren, dat op gelijke hoogte als zijne oogen geplaatst is, en neme hierbij nauwkeurig de ligging waar van een bloedvaatje in de conjuctiva bulbi, tegenover een vast punt, b. v. in het rechter oog den rechter buitenooghoek.

Laat men hem thans, bij onveranderde fixatie, het hoofd rechts neigen (zonder dat hij het gezicht ter zijde

---

1) Alexander Hueck. Die Axendrehung des Auges. Dorpat. 1838.

2) Ibid. pag. 17.

wendt of zich te veel naar die zijde verplaatst), dan ziet men het bloedvaatje naar boven gaan en tot het bovenooglid naderen.

Wordt het hoofd nu weer rechtop gebracht, dan herneemt het vat zijne vorige plaats, om bij neiging van het hoofd naar de andere zijde dichter bij het onderste ooglid te komen. Dit herhaalt zich steeds, wanneer het hoofd ter zijde geneigd wordt en wel telkens in gelijke mate.

Recht duidelijk wordt het, wanneer men in een spiegel zijn eigen oog waarneemt. Beweegt men dan het hoofd snel heen en weer, dan heeft het den schijn, als stond de oogbol vast en draaide het hoofd om den bulbus, zooals dan ook, volgens Hueck, werkelijk het geval zou zijn. De grootte van deze draaiing schatte hij naar elke zijde op ongeveer 25 of 27 graden.

Neigt men echter het hoofd meer dan 25°, dan kan de verticale meridiaan niet langer verticaal blijven, en het oog volgt nu, door eene snelle draaiing om de gezichtsas, de beweging van het hoofd en herneemt dezelfde plaats in de orbita, die het bij den verticalen stand van het hoofd had. Beweegt men het hoofd nu nog verder, dan blijft het oog weer een tijdlang stilstaan, om eerst na eene zekere draaiing van het hoofd weer ruksgewijze te volgen.

De voorstelling van Hueck was niet geheel nieuw. Reeds in de vorige eeuw had John Hunter 1) ongeveer hetzelfde beweerd, doch diens mededeeling schijnt weinig de aandacht getrokken te hebben, zoodat wij ze zelfs in het werk van Hueck niet vermeld vinden.

---

1) The use of the oblique muscles, — te vinden in „Observations on certain parts of the animal oeconomy. London 1837. pag. 274.

Niet lang echter zou deze meening onaangetast blijven. Aanvankelijk aangenomen door Tourtual 1), Burow 2), Valentin 3), Krause 4) en Volkmann 5), welke laatste de rolling om de gezichtsas duidelijk meende waar te nemen bij personen, op wier iris gemakkelijk te onderscheiden plekjes zich bevonden, werd ze weldra bestreden door denzelfden Tourtual 6), die haar vroeger verdedigd had en door Ruete 7), totdat zij door de onderzoekingen van prof. Donders 8), die de methode der nabeelden volgde, voor goed werd ter zijde gesteld.

Laatstgenoemde toonde aan, dat het nabeeld van een verticalen band, zelfs bij de minste neiging van het hoofd, die beweging meemaakt, waarin ligt opgesloten, dat de verticale meridiaan, bij neiging van het hoofd naar den rechter of linker schouder, onmiddellijk zijn verticalen stand verliest, en dat, bij gevolg, de voorstelling van Hueck niet juist zijn kan 9). Den grond der dwa-

---

1) Müller's Archiv. 1840. pag. 55.

2) Burow. Beiträge für Physiol. und Physik des menschlichen Auges. 1841. pag. 8.

3) Repertorium. 1842. pag. 407. Lehrbuch der Physiol. II pag. 332.

4) Krause. Handb. der menschl. Anatomie pag. 550.

5) Volkmann. Artikel Sehen. Wagner's Handwörterb. pag. 273.

6) Müller's Archiv. 1846. pag. 365.

7) Ruete. Lehrb. der Ophthalmologie. 1845. pag 14.
Das Ophthalmotrop. 1846. pag. 9.

8) Donders. Ned. Lancet. 1846—1847. pag. 110 s s.
Holländische Beiträge zu den anatom. und physiol. Wissenschaften. 1846. pag. 117. s.s.

9) Wanneer men tegen een witten of grijzen wand een helder gekleurd lint ophangt en eenigen tijd, bij rustige houding van het hoofd, fixeert, dan blijft, als het lint plotseling wordt weggetrokken, in plaats daarvan een nabeeld over, dat de complementaire kleur heeft van het lint. Beweegt men thans het hoofd

ling van Hueck meende hij daarin te vinden, dat bij de gevolgde wijze van proefneming de gezichtslijn ten opzichte van het hoofd van richting verandert, waardoor ten gevolge van de plaatsverandering der conjunctivaalvaten, een rolbeweging gesimuleerd wordt. Ze zou dan ook niet worden waargenomen, wanneer het oog zich zelf gadeslaat in een spiegeltje, dat bevestigd is aan een tusschen de tanden geklemde staaf, waardoor het spiegeltje de beweging van het hoofd meemaakt, of wanneer een ver afgelegen voorwerp gefixeerd wordt, omdat dan de gezichtsas, bij zijdelingsche neiging van het hoofd, bijna niet van richting behoeft te veranderen.

Zoo scheen dan voor goed de theorie van Hueck gevallen. Eerst 25 jaren later zou blijken, dat hij niet geheel onrecht had.

Javal 1), namelijk, had bij sterke astigmatici opgemerkt, dat de houding van het hoofd niet zonder invloed is op de correctie met cylinderglazen, en dat, zoo hij bij rechtstandig hoofd aan de as van het cylinderglas de juiste richting had gegeven, deze bij neiging van het hoofd naar den rechter of linker schouder een weinig moest veranderd worden, en wel zoodanig als overeenkwam met eene rolbeweging van het oog in tegenovergestelde richting.

---

naar den rechter of linker schouder, dan moet, zoo het oog de beweging van het hoofd volgt, het nabeeld zich insgelijks bewegen, in het tegenovergestelde geval blijven stilstaan: het nabeeld toch, dat ontstaat door eene nablijvende werking op dat gedeelte van het netvlies, waarop het beeld van het gefixeerde lint was ontworpen, blijft steeds de beweging van het netvlies, dus van het geheele oog, volgen en geeft zoodoende, in betrekking tot een verticale lijn, de absolute beweging van het oog aan.

1) Traité théorique et pratique des maladies des yeux, par L. Wecker. Paris 1866. Tome II. pag. 815.

Hieruit besloot Javal, dat Hueck in werkelijkheid gelijk had, en dat de methode der nabeelden geen vertrouwen verdiende.

Ook nog op eene andere wijze trachtte Javal het bestaan der rolbeweging te bewijzen.

Op een brillenglas kleefde hij een haar vast in de richting van twee kleine vlekjes op de iris. Nam hij nu zichzelf waar in een spiegel en neigde hij het hoofd naar rechts of links, dan zag hij, dat het haar niet parallel bleef aan de vlekjes.

Intusschen bleek het weldra, dat Javal zich wel niet in de waarneming had vergist, maar daaraan een te uitgestrekte beteekenis had gegeven. Na de onderzoekingen toch van Donders, waardoor bewezen was, dat de verticale meridiaan van het oog reeds bij de minste zijdelingsche neiging van het hoofd eveneens van richting veranderde, konden Javal's waarnemingen hoogstens bewijzen, dat het oog die beweging niet geheel meemaakte, maar voor een gedeelte terugbleef.

Helmholtz 1) vatte de ontdekking van Javal dan ook terstond in dien zin op en overtuigde zich met nabeelden, dat, bij neiging van het hoofd, eene geringe rolbeweging in den zin van Hueck werkelijk voorkomt.

't Is echter, na het te voren medegedeelde, duidelijk, dat dit resultaat geheel iets anders was als Hueck zich voorstelde. Hij onderstelde, zooals ook zijne theorie eischte, eene algeheele compensatie, en zij bepaalt zich, zooals nog nader blijken zal, tot een kleine fractie.

Het bedrag der rolbeweging werd nu verder, onafhankelijk van elkaar, onderzocht door Alexander Skrebitsky en prof. Nagel, door den eerste in het phy-

1) Optique physiologique. Traduite par Emile Javal et Klein pag. 671.

siologisch labaratorium te Utrecht. Verschillende methoden brachten hen tot gelijke resultaten.

Skrebitsky 1) maakte gebruik van nabeelden. Het toestelletje, waarvan ik hier ter plaatse geen uitvoerige beschrijving kan geven, was zoo ingericht, dat hij telkens, bij rechtstandig hoofd, een nabeeld kon nemen van een verticale roode streep, en daarna, bij neiging van het hoofd naar den rechter of linker schouder, vrij naauwkeurig in graden kon aflezen zoowel de neiging van het hoofd als van het nabeeld. Terwijl het nabeeld nu telkens een mindere sterke neiging vertoonde dan het hoofd, gaf het verschil de draaiing aan, die het oog in tegengestelden zin had uitgevoerd. Het resultaat van zijne onderzoekingen was, dat aan iedere neiging van het hoofd eene bepaalde rolbeweging in tegengestelden zin beantwoordt, en wel ongeveer evenredig aan de neiging van het hoofd toenemende, in de verhouding van 1° op 10°.

In de volgende tabel vinden we de cijfers, zooals die door Skrebitsky zijn aangegeven:

Overhelling van het hoofd. Grenzen.	Gemiddeld.	Rolbeweging, gemiddeld uit 25 waarnemingen.
van 10°—20°	15°	2°
„ 20°—30°	25°	2°.64
„ 30°—40°	35°	4°.16
„ 40°—50°	45°	5°.48
„ 50°—60°	55°	6°.76
„ 60°—70°	65°	7°.72
„ 70°—80°	75°	8°.60

1) Ein Beitrag zur Lehre von den Augenbewegungen. Arch. f. Ophth. B, XVII. Abth. I. pag. 107.

Verslag v. h Ned. Gasth. v. Ooglijders 1870. pag. 186.

Nagel 1) maakte gebruik van zijn astigmatisme, om de rolbeweging te bepalen. Zooals bekend is, ziet namelijk een astigmaticus van een stralenfiguur, zooals men die het gemakkelijkst kan maken van zwarte lijnen, getrokken op wit papier, slechts die lijnen duidelijk, die met een der hoofdmeridianen van zijn astigmatisme samenvallen.

Bevestigt hij nu zulk een stralenfiguur aan een tusschen de tanden geklemde staaf, en ziet hij b. v., om zich het gemakkelijkste geval te stellen, de verticale lijn het scherpst, dan zal, zoo bij het ter zijde neigen van het hoofd het oog eene draaiing in tegengestelden zin maakt, eene andere lijn het scherpst worden gezien, en de hoek tusschen deze lijn en de oorspronkelijke geeft de werkelijke rolbeweging van het oog voor den verkregen stand aan.

Om de aan elken stand van het hoofd beantwoordende rolbeweging te kennen, behoeft men dus daarbij slechts te weten, hoe ver men het hoofd ter zijde geneigd heeft. Dit bereikte Nagel, door voor het andere oog, in een brillenstel, een zeer sterk cylinderglas te plaatsen, waardoor hij, op een andere, verder verwijderde en vaststaande stralenfiguur, slechts één lijn duidelijk zag, b. v. bij rechtstandig hoofd eveneens de verticale. Daar het glas de beweging van het hoofd volgt, zoo wordt, als men het hoofd ter zijde neigt, van de vaststaande figuur die lijn steeds het duidelijkst gezien, die met de neiging van het hoofd overeenkomt. Op deze wijze op zich zelf experimenteerende, vond Nagel, dat bij hem de rolbeweging ongeveer $1/6$ bedroeg van de neiging van het hoofd. Nagel's onderzoek strekte zich echter niet verder uit dan tot 50° rechts en 40° links.

---

1) Ueber das Vorkommen von wahren Rollungen des Auges um die Gesichtslinie. Arch. f. Ophth. B. XVII. pag. 237.

Nagel overtuigde zich verder, dat de rolbeweging niet alleen voorkomt bij buiging van den hals, maar dat ze even groot was bij buiging van hals en romp samen, of van den romp alleen, mits slechts de resulteerende neiging van het hoofd dezelfde was. Hieruit leidde hij af, dat de rolbeweging niet aan de werking van bepaalde spiergroepen of aan de draaiing in bepaalde gewrichten gebonden is, maar enkel door den stand van het hoofd bepaald wordt

Bij ligging op den rug is de stand van het oog in de orbita aan dien bij opgerichte houding gelijk. Draaide hij zich nu op de linker zijde, dan vond hij eene rolbeweging naar rechts en omgekeerd. Dit is te opmerkelijker, omdat bij deze beweging geene buiging van de wervelkolom plaats vindt. Bij passieve bewegingen, eindelijk, meende Nagel, in eenige weinige proeven, de rolbeweging even groot te vinden als bij actieve.

Op grond van deze acht hij zich gerechtigd, zijne resultaten te formuleeren, als volgt:

„De rolbeweging is in richting en in graad afhanke-
„lijk van de zijdelingsche afwijking van het hoofd van
„den verticalen stand, onverschillig, op welke wijze die
„afwijking is tot stand gekomen."

Door de onderzoekingen van Skrebitsky en Nagel was onze kennis aangaande de rolbeweging aanzienlijk gevorderd. Toch waren nog eenige vragen te beantwoorden overgebleven. Onder deze werd het eerst onderzocht de invloed, dien de convergentie heeft op de grootte der rolbeweging. Het was bekend, dat de hoek, dien de schijnbaar verticale meridianen met elkander vormen bij parallellen stand der gezichtslijnen, veranderd wordt door convergentie, hetgeen men algemeen toeschreef aan eene geringe rolbeweging, door de oogen bij deze beweging

uitgevoerd. Nu onderzocht Woinow 1), in beginsel de methode van Skrebitsky volgende, de grootte der rolbeweging bij verschillende graden van convergentie, doch vond, dat deze volstrekt geen invloed daarop had. Bij hem was de verhouding tusschen neiging van het hoofd en rolbeweging steeds als 1 tot 9, bij een ander, die dezelfde proeven met hem deed, als 1 tot 6, het geen ongeveer met de uitkomsten van Skrebitsky en Nagel overeenkwam. Nog zij hier gemeld, dat Woinow zich ook ophthalmometrisch van rolbeweging zou overtuigd hebben. Had hij het spiegelapparaat zoo gesteld, dat de cornea in den horizontalen meridiaan werd gemeten, en liet hij daarna den onderzochten persoon zijn hoofd 45° neigen, terwijl hij tevens het spiegelapparaat en den ophthalmometer even veel graden draaide, dan bemerkte hij uit de veranderde kromming, dat hij thans een anderen meridiaan voor zich had. Bij zeer astigmatische cornea zal zeker het verschil merkbaar kunnen worden.

In dezelfde zitting van het oogheelkundig congres te Heidelberg, waarin Woinow van zijn onderzoek verslag gaf, deelde prof. Donders 2) mede, dat ook reeds door hem de rolbeweging bij parallellen stand der gezichtslijnen was onderzocht.

De methode was de volgende:

Over eene groote ronde schijf, op eenigen afstand geplaatst, kon van 5° tot 5° een dun elastisch koord worden uitgespannen. In het midden van de schijf was een gekleurd lint verticaal opgehangen, dat, na eenige

---

1) Beiträge zur Lehre von den Augenbewegungen, Arch. f. Ophth B. XVII. Abth 2. pag. 233. en Klin. Monatsbl. 1871. pag. 387.

2) Klin. Monatsbl. 1871. pag. 389.

oogenblikken gefixeerd te zijn, plotseling werd weggetrokken, zoodat men in de plaats daarvan een gekleurd complementair nabeeld verkreeg.

Dit nabeeld nu werd telkens, door neiging van het hoofd, met het koord parallel gebracht, zoodat men kon zien, hoeveel het gedraaid was. De stand van het hoofd werd door een ander afgelezen aan een tusschen de tanden geklemden graadboog, waarlangs een in het water hangend zinklood zich bewoog.

Op deze wijze vond prof. Donders de verhouding tusschen rolbeweging en neiging van het hoofd ongeveer als 1 tot 8.

Terwijl dus door alle onderzoekers met zekerheid was geconstateerd, dat, in plaats van de door Hueck beschrevene totale compensatie, slechts eene zeer beperkte plaats vond, komt voor eenigen tijd Breuer 1) weder met de meening voor den dag, dat Hueck toch wel gelijk kon hebben, in zooverre dat geringe neigingen van het hoofd door eene tegengestelde draaiing van het oog geheel zouden worden gecompenseerd. Hoe Breuer tot die voorstelling kon komen, zal later bij het bespreken zijner proeven blijken.

Met hoeveel zorg deze verschillende onderzoekingen ook waren gedaan, de methoden waren niet onberispelijk en de uitkomsten moesten aan nauwkeurigheid te wenschen overlaten.

De methode van Skrebitsky had een dubbel bezwaar. In de eerste plaats was het moeielijk, om den wijzer juist op het nabeeld te stellen, te meer, omdat de helling van het hoofd onder dat instellen lichtelijk kleine ver-

---

1) Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Medicinische Jahrb. I. Heft. 1874.

anderingen ondergaat, en ten anderen liet ook de bepaling der overhelling te wenschen over, aangezien zij eerst na de instelling van den wijzer werd afgelezen en inmiddels kleinere of grootere wijzigingen kon hebben ondergaan. Bovendien volgde het zinklood niet gelijkmatig de helling, wanneer, bij het zijdelings overhellen, het hoofd ook meer of min voor- of achterover gebogen werd. Neemt men eindelijk in aanmerking, dat het zinklood ook altijd schommelingen maakt, dan begrijpt men, dat Skrebitsky er toe komen moest, overhellingen met verschillen van 10° tot berekening der gemiddelden te gebruiken.

Later werd het toestel gemodificeerd en werkelijk verbeterd, zooals het op het physiologisch laboratorium voorhanden is; maar het instellen van den wijzer op het nabeeld laat ook daarbij nog aan nauwkeurigheid te wenschen over.

De methode van Nagel kan alléén bij zeer hooge graden van astigmatismus vrij nauwkeurige aanwijzingen geven en is dus slechts bij weinigen aanwendbaar. Altijd laat het oordeel over het scherpzien van een zekeren straal dan nog een vrij groote speelruimte toe, en het aflezen van de helling van het hoofd is bovendien onvolkomen.

De laatst gebezigde methode van Donders komt aan vele bezwaren te gemoet. Hierbij toch heeft de waarnemer slechts ééne observatie te doen, namelijk, het koord door het nabeeld te doen bedekken. Doch ook deze methode voldoet niet aan alle vereischten: 1. toch is het moeielijk, wanneer men het nabeeld heeft ingesteld, het hoofd zoolang stil te houden, totdat een ander heeft afgelezen, en 2. laat ze niet toe, met zekerheid van den primairen stand uit te gaan en daarna het hoofd te bewegen zuiver om een as, die loodrecht staat op het vlak, waarop de nabeelden worden geprojiciëerd.

't Was om deze reden, dat prof. Donders mij uitnoodigde, dit onderwerp nogmaals ter hand te nemen, en wel met een door hem aangegeven toestel, waardoor het mogelijk zou zijn, al de aan vroegere methoden verbondene onnauwkeurigheden te vermijden. Met zekerheid zou aldus de rolbeweging als functie van de neiging aan het licht treden. Tevens hoopte hij, door het onderzoek zoo nauwkeurig mogelijk te doen, omstandigheden te leeren kennen, die op de grootte der rolbeweging invloed hebben, en zoodoende de eigenlijke beteekenis van het merkwaardige verschijnsel wellicht op het spoor te komen.

b. EIGEN ONDERZOEK.

De toestel bestaat uit den boog *a c b* (verg. Plaat, fig. 1.), die door middel van een hulze *d* om een horizontale as draaibaar is, terwijl de grootte dier draaiing kan worden afgelezen op den graadboog *e e*, door middel van den wijzer *f*, die met den boog zich mee beweegt.

Door draaiing van het stiftje *l* naar rechts kan de boog in elken stand worden vastgezet, om door draaiing naar links zijne bewegelijkheid te herkrijgen. Deze inrichting is, namelijk, zoodanig, dat de as *d* (fig. 2.), waarom de boog draait, naar voren conisch toeloopt: hierdoor wordt, wanneer de boog een weinig naar achteren gedrukt wordt, de beweging belemmerd. Dit nu geschiedt, zooals uit de figuren gemakkelijk te zien is, wanneer men door middel van het stiftje *l* de schroef *x* naar rechts draait.

De horizontale as *d* is verbonden aan de ijzeren stang *g*, die wederom door middel van een klem (fig. 3 K) aan een vaststaande tafel T is bevestigd, zoodat de toestel geheel onbewegelijk staat.

Aan de staaf *h h* (fig. 1) is een mondhouder *m* bevestigd, met afdruk van het gebit van den waarnemer. Deze mondhouder kan op verschillende wijzen worden bewogen:

1°. kan hij draaien om de staaf *h h* als as, en door de schroeven *n* en *o* worden vastgezet,

2°. naar rechts en links om een loodrecht op de vorige staande as en door de schroef *p* worden vastgezet,

3°. kan hij naar rechts en links verschoven worden langs de staaf *h h*.

Verder kan hij, tegelijk met de staaf *h h*, door de schroeven *q q* naar boven en beneden worden bewogen, terwijl eindelijk, door het eene paar schroeven meer te verplaatsen dan het andere, het rechter gedeelte iets hooger kan gesteld worden dan het linker, en omgekeerd.

Het doel van deze verschillende bewegingen is dit, dat de waarnemer, den mondhouder tusschen de tanden geklemd hebbende, het hoofd kan stellen in den primairen stand en daarna het hoofd op zij kan neigen om een horizontale as, die loodrecht staat op het midden van de grondlijn, d. i. die lijn, die de draaipunten der beide oogen verbindt.

Om aan deze verschillende voorwaarden te voldoen, moet vooreerst het instrument zoodanig geplaatst worden, dat de as der hulze *d* horizontaal is: dit is bereikt, wanneer de boog *a c b*, bij het ronddraaiien, zich beweegt in een verticaal vlak. Daarna neemt men den mondhouder in den mond en stelt het hoofd zoodanig, dat de oogen even hoog gelegen zijn als de as van het instrument, en het verlengde dier as de grondlijn in het midden snijdt.

Om dit nauwkeurig te doen, was op ongeveer 1 meter afstand een horizontale en een verticale draad gespannen, welke kruispunt *k* fig. 3. juist lag in het verlengde van de as der hulse *d*. Op een afstand van 6 meters waren op

den muur nog een tweede horizontale en een verticale draad gespannen, die elkaar eveneens in het verlengde van de genoemde as kruisten. Wanneer men nu den mondhouder zoolang naar boven of beneden beweegt, totdat de beide horizontale draden, afwisselend met het rechter en linker oog geviseerd, elkaar bedekken, dan ligt ten eerste de grondlijn horizontaal en ten tweede op dezelfde hoogte als de as van het instrument. Deze zal tevens de grondlijn in het midden snijden, wanneer de eerste draad, met het rechter en linker oog geviseerd, op gelijken afstand van de tweede verticale lijn wordt gezien, wat men verkrijgen kan door den mondhouder naar rechts of links te verschuiven.

Het komt er nu slechts nog op aan, het hoofd de juiste neiging naar voren of achteren te geven en te maken, dat het gelaat niet naar rechts of links afwijkt. Aan de eerste dier voorwaarden is voldaan, wanneer het nabeeld van een verticalen band, bij het zien verticaal naar boven en beneden of horizontaal naar rechts en links, niet van richting verandert. Het hoofd staat dan in den primairen stand.

Om afwijking van het gelaat naar rechts of links uit te sluiten, is het voldoende, zich zelf in een kleinen spiegel te zien, die op eenigen afstand, loodrecht op de as van 't instrument geplaatst is. Schijnbaar nauwkeuriger methoden, berustende op de projectie van den afstand der oogen op het vlak van den genoemden spiegel, of op dien van halfbeelden, gaven geene grootere nauwkeurigheid.

Wij bepaalden ons daarom tot het instellen op het gezicht; trouwens bleek eene kleine afwijking in genoemden zin zonder invloed te zijn op de uitkomsten.

Thans heeft men aan het hoofd den voorgenomen stand gegeven: het staat, namelijk, wanneer de wijzer op nul

gesteld is, in den primairen stand en draait, bij neiging naar rechts en links, om een horizontale as, die loodrecht staat op het midden van de grondlijn.

Het was noodzakelijk, bij de bepaling der rolbeweging, van dezen juist gedefiniëerden stand van het hoofd uit te gaan, omdat de invloed, dien de een of andere afwijking van dezen stand op de grootte der rolbeweging uitoefent, nog niet bekend is en eerst daarna kon worden onderzocht.

Het onderzoek geschiedde overigens bij parallellen stand der gezichtslijnen, naar de methode, reeds vroeger door prof. Donders aangewend.

Op een afstand van ongeveer 6 meters werd een groot wit scherm geplaatst van 1.5 meter middellijn (fig. 3 S), welks centrum *c*, in de as *d* gelegen, tot fixeerpunt diende. In het midden van dit scherm werd in den beginne een gekleurd lint verticaal opgehangen, dat boven door een klem los was bevestigd, zoodat het door een ander, nadat het lang genoeg was gefixeerd, plotseling kon worden weggetrokken. Het nabeeld werd dan, door neiging van het hoofd, parallel gesteld aan een koord, dat, eveneens door het centrum der schijf gaande, onder een bekenden hoek kon worden uitgespannen. Daar echter op deze wijze verkregene nabeelden, wegens den grooten afstand en de niet altijd even goede verlichting, tamelijk zwak waren en voor de proeven te kort aanhielden, werd hierin op eene andere wijze voorzien, die wezenlijk vele voordeelen opleverde.

In het scherm werd, namelijk, een horizontale 1 c. m. breede en 7 decim. lange streep *s s'* uitgesneden, die door het fixeerpunt liep, en hier achter een gasbuis met ongeveer 20 gasvlammen geplaatst. De reden, waarom een horizontale en geen verticale streep werd verkozen, was daarin gelegen, dat de verlichting aldus beter was:

waren, namelijk, de gasvlammen boven elkander geplaatst, dan werden de bovenste, wegens de opstijgende verhitte lucht, sterk heen en weer bewogen, 't geen eene stoornis gaf in de lichtlijn. Naar verkiezing kan men nu nog, om gelijkmatiger verlichting te verkrijgen, vóór de spleet een mat glas plaatsen of wel een doorschijnend gekleurd lint: steeds werden nu scherpe, genoegzaam aanhoudende nabeelden verkregen, die voor de proeven volkomen voldoende waren.

Nog dient te worden opgemerkt, dat de gasleiding zóó was ingericht, dat de waarnemer, na lang genoeg gefixeerd te hebben, door drukking op een kraan, die in 't bereik was zijner rechterhand, de gasvlammen plotseling tot een minimum reduceerde, zoodat alleen het nabeeld overbleef en hij niets van de verlichte streep gewaar werd.

Om nu de proeven te doen, gaat men aldus te werk. Na den wijzer van het instrument op 0° geplaatst te hebben, neemt men den mondhouder in den mond en fixeert, bij aangestoken gasvlammen, het midden der verlichte streep. Denkt men lang genoeg gefixeerd te hebben (15—20 sec.), dan worden, door drukking op de kraan, de gasvlammetjes bijna uitgedraaid. Spoedig daarop verschijnt het nabeeld, dat men nu door neiging van het hoofd naar rechts of links doet samenvallen met het koord, dat onder een bepaalden hoek is uitgespannen, en zet daarop den boog op de beschrevene wijze vast. Hiermede is de proef afgeloopen 1).

---

1) Daar het veel moeielijker is te beoordeelen, of het nabeeld met eene lijn samenvalt, dan wel aan een dicht daarbij zijnde lijn parallel is, zoo werd steeds de laatste methode gebezigd. Hiertoe werd op 2 centim. afstand van het centrum der

Tot aan 50° werden de proeven in zittende houding genomen, van 50° tot 90° in staande, daar wij, zittende, het hoofd niet zoo ver konden neigen. De aflezing gescheidde regelmatig 10 sec., nadat het hoofd op zij geneigd was.

Onze resultaten wijken van die van vroegere waarnemers af. In het algemeen was gevonden, dat de grootte der rolbeweging ongeveer evenredig aan de neiging van het hoofd toenam: bij mij daarentegen bestond die evenredigheid niet. De volgende tabel geeft die verhouding aan, zooals ze bij mij, als gemiddelde uit 16 waarnemingen voor iederen neigingsgraad, werd gevonden.

RECHTS.		LINKS.	
Neiging van het hoofd.	Blijvende rolbeweging.	Neiging van het hoofd.	Blijvende rolbeweging.
12°.35	2°.35	11°.93	1°.93
24°.03	4°.03	23°.61	3°.61
35°.07	5°.07	34°.72	4°.72
45°.82	5°.82	45°.67	5°.67
56°.16	6°.16	55°.72	5°.72
66°.13	6°.13	65°.93	5°.93
76°.62	6°.62	76°.15	6°.15
86°.52	6°.52	86°.04	6°.04
96°.62	6°.62	96°.15	6°.15

schijf, telkens loodrecht op de richting van het koord, een fixeerpunt aangebracht: deze geringe afstand van het centrum kon geen invloed hebben op den stand der nabeelden.

Uit deze tabel blijkt, dat de rolbeweging bij mij, na eene neiging van het hoofd meer dan 50°, bijna niet grooter wordt en ook reeds van den beginne af aan niet evenredig is aan de neiging van het hoofd.

Bij Dr. Küster, die de goedheid had, deze proeven eveneens te doen, was de verhouding, als volgt:

RECHTS.		LINKS	
Neiging van het hoofd.	Blijvende rolbeweging.	Neiging van het hoofd.	Blijvende rolbeweging.
14°.62	4°.62	14°.45	4°.45
26°.89	6°.89	26°.58	6°.58
38°.06	8°.06	37°.23	7°.23
48°.81	8°.81	48°.72	8°.72
58°.59	8°.59	59°.29	9°.29
69°.48	9°.48	69°.95	9°.95
80°.69	10°.69	80°.91	10°.91
90°.45	10°.45	90°.60	10°.60
101°.22	11°.22	101°.02	11°.02

Graphisch voorgesteld, verkrijgen wij de volgende curven, waarvan de abscissen de neiging van het hoofd aangeven, de ordinaten de aan dien stand beantwoordende rolbeweging.

Fig. 1.

MULDER.

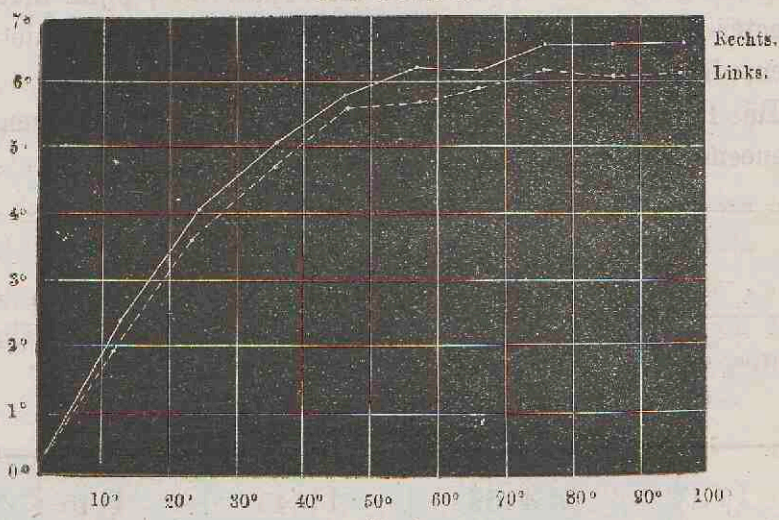
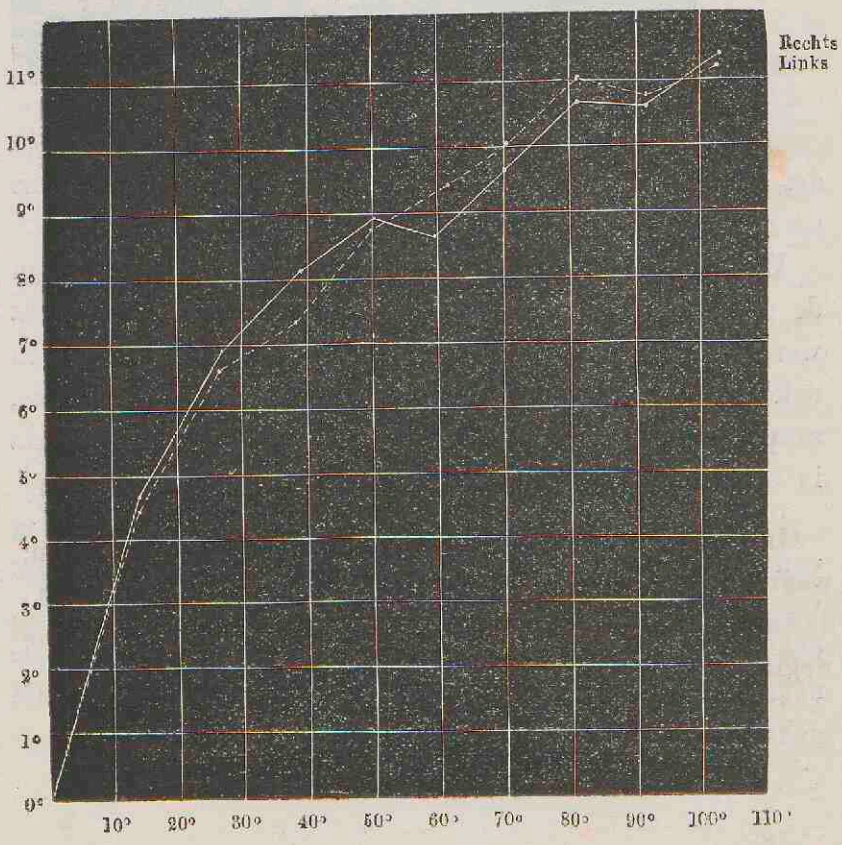


Fig. 2.

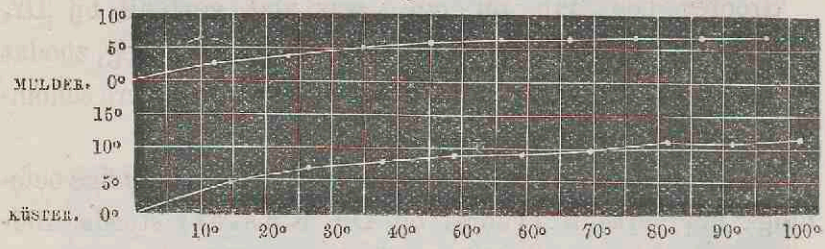
KÜSTER.



Bij Dr. Küster blijkt dus in 't algemeen de rolbeweging sterker te zijn, dan bij mij, met nog grootere afwijking van de evenredigheid.

In fig. 1 en 2 zijn, om den gang nauwkeuriger te kunnen teekenen en meer aanschouwelijk te maken, voor de ordinaten tien maal grootere afmetingen genomen als in werkelijkheid voorkomen. Wij laten nu, als fig. 3, de afbeelding der curven volgen, zooals ze werkelijk zijn, waar dus de lengten der abscis de hellingen van het hoofd, de lengten der ordinaten de correspondeerende rolbewegingen naar gelijken maatstaf voorstellen.

Fig. 3.



Wat aangaat de omstandigheden, die op de grootte der rolbeweging invloed hebben, zoo kunnen wij onze resultaten hieromtrent in weinig woorden samenvatten.

Vooreerst konden wij geen onderscheid zien tusschen de proeven, die in zittende en staande houding verricht werden: gemiddeld was de grootte steeds gelijk, hetgeen ook nog blijkt uit den geleidelijken gang der curven, samengesteld uit waarnemingen, deels in zittende, deels in staande houding gedaan (namelijk van 50° tot 90°).

Bovendien was er geen verschil in grootte, bij buiging van den hals alleen en van hals en romp samen, zoodat wij de reeds vroeger gedane uitspraak kunnen bevestigen, dat de grootte der rolbeweging enkel afhangt van de neiging van het hoofd, op welke wijze dan ook tot stand gekomen.

Een andere vraag is, of de rolbeweging, bij denzelfden stand van het hoofd, onder gelijke omstandigheden onveranderlijk dezelfde is?

Onze proeven, op verschillende tijden van den dag en ook op verschillende dagen genomen, leidden, als gemiddelde uit 20 waarnemingen, steeds ongeveer tot dezelfde grootte. Daarentegen konden de waarnemingen, ieder op zich zelf, somtijds tamelijk veel verschillen: het verschil steeg bij mij enkele malen in dezelfde reeks tot ongeveer 2°, mijns inziens meer, dan aan onnauwkeurigheid in de instelling mag worden toegeschreven.

Grooter nog dan bij mij, was dat verschil bij Dr. Küster, bij wien het enkele malen 3°.5 bedroeg, zoodat er wel grond is, om aan te nemen, dat er zekere schommelingen voorkomen.

Intusschen is het opmerkelijk, dat, bij langdurige oefening, het verschil (vooral bij Dr. Küster) steeds kleiner werd, hetgeen duidelijk bleek uit 80 waarnemingen, met gelijke afwijking van het nabeeld (40° links) door Dr. Küster gedaan, tusschen alle welke waarnemingen het grootste verschil niet meer dan 1°.4 bedroeg. De volgende cijfers geven de gemiddelden uit telkens 10 waarnemingen:

49°.07.	48°.82.	48°.96.	48°.98.
48°.85.	48°.89.	48°.91.	48°.84.

Of het afnemen van de verschillen moet worden toegeschreven aan meerdere nauwkeurigheid in het instellen dan wel aan grooter regelmatigheid in de rolbeweging zelve, durf ik niet te beslissen: misschien dragen beide omstandigheden daartoe bij.

Noch bij Dr. Küster, noch bij mij, had eene afwijking van het gelaat naar rechts of links (tot 20° toe)

eenigen merkbaren invloed; evenmin eene afwijking van het hoofd naar voren of naar achteren. Daar het instrument echter geene groote afwijking van dezen stand toeliet, durf ik niet te beslissen, of grootere afwijkingen eenigen invloed zouden hebben.

Wij komen thans tot de vraag, of de rolbeweging blijft voortbestaan, wanneer men langen tijd het hoofd op zij houdt, hetzij in staande, zittende of liggende houding. Wel is door Nagel aangegeven, dat ook in liggende houding rolbeweging voorkomt, en schreef hij zelfs het onaangename gevoel, dat sommige patiënten na eene oogoperatie ondervinden bij langdurige ligging op zij, aan de permanente contractie der beide obliqui toe; maar deze meening heeft hij niet bewezen.

Reeds was ons gebleken, dat gedurende den tijd, dat het nabeeld zichtbaar blijft (soms 1 minuut) geene verandering is waar te nemen; doch daar deze tijd veel te kort is, moesten wij naar eene andere methode uitzien, en lag het voor de hand, op het voetspoor van Nagel, het astigmatisme te hulp te roepen.

Een tamelijk intelligente patiënt, die een hypermetropisch astigmatisme van $^1/_8$ bezat, stelde zich beschikbaar.

Van een op eenigen afstand geplaatste stralenfiguur zag hij de verticale lijnen het duidelijkst, en bij de voorloopige proeven, met hem genomen, kon ik eenigermate zijne rolbeweging bepalen, door hem, terwijl hij ingebeten had, een bepaald aantal graden het hoofd op zij te laten neigen, en dan de lijn te laten aangeven, die hij het duidelijkst zag. Daarbij nu kwamen, onder gelijke omstandigheden, verschillen voor van 5 à 6 graden. Bleef hij lang ter zijde geneigd, eene hem blijkbaar hinderlijke houding, dan werd de afwijking nu eens grooter dan eens kleiner. De uitkomsten waren dus niet bevredigend. Zooveel

was intusschen gebleken, dat zelfs na 20 minuten de rolbeweging, zoo al verminderd, toch zeker niet verdwenen was.

Om nu meer zekerheid te verkrijgen, maakten wij gebruik van nabeelden, daarbij uitgaande van de volgende redeneering:

Wanneer men eenigen tijd het hoofd op zij houdt en in dien stand van de horizontale streep een nabeeld neemt, dan zal, zoo de rolling om de gezichtsas reeds verdwenen was, dat nabeeld gebonden zijn aan een netvlies. meridiaan, die met den horizontalen meridiaan een hoek maakt, even groot als de neiging van het hoofd bedroeg. Was echter de rolling om de gezichtsas nog geheel of gedeeltelijk aanwezig, dan zal de hoek tusschen beide meridianen een gelijk aantal graden kleiner zijn. Als men dus het hoofd weêr rechtop brengt, dan zal, bijaldien het oog zijn oorspronkelijken stand in de orbita herneemt, in het eerste geval het nabeeld evenveel in tegenovergestelden zin van de horizontale moeten afwijken, als het hoofd op zij was gehouden, in het tweede geval een kleineren hoek daarmeê maken.

Naar deze methode laat zich dus onderzoeken, of de rolling om de gezichtsas door voortgezette overhelling van het hoofd gewijzigd wordt.

Ik hield mijn hoofd korteren of langeren tijd b. v. 35° naar rechts: bij dezen stand bedraagt mijne rolbeweging ongeveer 5° en moest dus, als ik het hoofd weêr rechtop breng, het nabeeld parallel zijn aan het koord, dat onder een hoek van 30° met de horizontale in tegengestelden zin was uitgespannen. Dit bleek nu ook werkelijk het geval te zijn.

Dezelfde uitkomst verkregen Dr. Küster en ik, in staande en zittende houding, ook bij andere standen van het hoofd, en zoo was hierdoor aangetoond, dat na 15

minuten de rolling om de gezichtsas nog niet merkbaar was afgenomen.

Ook in liggende houding herhaalde ik met Dr. Küster deze proeven. Wij legden ons op een plat bed, dat zoodanig voor den toestel geplaatst was, dat wij den mondhouder in den mond konden nemen, zoodat wij nauwkeurig de neiging van ons hoofd konden aflezen. Na verloop van 45 minuten namen wij een nabeeld, schoven het bed snel ter zij en stelden het nabeeld op het uitgespannen koord in. Thans bleek ons, dat de rolling om de gezichtsas een weinig was verminderd. Terwijl ze onder gewone omstandigheden, bij eene overhelling van 86°, bij mij 6° bedraagt, bleek het, dat na 45 minuten de rolling tot op 5°.2 was gereduceerd. Bij Dr. Küster was ze 2° afgenomen. Bij 90°.6 neiging van het hoofd bedraagt zijne rolbeweging ongeveer 10°.6, na 45 minuten slechts 8°.5.

Tegen deze methode is alleen dit in te brengen, dat het oog, bij het oprichten van het lichaam, wellicht niet terstond zijn correspondeerenden stand in de orbita herneemt. Wij antwoorden daarop, dat in onze proeven, na verkregen opgerichten stand, de nabeelden nog geruimen tijd, in gunstige gevallen 1 minuut, zichtbaar blijven, en gedurende dien tijd niet van richting veranderen, wat zeker te verwachten ware, bijaldien het oog een ongewonen stand in de orbita had ingenomen.

Al het bovenstaande heeft betrekking tot de rolbeweging, die aan een bepaalden stand van het hoofd, bij zijdelingsche overhelling, eigen is. Behalve deze blijvende of *staande* rolbeweging, ontdekten wij eene *voorbijgaande*, die niet aan den stand van het hoofd verbonden is, maar de beweging vergezelt, om, nadat deze is afgeloopen, spoedig te wijken.

Reeds had ik vele proeven gedaan, toen ik bemerkte, dat de uitkomsten aanzienlijk verschilden, naar gelang der snelheid, waarmede het nabeeld was ingesteld. Bij snelle instelling, d. i door het hoofd snel zoover te neigen, totdat het nabeeld met het koord parallel was, moest ik het hoofd meer ter zijde neigen dan bij langzame instelling, en dit verschil werd mij bij meerdere oefening steeds duidelijker. Het scheen dus in 't eerst, alsof bij mij de grootte der rolbeweging, bij geneigden stand van het hoofd, langzamerhand verminderde, en men kon aan de mogelijkheid denken, dat zij bij langdurig verblijven in dien stand geheel zou verdwijnen.

Een nader onderzoek leerde inderdaad, dat, wanneer het hoofd eenigszins snel op zij wordt bewogen, het oog niet terstond volgt, maar door tegengestelde rolling om de gezichtsas aanzienlijk terugblijft, om echter, zoodra het hoofd stilstaat, zoover te volgen, dat slechts de blijvende rolbeweging, zooals die boven werd aangegeven, tot waarneming komt.

Wij hebben dus eene voorbijgaande en eene blijvende rolbeweging te onderscheiden. De eerste houdt slechts een oogenblik aan en is na 1 à 2 secunden reeds weder geheel verdwenen. Dat deze observatie te voren nog niet was gedaan, behoeft niet te verwonderen, wanneer men bedenkt, dat, om ze goed te constateeren, men gelegenheid moet hebben, snel en zeker om een bepaalde as te draaiien en in staat moet zijn, bij de verkregen draaiing het hoofd te fixeeren. Bovendien moet men langen tijd gewend zijn aan het gebruik van nabeelden. In den beginne toch verdwijnt meestal het nabeeld bij het snel op zij neigen van het hoofd, en komt eerst weder te voorschijn, wanneer men het hoofd eenige oogenblikken stilhoudt: dan is echter de voorbijgaande rolbeweging reeds verdwenen en alleen de blijvende nog aanwezig.

De grootte dezer voorbijgaande rolbeweging bedroeg bij matige overhelling voor mij tusschen 10° en 15°. Om een nabeeld 20° te doen draaiien, moet ik, langzaam bewegende, mijn hoofd ongeveer 24° op zij neigen, hetgeen aanduidt, dat de blijvende rolbeweging in dit geval 24°—20° = 4° bedraagt. Bij tamelijk snelle beweging daarentegen is mijn hoofd reeds tusschen 35° à 40° op zij geneigd, voor en aleer het nabeeld 20° gedraaid is: het gevolg daarvan is, dat het nabeeld, bij het stilhouden van het hoofd in dien stand, een hoek van resp. 10° en 15° met het op 20° gestelde koord gaat maken.

De grootte dezer voorbijgaande rolbeweging vond ik bij mij, voor verschillend groote bewegingen, doch bij dezelfde snelheid, ongeveer gelijk; het juiste bedrag liet zich intusschen, zooals licht te begrijpen is, moeielijk bepalen.

Terwijl het mij langzamerhand steeds gemakkelijker werd, mij van het bestaan der voorbijgaande rolbeweging te overtuigen, zoo zelfs, dat ik elk rechtlijnig nabeeld, bij het op zij neigen van het hoofd, nog eenige oogenblikken zie nadraaien, was het echter moeielijk, ze op deze wijze bij anderen te constateeren.

Zelfs Dr. Küster, die alle overige proeven omtrent de blijvende rolbeweging heeft herhaald, heeft ze op deze wijze nooit kunnen waarnemen: integendeel, kwam het hem soms voor, alsof het oog, bij snelle beweging van het hoofd, een kleinere rolbeweging maakte dan bij langzame.

Ook prof. Donders, die de goedheid had, de proeven te herhalen, was slechts ten deele overtuigd. Wel verkreeg hij bij snelle instelling doorgaans grootere waarden dan bij langzame, tot zelfs 10° verschil; maar schier altijd bleef hem eenige twijfel, of hij het hoofd wel had stil gehouden en de klem vastgezet op het juiste moment, dat het nabeeld den draad bereikte.

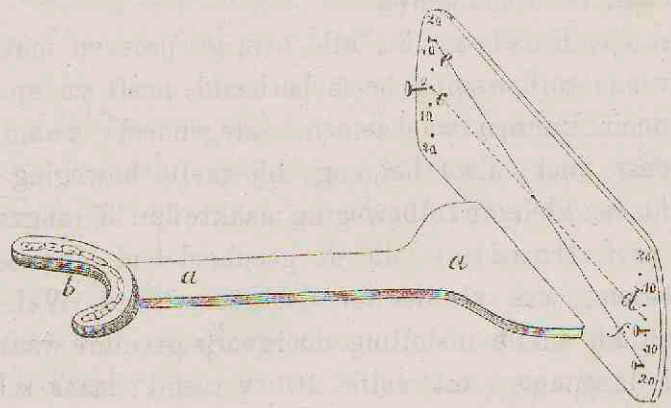
Daar dus deze methode zoo moeielijk tot overtuiging leidde, zag ik naar eene andere om.

In 't begin koesterde ik eenige verwachting van entoptische beelden, die reeds vroeger door prof. Donders ter bestudeering van de bewegingen van het oog waren gebezigd. Het gelukt, namelijk, meestal, wanneer men b. v. in 't donker een sterk positief glas voor 't oog houdt en dan naar een op eenigen afstand geplaatst lichtgevend punt ziet, in zijne eigene lens twee punten te vinden, die ongeveer diametraal tegenover elkander gelegen zijn. Gemakkelijk kan men zich nu overtuigen, dat de richting dezer twee punten steeds die van het hoofd ongeveer volgt. In mijne verwachting evenwel, om op deze wijze nog eene draaiing te bespeuren, wanneer het hoofd na eene snelle beweging reeds stilstond, werd ik teleurgesteld.

Ik keerde nu tot de nabeelden terug, maar volgde eene andere methode.

Het gebezigde toestelletje is in onderstaande figuur afgebeeld.

Fig. 1.



Het bestaat uit een staaf *a a*, ongeveer 25 centim. lang,

aan het eene einde geschikt, om tusschen de tanden te klemmen, terwijl aan het andere einde, loodrecht daarop, een klein scherm is bevestigd. Neemt men het toestelstelletje bij *b* tusschen de tanden, dan zal het nabeeld van een gekleurde strook papier, die telkens evenwijdig aan de lijn *c d* kan worden bevestigd en weggenomen, bij neiging van het hoofd naar rechts en links, met die lijn een hoek vormen, waarvan men de grootte kan bepalen door middel van het koord *e f*, dat onder verschillende hoeken met *c d* kan worden uitgespannen.

Men kan zoodoende gemakkelijk het maximum van afwijking vinden, en is deze grooter dan bij rustigen stand van het hoofd, dan is het verschil toe te schrijven aan de voorbijgaande rolbeweging.

Het onderscheid tusschen deze en de vorige methode is lichtelijk in te zien: — dáár moest men snel het hoofd stilhouden op het moment, dat men het nabeeld aan het koord parallel meende te zien; hier heeft men niets anders te doen, als zich te overtuigen, dat beide nog samen kunnen vallen. Op deze wijze kon ik bij mij zelf duidelijk zien, dat het nabeeld soms meer dan 20° (het maximum was 22°) achterbleef, om bij stilstand een hoek van niet meer dan 6° te vormen.

Ook prof. Donders kon duidelijk eene afwijking tusschen 15° à 20° waarnemen en zien, dat het nabeeld, bij 't stilhouden van het hoofd, langzaam een kleineren hoek ging vormen.

Het moest nu ons streven zijn, ons ook objectief van het bestaan der voorbijgaande rolbeweging te overtuigen, en dit gelukte ons ook bij diegenen, die subjectief, met behulp van nabeelden, moeielijk tot zekerheid zouden zijn gekomen.

Wij mogen dus aannemen, dat het verschijnsel der

voorbijgaande rolbeweging algemeen is. Het hoofd van den onderzochten persoon kan zich daarbij actief of passief bewegen. De passieve beweging geschiedt het best door het leggen zijner twee handen tegen de slapen van den persoon, dien men wenscht te onderzoeken: mits deze geen tegenstand biedt, kan men daarbij de bewegingen zoo snel maken en zoover uitstrekken, als men wenscht, en de onderzochte persoon heeft voor niets anders te zorgen, dan dat hij onafgebroken hetzelfde verwijderde punt blijve fixeeren. Deze passieve beweging geeft voor den waarnemer het voordeel, dat hij op het oogenblik van het stilhouden van het hoofd is voorbereid, het bewogen oog reeds kon volgen en onmiddellijk bij het stilstaan met volle aandacht het verschijnsel kan gadeslaan. Men overtuigt zich zoodoende gemakkelijk, na iedere eenigszins snelle overhelling, dat het oog tijdelijk meer was teruggebleven, dan het als blijvenden stand aanneemt; het volgt, ook na betrekkelijk kleine overhelling, een meer of minder aantal graden, draaiende om de gezichtsas in de richting, waarin het hoofd ter zijde was bewogen. Er zijn nauwelijks personen, op welke niet het eene of het andere oog eene arteria ciliaris anterior aanbiedt, welker verhouding tot het ooglid een geschikt voorwerp tot observatie uitmaakt, weinigen ook, waarbij de rolbeweging aan het eigenaardig netwerk der iris niet duidelijk is te bespeuren.

Dezelfde waarneming kan men doen, wanneer men eene willekeurige overhelling doet uitvoeren. Enkele malen zal men dan echter zijn doel missen, omdat de blik niet onmiddellijk op het juiste punt gericht, de aandacht niet op het juiste oogenblik gespannen is.

Het zekerst overtuigt men zich daarom objectief van het voorkomen der voorbijgaande rolbeweging bij zelf-

waarneming in een spiegeltje, dat, tusschen de tanden geklemd, tegelijk met het hoofd zich beweegt. Deze waarneming kan geschieden met evenwijdige en met convergeerende gezichtslijnen.

Bij evenwijdige gezichtslijnen ziet slechts het eene oog zich zelf in een kleinen spiegel, terwijl het andere naast den spiegel op een verwijderden wand van tamelijk gelijkmatig uitzien gericht is. Hierbij kan de sterke myoop zich van een gewoon plat spiegelglas bedienen, dat, op den halven afstand van het verste punt van duidelijk zien geplaatst, het oog een scherp beeld van zich zelf aanbiedt.

Bij geringe graden van myopie, evenals bij emmetropie en hypermetropie, voldoet de platte spiegel niet meer en moet men een positieve lens voor den spiegel kleven of liever nog, zooals prof. Donders mij raadde, een biconvexe lens (gewoon niet afgeslepen brilleglas), aan éene zijde verzilverd, als spiegel gebruiken. Zoodoende kostte het mij geen de minste moeite, mij van de voorbijgaande rolbeweging, bij evenwijdige richting der gezichtslijnen, herhaalde malen telkens met zekerheid te overtuigen. Bij eene zijdelingsche overhelling van 25° is het reeds duidelijk, duidelijker nog bij eene van 45° of meer. Het is op deze wijze, dat ik mij het eerst objectief van het bestaan der voorbijgaande rolbeweging had overtuigd. Men behoeft de beweging niet snel uit te voeren: voldoende is het, in den loop van een seconde over te hellen; de voorbijgaande rolbeweging verdwijnt dan genoegzaam in den loop der volgende, met bijna gelijkmatige snelheid.

Prof. Donders herhaalde de proef op zich zelf: „ik „helde ter zijde," zoo sprak hij, „tot een arteria ciliaris „juist achter het ooglid verdween, en stilstaande, kwam „zij meer dan 0.5 m.m. terug; wanneer ik nu uit den

„geneigden stand weder tot den loodrechten overging, kwam „het vat ver boven het ooglid te voorschijn, om weder „0.5 — tot 1. m.m. te dalen."

Dit laatste is zeer belangrijk. Inderdaad is het terugblijven van het oog, wanneer men uit den geneigden stand in den verticalen overgaat, vaak nog duidelijker te constateeren, dan bij de omgekeerde beweging. En dit geschiedt, niettegenstaande het oog, ten gevolge der overhelling, blijvend in de tegengestelde richting was afgeweken. Het is dus klaar, dat het oog de neiging heeft, om, bij iedere verandering in de helling van het hoofd, den verkregen stand, waarbij het zich in de ruimte heeft georiënteerd, te handhaven.

Wat wij hier objectief waarnamen, was ons ook reeds bij het subjectieve onderzoek met nabeelden gebleken.

Men kan voorts bij zichzelf een zijner oogen bij convergentie in een spiegel waarnemen. Plaatst men den spiegel in het midden loodrecht op het mediaanvlak, dan zien, bij symmetrische convergentie, de beide oogen elkaar wederkeerig, hetgeen verwarring geeft en het herkennen der bijzonderheden onmogelijk maakt. Men moet dus het spiegeltje zoo plaatsen, dat b. v. het rechter oog zichzelf kan waarnemen, het linker noch zichzelf, noch het rechter; het rechter ziet dan zichzelf op den dubbelen afstand van het (vlakke) spiegeltje, en, daarvoor accommodeerende, zal het linker een hieraan genoegzaam beantwoordende convergentie aannemen. Bij zijdelingsche overhelling blijft de richting der gezichtslijn in betrekking tot het hoofd onveranderd en bestaat er geen grond, om een verandering in de richting der linker aan te nemen. — Hierbij nu blijkt evenzeer als bij de proeven met evenwijdige gezichtslijnen, dat er, behalve de blijvende rolbeweging, eene voorbijgaande voorkomt, die dus door convergentie niet is uitgesloten.

Een ander verschijnsel, dat ons toeschijnt met de voorbijgaande rolbeweging in nauw verband te staan, heeft bijzonder onze aandacht getrokken: wij bedoelen de kleine schokkende nystagmische bewegingen, die het overhellen van het hoofd vergezellen. Bij Hueck is, zooals wij zagen, reeds sprake van een of meer schokkende bewegingen, waaraan hij eene colossale uitgebreidheid toekent, zoodat het 25°—27° om zijn as gedraaide oog, door dergelijken schok plotseling zijne normale stelling in de orbita zou hernemen. Wat wij waarnamen wijkt zoozeer hiervan af, dat wij twijfelen zouden, of Hueck hetzelfde verschijnsel voor zich had, indien er aan eenig ander kon gedacht worden. Ook Nagel spreekt van kleine nystagmische schokken, die bij ongeoefenden het terzijde neigen van het hoofd zouden vergezellen. Naar onze ervaring komen ze bij allen voor zonder onderscheid, bij geoefenden zoowel als bij ongeoefenden. Ik heb twintig personen er op onderzocht en vond ze bij prof. Donders, en bij mij, die tot de geoefenden behooren, wel iets minder ontwikkeld, maar toch ook duidelijk aanwezig. Zij zijn het duidelijkst waarneembaar en ook wel het sterkst ontwikkeld bij langzame overhelling. Iedere schok heeft het karakter eener rolbeweging naar de zijde der overhelling. Blijkbaar was dus het oog meer naar de tegengestelde zijde om zijn as gedraaid en de voorstelling kan moeielijk eene andere zijn, als dat het oog de neiging had, door rolbeweging zijn stand tegenover de ruimte zooveel mogelijk te bewaren, maar bij de toenemende overhelling telkens insufficiënt werd en stootsgewijze toegaf aan den normalen stand in de orbita. Aan het eind van iederen schok is het, alsof het in tegengestelde richting terugspringt, zoo zwak evenwel, dat wij daarin niets anders zien als het snel hervatten der gewone rolbeweging

bij de inmiddels toenemende overhelling. Het getal stooten voor een zijdelingsche overhelling van 40°—50° verschilt van twee en drie, tot zes, acht en meer. Doorgaans zijn de schokken des te grooter, hoe minder talrijk. In weerwil nu van de partiëele meêbeweging en van het schoksgewijze herstellen der rolbeweging, constateeren wij aan het eind der overhelling altijd nog eene vrij belangrijke rolbeweging, die, als voorbijgaande, spoedig voor een deel wijkt, en voor een deel als staande rolbeweging voortduurt.

Bij de tegengestelde beweging van het hoofd, uit den overhellenden naar den opgerichten stand, worden dezelfde schokjes, vaak zelfs krachtiger en duidelijker, waargenomen, altijd weder in de richting der beweging van het hoofd. En toch blijft er, zooals wij boven gezien hebben, bij het stilhouden in den opgerichten stand ook hier eene betrekkelijk groote voorbijgaande rolbeweging over, zoodat de neiging, om zijnen stand tegenover de buitenwereld te handhaven, bij het terugkeeren tot den opgerichten stand bijzonder sterk aan den dag komt.

Wij gaven reeds te kennen, dat wij meenden, een verband te mogen aannemen tusschen de voorbijgaande rolbeweging, die aan het eind der hoofdbeweging overblijft, en de schokken, tijdens die beweging waargenomen. Na de gegeven beschrijving schijnt dat verband nauwelijks meer toelichting te behoeven. Inderdaad blijkt er bij het overhellen telkens een dergelijke voorbijgaande rolbeweging te bestaan, die dan schoksgewijs wordt opgeheven, en aan het eind blijft een laatste terug, die nog niet rijp was voor den schok en nu langzamer verdwijnt. Wij willen hiermeê niet te kennen geven, dat ieder schokje de voorbijgaande rolbeweging voor den bereikten stand geheel zou opheffen. Wij gelooven veeleer het tegendeel en vinden dit door de inmiddels regelmatig toenemende overhelling

grootendeels verklaard. Maar wel gelooven wij, dat er bij ieder persoon een nader verband bestaat tusschen die schokken en de voorbijgaande rolbeweging, dat b. v. bij mijzelven de zwakke ontwikkeling der schokken in betrekking staat tot de groote voorbijgaande rolbeweging, op het moment van stilstaan van het hoofd aanwezig. Van die laatste hebben wij gezien, dat zij aan de nabeelden te herkennen is, waaraan ik ze zelfs het eerst gevonden heb.

Hoe verhouden zich in dit opzicht de nystagmische schokken?

Opmerkelijk genoeg ziet men daarvan aan de nabeelden niets.

Sommigen verklaarden de schokkende bewegingen te gevoelen; Prof. Donders gaf ze zelfs aan en meende op het oogenblik van den schok een moeielijkheid in het onafgebroken fixeeren van hetzelfde punt te ontwaren, wat hij bij rechtstandig hoofd zonder inspanning minuten lang, ook zonder te pinken, kan volhouden. Maar noch in de nabeelden, noch in de werkelijke voorwerpen worden de schokkende bewegingen herkend. Het is trouwens evenzoo bij ziekelijken nystagmos. Deze stoort de waarneming, en bij den stand der oogen, die hem tot een minimum reduceert, neemt de gezichtscherpte toe 1); maar bewegingen van het gefixeerde voorwerp en van de ruimte in het algemeen worden niet gezien.

Boven beschreven wij de nystagmische schokjes, zooals men ze bij genoegzaam evenwijdige gezichtslijnen waarneemt. Onderzoekt men ze nu bij convergentie der gezichtslijnen, dan vindt men ze uiterst zwak. De conver-

---

1) Vergel. Baumeister, in Verslag v. h. Nederl. Gasthuis van Ooglijders. 1874. Wetenschappelijke Bijbladen. bl. 71 en Graefe's Archiv f. Ophth. Bd. XIX. I. pag. 261.

gentie dus, die ons geen invloed aanwees op de voorbijgaande rolbeweging, werkt duidelijk onderdrukkend op de schoksgewijze beweging: ik meen, dat bij gewonen nystagmos de schokken, onder den invloed van convergentie, ook doorgaans afnemen. Men kan dien invloed der convergentie nu ook bij anderen duidelijk constateeren. Bij willekeurig in de ruimte convergeerenden kan men het hoofd achtereenvolgens links en rechts doen overhellen, zonder dat zich duidelijke schokken ontwikkelen. Gemakkelijk ook overtuigt men zich, wanneer men een te fixeeren voorwerp meer en meer in het mediaanvlak nadert, terwijl onophoudelijk links en rechts overhellende bewegingen afwisselen, dat met het naderen de schokken verminderen, om ten slotte bijna geheel uit te blijven. Eindelijk kan men een aan het mondstuk bevestigd punt bij meer of minder sterke convergentie te fixeeren geven, en resp. ziet men de schokken daarmeê uitblijven of verminderen.

Kan men nu, evenals de voorbijgaande rolbeweging, de schokken naar de boven beschreven methode bij zich zelf in een spiegel waarnemen?

Dit gelukt in geenen deele. Ook bij evenwijdige gezichtslijnen zijn ze in den spiegel niet te zien.

Aanvankelijk onderstelden wij, dat tijdens de schokjes de fixatie, en daarmede de waarneming, kon zijn opgeheven. Maar ook bij anderen overtuigden wij ons, dat ze gedurende de fixatie in den spiegel genoegzaam uitblijven. Het blijkt dus, dat het onveranderlijke aanzien van het ook zonder convergentie zich spiegelend oog de schokken opheft. De boven beschreven proeven leerden evenwel, dat ook bij het bestaan dier schijnbewegingen de convergentie alléén in staat is, ze te onderdrukken.

II. ANALOGE BEWEGINGEN VAN HET OOG.

Iedere poging, om tot de beteekenis op te klimmen der rolbeweging, in het vorige hoofdstuk beschreven, moet worden voorafgegaan door een beschouwing der analoge bewegingen, juister nog der bewegingen, onder overeenkomstige voorwaarden. Laten zij zich uit hetzelfde gezichtspunt verklaren, dan verkrijgt die verklaring des te hoogere waarde, naarmate zij algemeener is en zich over meer feiten uitstrekt.

Rolbewegingen komen onder zeer verschillende omstandigheden voor. Convergentie gaat met rolbeweging gepaard, zichtbaar ook op het oog, welks gezichtslijn daarbij haar richting niet verandert. Bij beweging om de horizontale dwarse as naar boven heeft regelmatig eenige rolbeweging naar buiten, bij die naar beneden eenige rolbeweging naar binnen plaats. Ten behoeve der stereoscopische combinatie worden, wanneer de beelden voor rechter en linker oog niet evenwijdig zijn, onwillekeurig rolbewegingen van eenige graden volvoerd. — In al deze gevallen is de rolbeweging intusschen van geheel anderen aard, als de in het vorige hoofdstuk beschrevene. Zij is, namelijk, eene symmetrische, d. w. z., voor het eene oog in tegengestelden zin als voor het andere, beide naar binnen of beide naar buiten. In de rolbeweging,

waarvan vroeger sprake was, is daarentegen de richting eene parallelle, voor beide oogen eene draaiing rechts ofte links.

Blijkbaar liggen aan deze beide vormen zeer verschillende innervaties ten gronde. De rolbeweging naar binnen geschiedt door den musculus rectus superior en obliquus superior, die naar buiten door den musculus rectus inferior en obliquus inferior: de genoemde spieren moeten werken met spankrachten, die elkander op de dwarse as opheffen, en ondersteunen elkander dan op de gezichtsas. Bij de symmetrische rolbeweging nu is de innervatie op beide oogen dezelfde, bij de parallelle daarentegen een tegengestelde. Wij vinden hier dus hetzelfde verschil terug, dat er bestaat tusschen een symmetrische convergentie der oogen en een wenden der beide oogen naar de rechter of linker zijde. Het verschil is zeer essentiëel. Het sluit iedere gedachte uit, om de symmetrische rolbeweging in analogie te brengen met de parallelle.

Zooals in het eerste hoofdstuk vermeld werd, heeft Nagel gevonden, dat, bij ligging op den rug, eene draaiing om de vertikale as van het lichaam rolbeweging voortbrengt. Zijn astigmatisme gaf hem het middel tot dit onderzoek aan de hand. Wij herhaalden het, ons bedienende van het beschreven mondstuk, met nabeelden, en bevestigden gemakkelijk zijne uitkomst.

Hierbij is de rolbeweging inderdaad eene parallelle voor beide oogen.

Maar is zij eene analoge aan de vroeger beschrevene, die eigen is aan overhelling van het hoofd naar den schouder? — Zij is geene analoge, maar zij is dezelfde, of liever een direct uitvloeisel er van. Men zal dit gereedelijk inzien.

Het rechtstandige lichaam kan, b. v. op een plank,

achterover geneigd worden, tot het horizontaal op den grond ligt, en alle rolbeweging blijft hierbij uit. Het kan evenzeer ter zijde geneigd worden, tot het insgelijks horizontaal op den grond ligt, maar nu op de eene of de andere zijde, waarbij het hoofd dus op een der ooren rust, en hierbij komt de vroeger beschrevene rolbeweging voor, die aan zijdelingsche overhelling gebonden is. Nu heeft men wel niets anders te doen, als zich om de lengte-as van zijn lichaam te draaien, tot men plat op den rug ligt, om de bestaande rolbeweging te doen wijken, en, omgekeerd, zich weêr op de zijde te draaien, om ze te doen terugkeeren. Men ziet dus, dat zij een eenvoudig uitvloeisel is van de aan zijdelingsche overhelling van het hoofd gebondene. Maar onbelangrijk is zij niet, in zooverre zij ons leert, dat ook bij een beweging der oogen in het vlak der netvlies-horizonten eene rolbeweging kan voorkomen, krachtens het verband tusschen den stand van het lichaam en de ligging der oogen in de orbita. Deze verklaring brengt mede, dat bij de draaiing om de verticale as, in liggende houding, geene sterkere rolbeweging als voorbijgaande kan voorkomen, en wij konden eene dergelijke ook niet constateeren.

Werkelijk analoog aan de door ons in het eerste hoofdstuk onderzochte is

1. de rolbeweging, die ontstaat, wanneer, bij horizontaal naar beneden gericht aangezichtsvlak, het hoofd in een horizontaal vlak wordt heen en weer bewogen. Die rolbeweging is door Breuer 1) onderzocht. Hij richtte de proef zoodanig in, dat het hoofd, bij naar beneden gericht aangezichtsvlak, draait om eene as, die, loodrecht op de

---

1) Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Medicinische Jahrb. I. Heft. 1874.

grondlijn, van den neuswortel naar het achterhoofd gaat. Om dit te bereiken, fixeerde hij op de draaibare plaat van een klein tafeltje een viseerblad van Helmholtz, in dier voege, dat het mondstuk loodrecht stond. Klemde hij dit nu tusschen de tanden, dan was zijn aangezicht parallel aan het tafelblad, en draaide hij nu dit blad rechts of links om, dan bewoog zijn hoofd zich natuurlijk om de genoemde as. „Wenn ich nun," zegt hij, „auf „dem Tischchen ein liniirtes Papier befestige, mir ein „lebhaftes und scharfes Nachbild verschaffe, etwa die Tren- „nungslinie zwischen blau und orange, roth und grün, „und dann die oben beschriebene Drehung mache, so sehe „ich, dass dabei das auf das Papier projicirte Nachbild „sich ausgiebig gegen die Linien dreht. Nach einer gewissen „Drehung schwindet mir das Nachbild, dan finde ich „es wieder in der Anfangsstellung, wenn es gelang die „Fixation festzuhalten (was nicht immer leicht ist) u. s. w. „Steht man still, so stellt sich das Nachbild in die Lage „wie vor der Drehung." Om het bedrag dier rolbeweging te bepalen, bevestigde hij met een stift, die tegelijk als fixatie-punt diende, op het tafelblad een schijf van tamelijk donker papier, waarop een breede zwarte lijn getrokken was, die door de stift ging. Hierover werd nu nog een voor de helft met rood, voor de helft met groen bekleede schijf gelegd; de grenslijn der kleuren ging insgelijks door de in het middelpunt der schijf staande stift. Hij kon nu door verschuiving der bovenste schijf de grenslijn en de zwarte lijn onder verschillende hoeken brengen, en was zeer wel in staat, wanneer na lang fixeeren de bovenste schijf werd weggenomen, waar te nemen, of bij het ronddraaien het nabeeld die lijn bereikte: hij gelooft op die wijze draaiingen van nagenoeg 20° zeker te hebben geconstateerd.

Deze proeven zijn door ons zorgvuldig herhaald. In de eerste plaats met het draaibare tafelblad, zooals boven beschreven is. Later wijzigden wij de methode in zooverre, dat wij het vroeger (bl. 28) beschreven kleine werktuig in den mond klemden, en het hoofd dermate op de borst bogen, dat het aangezichtvlak horizontaal kwam te liggen. Men kan dan, de voeten in een kleinen kring om het fixeerpunt op den bodem verschuivende, eene draaiing van het hoofd om de gewenschte as verkrijgen, en zonder eenige belemmering zelfs eenige malen het lichaam geheel omdraaien. Wij vonden nu bevestigd, dat die draaiing terstond rolbeweging opwekt. Eenige malen het lichaam ronddraaiende, bereikten wij als maximum een rolbeweging van 22°. Wat wij daarontegen niet zagen, is het verdwijnen van het nabeeld: zoolang de beweging voortduurt, blijft het, naar het schijnt met langzame schommelingen, onveranderd afgeweken. Van een geheel compenseerende draaiing, telkens stootsgewijs opgeheven, zooals Breuer zich schijnt voor te stellen, konden wij niets waarnemen. Hij schijnt, zooals nog nader blijken zal, zich hierbij een proces voor te stellen naar het model der schildering van Hueck voor zijdelingsche overhelling van het hoofd, dat wij meenen boven voldoende te hebben weerlegd.

Volgens Breuer keert het nabeeld bij het stilstaan tot zijn oorspronkelijken stand terug. Zoo eenvoudig vonden wij dien terugkeer niet. Heeft men na lange draaiing een aanzienlijke afwijking verkregen, dan ziet men onmiddellijk bij het stilstaan het nabeeld vrij snel tot den primitieven stand naderen, maar tevens dien stand aanzienlijk overschrijden, zoodat er een secundaire rolbeweging in tegengestelden zin, bijna van gelijk bedrag als de primaire, tot stand komt, waarin het oog eenige seconden onveranderlijk volhardt, om langzaam, aanvan-

kelijk met toenemende, vervolgens met afnemende snelheid, tot den primitieven stand terug te keeren, die dan niet meer overschreden wordt. Bij sterke afwijking duurt het geheele proces niet minder dan 25 seconden. Van den aanvang af, of gedurende het proces, kan men het hoofd opheffen en rechtstandig stellen, zonder het proces te storen: de secundaire afwijking komt op gelijke wijze voor, om ook op gelijke wijze te verdwijnen.

Zooals wij zagen, is ons, bij de laatstbeschreven draaiing, van schokkende rolbeweging niets gebleken. Maar ook bij zijdelingsche overhelling van het hoofd zijn ze aan het nabeeld niet waar te nemen. Ze zouden dus ook hier kunnen voorkomen, zonder door ons te zijn opgemerkt. De gelegenheid van ze bij anderen te onderzoeken, wordt door den horizontalen stand van het aangezicht eenigszins bemoeielijkt. We onderzochten onze eigen oogen met de spiegelende lens. Het resultaat was, dat eigenlijke schokken niet werden gezien, maar dat er langzame schommelende bewegingen voorkomen, zooals wij ook reeds aan de nabeelden meenden te hebben opgemerkt, zoowel tijdens het omdraaien als na het stilstaan, tot zelfs nog in den terugkeer uit de secundaire afwijking. Intusschen kan deze methode, zooals wij zagen, de schokken onderdrukken: in hoeverre ze voorkomen, blijft dus onbeslist.

Eene blijvende afwijking komt bij de hier behandelde draaiing met horizontaal aangezichtsvlak niet voor. Dit is zeer begrijpelijk, omdat het lichaam in zijn geheel, zonder relatieve verplaatsing zijner deelen, tegenover de ruimte blijft staan en in betrekking tot die ruimte georiënteerd is. Een grond voor blijvende afwijking kan men zich dus naar de eene zijde even weinig denken, als naar de andere. Daarentegen is de secundaire afwijking, vóór

het oog tot rust komt, als een uitvloeisel van de wet van Plateau beter te begrijpen.

Alléén wanneer de draaiing niet zuiver om de as tusschen neuswortel en achterhoofdsbeen geschiedt, maar het hoofd tevens heen en weer bewogen wordt, zoodat de betrekkelijke stand der lichaamsdeelen tot elkander verandert, mag men, evenals bij zijdelingsche overhelling naar den schouder, eene blijvende rolbeweging verwachten, en zij is in dat geval ook werkelijk aanwezig.

De uitkomsten bij de hier beschreven draaiing verschillen van die van Breuer: in de eerste plaats, door het zichtbaar blijven van het nabeeld en het uitblijven van zoodanige schokken, als waardoor het telkens den oorspronkelijken stand zou innemen; in de tweede plaats door de secundaire afwijking. Maar er is nog een derde punt van verschil. Breuer trachtte ook de verhouding tusschen de compenseerende rolbeweging en de frontaaldraaiing van het hoofd te bepalen, wat hem echter niet wilde gelukken. „Doch *möchte* ich *für sicher* halten", zegt hij, dat de verhouding veel grooter is dan 1 : 6. Wij weerspreken dit niet, maar merken aan, dat de verhouding 1 : 6 het maximum is der *blijvende* afwijking, die bij zijdelingsche overhelling van het hoofd gevonden wordt; en de *voorbijgaande* afwijking, waarvan hier sprake is, is van geheel anderen aard, zoodat een relatie tusschen draaiing en rolbeweging hier niet denzelfden zin heeft Breuer gaat voort: „ich meine dass kleine Kopfdrehungen *so gut als vollständig* compensirt werden." En, om den climax te voltooien: „*ich muss* somit Hueck *vollständig Recht* „geben, wenn ich auch Drehungen um 28° nicht gesehen „habe." Zoo is van „möchte" en „weit grösser als 1 : 6" in een paar regels „muss" en „vollständig" geworden. De waarheid is, dat, bij zijdelingsche overhelling van het

hoofd, groot of klein en bij welke snelheid ook volbracht, het nabeeld onmiddellijk de helling volgt, en dat, bij de laatst beschreven draaiing met horizontaal aangezicht, het nabeeld ook onder geen omstandigheid zijn absoluten stand in de ruimte behoudt, zoodat het vaststaat, dat ook de voorbijgaande rolbeweging altijd slechts voor een deel compenseert.

Naar Hueck zou zelfs de compensatie der blijvende, die slechts de fractie van 10 tot 15 proc. bedraagt, tot 28° volkomen zijn. Hoe kan er dan van een verdediging der Hueck'sche voorstelling sprake zijn?

2. In verband met de rolbeweging als gevolg van het draaien om een as, die bij horizontaal aangezichtsvlak verticaal van neuswortel naar achterhoofdsbeen gaat, moeten wij thans den invloed nagaan van draaiing om de verticale as van het hoofd, in opgerichten stand. Hierbij kan alleen sprake zijn van draaiing van het oog om een verticale as naar den binnen- en buitenooghoek, en daar deze draaiing meer absoluut door den wil wordt beheerscht, zal iedere andere drang tot die beweging allicht zich minder duidelijk openbaren. Toch zal het voldoende blijken, dat de bedoelde bewegingen van het oog hier in allen deele eene analoge verhouding vertoonen, als de rolbeweging bij horizontaal aangezichtsvlak.

Wanneer men iemand vraagt, het hoofd heen en weêr te bewegen (het gebaar der ontkenning), dan zal men bijna zonder uitzondering vinden, dat het oog die bewegingen niet volkomen volgt: het zal heen en weêr gaan, maar in mindere mate, en dus, door draaiing in de orbita, de hoofdbeweging gedeeltelijk compenseeren. Gelijke uitkomst verkrijgt men, wanneer men zich achter iemand plaatst en met de op de slapen gelegde handen het hoofd een dergelijke passieve beweging doet ondergaan.

Met het sterke nabeeld van een vlam bij het directe zien voor oogen, het hoofd, hetzij met gesloten, hetzij met geopende oogen heen en weêr bewegende, overtuigt men zich ook gemakkelijk, dat de oogen minder extensieve bewegingen plegen te maken, dan het hoofd. Het is noodig, dat men bij het nemen dezer proeven zich bepaald voorstelle, het hoofd te bewegen, geenszins het een of het andere in de peripherie gelegen en indirect geziene punt te fixeeren. In het laatste geval verkrijgt men het omgekeerde effect, dat, namelijk, in dezelfde richting, waarin het hoofd zich beweegt, de oogen nog verder worden gedraaid.

Om zich van het hier gezegde op zich zelf te overtuigen en zelfs ook de verhouding tusschen hoofd- en oogbeweging te bepalen, kan men een eenvoudig dun staafje (b. v. een gewoon potlood) tusschen de tanden klemmen, zoodat het naar boven gericht is en in den primairen stand met zijn uiteinde viseerpunt is van het eene oog. Beoogt men dan een peripherisch gelegen punt te fixeeren, dan blijft het viseerpunt, dat de bewegingen van het hoofd meemaakt, bij de gezichtslijn kennelijk achter; stelt men zich daarentegen voor, het hoofd te bewegen, dan blijft de gezichtslijn achter bij het fixeerpunt 1).

Wanneer men nu verder eenige malen na elkander, door beweging op zijne voeten, om zijne lengteas draait, dan zijn de bewegingen der oogen ook weder analoog

---

1) Quantitatieve bepalingen hieromtrent zijn gemaakt in het physiologisch laboratorium te Utrecht door Dr. Ritzmann uit Zürich, met behulp van een klein werktuig, waarop men, na iedere beweging, voor de oogen en voor het hoofd, zoowel de doorloopene bogen in graden, als de meridianen, waarin de beweging plaats had, kan aflezen. Ongesteldheid van Dr. Ritzmann is oorzaak, dat zij tot dusverre niet werden gepubliceerd.

aan de draaiing bij horizontaal aangezichtsvlak. Purkinje 1) reeds beschreef, hoe daarbij de voorwerpen aanvankelijk in relatieve rust verkeerden, „indem das Auge „durch seine Bewegungen, die sich vermöge der Drehung „des Körpers immerfort ändernden Raumverhältnisse „desselben ausgleicht." Weldra is de compensatie minder volkomen „nur absatzweise, indem die Gegenstände jetzt bewegt, jetzt ruhend erscheinen." Eindelijk houdt ook deze strijd op; maar het oog blijft toch nog van tijd tot tijd aan eenig voorwerp zwak hangen, zoodat de neiging tot compensatie niet geheel geweken is. Breuer nam bij éene omdraaiing van zijn lichaam, met de op zijne gesloten oogleden gelegde vingers, ongeveer 10 stooten van den bulbus waar. Mach 2) herhaalde deze proeven, met een sterk nabeeld voor de oogen, en constateerde daarbij hetzelfde. Hij deed ze ook bij passieve omdraaiing in een besloten ruimte: zijne vingers namen dan de schokken der gesloten oogen duidelijk waar. Minder sterk waren daarentegen die van van een nabeeld, bij geopende oogen.

Staat men nu stil, dan ontwikkelt zich het gevoel, dat men naar de tegenovergestelde zijde om zijn as gedraaid wordt. Het duidelijkst komt dit, zooals Mach opmerkt, na passieve omdraaiing te voorschijn: maar ook na actieve neemt men het waar, wanneer men zich, zooals Breuer aanraadt, terstond daarop in een goed aansluitenden armstoel werpt. Dit gevoel gaat verbonden met een neiging van het hoofd, en vooral van de oogen, om zich in tegengestelde richting te bewegen, in de richting dus, waarin de oorspronkelijke draaiing van het lichaam

---

1) Medicinische Jahrbücher. 1823.

2) Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen Leipzig. 1875.

plaats vond. Het gevolg hiervan is, dat bij een gewone poging, om een voorwerp te fixeeren, de bliklijnen telkens in den zin der primitieve draaiing er van afwijken, hetgeen dan ook telkens een snelle (schokkende) willekeurige beweging uitlokt, om het op nieuw te fixeeren, — verschijnselen, die men bij een ander kan waarnemen en, de proef zelf doende, gemakkelijk kan analyseeren 1).

De neiging, om de oogen na het ophouden der draaiing

---

1) In het telkens afwijken van het oog van het gefixeerde punt en het willekeurig schokkend terugkeeren wordt in het algemeen de grond gezocht der gezichtsduizeligheid (Gesichtsschwindel), die men na herhaald omdraaien om de lengteas waarneemt. Mach intusschen meent, ook zonder beweging der oogen, deze duizeligheid waar te nemen, en beschrijft ze p. 26, naar hetgeen hij vooral zag in de beslotene ruimte, met de volgende woorden: „Es sieht so aus, alsob der ganze sichtbare Raum sich in „einem zweiten Raum drehen würde, den man für ünverrückt „festhält, obgleich letzteren nicht das mindeste Sichtbare kenn„zeichnet. Mann möchte glauben," zoo gaat hij voort, „dass hinter „dem Sehraum ein zweiter Raum steht, auf welchen erstere bezogen „wird." Prof. Donders kan ook door wat sterker geïntentioneerde fixatie de afwijkingen en de schokkende bewegingen onderdrukken en behoudt dan toch de voorstelling, dat het zichtbare veld de beweging, als gedurende het draaien om de vertikale as, voortzet, — in zekeren zin als op een daarbuiten gelegen ruimte, want hij stelt zich niet de geheele wereld als draaiend voor.

Als hoofdgrond, om de gezichtsduizeligheid aan de oogbewegingen toe te schrijven, heeft men aangevoerd, dat, wanneer men onmiddellijk na het ronddraaien een nabijgelegen punt, onder sterke convergentie, fixeert, de schijnbare draaiing der voorwerpen onmiddellijk wijkt. Van de juistheid van dit feit heb ik mij bij herhaling overtuigd, en ook prof. Donders vond dit bevestigd. Zelfs het sterk convergeeren in de ruimte, zonder gegeven fixatiepunt, vonden wij voldoende. Intusschen ligt hierin niet het absolute bewijs, dat de schijnbare beweging der voorwerpen uitsluitend van de oogbeweging afhangt: de actus

in den zin te bewegen, waarin primitief de draaiing plaats had, in tegengestelden zin dus van dien, waarin men thans meent omgedraaid te worden, is in betrekking tot ons onderzoek vooral belangrijk. Wij zochten daarom naar een middel, om ze duidelijk en zeker te constateeren, en vonden een zoodanig in de schijnbare beweging van het nabeeld eener sterke vlam, dat wij reeds vóór het omdraaien als een mork in de gele vlek hadden vastgelegd.

Werpen we ons nu, na eenige malen snel te zijn rondgedraaid, met gesloten oogen in een stoel, dan wordt, door een inwendigen drang, dat nabeeld, 't welk achtergebleven was, in weinige seconden sterk naar de zijde bewogen, waarheen wij ons primitief hebben gedraaid, blijft hier eenige seconden onbewegelijk staan en komt nu zeer langzaam naar het midden terug, om eerst na ongeveer 30 seconden den neutralen primairen stand weêr in te nemen. De schijnbare richtingen, waarin wij het nabeeld zien, zijn hierbij die, welke de bliklijnen werkelijk aannemen. De bewegingen geschieden niet onbewust, en doen zich nu even goed gelden bij de projectie, — ze mogen door directe willekeur of, als associatie van zekere voorstellingen, door inwendigen drang worden voortgebracht. Wij hebben ons overigens, door gedurende het heen en weergaan plotseling het ooglid te openen, van den aan de projectie beantwoordenden stand der oogen overtuigd.

In de beweging van het nabeeld zien wij in de eerste plaats

---

eener sterke convergentie kan nog wel iets anders onderdrukken als enkel de oogbewegingen. Het kwam ons voor, dat het gevoel, van in tegenovergestelde richting gedraaid te worden, hierdoor ook geheel of grootendeels wijkt, en veel gemakkelijker kan men daarbij de zoogenoemde compenseerende bewegingen der ledematen vermijden en zich voor omvallen behoeden.

de uitdrukking van een bewegingsdrang, tegengesteld aan dien, waarin wij ons voorstellen gedraaid te worden. Maar daarop volgt een terugkeeren en overslaan naar de tegengestelde zijde, om ten slotte het gewone evenwicht te vinden, — in allen deele, ook ten aanzien van de snelheid van het proces, zoo overeenkomstig met het verloop der rolbeweging, boven (bl. 40) na draaiing met horizontaal aangezichtsvlak beschreven, dat de analogie der verschijnselen overtuigend in het oog springt.

3. Van de draaiingen van het hoofd om een dwarse horizontale as, achterover en voorover buigende, schijnt wel in allen deele hetzelfde te gelden als van de draaiing van het hoofd om de verticale as. Hetzij het hoofd die bewegingen actief, hetzij ze passief volbrenge, de oogen toonden de neiging, meer of min aan de voorwerpen te blijven hangen, en hunne bewegingen zijn minder extensief dan die van het hoofd. Het komt er maar op aan, dat het niet in onze bedoeling ligge, een peripherisch punt te fixeeren, maar enkel het hoofd te bewegen. De proef met het tusschen de tanden geklemde staafje is ook hier weer beslissend. Kon men nu verder gemakkelijk met het lichaam tuimelen om een dwarse as, dan zouden zich hoogst waarschijnlijk verschijnselen opdoen, analoog aan die bij het draaien om een verticale as: zittende op het touw van een schommel, kan men dergelijke bewegingen zeer wel uitvoeren, en beoefenaars der gymnastiek zonden ons hunne waarnemingen daarbij kunnen mededeelen. Maar iets analoogs hebben wij reeds, wanneer we met sterk gebogen hoofd, zoodat het aangezicht horizontaal ligt, den blik op den grond gevestigd, ons naar voren en achteren bewegen.

In de eerste plaats merken wij dan op, alweder met het tusschen de tanden geklemde staafje, dat bij die sterke buiging van het hoofd de oogen niet volkomen gevolgd

zijn, maar wat meer naar voren op den bodem zijn gericht, dat de oogen dus naar boven zijn gedraaid. En verder, dat bij het voortbewegen zoowel als bij het terugbewegen van het lichaam de oogen de neiging hebben, het voorbijschuivende vlak te volgen, om telkens stootsgewijs tot hunnen primitieven stand in de orbita terug te keeren.

Eindelijk, wanneer men, bijv. in een wagen, passief voor- of achteruit bewogen wordt en den blik terzijde heeft gericht, ondervindt men moeite, om door abstractie van alle voorwerpen de oogen bewegeloos in de orbita te fixeeren: telkens blijven ze als aan de voorwerpen hangen, om dan weêr een kleinen sprong te doen. Bij gesloten oogen duren al die verschijnselen meer of minder voort, en waarschijnlijk zal men ze ook bij blinden aantreffen, bij welke Breuer ze voor draaiing in het horizontale en sagittale vlak heeft geconstateerd.

Het algemeene resultaat is, dat de oogen de neiging hebben, de verschuiving der beelden over het netvlies, tengevolge der bewegingen van het hoofd of van het lichaam, door eigen bewegingen voor een deel te compenseeren.

III. BETEEKENIS DER ROLBEWEGINGEN.

Zooals Hueck de rolbeweging meende te hebben waargenomen — een totale compensatie tot 28° — moest hij tot de voorstelling geraken, dat tot juiste oriënteering een onveranderde richting der meridianen bij kleine overhelling van het hoofd een noodzakelijke voorwaarde is. Bij John Hunter was dan ook reeds hetzelfde denkbeeld opgekomen. Vreemd was het alleen, dat nu bij 28° op eenmaal een andere orde van zaken intrad, waarbij de voorstelling omtrent de richting in de buitenwereld, — dit kon Hueck zich niet ontveinzen, — toch ook niet zoo gebrekkig was. Maar wij weten nu, dat de feiten, waarop Hueck zijn theorie baseerde, onjuist zijn, en daarmede vervalt natuurlijk de theorie zelve.

Maar kan er in de theorie van Hueck niet een juist beginsel verborgen liggen? En staat de partiëele rolbeweging niet in werkelijk verband met de zich ontwikkelende voorstelling van richting? — Dit moge nader blijken.

Nagel, die de rolbeweging als een partiëele had erkend, — als eene fractie slechts compenseerende van de overhelling van het hoofd, — daarbij echter alleen de blijvende niet de voorbijgaande had opgemerkt, schreef aan die rolbeweging een geheel andere beteekenis toe. Zij zou, namelijk, dienen, om ons den stand van het

hoofd en secundair dien van het geheele lichaam tot bewustzijn te brengen, en zoodoende niet alleen de richting der ons omringende voorwerpen juist doen beoordeelen, maar tevens een gewichtige factor zijn tot ondersteuning van het evenwichtsgevoel. „Führt z. B.", zegt Nagel, „das Auge bei jeder nach den rechten Schulter hin um 6° „statt findenden Kopfneigung allemal eine Raddrehung „nach links um 1° aus, so ist aus dem Betrage der „stattgefundenen Raddrehung in jedem Moment ein „Schluss auf die Stellung des Kopfes zu machen und „danach die Localisation des Gesehenen zu vollziehen." De rolbewegingen zouden nu door hetzelfde centrum kunnen geregeld worden, als ook de overige bewegingen, die het behoud van het evenwicht ten doel hebben, beheerscht.

Deze hypothese getuigt van veel vindingskracht; maar ze schijnt ons toch niet gerechtvaardigd. Wij begrijpen niet, hoe dat centrum eene aan de overhelling van het hoofd geëvenredigde rolbeweging zal uitvoeren, zonder op de een of andere wijze nauwkeurig onderricht te zijn omtrent de overhelling van het hoofd, en die rolbeweging kan dan slechts een uiting zijn van een kennis, die ons ook reeds op andere wijze was geopenbaard. Of wel, vat men de rolbeweging als geheel onbewust en onwillekeurig op, dan zal ze ook aan onze voorstelling niets kondschappen, daar toch niet de acte der contractie, maar alleen de willekeurige impulsie daartoe ons tot bewustzijn komt. Maar bovendien, en dit bezwaar ligt buiten alle theorie, wordt het doel, dat Nagel zich voorstelt, hoogst onvolkomen bereikt. Dit bewijzen de proeven van Aubert[1]). Hij ontdekte bij toeval, dat men bij overhelling van het hoofd de richting eener

1) Virchow's Archiv. B. XX. 1861. pag. 381.

lichstreep, in een overigens donker vertrek, zeer onjuist beoordeelt. Wat verticaal is, schijnt in het algemeen naar de tegengestelde zijde over te hellen, en een lijn moet vrij aanzienlijk naar dezelfde zijde neigen als het hoofd, om voor verticaal gehouden te worden. De afwijking vond Aubert des te grooter, hoe meer het hoofd ter zijde neigde, om bij eene overhelling van meer dan 135° weer te verminderen.

Bij de verklaring dier afwijking, heeft men de twee factoren in aanmerking genomen, die de voorstelling bepalen: het oordeel omtrent de aangenomen neiging van het hoofd en dat omtrent den getroffen netvliesmeridiaan. Aubert stelt het voor, alsof men zich zijnen stand niet juist zou herinneren; Helmholtz 1), alsof men zijne neiging zou te gering schatten. Ik kwam daarentegen tot de conclusie, dat men zich zijner neiging zeer wel bewust zijn kan; maar dat de daarbij getroffen meridiaan zeer wisselvallige aanwijzing geeft. Trouwens had ook Aubert zich reeds voor den spiegel overtuigd, dat hij ongeveer de helling weet in te nemen, die hij zich voorstelt; en om dan toch aan de overhelling de schuld te geven van het onjuiste oordeel, moet hij aannemen, dat men zijne neiging langzamerhand vergeet. Ik heb mij geruimen tijd met proeven omtrent dit gewichtig onderwerp bezig gehouden, waaraan ook prof. Donders en dr. Böckmann deelnamen. Wij bedienden ons van een uit een rij inductie-vonken samengestelde lichtlijn, die, langs een graadboog draaibaar om haar middelpunt, door den proefnemer door het trekken aan een paar koorden zoo kon worden ingesteld, als hij meende voor verticaal of horizontaal te moeten houden. Hiermede experimenteerden wij, in een

1) Physiol. Optik. pag. 618

overigens donkere kamer, vooral bij horizontale ligging. Wij waren ons dezer ligging volkomen bewust, stelden ze ons duidelijk voor en trachtten ze ook soms opzettelijk in aanmerking te nemen. Maar, in weerwil hiervan, gaven wij aan de lijn, om ze verticaal te doen schijnen, altijd een neiging van 20° tot 50° naar de zijde, waarheen wij overhelden. Het is dus klaar, dat het netvlies ons in den steek liet. Dit bleek ook verder uit het wankelend oordeel, zoodat we dikwijls niet recht wisten, hoe in te stellen, en nog meer uit de schommelingen, die de lijn vaak onderging, dermate bedriegelijk, dat wij soms geloofden, ware draaingen der lijn te zien, en geneigd waren, onze adsisteerende vrienden te vragen, of ze ons ook op de proef stelden. In hoeverre daarbij schommelende rolbeweging in het spel is, durf ik niet te beslissen. — Andere proeven deden wij, in staande of zittende houding, met een koker voor het aangezicht, bij daglicht, den blik op een gelijkmatig vlak gericht. Hierbij kwam het wankelende in zooverre nog sterker uit, als aanvankelijk de verticale lijn de neiging van het hoofd eenige graden scheen te volgen, om dan eerst naar de tegengestelde zijde over te hellen, zoodat deze, om zich verticaal te vertoonen, nu ook naar dezelfde zijde overhellend moest worden ingesteld. In die aanvankelijke meêbeweging van de verticale lijn meenden wij iets van de voorbijgaande rolbeweging te herkennen.

Eindelijk ook overtuigden wij ons, dat men in de beoordeeling der neiging van het hoofd geen fouten maakt, in staat, om van de groote afwijking in de instelling der verticale lijn rekenschap te geven. De beste methode, om het oordeel, over onze neiging te toetsen, is deze, dat men een lijn vertoone, om daarop, hetzij in het duister, hetzij ziende, de helling dier lijn te doen aannemen

of omgekeerd aan eene draaibare lijn eene helling late geven, gelijk aan de voorafgegane overhelling van het hoofd: de helling van het hoofd wordt hierbij afgelezen met een zinklood voor een in den mond geklemden graadboog. Wij herhalen, dat de hierbij gemaakte fouten in geen vergelijking komen met die in het beoordeelen van den verticalen stand eener lichtlijn in het duister. — Wij vonden nog menige bijzonderheid, onder anderen, dat na geneigd te zijn geweest, het aannemen van een verticalen stand in het duister een vrij groote fout kan insluiten, waarbij dan tevens het oordeel over de verticale richting der lichtlijn te wenschen overlaat. Maar deze en andere feiten gaan wij met stilzwijgen voorbij, omdat wij het onderzoek nog wenschen voort te zetten, en, als niet in zijn geheelen omvang tot het hier behandelde onderwerp behoorende, later afzonderlijk wenschen mede te deelen. Hier was het ons genoeg, duidelijk te doen uitkomen, dat, terwijl in opgerichten stand onze voorstelling van verticaal en horizontaal vrij nauwkeurig, die van andere hellingen, zoo niet in absoluten zin, toch in betrekking tot gene, alleszins voldoende is, de getroffen meridiaan, althans in het duister, waar bekende voorwerpen ons oordeel niet langer tot richtsnoer strekken, een hoogst onvolkomen voorstelling geeft van de helling, die hem in opgerichten stand bij het normale zien toekwam 1).

1) Duizenden hebben zich in de laatste jaren kunnen overtuigen, dat bij passieve beweging langs een hellend vlak in de vrije natuur, wij bedoelen op den spoorweg van de Rigi, de aan den wagen ontleende voorstelling van verticaal ons huizen en zelfs boomen en menschen hellende doet zien, als dreigden ze om te vallen. Hier zijn de gezichtsindrukken in den wagen in overeenstemming met de overhelling van het lichaam, en dragen er zeker toe bij, om de voorstelling van helling van het hoofd uit te wisschen.

Terugziende op de verklaring van Nagel, mogen wij nu wel constateeren, dat, zoo de rolbeweging van het oog ons al eenige voorstelling mocht geven omtrent de neiging van het lichaam, (ik zou zeggen, als repetitor in miniatuur), wat wij principiëel bestreden, in elk geval die aanwijzing ons in absoluten zin (in het duister) weinig baten kon, en bij het gewone zien weinig behoefde te te baten, om ons een juiste voorstelling van het geziene bij te brengen.

De verklaring, die wij van het verschijnsel der rolbeweging meenen te kunnen geven, en de ontwikkeling, die wij hier daarvan laten volgen, is het resultaat van herhaalde gesprekken, met mijn promotor prof. Donders gehouden, wiens gevoelen ik alzoo meen, daarmede ook uit te drukken. In het tweede hoofdstuk lieten wij die verklaring reeds doorschemeren. Al de daar bijeengebrachte feiten wijzen er op, dat er bij de bewegingen van het hoofd en van het lichaam een neiging bestaat, om deze door oogbewegingen te compenseeren, een neiging dus, om voorwerpen, die werkelijk in rust zijn, zoolang het ons niet te doen is om andere voorwerpen te zien, aan dezelfde punten van het netvlies gebonden te houden. Bij de gewone bewegingen van het hoofd komt die neiging sterk uit. Levendige personen, met wie wij in gesprek zijn, maken voortdurend allerlei gesticulaties met het hoofd en houden daarbij meestal onveranderd den blik op ons gevestigd, — laten hem hoogstens, onafhankelijk van de hoofdbeweging, afwisselend van het eene op het andere oog overspringen, zonder meer. Velerlei mechanische arbeid vordert bewegingen van het hoofd, terwijl de blik voortdurend op hetzelfde punt moet gericht blijven: ook hier zijn de compenseerende oogbewegingen onmiddellijk en gelijktijdig gegeven. Het is inderdaad het tegengestelde

van hetgeen wij zien gebeuren, wanneer een indirect gezien punt onze aandacht en daarmede den blik tot zich trekt. De oogen snellen derwaarts, maar het hoofd, ja het geheele lichaam werken in gelijken zin en volbrengen een deel van den weg: de associatie is zoo dringend, dat er veel wilskracht vereischt wordt, om ze te overwinnen.

In dit synergisch verband tusschen de bewegingen van het hoofd en de oogen ligt iets wettigs, en het onderzoek daaromtrent heeft alleszins belangrijke uitkomsten opgeleverd, die Dr. Ritzmann (verg. bl. 44.) zich zeker voorbehoudt later mede te deelen. Doch even sterk is de compenseerende associatie, die wij hier ter sprake brachten en tot verklaring der rolbeweging inriepen.

Neigen wij het hoofd langzaam naar den schouder, terwijl wij bijv. een verticale lijn beschouwen, dan schijnt die aanvankelijk iets mee te bewegen, om vervolgens genoegzaam haar richting te behouden. Wij weten, dat het oog daarbij de helling van het hoofd grootendeels volgt, dat, zoodoende, de verticale lijn achtereenvolgens in meridianen komt te liggen, die aan de sterker en sterker naar de tegengestelde zijde overhellende verticale lijnen beantwoorden, en dat, bij gevolg, wanneer de bewuste overhelling niet in rekening werd gebracht, de verticale lijn naar de tegenovergestelde zijde zou schijnen te neigen, in zoover van de getroffen meridianen een absolute aanwijzing mocht uitgaan. Dit nu geschiedt niet, en wij corrigeeren dus den overgang op andere meridianen door de voorstelling, dat wij het hoofd ter zijde neigden. Maar voor een lichtlijn in het duister is die voorstelling ons gebleken ontoereikend te zijn: de verticale lijn schijnt naar de tegenovergestelde zijde over te hellen en, om verticaal te schijnen, moet een lijn naar dezelfde zijde neigen als het hoofd. De indruk van voorwerpen, wier

richting wij kennen, moet dus die voorstelling, zal ze strooken met de werkelijkheid, krachtig ondersteunen.

Maar er is meer. Zoodra de willekeurige overhelling, in plaats van langzaam, snel geschiedt, draait de verticale lijn om het gefixeerde punt naar de tegengestelde zijde, en volvoert men die bewegingen afwisselend links en rechts met eenige snelheid, dan beantwoordt de verticale lijn die met bewegingen rechts en links.

Die schijnbewegingen zouden nog sterker zijn, wanneer ze niet voor een deel door de rolbeweging werden gecompenseerd. De verschuiving der beelden naar andere meridianen wordt er door verminderd. Zoo weinig absolute aanwijzing als de meridianen ons omtrent helling geven, zoo nauwkeurig verraden ze bij vergelijking de hoeken, waaronder twee lijnen zich in het gefixeerde punt kruisen; en wanneer nu met betrekkelijk groote snelheid de overgang van een beeld van den eenen op een anderen meridiaan plaats heeft, dan kan het niet bevreemden, dat die overgang, ondanks het compenseerend bewustzijn der hoofdbeweging, als schijnbeweging tot voorstelling komt. Maar dan is het tevens in harmonie met de wederzijdsche adaptatie der levensfunctiën, dat rolbeweging daaraan zooveel mogelijk te gemoet komt. En werkelijk blijkt deze zich in dien graad te hebben ontwikkeld, dat ze voor de gewone bewegingen van het hoofd een voldoend auxiliair tot compensatie is. Dat ze bij snelle bewegingen, zooals wij aantoonden, zich als voorbijgaande rolbeweging sterker ontwikkelt, die eerst na een secunde of langer verdwijnt, is het zekerst bewijs, dat de neiging tot compensatie aan de rolbeweging ten gronde ligt, en geeft ons het recht, ze hiermede genetisch verklaard te achten. Waar nu een genetische verklaring gevonden is, behoeven wij wel niet naar een

andere te zoeken. Sommige punten schijnen echter nog eenige toelichting te behoeven.

Wij noemden de rolbeweging eene willekeurige, in den zin, die aan willekeurige beweging in het algemeen te hechten is. De beweging zelve is, namelijk, nooit willekeurig: willekeurig is alleen het doel, dat wij ons voorstellen te bereiken, terwijl de middelen, innervatie en contractie, zoowel als het mechanisme, geheel buiten ons bewustzijn (wat ook genetisch te verklaren is) in de dienst treden van het ons voorgestelde doel. Het proces is geheel spontaan; want ook de voorstelling vraagt niet naar haren oorsprong en brengt zich zelve niet tot bewustzijn. Het is het spontane voortgeleiden over den gebaanden weg. Dat wilsuiting hare rol speelt, bemerken wij eerst, waar het bereiken van het doel hinderpalen ontmoet. Dan moeten wij die hinderpalen wegruimen en met overleg den weg zoeken. Wij noemen dat oefening, en oefening is de grondslag der harmonie en van hare volmaking tusschen de verschillende levensfunctiën in betrekking tot elkander en vaak ook in betrekking tot de buitenwereld. De oefening is volkomen, als de weg gebaand is en het geheele proces spontaan verloopt. Dan merken wij niets meer van de willekeurige impulsie, dan geldt daarvan hetzelfde als van de zoogenaamde onbewuste besluiten: het bewegingsproces staat buiten den wil, de voorstelling (het zoogenoemde besluit) buiten het bewustzijn. Maar beide zijn onder bepaalde voorwaarden geworden en handhaven zich nu ook slechts, waar deze voorwaarden gegeven zijn. Zoo is het met de rolbeweging bij zijdelingsche overhelling, die slechts de gewone bewegingen van het hoofd voldoende helpt compenseeren en onvoldoende blijkt te zijn, waar het snelle bewegingen of het beoordeelen der richting eener lichtlijn in het

duister betreft. De plastische werking der oefening in het individu of althans in het geslacht zou ook hierover zegevieren, bijaldien die omstandigheden tot normale levensvoorwaarden werden.

Er is nog een andere reden, waarom de rolbeweging ook in den gewonen zin van het woord zich minder als willekeurige beweging aan ons voordoet: 't is, omdat wij het mechanisme en zelfs ook het effect daarvan niet duidelijk opmerken. Bij het kauwen ontgaat ons niet de beweging der kaken, bij de stem evenmin de spanning in het strottenhoofd als de voortgebrachte klank. Wat er bij de accommodatie gebeurt, is niet minder willekeurig; maar hierbij blijft het mechanisme reeds voor ons verborgen, en wij bemerken slechts het effect in het duidelijk zien op een gegeven afstand. Nog meer is de rolbeweging aan onze waarneming onttrokken. Wanneer ze uitbleef, zouden wij, bij gewone bewegingen van het hoofd, schommeling der voorwerpen zien, en bij paralyse van den musculus obliquus superior ligt in de gestoorde rolbeweging zeker een belangrijke factor van de gezichtsduizeligheid. Maar wij bemerken de rolbeweging niet en missen het criterium van vergelijking, dat ze ons zou aanschouwelijk maken. Behoort ze daarom tot eene andere kategorie als de gewone willekeurige bewegingen? Geenszins! Het willekeurige blijkt vooral voor de symmetrische rolbeweging, die zich zou duidelijk ontwikkelt ten behoeve van het binoculaire zien, wanneer de verticale halfbeelden een te grooten hoek met elkaar vormen 1). Hier is ook het effect voor ons merkbaar in het samenvallen der lijnen. Een reflexie mag dit in geen geval

---

Verg. van Moll, over de normale incongruentie der netvliezen. Diss. inaug. 1874. p. 51.

heeten, omdat het de waarneming der indrukken als noodzakelijk onderstelt, die bij de zuivere reflexie kan ontbreken. De paralelle rolbeweging, bij overhelling van het hoofd, behoort tot die willekeurige bewegingen, die wij geassociëerde plegen te noemen: wij neigen het hoofd naar den eenen of den anderen schouder en tegelijkertijd voeren wij de voor een deel compenseerende rolbeweging uit. De neiging en de rolbeweging zijn zoo innig aan elkander verbonden, dat, wanneer door verlies van evenwicht, of ook slechts door voorstelling van het verlies van evenwicht, compenseerende bewegingen van het hoofd worden uitgevoerd, de oogen daarin deelen. Wij zien dit bij de voorstelling van beweging van het lichaam als gevolg van draaiing om deze of gene as, waarbij de compenseerende hoofdbeweging zich met beweging der oogen, respective met rolbeweging, kan verbinden. Wij bemerken het evenzeer, wanneer bij het doorvoeren van een constanten stroom door de hersenen het gevoel van omslaan naar de zijde der kathode wordt opgewekt: de proeven, daaromtrent door Hitzig genomen, vonden wij op ons zelven volkomen bevestigd, wat betreft de beweging van het hoofd en de geassociëerde rolbeweging, aan de zich ontwikkelende voorstelling verbonden.

Die associatie ook is het, die de aan beweging van het lichaam of van het hoofd gebonden draaiing der oogen onafhankelijk van de indrukken der netvliezen doet voortbestaan, waarom zij bij gesloten oogen, bij blinden, ja zelfs bij blindgeborenen voorkomen. Hieruit te besluiten, zooals geschied is, dat zij niet met de netvliesindrukken samenhangen, verraadt gebrek aan inzicht in den oorsprong der harmonie onzer verrichtingen.

Onze verklaring der rolbeweging komt dus daarop neer, dat zij zich, evenals vele andere bewegingen, in den

loop der tijden, in het phylon, ontwikkeld heeft, uit de neiging, om voorwerpen, die in rust verkeeren, bij de beweging van het hoofd of van het lichaam in onze voorstelling aan hunne plaats te binden. Wij hebben gezien, hoe onder de gewone voorwaarden in dit opzicht het wenschelijke is bereikt, en hoe onder buitengewone voorwaarden de pogingen, om daaraan te voldoen, niet uitblijven. In dit laaste vooral ligt het bewijs voor de juistheid onzer beschouwingen.

Met eene genetische verklaring, als wij hier trachtten te geven, moet men, onzes inziens, zich voorshands tevreden stellen: de mogelijkheid, om het psycho-physiche mechanisme dieper te doorgronden, wacht op een andere phase onzer kennis.

Wij hebben nog rekenschap te geven van de staande of blijvende rolbeweging Zij stijgt met de overhelling van het hoofd, maar, zooals de curven (bl. 21) toonen, die de resultaten uitdrukken onzer onderzoekingen, in afnemende verhouding. Zij schijnt dan echter voor iedere helling zeer lang constant te blijven: de vermindering, die wij na een uur tijds meenden te vinden, is gering en daarom te onzeker, om aan die constantie afbreuk te doen.

Wat is nu hare beteekenis?

Het komt ons voor, dat daarin een tegemoetkoming ligt aan de voorwaarden eener juiste voorstelling der richting in de ruimte. Wij weten, dat bij het vrije zien der omgevende voorwerpen, in iedere houding des lichaams, de voorstelling correct blijft. Maar voor snelle verandering der houding geldt dit niet: dan is, zooals wij zagen, ook een sterke, voorbijgaande rolbeweging niet in staat, met die verandering gelijken tred te houden. Is deze nu echter voldongen, en staat het hoofd weer stil, dan doet het bewustzijn van den stand zich weder

gelden. Maar dat dit ook nog wel eenigen auxiliairen factor behoeft, bevreemdt ons niet, wanneer we ons herinneren, dat, ondanks dien steun, het bewustzijn der overhelling bij de beoordeeling der richting eener lichtlijn in het duister, tegenover de indicatie van den getroffen netvliesmeridiaan, te kort schiet.

De beteekenis der blijvende rolbeweging is dus wel deze, dat zij, zoover haar onder velerlei invloed ontwikkeld mechanisme zonder inspanning toelaat, bij zijdelingsche overhelling een factor levert voor onze voorstelling omtrent richting.

Het is voorts duidelijk, dat de blijvende rolbeweging, bij overhelling van het hoofd, eene andere innervatie der oogspieren onderstelt als bij gelijken primairen stand (evenwijdige horizontaal gerichte bliklijnen, loodrecht op de grondlijn) in opgerichte houding. Nu is het de vraag, of, bij die overhelling, desniettemin de bewegingen naar de wet van Listing geschieden, en of een gelijke verandering der innervatie een te voren indirect gezien punt nu tot fixatie brengt. Zoo niet: zou dan in de daarbij geëischte impulsie niet een aanwijzing gelegen zijn voor de bestaande rolbeweging en de daarmeê correspondeerende houding van het hoofd? — Prof. Donders zou gaarne gezien hebben, dat deze door hem opgeworpen vraag nader door mij ware onderzocht geworden. Maar het punt reeds omtrent de toepasselijkheid der wet van Listing bleek, bij de methoden, waarover wij beschikken kunnen, nauwelijks voor scherpe beantwoording vatbaar te zijn, en ik moest daarom voorhands het vraagstuk laten rusten. Zooveel is ons evenwel gebleken, dat de onjuiste voorstelling omtrent richting, zoowel in het duister, als bij dag tegenover een wand met schuinsche lijnen, op de zijde liggende gezien, door

beweging van den blik van het eene punt naar het andere niet, of althans weinig gecorrigeerd wordt. Trouwens wij experimenteeren hier onder abnormale voorwaarden. En de negatieve uitkomst geeft ons geen recht, de aanwijzing der gewijzigde impulsies uit te sluiten ook voor de gewone voorwaarden, waaronder wij zien, voorwaarden, onder welke alléén de invloed der oefening van individu en geslacht werkzaam was. 't Is daarom meer dan waarschijnlijk, dat ook langs dezen weg de blijvende rolbeweging het bewustzijn der overhelling helpt bepalen.

Toen, ruim 50 jaren geleden, Flourens 1) de functie der samenstellende deelen van het gehoororgaan langs den weg der vivisectie onderzocht, werd hij bij het doorsnijden der halfcirkelvormige kanalen, bepaaldelijk bij het doorsnijden der vliezige kanalen, door even vreemde als onverwachte verschijnselen getroffen. De dieren (duiven vooral, maar ook konijnen) maakten slingerende en zelfs tuimelende bewegingen, verschillende in richting bij kwetsing van de horizontale en van de verticale kanalen. Flourens vergelijkt ze bij het verlies van evenwicht en stabiliteit der bewegingen na draaiing om zich zelf of na hevig schudden van het hoofd. Soortgelijke verschijnselen had hij gezien bij kwetsuur der kleine hersenen. Het lag dus voor de hand, aan een inwerking op deze te denken. Maar zorgvuldig vermeed hij iedere schudding van dit orgaan en overtuigde zich ook meer dan twintig malen, door een nauwkeurig onderzoek, dat de kleine hersenen volkomen ongedeerd gebleven waren. Blijkbaar was dus de grond der verschijnselen in de

---

1) Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. 2me édition. Paris 1842 pag. 438.

half cirkelvormige kanalen te zoeken. Maar hoe ze te verklaren?

Flourens sprak van een pijnlijk verhoogd gevoel van het gehoor, en verder dachten ook de meesten, die de proeven van Flourens herhaalden, niet. Een eigenlijke theorie bracht eerst Goltz 1) te berde: in de half-cirkelvormige kanalen, daargelaten of ze ook beteekenis hebben voor het hooren, ziet hij „Sinnesorgane für das Gleichgewicht des Kopfes und mittelbar des ganzen Körpers." De zenuweindigingen der ampullae zouden, naar gelang van den stand van het hoofd, een verschil van drukking van de zijde der endolymphe ondervinden, en die drukking nu zou ons den stand van het hoofd tot bewustzijn brengen. Dezelfde theorie, met verschillen slechts van het mechanisme der prikkeling, werd bijna gelijktijdig ontwikkeld door Mach 2), door Breuer 3) en door Brown 4). De leer is deze: „dass die Am„pullennerven, vermöge ihrer specifischen Energie, jeden „Reiz mit einer Drehempfindung beantworten". In de handen van Mach, aan wien deze laatste formule werd ontleend, heeft de theorie een wetenschappelijken vorm aangenomen, daarop gegrond, dat de inhoud van het inwendig gehoor bij bewegingen der dieren „das Schwerpunkt und Flächenprincip zu erfüllen strebt", dat zoowel de „Progressiv- als de Winkel-Beschleunigung" tot de mechanische werking op de zenuw-eindigingen der ampullae

---

1) Ueber die physiol. Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Pflügers Archiv Bd. III. pag. 172.

2) Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig 1875 (sic).

3) Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Medicinische Jahrb. I Heft. 1874.

4) On the sense of rotation. Journal of anatomy and physiology. vol. VIII.

aanleiding geeft. Hij onderzocht verder alle mogelijke factoren, waardoor wij kennis zouden kunnen krijgen van onzen evenwichtstand en komt ook zoodoende per exclusionem tot de halfcirkelvormige kanalen. Wacht de theorie nog op een streng bewijs, wij achten ze geenszins weerlegd door de bezwaren, vooral door Böttcher 1) daartegen ingebracht. Er ligt iets verleidelijks in de voorstelling, dat de halfcirkelvormige kanalen een orgaan vertegenwoordigen, welks energie ons de beweging en het evenwicht van ons lichaam tot bewustzijn brengt en langs dien weg compenseerende bewegingen uitlokt. Wij hebben echter eene bedenking, die in nauw verband staat met het door ons behandelde onderwerp. Bedriegen wij ons niet, dan is bij de genoemde schrijvers de neiging te erkennen, om alle bewegingen van het oog, die het gevolg zijn van bewegingen van het hoofd of van een veranderden evenwichtstoestand, uit dat zoogenoemde evenwichtsorgaan af te leiden. Breuer vooral gewaagt telkens van reflex-bewegingen, ten gevolge van prikkeling van de zenuwen der ampullae. Vooreerst merken wij op, dat het woord *reflex* hier niet in den gewonen zin gebruikt is. Reflex wordt ondersteld zonder bewustzijn te kunnen verloopen, en bij de prikkeling van het evenwichtorgaan daarentegen is de gevolgde beweging onafscheidelijk van de voorstelling. En dit brengt ons tot het cardinale punt: de voorstelling zelve is de voorwaarde der beweging, en iedere factor, die de voorstelling uitlokt, bepaalt daarmeê tevens de daarvan afhankelijke beweging. Zoo staat het voor ons vast, dat alle kleine hoofdbewegingen, bij het fixeeren van een voorwerp, gelijktijdig

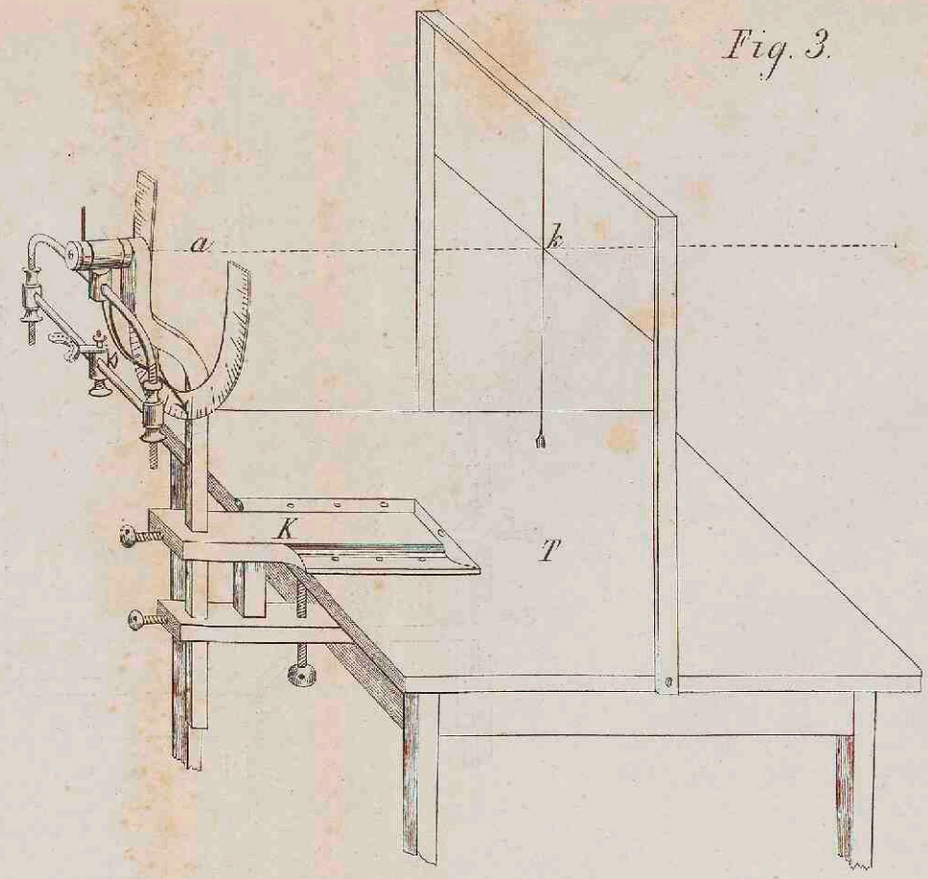
1) Ueber die Durchsneidung der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Archiv für Ohrenheilkunde von Tröltsch. Bd. 9 pag. 2.

door geassociëerde beweging der oogen gecompenseerd worden. Wij merken dit op bij draaiingen van het hoofd om de verticale en horizontale as. En er bestaat geen de minste reden, om dit niet evenzeer van toepassing te achten op de rolbewegingen, die aan zijdelingsche overhelling van het hoofd verbonden zijn. Moest hier door beweging van het hoofd een spanning der endolymphe voortgebracht en aan de ampullae meêgedeeld worden, om eerst dan reflex-beweging uit te lokken, dan zou deze allicht $^1/_{10}$ seconde achterblijven, en iedere beweging van het hoofd zou beginnen, met het fixatiepunt te veranderen. Bij de willekeurige beweging schrijven wij dus de bewegingen van het hoofd en van de oogen aan gelijktijdige, of, indien men wil, aan een en dezelfde gecompliceerde impulsie toe. Ook waar wij bij zekere schommelingen het moment eener passieve beweging kunnen voorzien, weet de impulsie het juiste moment voor de spiercontractie te treffen, vóór die passieve beweging haren invloed nog doet gevoelen. In het algemeen wapenen wij ons met onzen wil tegen hetgeen wij voorzien, en de oogen zijn daarbij de zekerste wachters. Met gesloten oogen wordt de beste ruiter bij onverwachte sprongen van het paard uit den zadel geworpen. Alléén dus, waar de bewegingen van het hoofd niet voorzien zijn, zou wellicht aan het evenwichtsorgaan een plaats kunnen worden ingeruimd. Maar ook dan is het de vraag, of de verschuiving der beelden op het netvlies niet reeds spoediger en zekerder de correspondeerende bewegingen uitlokken.

Hiermede sluiten wij onze beschouwingen. Wij hebben de oogbewegingen, en meer in het bijzonder de rolbeweging, die aan bewegingen van het hoofd gebonden is, in hare ontwikkeling toegeschreven aan de neiging,

om de bewegingen der netvliesbeelden van rustende voorwerpen in meerdere of mindere mate te compenseeren, tevens erkennende, dat bij al het bevredigende, aan een genetische verklaring verbonden, het mechanisme van dat compenseerend verband voor alsnog buiten het bereik ligt van ons onderzoek. De bovenstaande beschouwingen voeren tot de uitkomst, dat ook het evenwichtsorgaan, zooals de laatste tijd het experimenteel en theoretisch trachtte te vindiceeren, niet geroepen schijnt, in dat mechanisme een belangrijke rol te vervullen.

Fig. 3.



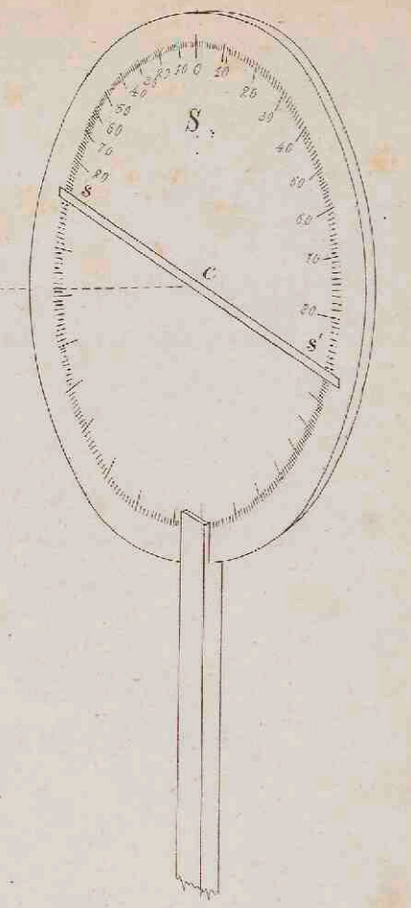


Fig. 1

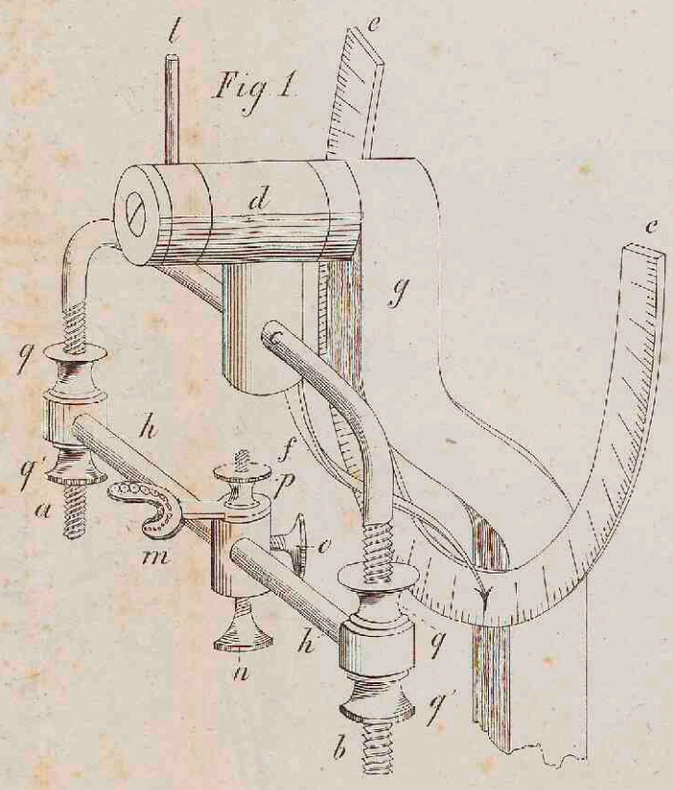
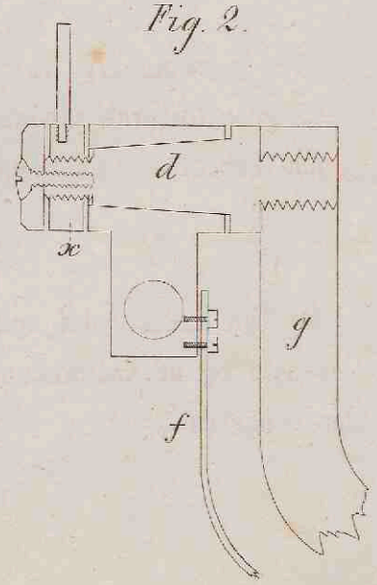


Fig. 2.



STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

Ontbreken van de dubbelbeelden bij strabismus moet worden toegeschreven aan psychische abstractie van de netvliesbeelden, die in het niet fixeerende oog op een gedeelte van het netvlies vallen, gelegen om een punt, dat wel ten onrechte „secundaire macula lutea" wordt genoemd.

II.

Onderzoek op gezichtscherpte, refractie en kleurperceptie door daartoe aangewezen deskundigen worde voor ambtenaren aan spoorwegen verplichtend gesteld. Het onderzoek op gezichtscherpte worde jaarlijks herhaald.

III.

Bij glaucoma simplex doe men iridectomie eerst dan, wanneer de lanswonde alléén onvoldoende blijkt te zijn.

IV.

Aan alcoholica worde eene eerste plaats toegekend bij de behandeling van asthenische koortsen.

V.

De klinische verschijnselen maken het waarschijnlijk, dat het zoogenaamde derde stadium van parenchymateuse nephritis dikwijls eene primaire atrophie der nieren is.

VI.

Bij ieder pleuritisch exsudaat, dat geen neiging tot resorbtie vertoont, is zoo volkomen mogelijke ontlasting van het exsudaat aangewezen.

VII.

De therapie bij diabetes mellitus vordert zoodanig diëet, waardoor, zonder nadeel voor het organisme, de secretie van suiker zooveel mogelijk verminderd wordt.

VIII.

De meening van Rindfleisch, dat alle tumores caverneus zouden kunnen ontaarden, door contractie van het interstitiële bindweefsel, kan slechts voor harde weefsels juist zijn.

IX.

De antiseptische verbandmethode van Lister verdient aanbeveling in alle gevallen, waar hare aanwending mogelijk is.

X

De hypothese van Fischer, dat commotio cerebri zou berusten op paralyse der hersenvaten, is zeer onwaarschijnlijk. De door hem post mortem gevondene bloedledigheid der arteriae is bovendien met zijne hypothese in strijd.

XI.

In plaats van zuiver water gebruike men tot het reinigen of verbinden van wonden eene chloor-natriumoplossing van ½ procent.

XII.

Men diene eerst dan secale cornutum toe, wanneer men des noods kunstmatig den partus kan terminceren.

XIII.

De methoden van Busch en d'Outrepont kunnen in de rei der verloskundige encheiresen gemist worden.

XIV.

„Die Ontogenie ist nur eine kurze Recapitulation der „Phylogenie" (Haeckel).

XV.

De roeping der Hoogeschool is, in de eerste plaats, aankweeking en ontwikkeling van wetenschap, in de tweede plaats, practische opleiding.

XVI.

Het wetsontwerp van 6 Nov. 1874 tot toelating van niet gedoctoreerde tandartsen is geroepen, in eene dringende behoefte te voorzien.

XVII.

De tijd nadert, dat splitsing der geneeskundige studie (evenals bij de natuurkundige faculteit) zal moeten worden toegelaten.