

J. a IV, 33.



**MAG MEN AAN GAL DE EIGENSCHAP TOEKENNEN,  
DEN DOORGANG VAN VETTEN DOOR CAPILLAIRE  
BUIZEN TE BEVORDEREN ?**

DOOR

**D. ROOSENBERG,**  
*Med. Cand.*

---

In de meest gebruikelijke physiologische handboeken bijv. in die van Hermann, Ranke, vindt men bovenstaande vraag toestemmend beantwoord, waarbij allen zich beroepen op onderzoekingen, gedaan door von Wistinghausen, en gepubliceerd in zijne dissertatie getiteld: *Experimenta quaedam endosmotica de bilis in absorbtione adipum neutralium partibus*. Dorpat. 1851.

De door von Wistinghausen gedane uitspraak berust op het door hem gevonden feit, dat de stijghoogte van vetten in capillaire buizen toeneemt, wanneer de wanden dier buizen te voren met gal worden bevochtigd.

Op verzoek van professor Donders heb ik deze zaak nauwkeurig onderzocht, en de resultaten van dat onderzoek deel ik hieronder mede.

De methode van onderzoek is de volgende: in een capillaire buis, waarvan de wanden goed gereinigd zijn, zuigt men een vloeistof op tot een punt, hooger dan

dat, waarop de vloeistof na ophouden van de negatieve drukking blijft staan; of men dompelt de buis in een vat, gevuld met de te onderzoeken vloeistof tot een zoodanige diepte, dat bij opheffing de vloeistofkolom in de buis daalt. Vervolgens laat men de vloeistofkolom langzaam dalen, tilt het buisje voorzichtig uit de vloeistof, meet de hoogte, waarop deze in de buis achterblijft, en verschaft zich, door deze proef eenige malen te herhalen, een reeks cijfers, wier grootere of kleinere verschillen tevens een maatstaf vormen tot beoordeeling der methode van werken.

Een tweede reeks waarnemingen volgt deze op, waarbij men den wand van het weder gereinigd buisje met een tweede vloeistof eveneens door opzuiging of indompeling en daaropvolgende uitblazing bevochtigt, om vervolgens de stijghoogte van de eerste vloeistof in deze bevochtigde buis op dezelfde wijze als hierboven te onderzoeken.

In het eerste geval heeft men dus de stijghoogte bepaald van een vloeistof, terwijl de wand van de buis met de vloeistof zelf bevochtigd is, in het tweede geval, terwijl de wand van de buis met een andere vloeistof bevochtigd is.

Om mij van de zuiverheid der methode te overtuigen, liet ik in twee buizen van verschillende middellijn gedestilleerd water opstijgen en verkreeg de volgende cijfers.

Stijghoogten van  $H_2O$ , na bevochtiging met  $H_2O$ .

Buis I 25,40 m.m.	Buis II 30,04 m.m.
25,40	30,06
25,10	30,00
25,16	29,40
25,16	29,40
25,16	29,80
25,16	29,68
25,16	29,70

Het gering verschil in bovenstaande cijfers geeft mijns inziens alle recht tot goedkeuring dezer methode.

De volgende cijfers zijn verkregen door in twee buizen van verschillende middellijn eerst te bepalen de stijghoogte van gal, vervolgens die van machine-olie, daarna de stijghoogte van machine-olie na bevochtiging van de buis met gal. Tusschen ieder van deze drie achter elkaar genomen proeven werd de buis uitgespoeld met aether, kaliloog, azijnzuur, gedestilleerd water en daarna zorgvuldig gedroogd.

	Stijgh. der gal, na bev. met gal.	Stijgh. der olie, na bev. met olie.	Stijgh. der olie, na bev. met gal.
Buis I	16,22	13,60	13,80
	16,40	13,74	13,40
	16,22	13,54	13,40
	16,30	13,80	13,70
	16,32	13,74	13,74
Buis II	17,50	14,80	14,88
	17,40	14,80	14,60
	17,40	15,00	15,00
	17,36	15,00	14,90
	17,36	14,90	14,74

Uit deze cijfers blijkt, dat gal de opstijging van machine-olie niet bevordert.

De volgende proeven zijn genomen op dezelfde wijze als de voorgaande, doch met twee andere buizen, terwijl in de eene buis (III) patentolie, in de volgende olijfolie is gebruikt.

	Stijgh. der olie, na bev. met olie.	Stijgh. van gal, na bev. met gal.	Stijgh. der olie, na bev. met gal.
	7,80	9,60	7,70
Buis III	7,86	9,70	7,76
	7,72	9,60	7,80

	Stijgh. der olie, na bev. met olie.	Stijgh. van gal, na bev. met gal.	Stijgh. der olie, na bev. met gal.
	7,70	9,70	7,70
	7,70	9,80	7,78
	11,60	13,30	10,90
Buis IV	11,80	13,54	11,34
Olijfolie	11,70	13,10	11,30
	11,88	13,40	11,20
	11,80	13,40	11,40

Deze waarnemingen bewijzen, dat de stijghoogten der drie willekeurig door mij gekozen oliën, *niet* vergroot worden door gal, terwijl de groote overeenkomst in de verkregen cijfers geen twijfel toelaat omtrent de betrouwbaarheid der methode van werken.

In de beide laatste reeksen van proefnemingen werd eerst bepaald de stijghoogte van olie, vervolgens de stijghoogte van gal en daarna die van olie na bevochtiging met gal, om het vermoeden weg te nemen, dat aanklevende oliedeeltjes de bevochtiging van den wand der buis met gal zouden verhinderen, en hierdoor het gering verschil tusschen de stijghoogte van olie na bevochtiging met olie, en de stijghoogte van olie na bevochtiging met gal zou veroorzaakt worden. De geringe verschillen in de stijghoogten der gal bewijzen, dat bij iedere proef de buis weder in denzelfden toestand verkeerde, dus schoon was.

Nu doet zich de vraag op: hoe moeten twee vloeistoffen zich ten opzichte van elkaar verhouden, om te verkrijgen, dat, bij bevochtiging van een capillaire buis met de eerste vloeistof, de tweede er hooger in stijge?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, moeten wij eerst nagaan, door welke factoren de stijghoogte  $h$  van een bepaalde vloeistof  $a$  bepaald wordt.

Zij vloeistof  $a$  gestegen tot eene hoogte  $h$ , en on-

derstelle men, dat de vloeistof  $a$  over een zeer kleine hoogte  $e$  stijgen kan, zonder dat het evenwicht verbroken wordt, welke verandering heeft er dan in het arbeidsvermogen van de vloeistof-kolom plaats gehad?

Zij  $r$  de straal van de buis en  $d$  het soortelijk gewicht van de vloeistof, dan wordt het arbeidsvermogen van plaats, waarmede de vloeistof-kolom vermeerderd is, uitgedrukt door de formule  $r^2 \pi e d h$ .

Het oppervlak der vloeistof-kolom, namelijk het holle oppervlak van de buis, dat met een dun laagje der vloeistof bedekt is, is verminderd met een cilindermantel waarvan de grootte wordt uitgedrukt door

de formule  $2 \pi r e$ .

Zij nu  $k_1$  de moleculaire constante van de vloeistof  $a$ , dat is het arbeidsvermogen van plaats, vertegenwoordigd door de eenheid van oppervlak, of het arbeidsvermogen noodig, om het oppervlak eener vloeistof met de eenheid van vlaktemaat te vergrooten, dan is het verlies aan arbeidsvermogen van plaats, veroorzaakt door deze vermindering van oppervlak, gelijk aan  $2 \pi r e k_1$ .

Bestaat er nu evenwicht, dat altijd het geval zal zijn, wanneer  $e$  maar klein genoeg is, dan moet

$$r^2 \pi e d h = 2 r \pi e k_1$$

$$\text{waaruit volgt } h = \frac{2 r \pi e k_1}{r^2 \pi e d h} = \frac{2 k_1}{r d}$$

Welke verandering ondergaat de stijghoogte van de vloeistof  $a$ , indien de wand van dezelfde buis vooraf met eene vloeistof  $b$  bevochtigd is geworden?

Zij  $h'$  de nu verkregen stijghoogte. Laat men nu de vloeistofkolom over een zeer kleine hoogte  $e$  stijgen, dan is het gewonnen arbeidvermogen van plaats weder gelijk aan  $r^2 \pi e d h'$ .

Door het stijgen der vloeistofkolom volgens eene hoogte

$e$ , is het oppervlak der vloeistof  $b$  verminderd met het oppervlak van eenen cylinder die  $2\pi r$  tot basis en  $e$  tot hoogte heeft, dus gelijk is aan  $2\pi r e$ . Zij nu  $k_2$  de moleculaire constante der vloeistof  $b$ , dan is het hierdoor verloren arbeidsvermogen van plaats gelijk aan  $2\pi r e k_2$ .

In plaats van het vrije oppervlak  $2\pi r e$  van vloeistof  $b$ , heeft men het gemeenschappelijk oppervlak der vloeistoffen  $a$  en  $b$  gekregen, met een moleculaire constante  $k_{12}$ , dus voorstellende een arbeidsvermogen van plaats gelijk  $2\pi r e k_{12}$ . Het verlies aan arbeidsvermogen van plaats is dus gelijk aan  $2\pi r e k_2 - 2\pi r e k_{12} = 2\pi r e (k_2 - k_{12})$ .

Bestaat er nu evenwicht, dan moet de verloren hoeveelheid arbeidsvermogen van plaats gelijk zijn aan de gewonnen, dus

$$r^2 \pi e d h' = 2\pi r e (k_2 - k_{12})$$

$$h' = \frac{2(k_2 - k_{12})}{r d}$$

Zal nu  $h'$  grooter zijn dan  $h$ , dan moet ook  $\frac{2(k_2 - k_{12})}{r d}$

grooter zijn dan  $\frac{2k_1}{r d}$  of

$$k_2 - k_{12} > k_1 \text{ of}$$

$$k_2 - k_{12} - k_1 \text{ positief.}$$

Voldoen nu de vloeistoffen  $a$  en  $b$  met de moleculaire constanten  $k_1$  en  $k_2$  aan de voorwaarde, dat de uitdrukking  $k_2 - k_{12} - k_1$  positief is, dan wil dit zeggen, dat het arbeidsvermogen van plaats  $k_2$  hetgeen vrij wordt, wanneer het oppervlak van vloeistof  $b$  met de eenheid van oppervlaktemaat verminderd wordt, grooter is dan het arbeidsvermogen  $k_1$  noodig om het gemeenschappelijk oppervlak der vloeistoffen  $a$  en  $b$  met de eenheid van oppervlakte te vergrooten, vermeerderd met het arbeids-



vermogen  $k_1$ , noodig om het vrije oppervlak van vloeistof  $a$  met diezelfde eenheid te vergrooten.

Plaats men dus een druppel van vloeistof  $a$  op het vrije oppervlak van vloeistof  $b$ , dan zal deze druppel niet in evenwicht kunnen blijven liggen, daar bij beweging van  $a$  over  $b$  arbeidsvermogen van plaats vrij wordt;  $a$  zal zich dus over  $b$  moeten uitspreiden, zal trachten zooveel mogelijk gemeenschappelijk oppervlak met  $b$  te verkrijgen.

Stellen wij nu in de plaats aan  $a$  de door mij gebruikte vetten, in de plaats van  $b$  de gal, dan zien wij, dat, wil gal de stijghoogten van vetten in capillaire buizen bevorderen, deze vetten zich over gal moeten uitspreiden.

Ten einde dit te onderzoeken, liet ik uit een capillaire buis druppels olijfolie van verschillende grootte op het vrije oppervlak van een met gal gevuld vat nederdalen, en nam daarbij het volgende waar:

Kleine druppels vertoonen volstrekt geen neiging tot uitvloeijing, trachten direct den bolvorm aan te nemen, ten gevolge waarvan zij, door de zwaartekracht daarin verhinderd, zich van boven afplatten, en, van boven gezien, zich voordoen als cirkels. Verscheidene op de gal drijvende kleine druppels vloeien, wanneer zij tegen elkaar aan bewogen worden, samen, en krijgen een geheel onregelmatigen vorm, die langzamerhand, van boven gezien, tot een cirkel wordt. Laat men uit de capillaire buis op een reeds aanwezigen druppel olie tóevloeien, dan vergroot de druppel zich, behoudt, van boven gezien, zijn cirkelvorm, terwijl bij genoegzame toevloeijing zijn bolvormige benedenvlakte zich ver beneden de oppervlakte der gal vertoont. Is de oliedruppel zeer groot of valt hij met eenige kracht op de galoppervlakte neer, dan spreidt hij zich eerst over een vrij groot oppervlak uit, doch trekt zich langza-

merhand weder terug. Bij dit terugtrekken worden dikwijls kleine gedeelten afgesnoerd, die, zoodra zij geheel vrij zijn, den ronden vorm aannemen, terwijl het geheel dit eveneens doch langzamer doet. Dezelfde proef, gedaan met patent-olie, vertoonde de hierboven genoemde verschijnselen in nog sterkere mate.

Hiermede is dus langs experimenteelen en theoretischen weg aangetoond, dat gal de stijghoogten van vetten in capillaire buizen *niet* bevordert.

Waarom deed von Wistinghausen dit onderzoek? — Was het hem te doen om het zuiver physisch feit alleen, of wilde hij uit dit physisch feit eenig besluit trekken, aangaande de rol, welke gal vervult bij de resorbtie van vetten in het darmkanaal? Ongetwijfeld wilde hij dit laatste, maar met welk recht?

Onderstel eens, dat men de uiterst fijne poriën in de epitheliumcellen, welke den darmwand bedekken, identificeeren mag met capillaire buizen van glas, wier doorsnede tot het nemen van deze proeven een bepaalde grens van kleinheid niet overschrijden mag, dan staan wij nog voor het groote verschil, dat deze fijne poriën niet alleen door gal bespoeld worden, maar door een mengsel van gal met al de overige vochten, die in het darmkanaal aanwezig moeten zijn. Het vocht, dat het gemakkelijkst imbibeert, zal de wanden dezer buisjes bevochtigen. Welke feiten wijzen er op, dat dit bevoorrechte vocht de gal is? Zijn de wanden dezer poriën al te voren met gal bedekt, het vocht, dat het gemakkelijkst imbibeert, zal de gal verdrijven en zijne plaats innemen. In de proeven van von Wistinghausen werden twee stoffen gebruikt, gal en glas, die niet chemisch op elkaar inwerken; dat een mengsel van speeksel, maagsap, pancreas-vocht en gal den darmwand even

onveranderd zal laten als een 0.5% oplossing van keukenzout in  $H_2O$  is zeer onwaarschijnlijk. Moet deze chemische verandering altijd dezelfde zijn, of kan deze ook verschillen, naarmate van de betrekkelijke hoeveelheden, waarin deze vochten ten opzichte van elkaar voorkomen? Kan zulk een verschil in chemische samenstelling niet een groot verschil in imbibitie-vermogen teweeg brengen?

Eindelijk komen de vetten niet als zoodanig, maar in geëmulseerden toestand in het darmkanaal voor: zou nu de samenstelling van de stof, waarin zij geëmulseerd zijn, afgezien van hunne scheikundige werking op den wand, niet van grooten invloed op de stijghoogte kunnen zijn?

Aan von Wistinghausen hebben, mijns inziens, bij het doen van dit onderzoek de volgende drie zaken ontbroken: ten eerste, genoegzame grond tot het doen van dit onderzoek; ten tweede, een naauwkeurige wijze van experimenteeren; ten derde een voldoende theoretische kennis van de zaak die hij onderzocht.

Zooals uit de meeste handboeken blijkt, hebben velen zich bij de resultaten van von Wistinghausen neergelegd. Misschien zullen zij nu het voor mogelijk houden dat gal de stijghoogten althans van *emulsies* in glazen buizen wel bevordert, en dan over de zoeven ontwikkelde bezwaren heenstappende besluiten, dat gal de resorbtie van emulsies zoude kunnen bevorderen.

Om deze reden alleen deel ik de volgende door mij verkregen cijfers mede.

	Stijgh. van melk, na bev. met melk.	Stijgh. van melk, na bev. met gal.
Buis I	19,26	16,08
	19,24	15,80
	19,80	16,08

	Stijgh. van melk, na bev. met melk.	Stijgh. van melk, na bev. met gal.
	19,80	15,60
	19,30	16,10
	19,80	16,08
	19,56	16,06
	19,50	16,06
	19,88	16,04
Buis II	28,64	22,90
	28,60	22,46
	28,10	22,46
	27,60	22,50
	26,90	22,54
	27,06	22,50
	27,50	22,46
	28,50	21,80
	28,60	22,60
	27,20	21,70

Om te onderzoeken, of de slijm, in de gal aanwezig, hier een rol in speelt, dan wel de galzure zouten, deed ik de volgende proeven.

Stijghoogte der melk		
Na bev. met gefiltr. gal.	Na bev. met een 5% opl. van galzure zouten in H <sub>2</sub> O.	Na bev. met een 5% opl. van NaCl in H <sub>2</sub> O.
Buis I 16,06	16,40	18,74
16,20	16,40	19,10
16,30	16,10	19,20
16,00	16,36	18,50
16,30	16,50	18,96
Buis II 22,60	22,20	27,36
22,64	22,40	28,00
22,50	22,20	27,60
23,00	22,60	28,20
22,46	22,40	27,36

Uit bovenstaande proeven mag men besluiten, ten eerste: dat gal, zooals deze in het lichaam voorkomt, den doorgang van melk (vet in geëmulseerden toestand) door capillaire buizen niet bevordert, maar bemoeilijkt; ten tweede, dat deze eigenschap niet aan het in haar voorhande zijnde slijm mag worden toegeschreven, noch aan andere bijkomende bestanddeelen, maar wel aan de galzuren zouten.

Ten slotte heb ik een reeks proefnemingen gedaan met een emulsie van olijfolie en pancreas-infusum, bereid bij 40° Celsius. Eerst is weder de stijghoogte van H<sub>2</sub>O, daarna die van de emulsie, vervolgens de stijghoogte van de emulsie na bevochtiging met gal, en eindelijk van een mengsel van gelijke deelen gal en vet-emulsie gemeten. Deze proef is vijfmaal herhaald.

Stijgh. H <sub>2</sub> O.	Stijgh. Emulsie.	Stijgh. Em. na bev. met gal.	Stijgh. mengsel gal en emulsie.
22,66	13,00	13,00	14,20
22,60	16,00	13,20	14,40
22,86	15,60	13,42	14,10
22,40	16,20	13,15	14,10
22,20	16,30	13,15	14,20

Uit deze cijfers ziet men dus weder, dat gal de stijghoogten eener emulsie van olijfolie en pancreas-infusum niet bevordert.

Aan het einde van dit onderzoek breng ik mijn hartelijken dank aan professor Engelm ann, voor de vele nuttige wenken, welke ik van hem ontvangen heb.



