



Onderzoekingen over het Bischof's filter

<https://hdl.handle.net/1874/241922>

4^{vo}
192

15 June
1882

J. A. ROORDA SMIT,

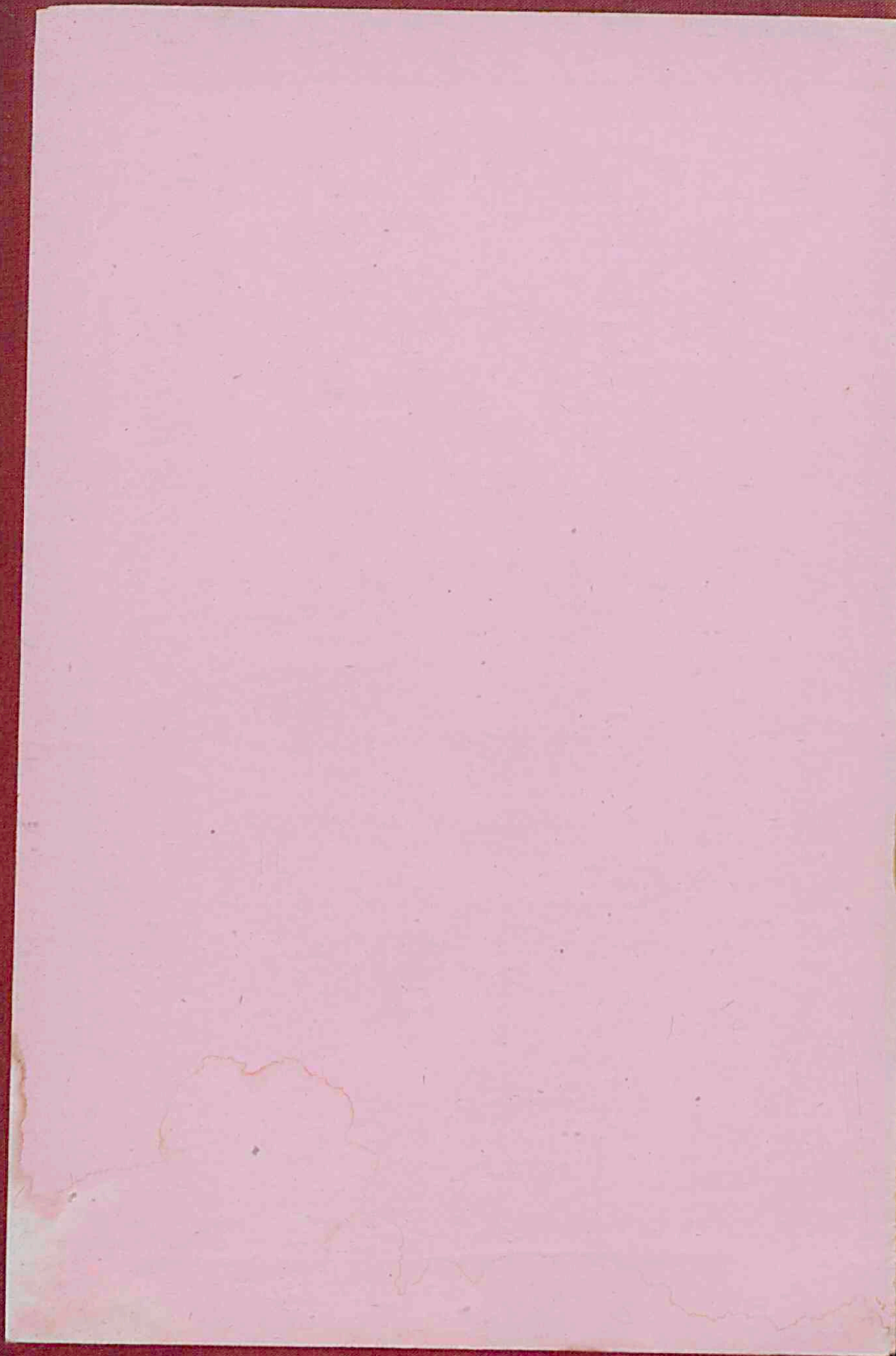
ONDERZOEKINGEN

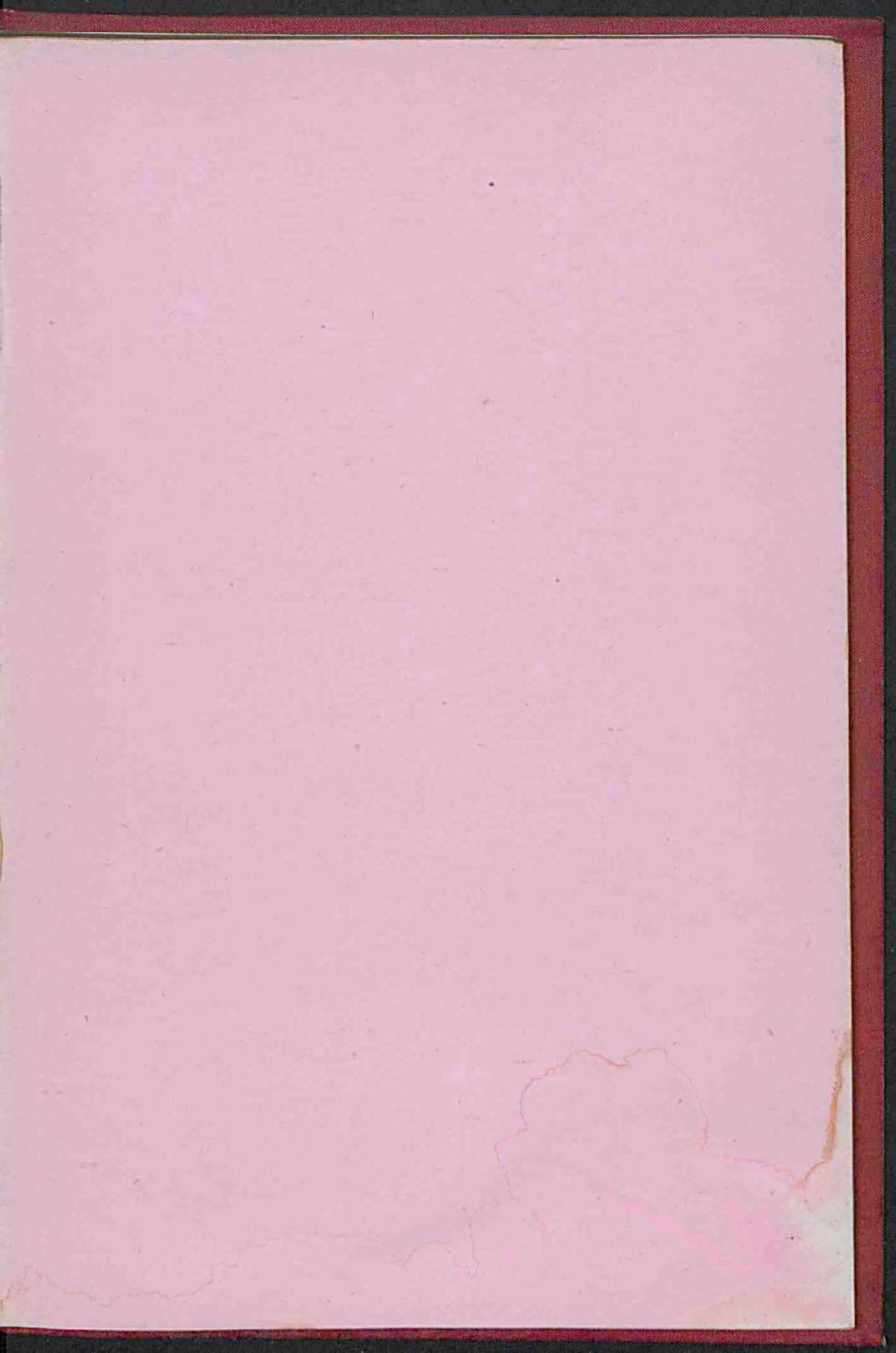
OVER HET

BISCHOF'S FILTER

recht

2





ONDERZOEKINGEN

OVER HET

BISCHOF'S FILTER.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

Doctor in de Geneeskunde

aan de Rijks-Universiteit te Utrecht,

na machtiging van den Rector Magnificus

Dr. S. TALMA,

Hoogleeraar in de Faculteit van Geneeskunde,

volgens besluit van den Senaat der Universiteit en op voordracht der geneeskundige faculteit,

TE VERDEDIGEN

op Donderdag den 15^{den} Juni 1882,

des namiddags ten 4 ure,

DOOR

JELLE ALBERTUS ROORDA SMIT,

geboren te Burum.

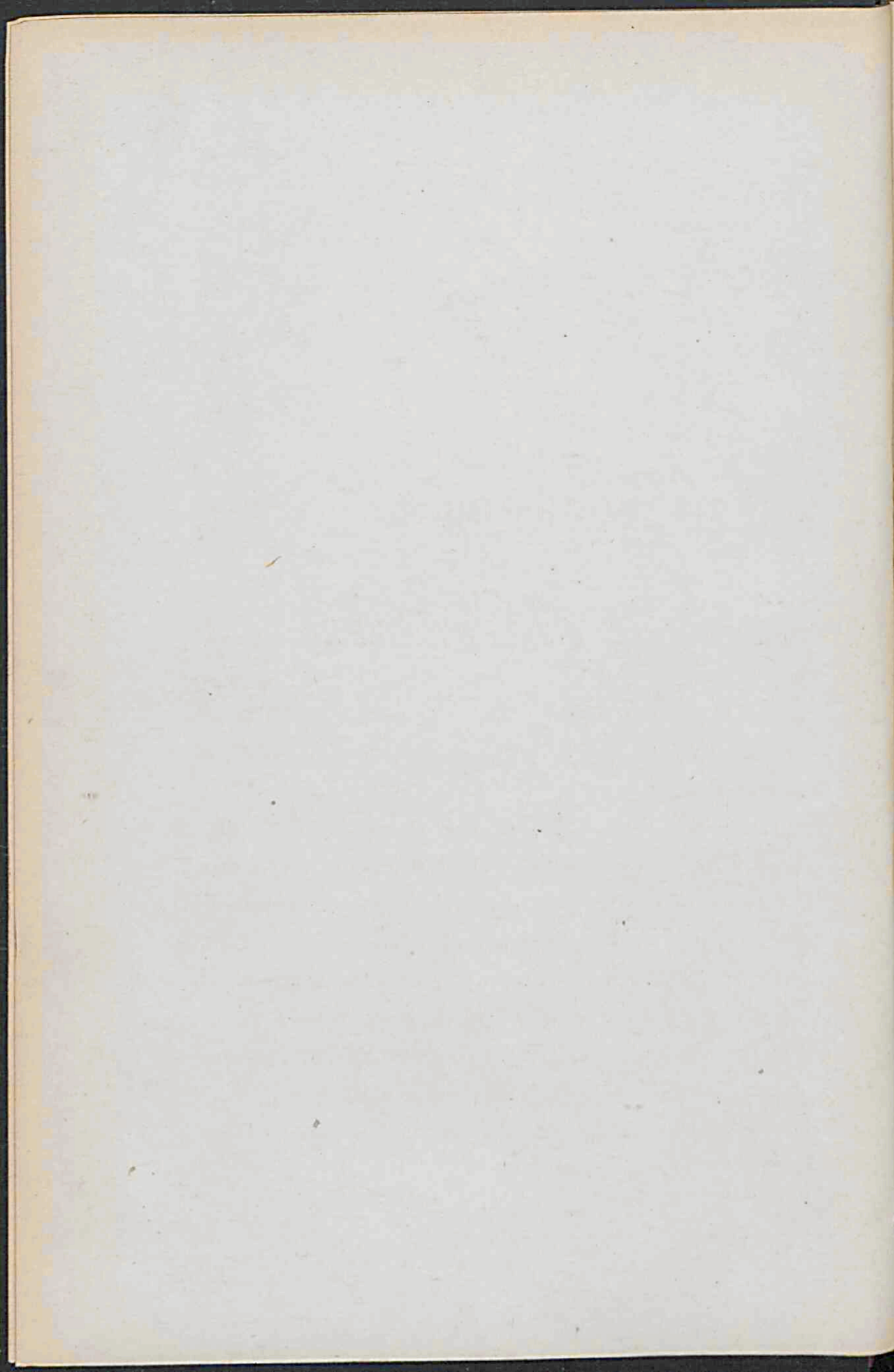
UTRECHT,
P. J. DIEHL.
1882.



Druk van F. B. VAN DITMAR, Utrecht.

OPGEDRAGEN

aan mijn Vader en de Nagedachtenis mijner Moeder.



VOORWOORD.

Bij het eindigen van mijn studietijd is het mij een hoogst aangename plicht U WelEdel GrootAchtbare Heeren Curatoren van 's Rijks Universiteit te Utrecht mijn innigen dank te brengen voor de materieele hulp, mij bij mijne studiën door U.E.G.A. zoo ruimschoots bewezen.

Daarbij heb ik ook U, Hooggeleerde Heeren Leden der Medische Faculteit mijn hartelijken dank te brengen zoowel voor Uw uitstekend onderwijs als voor de buitengewone welwillendheid, waarmede Gij mij steeds hebt bijgestaan.

Aan U, Hooggeleerde Loncq, mijn hartelijken dank voor de hulp, die Gij mij bij zoovele gelegenheden hebt betoond.

Groote verplichting heb ik aan U, Hooggeleerde Donders, zoowel voor Uwe bijzondere welwillendheid, als voor het vele, dat Gij mij hebt willen leeren, in den tijd, waarin ik de eer had Uw assistent te zijn.

*In 't bijzonder nog mijn dank aan U, Hooggeachte Promotor,
Prof. van Overbeek de Meijer, voor Uwe zeer gewaardeerde
hulp, mij bij het zamenstellen van dit proefschrift bewezen, en
aan U, Hooggeleerde Snellen, voor de vriendschap, die Gij mij
steeds hebt betoond, en voor uw uitstekend onderwijs.*

INLEIDING.

Uit de talrijke onderwerpen, die mij geschikt schenen voor eene behandeling in eene dissertatie, heb ik ook op aanraden van Prof. van Overbeek de Meijer het in de volgende bladen bewerkte gekozen.

Maar al te vaak toch wordt aan een filter eene groote waarde gehecht en worden toestellen in den handel gebracht, die zelfs in de verte niet beantwoorden aan de eischen, die men het recht heeft te stellen.

Het was mij echter niet doenlijk dit onderwerp in zijn geheel omvang te behandelen.

Immers soortgelijke onderzoekingen kosten een zeer geruimen tijd en de soorten van filters, die min of meer algemeen in gebruik gekomen zijn, zijn zeer talrijk.

In overleg met Prof. van Overbeek de Meijer heb ik toen mij hoofdzakelijk bepaald tot het Bischof's filter, omdat dit

van zeer geachte zijde als het uitstekendste van alle tot dusverre bekend geworden filters is aanbevolen.

Het lokaal, waarover Prof. van O. de Meijer te beschikken heeft, is echter tot soortgelijk onderzoek weinig geschikt.

Prof. Donders heeft mij toen welwillend vergund mijn onderzoek te doen in het Physiologisch Laboratium van deze Universiteit, waarin ik over alle noodige hulpmiddelen beschikken mocht en tevens de hooggewaardeerde voorlichting van Prof. Engelmann kon inroepen.

De analyses der mineralen, beschreven in hoofdstuk II, werden gecontroleerd door den Heer M. J. van der Star, wien ik daarvoor ten zeerste mijn dank betuig.

HOOFDSTUK I.

Vooral sedert de herhaalde aanvallen der cholera asiatica is ook het niet geneeskundig publiek meer en meer zijne aandacht gaan vestigen op de zuiverheid van het drinkwater, dat het ter zijner beschikking heeft.

Dientengevolge neemt het gebruik van filters in de huishoudingen zeer toe. Een natuurlijk gevolg daarvan is, dat die filters in de handen der industrie een middel zijn geworden om geld te maken en dat zoowel uitvinders als quasi-uitvinders hun best hebben gedaan een groot aantal soorten in den handel te brengen.

Verscheidene dier filters zijn reeds door deskundigen onderzocht, zoo b. v. de filters van Spencer en Klönne door prof. Gunning ¹⁾, het filter van Bischof door Lewin ²⁾, de Chaumont ³⁾ en door Lane Notter ⁴⁾.

Terwijl de uitkomsten door die onderzoekers verkregen nog al uiteenloopen, zooals ik verder zal aantoonen, vermelden zij in 't algemeen weinig aangaande de vraag, of bacteriën door die filters al dan niet worden teruggehouden. In die richting

1) Rapport aan den Koning van de Commissie tot onderzoek van drinkwater. 2e druk. Pag. 375.

2) Zeitschrift für Biologie, XIV. 483.

3) Sanitary Record, March 1879. 202.

4) " " November 1880. 161.

schijnt een nauwkeurig onderzoek zeer wenschelijk, vooral daar het meer en meer waarschijnlijk wordt, dat zekere ziektekiemen, die door drinkwater kunnen worden overgebracht, micro-organismen zijn.

Mijne keuze bepaalde ik op de twee filters, die door prof. Bischof te Glasgow en door Spencer zijn samengesteld en onder de bescherming van patenten in den handel zijn gebracht.

Ter aanbeveling van het eerste is wel is waar wat veel markt-geschreeuw gebruikt, maar de naam van den uitvinder staat in hoog aanzien en wanneer zijn filter inderdaad de deugden bezit, die hij er aan toekent, zou het zonder eenigen twijfel verdienen algemeen gebruikt te worden.

Beide filters, èn van Bischof èn van Spencer, berusten op de zuiverende werking, die metallisch ijzer en ijzeroxyden op het water uitoefenen.

Het denkbeeld om ijzer te gebruiken tot zuivering van drinkwater is niet nieuw. In 1857 beschreef Medlock ¹⁾ eene methode, die op dit beginsel berustte en waarop hij patent nam.

Zijne methode bestond hierin, dat hij in het te zuiveren water ijzeren staven plaatste, waaraan bundels ijzerdraad hingen. Deze ijzerdraad moest van bepaalde dikte zijn ($\frac{1}{16}$ cm.) en $\frac{1}{2}$ kilogram ijzer zou volgens den uitvinder ca. 5000 kilogram water kunnen reinigen, nadat het er 24 tot 48 uren meê in aanraking was geweest.

Over de zuiverende werking van het ijzer laat Medlock zich in deze termen uit:

„Wanneer het water stikstof in welken vorm ook bevat, zoo worden door de aanraking met het metaal de organische stof en het ammoniak, die in het water bevat zijn, ontleed en geöxy-

1) Dingler's Polytechn. Journal, CXLVI. p. 227.

deerd, zoodat een zeker deel van de organische stof en het ammoniak in salpeterig- of salpeterzuur (of ook in beide) veranderd wordt, waardoor de rest der organische stof onoplosbaar wordt.

„Het salpeterig- en salpeterzuur eindelijk verbinden zich met het ijzer of met eenige organische bases — wanneer die in het water voorhanden zijn, — en de onoplosbare organische stof wordt met een gedeelte der anorganische verbindingen neergeslagen.”

Deze beschouwingen zijn blijkbaar zoo onhelder mogelijk.

Grace Calvert toonde later aan, dat zuiver ijzer op gedestilleerd water in het geheel niet inwerkt, maar dat het op ander water alleen kan inwerken, als het eerst in ijzeroxydhydraat is omgezet ¹⁾.

Hoffmann toonde verder aan, dat het ijzeroxydhydraat een gedeelte van zijne zuurstof kan afgeven en zoo de rotting eenigermate kan tegengaan ²⁾.

Een andere verdediger van het metallisch ijzer als zuiveringsmateriaal voor drinkwater was Runge. Zijne verklaring is echter eene andere dan die van Medlock. Hij meent nl., dat het ijzer zich oxydeert ten koste van de zuurstof, die in het water is opgelost, en dat daarom bij afwezigheid van de zuurstof rotting in het water onmogelijk wordt ³⁾.

Hiertegenover staan echter de proeven van Gérardin, die aantoonde, dat er in het vuilste water, dat massa's bacteriën bevat (b. v. het spoelwater uit papier- en beenzwartfabrieken, enz.) bijna geen spoor zuurstof is aantetoonen, hoewel het zeer sterk rottend is ⁴⁾.

-
- 1) Compt. rend. LXX. 453. Dingler's Polyt. Journ. CXCVI. 129.
 - 2) Hoffmann, Die Wasserversorgung zu Leipzig. 32.
 - 3) Dingler's Polyt. Journ. CXCVI. 171.
 - 4) Ann. d'hygiène publique. IIe serie. Janvier 1875. 36.

Hier kan dus het ijzer moeielijk de rol vervullen, die Runge er aan toeschrijft.

Het ijzer werd echter in nieuwe vormen tot zuivering van drinkwater beproefd. Prof. Bischof te Glasgow wist het ijzer als eene sponsachtige massa te verkrijgen en deed met dit zoogenaamde „spongy iron” eene reeks van proefnemingen, die door prof. Frankland aan de Royal Society werden gerapporteerd ¹⁾.

Het „spongy metallic iron” zegt de uitvinder rechtstreeks uit de zoogenaamde „reductiezone” der ijzerhoogovens verkregen te hebben. Hij geeft echter niet op, hoe hij de groote technische moeielijkheden, die zich moeten voordoen, als men het „spongy iron” langs dien weg wil verkrijgen, heeft overwonnen. Nadat de voorloopige proeven met het „spongy iron” voldoende uitkomsten hadden opgeleverd, stelde prof. Bischof een filter zamen van eigenaardigen bouw en nam hij op zijne uitvinding patent.

Zijn filter maakte spoedig grooten opgang, daar tal van zeer bevoegde personen er zeer gunstig over rapporteerden.

Ik behoef hier slechts te herinneren aan de proefnemingen van de Chaumont en Lane Notter, die ik reeds boven heb aangehaald, en aan die van prof. Frankland, die in het VIe Report on River's Pollution er zich zeer gunstig over uitliet.

Echter waren niet alle rapporten over het Bischof's filter even gunstig.

Lewin toonde door tamelijk omslachtige onderzoekingen aan, dat de eigenschappen van het Bischof's filter niet zoo deugdelijk zijn als door de Chaumont e. a. was gevonden. (Zeitschr. f. Biologie. XIV. 483.)

Ik kom op zijne onderzoekingen later nog terug.

1) Proceedings of the Royal Society of London. 180. 1877 and March 1878.

Om een overzicht te geven van de beweerde eigenschappen van het Bischof's filter kan ik niet beter doen dan van zijn prospectus den hoofdinhoud aan te halen.

I. Spongy iron is *metallic* iron, which has been reduced from the oxide *without fusion*. It is in a *Spongy* or *porous* state of extremely fine division. One cubic foot of spongy iron in the loose state, in which it is best suited for purifying water, weighs about 90 lbs. (as now made at our new works at Towcester); whilst one cubic foot of ordinary solid Iron, that has been fused, weighs 450 lbs.

The powerful property of metallic iron to purify water has been unknown for a long time, but only its application in the *spongy* state has rendered the purification of water by means of Iron sufficiently rapid to be of practical use. The water in passing through Spongy Iron dissolves a very small quantity of iron, which is completely retained by the prepared sand underneath. Water filtered through Spongy Iron is distinguished by its refreshing taste.

II. An important advantage of the Spongy Iron filter is, that all materials used in it are of *inorganic* (mineral) nature. It has been proved, that filtering materials of *organic* (animal) nature, such as animal charcoal, undergo decomposition sometimes after a few months use, thus contaminating the filtered water instead of purifying it.

„Indeed we found, that myriads of minute worms were developed in the animal charcoal and passed out with the water, when these filters were used for Thames water and when the Charcoal was not renewed at sufficiently short intervals.

„The property, which animal Charcoal possesses in a high degree, of favouring the growth of the low forms of organic life is a serious drawback to its use as a filtering medium for potable waters.”

(See VIth Report of Royal Commission on „Rivers Pollution”, p. 220).

III. Water is frequently perfectly bright, palatable and inodorous, and yet unwholesome, owing to contamination by microscopic germs. These microscopic organisms are much more dangerous than the larger suspended impurities in water, which are visible to the naked eye. The separation of the latter, therefore, offers no guarantee whatever of the wholesomeness of a water.

The Spongy Iron filter is the only one in existence which has been officially proved to destroy those microscopic germs, and thus prevent the spreading of Typhoid by water (!) (See Report from Fort George, XIX, Army medical Report for 1877, p. 143; XX, for 1878, p. 156. Report by the Royal Prussian military administration May 11th 1879; also the Lancet, December 25th 1880, p. 1038).

IV. A notable feature of this Filter is, that it reduces the *hardness* of water very considerably, rendering the filtered water applicable to many purposes for which the use of hard water is objectionable. The softening action *increases* for upwards of *eight months* during the use of the Filters, whilst the action of animal Charcoal *ceases* after a *fortnight*. (Report of the Royal Commission, p. 219 and Tables, p. 220).

V. The Spongy Iron filter prevents the occurrence of *lead poisoning* through the use of lead water, as any lead dissolved by the water is precipitated and retained by the Spongy Iron. (Journal of the Royal Agricultural Society of England, vol XI, part. 1, 1875, p. 158).

VI. Another important and novel feature of this Filter is the Regulator arrangement. A small lateral opening in the Regulator Tube forms *the only Communication between the upper part of the Filter and the reservoir for filtered water*. The

flow of water is thus completely controlled by the size of such opening. The value of the Regulator will be readily understood by the consideration, that, whilst Filters should have as large a yield as practicable, *an efficient purification can only be obtained by leaving the water and the filtering material in contact for a certain time*, ascertained by experience.

VII. The Spongy Iron Filter is so constructed, that *easy, immediate and continual* access to all its parts for cleansing, or renewing of the filtering materials, can be had by the user himself.

Trekken wij een en ander nog even zamen, dan vinden wij als de hoofddeugden van dit filter genoemd, dat het *bacteriën* en *lood* volkomen terughoudt en daarbij *hard* water zacht maakt.

In het programma zelf werden reeds de gunstige rapporten aangehaald, die door verschillende officiële personen over dit filter zijn uitgebracht.

Daarbij behoort nog een schrijven van Sir John Cowell, K. C. B. R. E., master of the Household van H. M. de Koningin van Engeland aan den uitvinder:

„You are at liberty to state, that your Company has supplied the Royal Residences of the Queen with Filters, and so high is my opinion of the advantages, which they possess, that I have obtained none of any other kind, since I became aware of their purifying action and great merits.”

Uit den prospectus, die met zulke getuigschriften is voorzien, en ook uit de verhandelingen van de Chaumont e. a. blijkt genoegzaam, dat het filter volgens sommigen groote deugden bezit.

Lewin (loc. cit.) vond daarentegen, dat het 'Bischof's filter *bacteriën* niet terughoudt en *lood* alleen terughoudt uit *niet alkalisch* water.

Deze resultaten van Lewin zal ik later bespreken.

Hoewel het Spencer's filter niet op die machtige bescherming kan bogen, die het Bischof's filter geniet, wordt het toch zeer veel gebruikt.

Het water wordt in dit filter gezuiverd door het zoogenaamde „magnetic carbide”, dat volgens opgave van den uitvinder verkregen wordt door gloeiing van haematit ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$) met kool.

Prof. Gunning beschrijft het magnetic carbide als een zwart, grofkorrelig, scherp poeder, waarin hij vond (Rapport aan den Koning. loc. cit.):

IJzeroxyde	46,7
IJzeroxydule	25,
Kool	0,8
Zand	22,7
Water, enz.	4,8
	<u>100</u>

De proeven, die prof. Gunning met dit filter nam, vielen betrekkelijk gunstig uit, zoodat ik slechts weinige experimenten daarmee heb genomen.

HOOFDSTUK II.

Volgens prof. Bischof is het voornaamste materiaal van zijn filter het „spongy metallic iron”, dat uit de hoogovens rechtstreeks uit de zoogenaamde reductiezone wordt verkregen.

Verdere bestanddeelen zijn het pyrolusit (Mn O_2) en zand, die te zamen de onderste lagen van het filter vormen als „prepared sand.”

Daar tot nog toe niemand — ook Lewin niet — een onderzoek instelde naar de ware natuur dezer bestanddeelen, heb ik van alle genoemde stoffen quantitative analyses gemaakt.

Het bevreesdde mij daarbij, dat het „Spongy metallic iron” geen spoor metallisch ijzer bevat, terwijl ik toch met de meeste zorg de vullingen van 4 Bischof's filters heb onderzocht.

In alle 4 gevallen vond ik, dat het „*spongy metallic iron*” een mengsel was van een *ijzersilikaat* en van *pyriet* in niet standvastige verhouding.

Het ijzersilikaat bestond uit:

$\text{H}_2 \text{O}$	1,6
Si O_2	21,
Mn O	1,4
$\text{Fe}_2 \text{O}_3$	56,4
Fe O	19,3
	<hr/>
	99.7
	<hr/>

Een silikaat van deze samenstelling is het best te verkrijgen als slakken van ijzerhoogovens, die misschien bij roodgloei-hitte in water zijn gebluscht om ze op die wijze fijn te verdeelen.

Het zoogenaamde *pyrolusit* bleek mij te bestaan uit een ander goedkooper mineraal, nl. uit het *psilomelan*, dat veel minder handelswaarde heeft dan het pyrolusit.

Beide mineralen komen in Engeland, vooral in Cornwallis en Devonshire te zamen voor, maar worden reeds door de mijnwerkers gescheiden.

De chemische constitutie van het psilomelan is niet bekend en de procentische samenstelling er van is nog al verschillend.

De samenstelling van een door mij onderzocht monster was :

H ₂ O	1,1
Si O ₂	15,8
Fe ₂ O ₃	9,7
Mn O	54,1
Mn O ₂	12,7
Ba O	4,2
K ₂ O	2,4
	<hr/>
	100
	<hr/> <hr/>

Deze psilomelan, die door zijn gering gehalte aan mangaanperoxyde weinig waarde heeft als bruinsteen, wijkt bovendien nog door zijn hoog baryt- en kaligehalte van den gewonen eenigszins af.

Door het mineraal lang aan den invloed van vochtig koolzuur bloot te stellen heb ik eene vorming van oplosbaar dubbelkoolzuur baryum nog niet kunnen aantoonen, maar ik meen toch, dat het eenigszins gevaarlijk is om zulk eene groote hoeveelheid baryt in een filter voor huishoudelijk gebruik toe te laten.

Voor een filter klein kaliber ontving ik toch bijna 1200 gram psilomelan, waarin dus 50.4 gram baryt zijn bevat.

In een filter, dat dubbel zoo groot is, kunnen dus 100 gram baryt zijn bevat, die zeer goed op eenige wijze, als het filter lang is gebruikt, in het filtraat kunnen komen en dan voldoende zijn om ongelukken te veroorzaken.

(In de toxicologie van Sonnenschein wordt een geval vermeld, waarbij het gebruik van 32 gram chloorbaryum bij een volwassen meisje den dood ten gevolge had.)

Het zand, dat bij het filter behoort als een van de bestanddeelen van het „prepared sand”, bevatte sporen ijzer, maar leverde 99.4 % Si O_2 .

Het is dus niets anders dan gewoon kwartzand.

Daar volgens den prospectus van prof. Bischof dit filter bacteriën moet terughouden en geheel uit anorganische bestanddeelen bestaat, verwonderde het mij, dat alle materialen bij een overigens tamelijk zorgvuldige verpakking eene niet onaanzienlijke hoeveelheid organische onzuiverheden, als stroo, hooi enz., (die niet voor de verpakking waren gebruikt) bevatten.

Eene tweede bezending liet echter minder te wenschen over.

Verder bevreemde het mij, dat de bezendingen voor twee filters van hetzelfde (klein) kaliber zoo zeer verschilden wat de hoeveelheid en de onderlinge gewichtsverhouding der stoffen betrof.

Deze gewichtshoeveelheden waren:

	No. 1.	No. 2.
zand	1100	1500 grm.
psilomelan	1150	1070 „
spongy iron	1820 (in 2 pakjes).	740 „

Prof. Wichman had de goedheid te constateeren, dat ik den aard der verschillende materialen goed had herkend.

HOOFDSTUK III.

Terwijl ik voor het scheikundig onderzoek der materialen de vullingen van 4 Bischof's filters heb onderzocht, heb ik de filtratieproeven met 2 filters verricht.

Het eerste was een zoogenaamd „column domestic filter”, dat mij voor deze proeven welwillend was geleend door den heer Broeker, apotheker 1^{ste} klasse aan het Militair Hospitaal alhier.

Dit filter was hoogstens 3 of 4 keeren gebruikt voor proeven door den heer Broeker verricht en had gedurende een half jaar vochtig gestaan.

Het tweede was een gewijzigd Bischof's filter van eigen constructie, dat ik had opgebouwd met het noodige materiaal van nieuwe vullingen voor mij rechtstreeks van de agenten der „Spongy Iron Water purifying Company” ontboden door prof. van Overbeek de Meijer.

Dit laatste construeerde ik om een beter overzicht te hebben over mogelijke scheikundige processen in het filter, die in een steenen geheel afgesloten filter moeielijk zijn na te gaan.

Natuurlijk volgde ik in mijne copie zoo nauwkeurig mogelijk de schikking der lagen en de onderlinge verhouding der dikte van deze. Alleen nam ik in plaats van den steenen mantel een groote glazen klok zonder bodem, waarvan de hals door een doorboorde caoutchouc stop was gesloten.

In de opening dier stop werd eene glazen buis bevestigd.

Aan deze glazen buis verbond ik eene caoutchouc-slang, die ik door eene klemkraan kon afsluiten.

Bischof geeft in zijn filter doorboorde steenen platen om de verschillende lagen van elkaar gescheiden te houden. Ik stelde daarvoor in de plaats eboniet-platen, waarin ik talrijke kleine openingen had laten maken.

Om verder het doorspoelen van zand enz. te voorkomen omgaf ik de eboniet-platen nog met goed gebleekte grof linnen zakjes en wel op die wijze, dat in het zakje de eboniet-plaat zich op den bodem bevond, terwijl daarboven het filtermateriaal geplaatst was.

Onder in het filter plaatste ik de 3 lagen „prepared sand” (zand met psilomelan); daarboven het „spongy iron”.

Ik vond het noodig deze bijzonderheden aan te geven om aan te toonen, dat het eenige verschil in mijn filter bestond in het tusschenvoegen der linnen zakjes en ebonietplaten.

De verhoudingen van het filter maakte ik gunstiger door het tusschenvoegen der 3 linnen zakjes.

Ongunstiger maakte ik de condities door geen reguleur aan te brengen. Ik kwam daaraan echter te gemoet door de gaatjes in de ebonietplaten zeer klein te maken en bovendien door het reservoir bijna geheel te laten vervallen. Hierdoor was het mij mogelijk om het te filtreren water tamelijk lang — vooral met het spongy iron — in aanraking te laten.

Bovendien liet ik, waar ik dit noodig oordeelde, water nog in afzonderlijke flesschen korteren of langeren tijd met het „spongy iron” in aanraking.

Met het filter van deze gewijzigde samenstelling heb ik eenige filtratieproeven verricht.

Filtratieproeven. 1e reeks.

Daar volgens prof. Bischof opgelost lood in zijn filter wordt teruggehouden, heb ik dit nagegaan.

Ik verkreeg loodhoudend water door metallisch lood eenige dagen in regenwater te laten liggen, totdat dit een zeer duidelijke reactie gaf met H_2S .

Voordat ik dit water in het filter bracht, had ik het filter eerst bevochtigd door er gewoon, niet loodhoudend, regenwater door te filtreren.

De eerste proeven met het loodhoudend water gaven eene ongunstige uitkomst. Het filtraat, ook nadat het 24 uren met het „spongy iron” in aanraking was gebleven, reageerde steeds duidelijk op lood.

Nadat het filter ruim 5 dagen had gewerkt, kwam er echter verandering. Het lood werd thans volkomen teruggehouden, zoodat ik ook na indamping van het filtraat geen lood kon aantoonen. In een paar minuten kon thans het filter het water volkomen van lood zuiveren. Na deze 5 dagen waren er duidelijke oxydatieverschijnselen in de bovenste laag van het filter (de „spongy iron” laag) waar te nemen.

Om na te gaan, welk bestanddeel van het filter het lood terughoudt, liet ik in reageerbuizen het loodhoudend water in aanraking 1^o. met psilomelan, 2^o met spongy iron.

Hierbij vond ik, dat alleen het „spongy iron”, nadat het gedeeltelijk geoxydeerd is, het lood terughoudt.

Daar echter het „spongy iron” een mengsel is van ijzerslakken en ijzerpyriet, zooals ik boven heb aangetoond, vond ik het noodig om na te gaan, welke van deze twee bestanddeelen op het loodhoudend water inwerkt.

Hierbij bleek het mij, dat de slakken dit vermogen niet bezaten, en dat alleen de pyriet in staat is het opgeloste lood onoplosbaar te maken.

Daarvoor is het echter noodig, dat de pyriet eenige dagen bevochtigd geweest en dus geoxydeerd is. Is dit niet het geval, dan werkt hij in 't geheel niet op het opgeloste lood.

In deze verhouding ligt dus waarschijnlijk de verklaring, dat het filter eerst na eenige dagen in staat was het lood terug te houden.

Daar bij de oxydatie van pyriet basische ijzeroxydsulfaten worden gevormd, is het het wel als zoker aan te nemen, dat het opgeloste lood als sulfaat wordt gepraecipiteerd en teruggehouden.

Tegen deze verklaring is echter het volgende in te brengen.

Het Spencer's filter, waarvan ik boven de samenstelling heb vermeld, zooals die door prof. Gunning is opgegeven, bevat geen zwavelijzer, maar alleen ijzeroxyd-oxydule als werkzame bestanddeelen.

En ook voor dit filter vond ik, dat het in regenwater opgelost lood volkomen terughoudt.

Ik wil dus de mogelijkheid niet uitsluiten, dat ook aan het ijzeroxyd-oxydule, dat in het Bischof's filter als silikaat voorhanden is (daar het in 't geheel niet in zuren oplosbaar is), eene rol kan toekomen, wanneer het na eenigen tijd gewerkt te hebben scheikundig veranderd is.

Lewin vond (loc. cit.), dat het Bischof's filter het lood alleen kan terughouden uit *niet alkalisch* water, maar dat het lood in het filtraat overgaat, wanneer het te filtreren water alkalisch is.

Ik heb zijne proeven herhaald, maar, zij het dat mijne oplossingen minder geconcentreerd waren dan de zijne, of dat mijne vloeistoffen (regenwater met carbonas ammoniae) minder alkalisch waren, in geen enkel geval, ook niet na indamping, oplossing van het residu in zuiver salpeterzuur, enz., heb ik een spoor lood in het filtraat kunnen ontdekken.

2e reeks.

Eene tweede reeks van onderzoekingen deed ik met hard water, dat tevens veel organische bestanddeelen, ook NH_3

bevatte en waarin oxalas ammoniae een sterk neêrslag veroorzaakte.

Het was verkregen uit eene pomp op de Biltstraat te Utrecht.

De reageerbuizen, waarin ik (in het ongefiltreerde vocht) op NH_3 , nitriten en alkalische aarden had gereageerd, werden goed afgesloten bewaard om later colorimetrisch, resp. naar de doorschijnendheid, met het filtraat te kunnen worden vergeleken.

Deze filtratieproeven werden verricht in de beide reeds genoemde filters en in het Spencer's filter. Bovendien liet ik nog het te filtreeren water in eene afzonderlijke flesch gedurende 24 uren met het „spongy iron” in aanraking en filtreerde ik dit laatste water nog eens afzonderlijk in het kleine door mij geconstrueerde filter.

Hoewel ik geene quantitatieve bepalingen deed, bleek het mij bij vergelijking, dat in het Spencer's filter iets meer alkalische aarden teruggehouden werden.

Alle filtraten, ook die waar de vloeistof 24 uren met het „spongy iron” in aanraking was geweest, bevatten nog veel kalk, terwijl ik niet kon vinden, dat de hoeveelheid NH_3 en nitriten eenigszins was verminderd.

Prof. Bischof geeft op, dat het „spongy iron” eerst later, na 8 maanden, een maximum kalk kan terughouden. Ik heb daarom de proef nog eens herhaald met „spongy iron”, dat ik gedurende 5 maanden steeds had gebruikt, en wel zóó dat het water 24 uren in eene afzonderlijke flesch daarmee in aanraking was.

Ook dit water bleek mij echter na filtratie eene aanmerkelijke hoeveelheid kalk te bevatten, en ik kon door vergelijking met de reactie van het ongefiltreerde vocht niet vinden, dat de hoeveelheid eenigszins was verminderd.

Maar al ware de hoeveelheid verminderd, dan bevatte het

filtraat in elk geval toch nog te veel kalk om als goed wasch-water te kunnen worden gebruikt.

Hieruit volgt dus, dat èn het Spencer's èn het Bischof's filter, zoo zij ook kalkzouten uit het water terughouden, dit niet zoo voldoende doen, dat het filtraat bruikbaar is.

De uitkomst van mijne proeven verschilt dus ook hierin van die van prof. Bischof, die aan de commissie „on Rivers Pollution” de analyses opgaf, waardoor hij eene zeer sterke vermindering van het kalkgehalte in het filtraat van zijn filter had gevonden. (VIth Report on Rivers Pollution, p. 219—220.)

3e reeks.

Eene derde reeks proeven deed ik om na te gaan of organische stoffen en Bacteriën door het Bischof's filter worden terughouden. De uitvinder geeft dit op in zijn prospectus met de volgende woorden :

„The Spongy Iron Filter is the only one in existence, which has been officially proved to destroy those microscopic germs, and thus prevent the spreading of Typhoid by water.” Hij beroept zich daarbij op de officiële rapporten, die over zijn filter zijn uitgebracht, nl. op het „Report from Fort George, XIX, het Army medical Report for 1870, p. 143; XX, for 1828, p. 156; het „Bericht der Kgl. preussischen Militair-verwaltung zu Coblenz an 11 Mei 1879; the Lancet, December 25th, 1880, p. 1038).

Lewin (loc. cit.) toonde echter aan, dat Bacteriën door het Bischof's filter niet worden terughouden.

Ik vond het daarom noodig om deze opgave van den prospectus zeer zorgvuldig te controleeren.

Op raad van prof. Engelmann nam ik als Bacteriën houdende vloeistof rottend vleeschnat.

Ongeveer 60 cc. hiervan werden vermengd met ruim 700 cc. gewoon regenwater, waarin ik bovendien nog infusoriën kon aantoonen.

In dit mengsel waren gemakkelijk Bacteriën te vinden (Leitz. oc. 0, obj. 8).

Permanganas kalicus wordt door dit mengsel zeer sterk gereduceerd, het is troebel en heeft een rottings-stank.

Nadat het vocht 10 minuten in het kleine door mij opgebouwde filter verbleven was, nam ik van het filtraat eene kleine hoeveelheid, tot nader onderzoek.

Het vocht was nog troebel, maar had veel van den stank verloren.

De smaak was verbeterd en het vocht reduceerde permanganas kalicus veel minder dan het ongefiltreerde vocht. Het reduceerend vermogen stond tot dat van het ongefiltreerde vocht als 1 : 3.

(2 cc. chameleon werden gereduceerd door 40 cc. ongefiltreerde vloeistof en door 125 cc. van het filtraat).

Dit bijna reukeloze filtraat bewaarde ik in eene zorgvuldig gereinigde glazen flesch met ingeslepen stop.

Toen ik na 24 uren de flesch weer opende, was de stank zeer sterk toegenomen en het reduceerend vermogen was weer grooter geworden. (2 cc. chameleon werden gereduceerd door 80 cc.)

Het vocht bleek verder veel NH_3 en nitriten te bevatten.

Na verdere 24 uren was de stank weer verminderd, maar de overige reacties waren gebleven.

Zooals reeds gezegd is, had ik de grootste hoeveelheid in het filter gelaten.

Deze hoeveelheid werd eerst na 24 uren afgetapt en dadelijk microscopisch onderzocht.

Reeds in den eersten druppel, dien ik voor het onderzoek

nam, kon ik gemakkelijk micro-organismen zien, die zich levendig bewogen.

Deze voorloopige experimenten heb ik noodig gevonden te vermelden, vooral om de vreemde verhouding van het filtraat tegenover chameleon.

Daar de vloeistof met een reduceerend vermogen van 2:125 na 24 uren verblijf in eene volkomen gezuiverde glazen flesch met geslepen stop een sterker reductievermogen heeft verkregen, nl. 2:80, zoo blijkt hieruit, dat de reactie met chameleon geene bijzonder groote waarde kan hebben.

Volgende proeven werden gedaan bepaaldelijk om na te gaan of de Bischof's en Spencer's filters al dan niet micro-organismen doorlaten.

Hiervoor gebruikte ik het zoogenaamde „column domestic filter,” dat de heer Broeker mij had geleend, en een Spencer's filter.

Om de conditiën voor het eerste zoo gunstig mogelijk te maken werd de reguleur zoo gesteld, dat het te filtrereen water zeer lang met het filtermateriaal in aanraking moest blijven. Daardoor druppelde het filtraat slechts zeer langzaam in het reservoir.

Het filtraat nam ik niet uit het groote reservoir, omdat het mogelijk kon zijn, dat de kraan, die altijd met de buitenlucht in aanraking was, micro-organismen bevatte. Ik nam het daarom rechtstreeks uit den reguleur, die met het eerste, kleine, reservoir van het filter direct in verband staat.

Om verder zeker te zijn van den recipient maakte ik de kolf, waarin ik het filtraat wilde opvangen, volkomen vrij van micro-organismen.

De kolf werd nl., na eerst met gedestilleerd water en daarna met absoluten alcohol te zijn uitgespoeld, in een luchtbad tot op 175° C. verhit. Tegelijk verhitte ik in hetzelfde luchtbad watten, die eerst met alcohol en aether waren uitgetrokken.

(Bij volgende experimenten nam ik salicylwatten, die aan dezelfde temperatuur waren blootgesteld.)

Deze watten, die als prop moesten dienen voor de kolf, waren doorboord met een glazen buisje, dat aan den top was toegesmolten.

Een ander dun glazen buisje, dat dienen moest om met het eerstgenoemde buisje te worden verbonden, werd eveneens op dezelfde temperatuur verhit.

In het verhitte luchtbad werd daarop met behulp van pincetten de kolf met de beschreven watten prop gesloten en sloot ik ook het andere buisje met twee stukjes vooraf verhitte salicylwatten af.

Nadat de buisjes thans door een caoutchouc-ring waren verbonden, brak ik in dien ring de punt af van het eerste toegesmolten buisje, en werden de watten propjes verwijderd.

Bij het filter werd ook het andere buisje geopend om door den reguleur te worden ingestoken.

Nadat er zoo eenig vocht in de kolf was verzameld, werd deze weer afgesloten. Het microscopisch onderzoek werd daarop verricht.

Hierbij bleek, dat er in het filtraat zich steeds micro-organismen bevonden, zooals ook prof. Engelmann de goedheid had herhaalde malen voor mij te willen constateeren.

De te filtreren vloeistof was bij de laatste proeven een mengsel van 10 cc. rottend vleeschnat en 700 cc. regenwater.

Wel schenen er in het filtraat minder micro-organismen te zijn dan in de niet gefiltreerde vloeistof en zij bewogen zich niet zoo levendig.

Maar toch was het gemakkelijk om dadelijk in den eersten druppel bacteriën aan te toonen. Eens zelfs bevonden er zich in het filtraat groote infusorien, nl. *Monas termo*.

Dezelfde niet gefiltreerde bacteriënhoudende vloeistof werd met „spongy iron” gedurende 24 uren in aanraking gelaten en daarna door het door mij samengestelde filter gefiltreerd.

Ook hierin waren reeds in den eersten druppel bacteriën aan te toonen, die zich wel niet zoo levendig bewogen als in het ongefiltreerde vocht, maar toch reeds in voldoende aantal in den eersten druppel waren te vinden.

Ook door het Spencer's filter gingen bacteriën door, hoewel dezelfde reeds beschrevene voorzorgen werden genomen bij het opvangen van het filtraat.

HOOFDSTUK IV.

Volgens den prospectus is het Bischof's filter zóó ingericht, dat het te zuiveren water „for a certain time, ascertained by experience” — d. i. tamelijk lang — met het „spongy iron” in aanraking blijft.

De sporen ijzer, die door het water daarbij worden opgelost, moeten dan in de lagen „prepared sand” terugblijven.

De inrichting van kleine filters is in 't algemeen de volgende:

Het filter is verdeeld in 3 holten en nog eene kleine vierde holte, die men de reguleur-holte zou kunnen noemen.

In de eerste bovenste holte bevindt zich het spongy iron. Van onderen is deze holte gesloten door eene steenen plaat, die op vele plaatsen doorboord is.

Het water komt door deze plaat in de tweede holte, waarin zich de lagen „prepared sand” bevinden.

Ook deze holte is afgesloten door eene doorboorde steenen plaat en het water komt nu in een klein reservoir, dat ik de reguleur-holte zou wenschen te noemen.

Dit kleine reservoir staat door eene dubbele buis met de onderste holte — de bewaarplaats van het gefiltreerde water — in verbinding.

Deze dubbele buis is de reguleur. Door de tamelijk nauwe openingen dier buizen tegen elkander te verschuiven, kan men den toestel zoo regelen, dat het water slechts druppelsgewijze uit de reguleur-holte in het onderste reservoir kan afvloeien.

Deze tamelijk gecompliceerde bouw, dien men duidelijk op de teekeningen kan zien in den prospectus van de „Spongy Iron Water purifying Company”, is alleen gemaakt met het doel om het water een behoorlijken tijd met het „spongy iron” in aanraking te laten.

Bij de vele filtratieproeven, die ik met het „column domestic filter” deed, viel het mij echter op, dat wanneer ik ook den reguleteur zóó had gesteld, dat het water slechts in het onderste reservoir kon *druppelen*, er toch na een paar minuten reeds tamelijk veel was doorgelopen.

Ik ging daarom de snelheid van doorloop eenigzins nauwkeuriger na en vond, dat èn het spongy iron, ook al is het na lang gebruik in eene geheel compacte massa veranderd, èn de lagen „prepared sand” het water zeer snel laten doorloopen.

Hieruit volgt, dat de eerste hoeveelheden water, die in het filter gebracht worden, zeer snel door het „spongy iron” vloeien en dan nog slechts een korten tijd teruggehouden worden in de lagen „prepared sand”, die, zooals prof. Bischof zelf aangeeft, geen noemenswaarden invloed uitoefenen.

Eerst wanneer de met „prepared sand” gevulde holte *geheel* is gedrenkt met water, dat dan door den druppel-reguleteur wordt tegengehouden, kan eene volgende hoeveelheid water lang genoeg met het „spongy iron” in aanraking blijven.

Wanneer nu het spongy iron werkelijk dien zuiverenden invloed bezit, dien prof. Bischof er aan toekent, dan blijkt hieruit, dat de eerste hoeveelheden water, die in het filter worden gebracht, niet lang genoeg in het eerste reservoir kunnen blijven om voldoende gezuiverd te worden.

Dit onzuivere water nu, dat het eerst in het reservoir komt, zal zich daar natuurlijk mengen met het water, dat langer met het „spongy iron” in aanraking is gebleven en het resultaat

zal dan alleen zijn, dat het water slechts gedeeltelijk wordt gezuiverd.

De geheele reguleur-inrichting is daarom gebrekkig.

Had prof. Bischof de snelheid nagegaan, waarmee het water door de lagen „spongy iron” stroomt, dan zou hij misschien den reguleur niet op de verkeerde plaats hebben aangebracht.

Want indien het zijn doel is om het water eenigzins langeren tijd met het spongy iron in aanraking te laten, dan had hij beter gedaan met den reguleur rechtstreeks onder deze lagen te plaatsen en niet onder de lagen „prepared sand”, waar de reguleur slechts ten halve van nut kan zijn.

Een ander nadeel van deze verkeerde plaatsing van den reguleur is het volgende. Het zand van de lagen „prepared sand” spoelt gemakkelijk door en hierdoor worden zeer licht de reguleurbuizen verstopt.

Dit nadeel heeft de uitvinder in zijne nieuwere filters vermeden door de reguleurbuis een weinig hooger te plaatsen, zoodat het doorgespoelde zand eerst voldoende gelegenheid heeft om te bezinken.

Eene verdere eigenaardigheid van de grootere kalibers van het Bischof's filter om het water uit eene omgekeerde flesch in het bovenste reservoir te laten loopen, zooals dat b. v. bij het „column domestic filter” het geval is, is mijns inziens van te weinig belang om daarover uit te weiden.

Reeds vroeger heb ik de negatieve resultaten vermeld, die *Lewin* met het Bischof's filter verkreeg.

Hij vond, dat het organische stoffen en micro-organismen *niet* terughield en *lood* alleen uit niet alkalisch water.

Verder vond hij, dat het filtraat sterk ijzerhoudend was.

Mijne resultaten komen met de zijne in zoover overeen, dat organische stoffen en micro-organismen *niet* door het Bischof's filter werden teruggehouden.

Daarentegen vond ik steeds, dat lood in een *vochtig* filter *volkomen* werd teruggehouden.

Dat het filtraat sterk ijzerhoudend was, heb ik nooit kunnen vinden.

Ik heb verder aangetoond, dat de hardheid van het water niet noemenswaard door het Bischof's filter wordt verminderd.

Eveneens heb ik aangetoond, dat het praeparaat, dat als „spongy metallic iron” verkocht wordt, een mengsel van ijzerslakken met ijzerpyriet is en dat in de lagen „prepared sand” psilomelan zich bevindt, die wegens zijn hoog barytgehalte liever niet voor dit doel moest worden gebruikt.

Ik meen verder voldoende te hebben aangetoond, dat de door prof. *Bischof* zoo zeer geprezene reguleur-inrichting van zijn filter van weinig of geen nut is, omdat zij op de verkeerde plaats is aangebracht.

Van het Spencer's filter moet ik resumeeren, dat het, evenals het Bischof's filter, lood geheel terughoudt en dat het organische stoffen en micro-organismen doorlaat, hoewel, naar het mij toeschijnt, in mindere mate dan het filter van prof. Bischof, en dat het verder de hardheid van het water in elk geval niet voldoende vermindert.

Mijne resultaten zijn dus bijna overal negatief.

Hiervoor is misschien eene verklaring te vinden. Het is n.l. mogelijk, dat de agenten van het Bischof's filter tegen de aanwijzing van prof. Bischof handelen en in plaats van het spongy *metallic* iron het surrogaat gebruiken, dat mij bleek te bestaan uit pyriet en ijzerslakken.

Ik zou daarom, omdat de agenten van het Bischof's filter in 't geheel geen metallisch „spongy iron” schijnen af te leveren, dit praeparaat langs anderen weg hebben moeten zoeken.

Het eenige, wat ik daarvoor zou kunnen gebruiken, is het zoogenaamde ferrum hydrogenio reductum, dat echter door zijne pyrophore eigenschappen nog al lastig te hanteeren is en verder, daar het een zeer fijn poeder is, zeer ligt het filter zou verstoppem.

Een ander surrogaat voor het metallisch spongy iron ken ik niet.

Mochten echter andere uitvinders van filters ijzerverbindingen willen gebruiken, dan hoop ik, dat mijne proeven hen zullen vrijwaren voor het toekennen van eene hooge waarde als zuiveringsmateriaal voor drinkwater aan slakken en ijzerpyriet.

STELLINGEN.

I.

Het Bischof's filter verdient volstrekt niet meer aanbeveling dan b. v. het Speneer's filter en het koolfilter.

II.

In alle grootere steden moest het Liernurstelsel desnoods gedwongen worden ingevoerd.

III.

Ten onrechte beweert Dr. Renk (Die Kanalgase, deren hygienische Bedeutung und technische Behandlung. München 1882, p. 72):

Wir können daher getrost die Luft über unseren Häusern zum Transportmittel für die Kanalgase wählen,

ohne im geringsten eine Gefahr davon befürchten zu müssen.

IV.

De hypothese van Pflüger, dat het cyanamid, resp. de polymeren daarvan, de kern vormt van het eiwitmolecule, is onwaarschijnlijk.

(Pflüger's Archiv. Bd. X).

V.

Diabetes mellitus kan worden opgevat als eene ziekte van het bloed, waarbij te weinig alkaliën in het bloed voorkomen.

VI.

De toediening van melkzuur of glycerine bij diabetes mellitus mist allen wetenschappelijken grond.

VII.

Erb gaat te ver in het zoeken van verband tusschen syphilis en tabes dorsalis.

VIII.

Parrot's bewering, dat alle rachitis aan lues moet worden toegeschreven, mist allen grond.

IX.

Ten onrechte beschouwt Magitot de eclampsia infantum als hoofdoorzaak voor het ontstaan der Hutchinsonsche tanden.

X.

In vele gevallen van atheroom der arteriën kan men met voordeel gebruik maken van Joodkalium.

XI.

Interne urethrotomie moet steeds verkozen worden boven geforceerde dilatatie.

XII.

De exarticulatio sub talo verdient eene uitgebreide toepassing.

XIII.

De methode van Leisrink bij amputatio mammae heeft zeer weinig waarde.

XIV.

Microsporon furfur, Achorion Schoenleinii en Trichophyton tonsurans zijn onderling identisch.

XV.

Het bereiden van sclerotinzuur en het aanwenden daarvan in plaats van *secale cornutum* is zeer wenschelijk.

XVI.

Ten onrechte raadt Zweifel aan om bij het ontwikkelen der armen het foetus altijd te draaien.

XVII.

Op de versie late men niet dadelijk de extractie van het foetus volgen.

XVIII.

Bij *sectio caesarea* gebruike men de naad van Spencer Wells.

XIX.

Sympathische ophthalmie is eene infectie, die langs de lymphbanen van den *N. opticus* wordt voortgeleid.

XX.

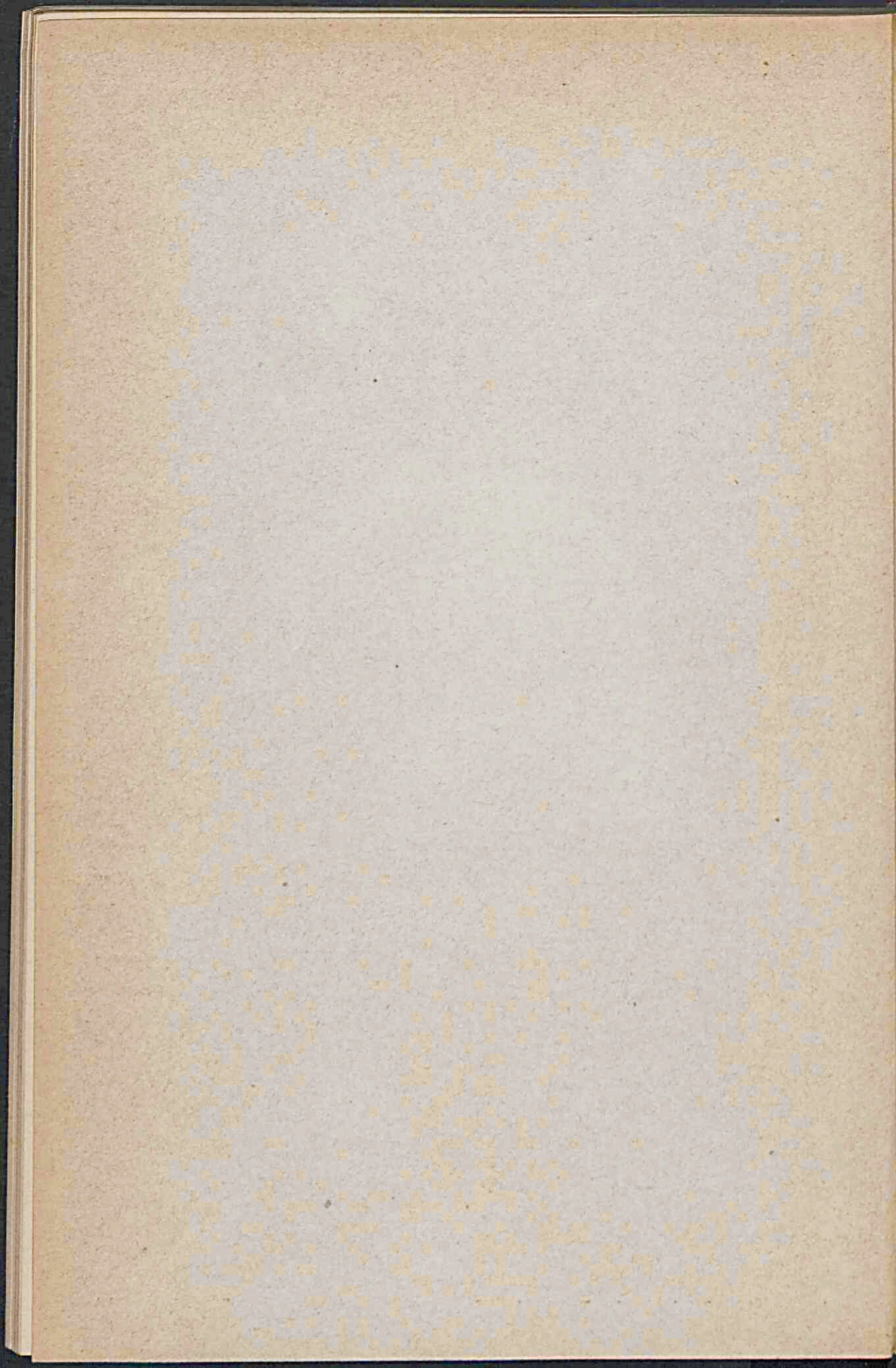
Grünhagen's experimenten over sympathische ophthalmie berusten op eene dwaling.

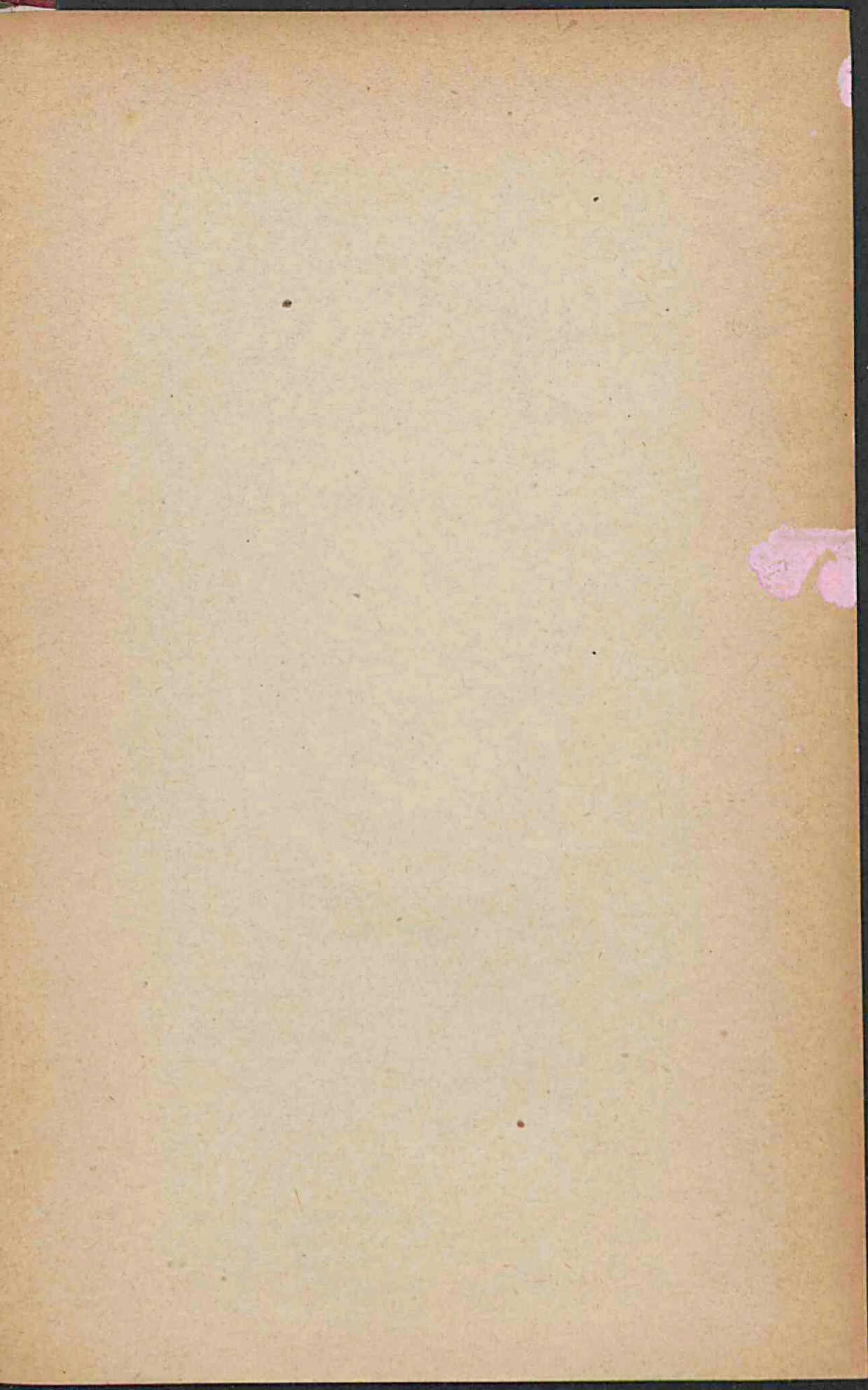
XXI.

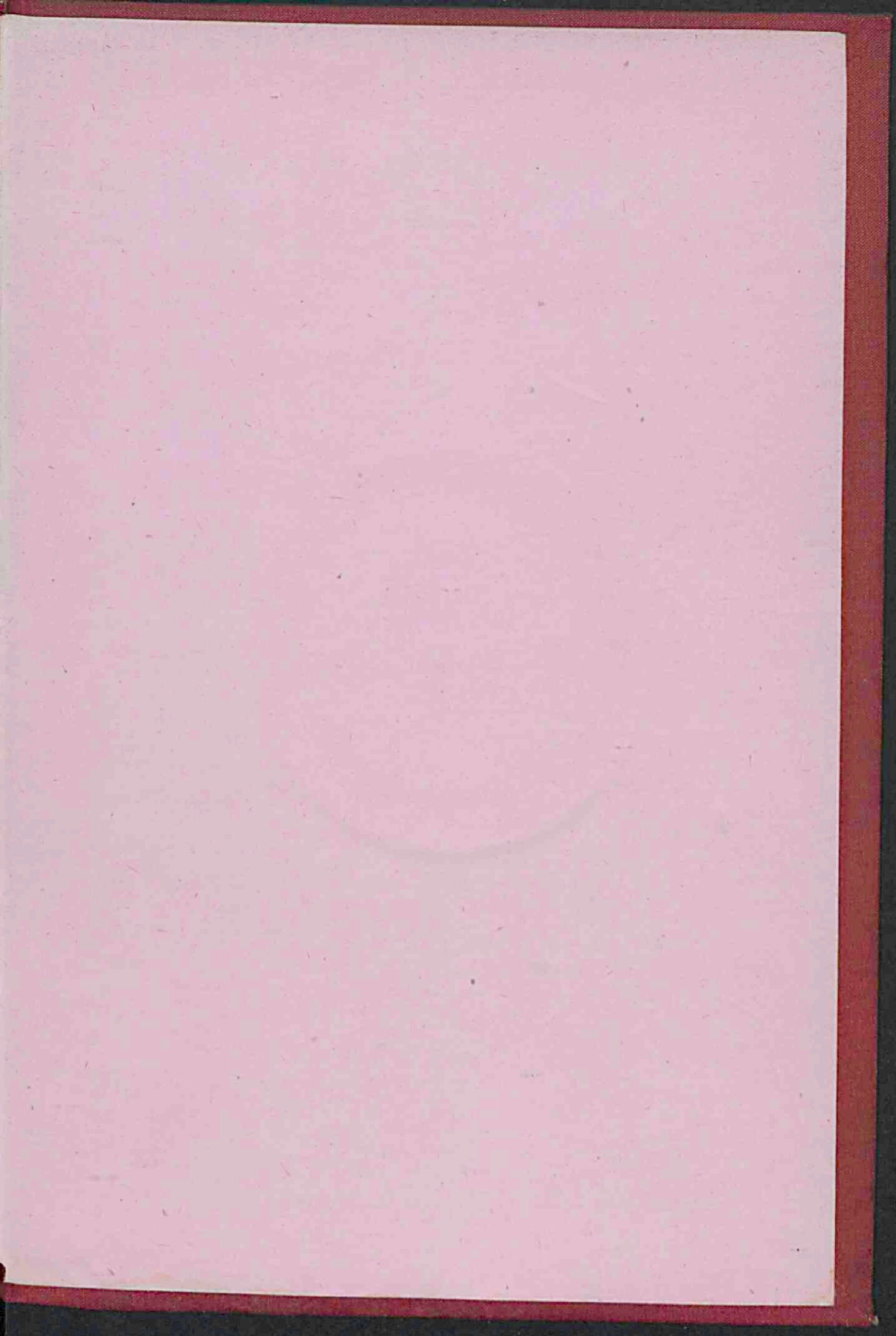
De entropion-operatie door wiguitsnijding is te verkiezen boven die door ciliairrand-verschuiving.

XXII.

Het is wenschelijk om bij exstirpatio bulbi de conjunctivazak met eene naad te sluiten.









Diss