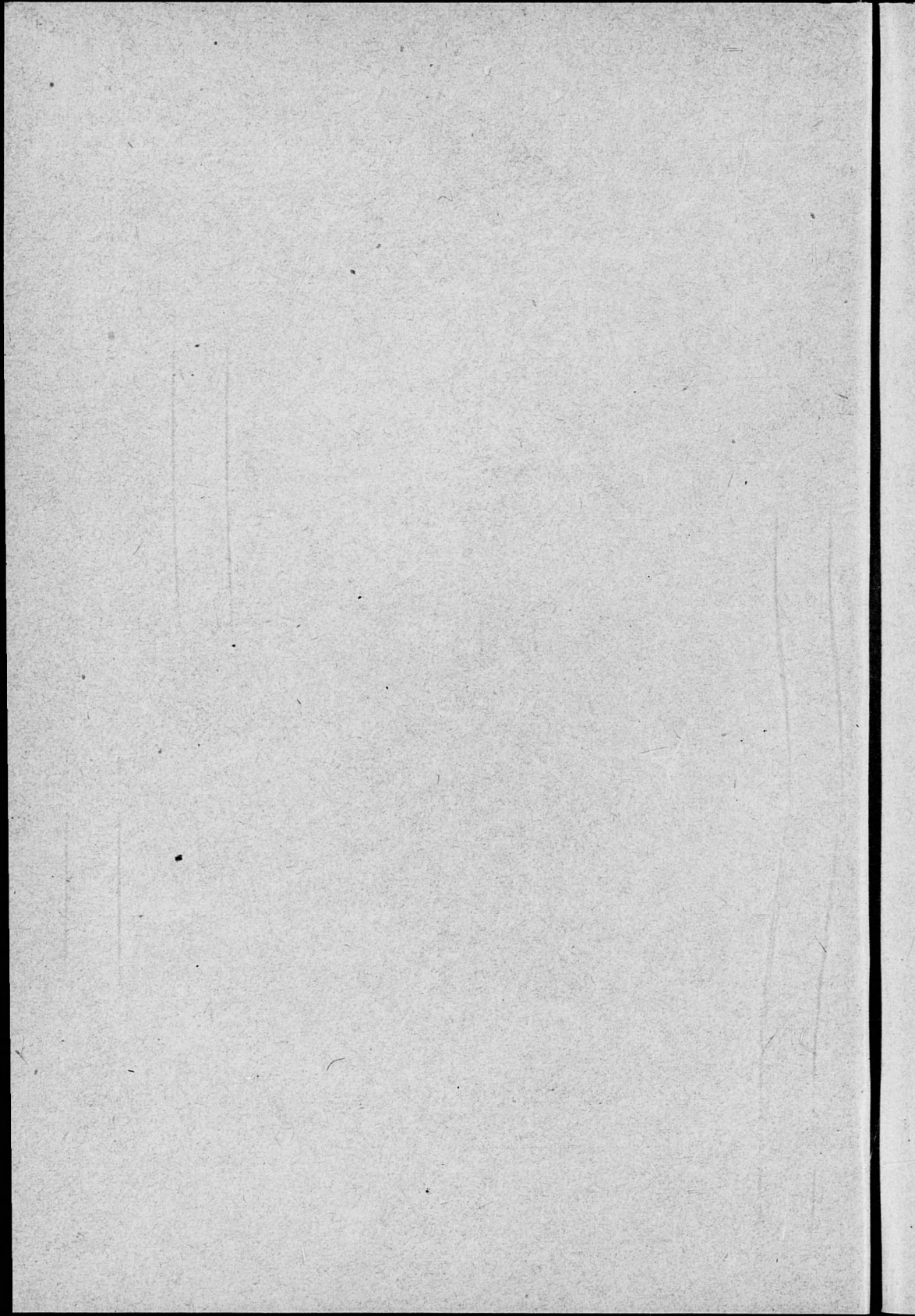
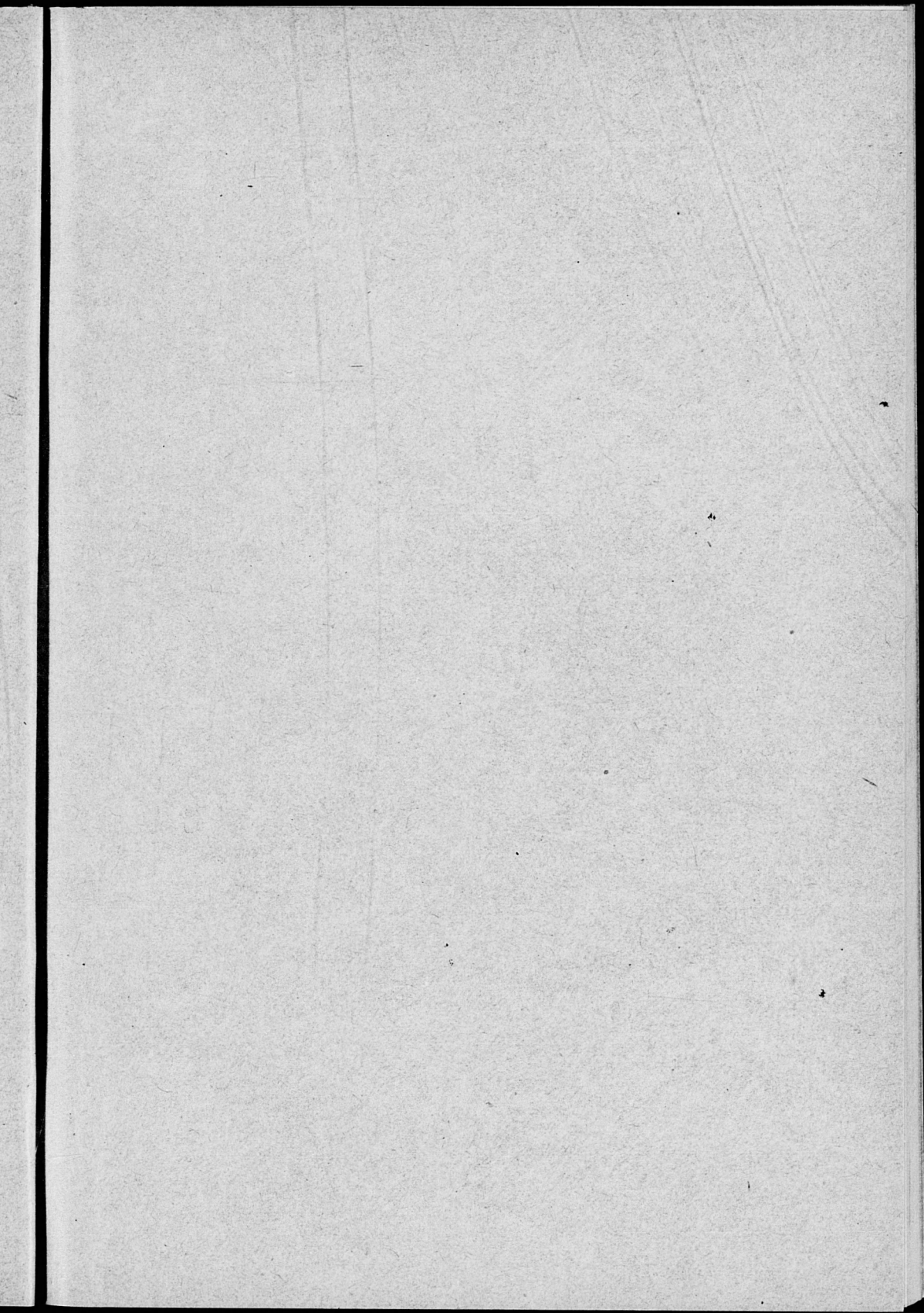
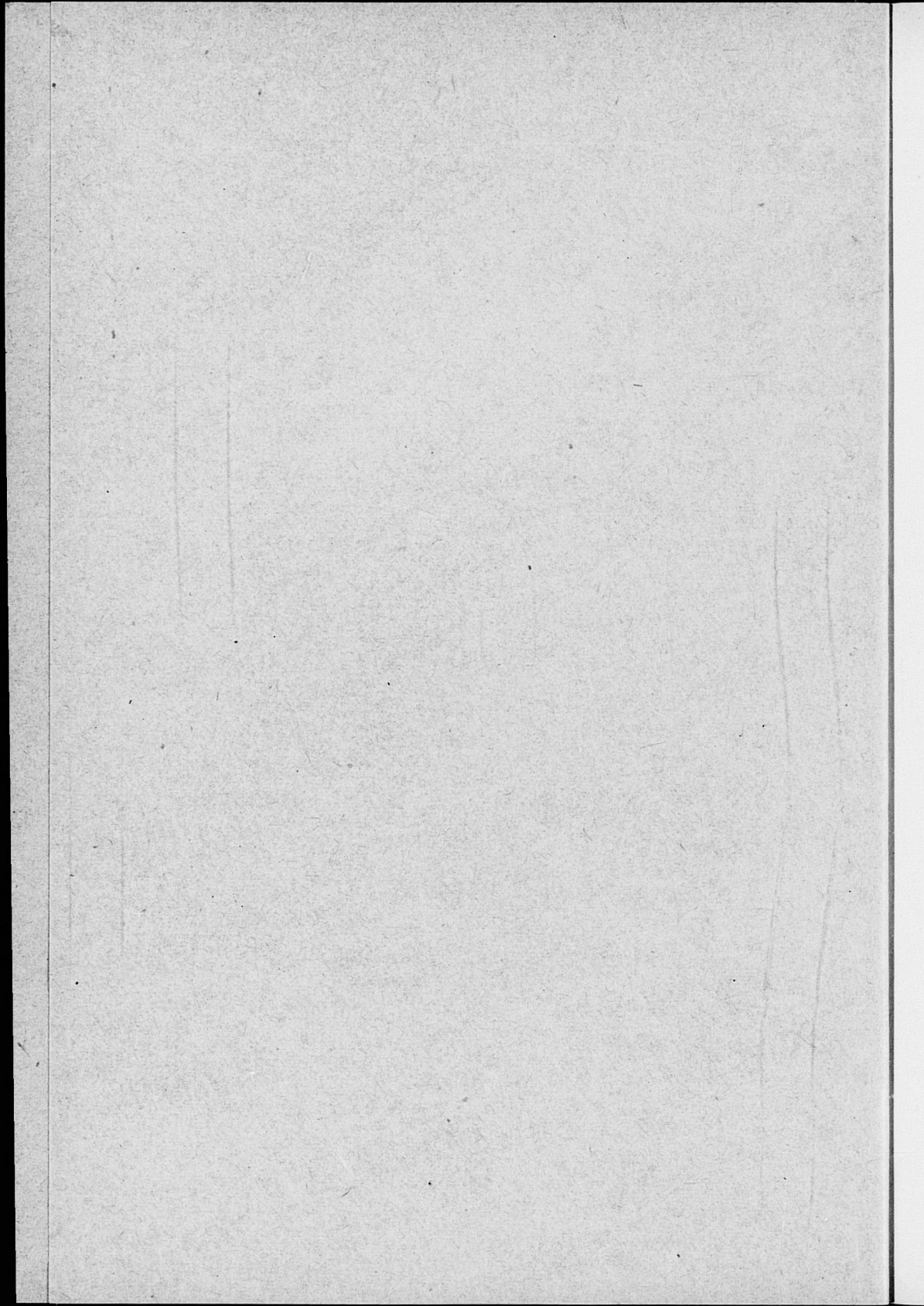


S.
m G.U.

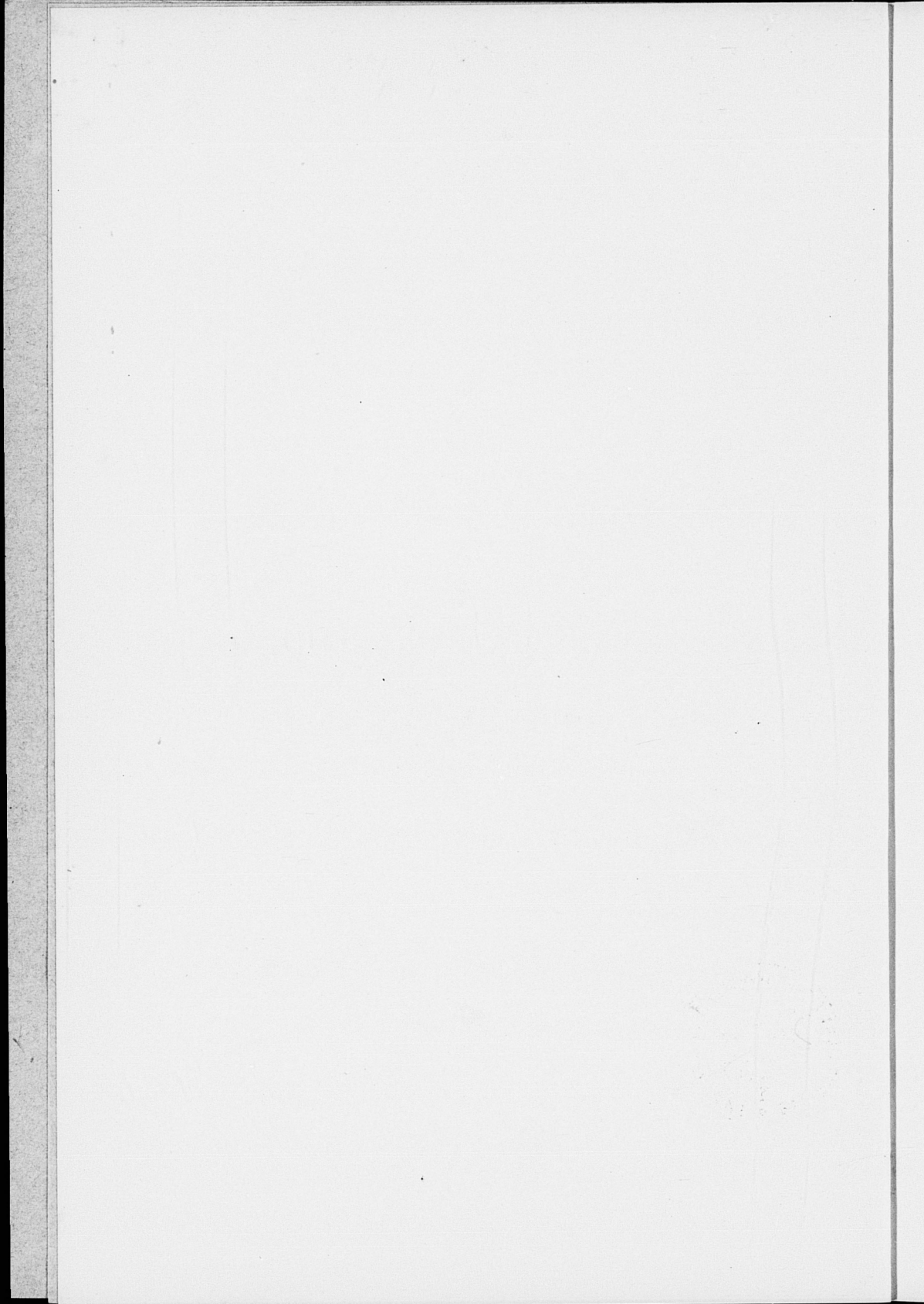
7







BIJDRAGE TOT
DE KENNIS VAN DEN BODEM
UIT HYGIENISCH OOGPUNT.



BIJDRAGE TOT
DE KENNIS VAN DEN BODEM
UIT HYGIENISCH OOGPUNT.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE UNIVERSITEIT TE AMSTERDAM,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Dr. T. PLACE,

Hoogleeraar in de Faculteit der Geneeskunde,

VOOR DE FACULTEIT TE VERDEDIGEN

op Maandag 21 Februari 1887, des namiddags ten 3 ure

DOOR

WILLEM VAN HOORN,

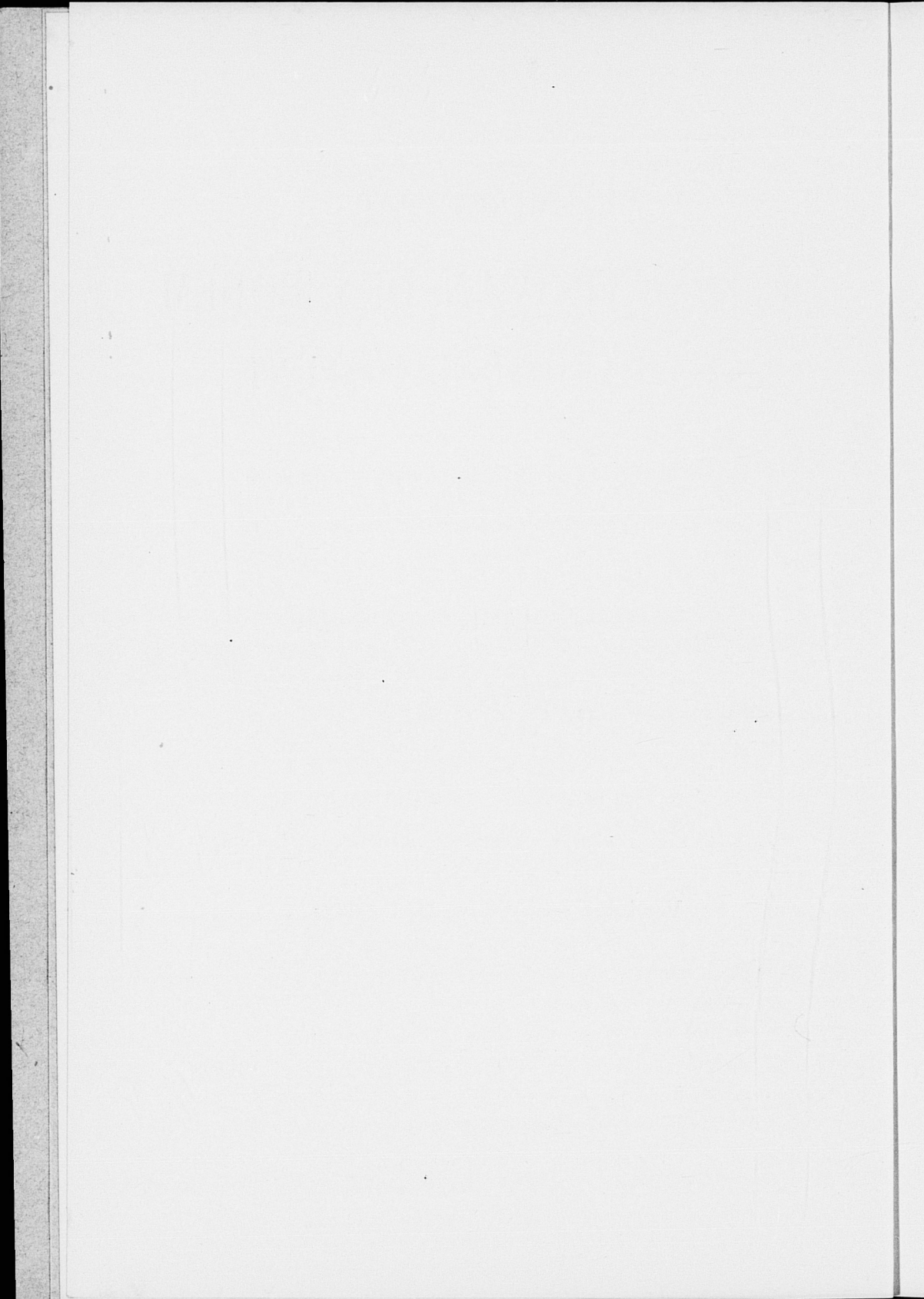
ARTS,

geboren te Koog a/d. Zaan.



AMSTERDAM,

DE ERVEN H. VAN MUNSTER & ZOON



INLEIDING.

Toen bij VON PETTENKOFER, ten gevolge zijner studiën over de aetiologie van eenige infectieziekten, de overtuiging had wortel geschoten, dat er zekere samenhang moest bestaan tusschen het epidemisch optreden daarvan en processen in den bodem, die hij in verband bracht met de ontbinding van organische stoffen, begreep hij, dat het noodzakelijk was deze processen nader te leeren kennen.

Voor den graad van verontreiniging des bodems met stoffen, in staat om te rotten of te vergaan, meende hij het gehalte aan koolzuur van de bodemlucht als maat te kunnen gebruiken. Deze veronderstelling leidde hem tot het instellen van een onderzoek naar dat gehalte, op verschillende diepten en op verschillende tijdstippen. Het werd door hem in 1870 te München be-

gonnen en gedurende vele jaren, zoowel door hem als anderen, op verschillende plaatsen voortgezet.

De onderzoekers verkregen in hoofdzaak overeenkomstige resultaten. VON PETTENKOFER (1) vond het koolzuurgehalte van de bodemlucht altijd belangrijk grooter, dan dat van de buitenlucht; het nam in den regel met de diepte toe en was grooter in den zomer dan in den winter. Nasporingen aangaande hetzelfde onderwerp werden gedaan door FLECK te Dresden, door VON FODOR te Klausenburg en te Budapest, door LEWIS en CUNNINGHAM te Calcutta, door NICHOLS te Boston, door PORT, RENK, WOLFFHÜGEL, SMOLENSKY en BENTZEN te München.

Volgens de waarnemingen van FLECK (2) was de bodemlucht rijker aan koolzuur, naarmate eene grootere hoeveelheid organische stof kon worden aangetoond.

v. FODOR (3) daarentegen bewees, dat het gehalte aan koolzuur van de bodemlucht niet altijd gelijken tred houdt met de hoeveelheid organische stof, daar ter plaatse in den bodem aanwezig.

(1) Ztschr. f. Biologie Bd. 7. S. 395; Bd. 9. S. 250.

(2) 2., 3. u. 4. Jahresbericht der chemischen Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden. S. 15. 3. 35.

(3) Experimentelle Untersuchungen über Boden u. Bodengase; Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1875. S. 205.

Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden u. Wasser. Braunschweig 1881 S. 99.

LEWIS en CUNNINGHAM (1) constateerden, evenals de andere waarnemers, als regel, toenemend koolzuurgehalte bij toenemende diepte. Daarenboven zagen zij tijdens den regentijd eene vermeerdering daarvan, terwijl na het ophouden van den regen langzamerhand weer een minimum werd bereikt. Vooral was dit het geval op een diepte van drie voet. Op zes voet diepte kwam eene vermeerdering van de hoeveelheid koolzuur overeen met het rijzen van het grondwater en omgekeerd. Samenhang met de bodemtemperatuur, ofschoon gering, kon niet worden geloochend.

NICHOLS (2) kreeg overeenstemming in uitkomsten bij kunstmatig verontreinigden en natuurlijke bodem, uitkomsten, die niet van de reeds vermelde afwijken. Ook de getallen verkregen bij de koolzuurbepalingen van PORT (3), RENK (4) en WOLFFHÜGEL (5), wijzen op gelijksoortige schommelingen als VON PETTENKOFER aan het licht bracht.

(1) Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1876 S. 691 (referaat van RENK).

(2) Referaat van RENK, l. c. S. 695—701.

(3) Aerzt. Intelligenzbl. (1875) No. 22. S. 81 (referaat van BENTZEN Ztschr. f. B. Bd. 18, S. 450.)

(4) Annalen der städt. allgem. Krankenhäuser z. München Bd. 1. (1878), Untersuchung der Grundluft im Krankenhause München l. d. Isar.

(5) Ztschr. f. Biol. Bd. 15 S. 99.

BENTZEN (1) eindelijk onderzocht de bodemlucht in den tuin van het hygienisch instituut te München. IJzeren buizen, zooals v. FODOR die reeds vroeger had aangewend, werden op verschillende diepte en op geringen afstand van elkaar in den bodem geslagen en daardoor de bodemlucht geaspireerd. Hij vond groote verschillen in het koolzuurgehalte, op zeer weinig van elkaar verwijderde plaatsen, en kon stelselmatigheid in het toenemen of afnemen daarvan, noch in vertikale, noch in horizontale richting bespeuren. Tevens merkte hij echter op, dat overal, waar opgravingen op de onderzochte plaatsen werden gedaan, véél humus dáár werd aangetroffen, waar het koolzuurgehalte groot was, en veel kiezel dáár, waar dit gering was gebleken.

De eerste onderzoekingen van VON PETTENKOFER geschieden in een kiezelhoudenden bodem, die zeer weinig organische stof bevatte. Geen wonder, dat hij zich afvroeg wat als bron van het daarin aangetroffen koolzuur moest worden beschouwd. Daar het hem mogelijk was te bewijzen, dat het gas niet kon zijn geleverd door het grondwater(2), kwam hij tot de conclusie, dat het wordt geproduceerd door den poreuzen bodem zelf. Uit het waargenomen feit, dat de hoeveelheid koolzuur in

(1) Ztschr. f. Biol. Bd. 18. S. 446.

(2) Ztschr. f. Biol. Bd. 7. S. 411.

de onmiddellijke nabijheid van de met humus bedekte oppervlakte het geringste is, leidde hij verder af, dat van die humus-laag niet het koolzuur der dieper gelegen lagen afkomstig kon zijn; en hij achtte het waarschijnlijk, dat organische processen, afhankelijk van het leven van lagere organismen, Protisten, in hoofdzaak de oorsprong zouden zijn van het koolzuur in den bodem.

FLECK (1) leidt uit zijne waarnemingen af, dat de hoeveelheid koolzuur afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof, waarmede de bodem is doortrokken, maar bovendien meent hij, dat zij in belangrijke mate afhankelijk is van de bodempermeabiliteit. Deze laatste zou, zijns inziens, eensdeels door den zuurstofaanvoer te regelen, invloed hebben op de intensiteit van de ontbinding der organische stof en dus op de koolzuurproductie, en anderdeels door de gasdiffusie en luchtwisseling te beheerschen, de meerdere of mindere snelheid bepalen, waarmede het gevormde koolzuur wordt weggevoerd.

Ook v. FODOR (2) komt tot de slotsom, dat verreweg het grootste deel van het koolzuur zich in den bodem ontwikkelt, ten gevolge der ontbinding van organische stoffen, en hij tracht het schijnbaar tegenstrijdige in de observatie, waarbij weinig koolzuur coïncideerde met veel organische

(1) l. c. (2) l. c.

stof en omgekeerd, te verklaren door een overwegenden invloed op het koolzuurgehalte der bodemlucht toe te schrijven aan de permeabiliteit en de daarvan afhankelijke bodemventilatie.

Blijkbaar is ook hij van oordeel, dat het koolzuur, in de diepte aangetroffen, aldaar is gevormd. Immers na te hebben opgemerkt, dat de hoeveelheid koolzuur zelfs dan met de diepte toeneemt, als de bodem in de diepere lagen minder is verontreinigd dan in de hoogere, zegt hij „in dem Grade als die Mächtigkeit der Schicht wächst, welche die Luft durchdringt, verlangsamt sich nämlich ihre Bewegung und es häuft sich in Folge der ununterbrochen vor sich gehenden Oxydation die Kohlensäure an”.

De vermindering in de hoeveelheid zuurstof, door NICHOLS geobserveerd, pleit volgens RENK (1) met beslistheid voor de vorming van het koolzuur in den bodem, en door PORT (2) vinden we er de aandacht op gevestigd, dat de gepubliceerde onderzoeken den indruk teweeg brengen, dat het koolzuurgehalte der bodemlucht een bruikbare maat is voor de bodemverontreiniging. SMOLENSKY (3), die het koolzuur gehalte der bodemlucht bepaalde op verschillende plaatsen, maar waar de geognostische geaardheid van den bodem gelijk was,

(1) l. c. (2) l. c.

(3) Ztschr. f. Biol. Bd. 13. S. 383

deelt deze meening, onder voorbehoud dat men gelijke bodemsoorten vergelijkt. Hij acht het zeer twijfelachtig of aan de permeabiliteit van den bodem zóó groote beteekenis mag worden toegekend, als FLECK en v FODOR daaraan toeschreven.

Wegens zijne ervaringen omtrent een samen-treffen van humusrijke plaatsen met een groot koolzuurgehalte, en van humusarme plaatsen met weinig koolzuur, brengt BENTZEN (1) de onregelmatigheid in de verspreiding van het koolzuur, in den tuin door hem onderzocht, in verband met de onregelmatige samenstelling der bodemlagen van dat terrein. Hij wijkt dus niet van de opinie der andere aangehaalde schrijvers af en neemt, evenals zij allen aan, dat het koolzuur in de diepte hoofdzakelijk afkomstig is van de plaats, waar het wordt aangetoond.

Men mag er bijvoegen, dat allen de koolzuur-productie in den bodem afhankelijk achten van het leven van lagere organismen.

Overweegt men nu, hoe NÄGELI (2) betoogt, dat deze organismen zich het krachtigst, ja hoofdzakelijk, ontwikkelen en vermenigvuldigen in het niveau van het grondwater en de aangrenzende aardlaag, zoover die ten gevolge der capillaire attractie nog door het grondwater wordt bevoch-

(1) l. c.

(2) Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege. S. 158, 159.

tigd, — dan zou eene poging, om uit zijn beweren eene verklaring af te leiden voor het feit, dat juist in die bodemlagen in den regel een hooger koolzuurgehalte werd geconstateerd dan in hooger gelegen aardlagen, — geen verwondering mogen baren.

Evenwel, voordat wij naar verklaringen gaan zoeken, is het wenschelijk na te gaan, wat het experiment ons omtrent de invloeden heeft geleerd, die bij de koolzuurproductie in den bodem werkzaam zijn. De omstandigheden, die de koolzuurvorming in den bodem beheerschen, kunnen worden teruggebracht tot drie hoofdfactoren, te weten: de temperatuur, de vochtigheid van den bodem, en de hoeveelheid organische stof, die hij bevat. Het verband, vooral door de landbouwscheikundigen aangetoond, tusschen deze koolzuurvorming en een aantal oorzaken, binnen of buiten den bodem gelegen, berust bijna geheel op wijziging van één of meer der genoemde hoofdmomenten. (1) Ook de permeabiliteit vindt daarin hoofdzakelijk hare uitdrukking. Wel is waar, regelt zij bovendien den zuurstof-toevoer, waarvan de werking door ROSENTHAL (2) is ge-

(1) E. WOLLNY, Ueber die Thätigkeit niederer Organismen im Bodem. Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspf. 1883 S. 705—725.

(2) Amtl. Bericht d. 50 Versamml. deutscher Naturforscher u. Aertzte. S. 346.

constateerd, maar deze factor kan niet van overwegend belang zijn, daar uit v. FODOR's (1) onderzoekingen voortvloeit, dat, zelfs bij geheele afwezigheid van zuurstof in den bodem, koolzuur-ontwikkeling kan plaats grijpen.

Beschouwt men niet alleen de productie, maar ook de ophooping van koolzuur in den bodem, dan komt de permeabiliteit weer in aanmerking, daar van haar de ventilatie voor een groot deel afhankelijk is; een invloed, waaraan door FLECK, (2) v. FODOR (2) en NICHOLS (2) zoo hooge waarde wordt toegeschreven.

Ofschoon de bedoeling bij onze beschouwingen was voorloopig alleen te letten op de koolzuur-productie, mogen hier al dadelijk de bedenkingen een plaats vinden, die RENK (3) tegen hunne voorstellingen heeft in het midden gebracht. Deze neemt aan, dat te Boston (de plaats waar NICHOLS onderzocht) overeenkomstige temperatuursverhoudingen bestaan als te München. Te München snijdt de temperatuurscurve der buitenlucht die der bodemlucht op twee plaatsen. Dit geschiedt in de lente en in de herfst. Daar op de bedoelde tijdstippen de temperatuur van bodem en buitenlucht dus gelijk zijn, moet de luchtwisseling alsdan een minimum bereiken, terwijl zij tot een maximum

(1) Hygienische Untersuch. über Luft, Boden u. Wasser. S. 111.

(2) l. l. c. c.

(3) Vierteljahrschr. f. öffentliche Gesundheitspflege 1876 S. 697.

moet klimmen ten tijde van de grootste temperatuursverschillen tusschen bodem en buitenlucht, d. i. in zomer en winter. Indien de luchtwisseling van overwegenden invloed was op het gehalte aan koolzuur van de bodemlucht, zouden dus met de maxima van luchtwisseling maxima van CO_2 gehalte moeten overeenkomen, en omgekeerd. De ervaring is daarmede echter in strijd; een maximum van koolzuur wordt in den zomer gevonden, een minimum in den winter. Bovendien heeft RENK (1) opgemerkt, dat in den winter bij het bevroren van de bovenste bodemlagen de permeabiliteit belangrijk afneemt, waardoor ook de luchtwisseling aanmerkelijk geringer moet worden. Als de bodemventilatie inderdaad zulk een belangrijke factor was, als de genoemde auteurs meenen, dan zou ook dáárom het waargenomen winterminimum een maximum moeten zijn.

Keeren we nu tot ons punt van uitgang terug, dan verdient in de eerste plaats vermeld te worden dat WOLLNY (2) de beteekenis der boven besproken hoofdfactoren aan het experiment heeft getoetst. Hij herhaalde op meer nauwkeurige wijze experimenten, vroeger door J. MOELLER (3)

(1) Vierteljahrschr. 1. c.; Ztschr. f. Biologie Bd. 15. S. 295.

(2) Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. IV S. 1.

(3) Ueber die freie Kohlensäure im Boden. Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Herausgegeben von VON SECKENDORFF, Wien 1878. Bd. I Hft. 2 p. 121—148, aangehaald door WOLLNY.

verricht, en kwam tot het resultaat, dat binnen zekere grenzen alle drie de koolzuurproductie bevorderen; en dat, als een bepaalde grens wordt overschreden, hoofdzakelijk de factor zich doet gelden, die in minimum voorhanden is. Bovendien heeft WOLLNY (1) en ook v. FODOR (2) gevonden, dat de koolzuurproductie in den bodem bijna uitsluitend afhankelijk is van het leven van lagere organismen, gelijk reeds door VON PETTENKOPER was vermoed.

Het is ons bekend, dat de levenswerkzaamheid dezer organismen krachtiger is (eveneens binnen bepaalde grenzen), naarmate de hoofdvoorwaarden, waarvan boven sprake was, warmte, vochtigheid en voedingsmaterieel in verhoogde mate aanwezig zijn.

Daarover zijn alle onderzoekers het eens. Er heerscht dus aan alle kanten overeenstemming en de gevonden feiten bevestigen elkaar weerkeerig

Vragen we ons nu af, hoe het in den bodem gesteld is met die hoofdvoorwaarden voor de ontwikkeling en vermenigvuldiging van lagere organismen, en wat er bekend is geworden omtrent het voorkomen en de verspreiding dier organismen in dit medium, dan vinden wij het volgende.

(1) Ueber die Thätigkeit niederer Organismen im Boden. Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1883 S. 709. Deutsche landwirthsch. Presse 1883.

(2) Hyg. Unters, üb. Lult. Boden und Wasser.

Afgezien van de zoo bekende waarnemingen, reeds voorlang door physici en meteorologen gedaan, zijn bepalingen van de temperatuur des bodems verricht door een aantal onderzoekers, die tevens het koolzuurgehalte daarvan tot onderwerp hunner nasporingen hadden gemaakt, o. a. door FLECK(1) v. FODOR (2), RENK (3) en WOLFFHÜGEL (4).

Uit hunne mededeelingen mag worden afgeleid dat, althans op de plaatsen waar zij onderzochten, de temperatuur des bodems op een zekere diepte altijd hoog genoeg is, om het leven van lagere organismen mogelijk te maken. Maar tevens leeren wij daaruit, dat in den tijd, die het gunstigst voor de levenswerkdadigheid der micro-organismen en dus ook voor de koolzuurvorming is, in den zomer, de bodemtemperatuur geringer is naarmate de diepte toeneemt. Waar het grondwater zich niet te dicht bij de oppervlakte bevond, werd op een diepte, overeenkomende met het niveau daarvan, reeds eene temperatuur aangetroffen, die zoo laag was, dat bepaalde bacteriën, o. a. de meeste pathogene organismen, zich daarbij niet kunnen ontwikkelen.

Betreffende den vochtigheidstoestand van den bodem bezitten we zeer belangrijke onderzoekingen van HOFMANN (1). Volgens de schematische

(1) l. c. (2) l. c. (3) l. c. (4) l. c.

(1) Archiv f. Hygiene 1 S. 273, 2 S. 145.

voorstelling, door hem aangegeven, zouden we in een poreusen bodem hebben te onderscheiden: een verdampingszone en een doorgangszone.

De verdampingszone, noemt hij die, waarin het watergehalte zeer wisselvallig is en schommelt tusschen geheele doordrenking en sterke uitdroging. Als deze uitdroging door de zonnearmte een hoogen graad heeft bereikt, kan somtijds de geheele massa regen, die in het najaar valt, daarin worden opgenomen, zonder dat de poriën tot aan de benedengrens der zone zijn gevuld. Alsdan zou er dus, volgens dit schema, steeds een droge laag zijn tusschen de oppervlakte, die door den regen voorbijgaand wordt bevochtigd, en de diepere waterhoudende lagen. Het gevolg van dezen toestand zou zijn, dat alle verontreiniging op de bodemoppervlakte gebracht, in de verdampingszone blijft.

Doorgangszone noemt HOFMANN de bodemlaag, die aan de genoemde zone grenst. Zij omvat, volgens hem, het gebied, hetwelk nooit door de uitdroging wordt bereikt, en welks poriën steeds ad maximum met water zijn gevuld. Deze zone ontvangt eerst dan water, als de verdampingszone weer geheel met water is gevuld. Zij behoudt het evenwel niet; de toevloed van boven staat zij af aan de onderste laag, de laag van het grondwater, terwijl zij zelf het oorspronkelijk watergehalte behoudt.

Uit zijne uiteenzetting volgt, dat gedurende

het geheele jaar overal in den bodem een voldoende hoeveelheid vocht voor de ontwikkeling van micro-organismen wordt aangetroffen, behalve in de bovenlaag, waar die voorwaarde afwisselend aanwezig is en kan ontbreken.

Het verdient opmerking, dat juist het afwisselend al of niet bestaan dezer voorwaarde in die laag samenvalt met schommelingen in het koolzuur-gehalte der diepere lagen. Immers, dat leeren de waarnemingen van LEWIS en CUNNINGHAM (1) te Calcutta. In het droge jaargetijde zal het grondwater dalen, als bewijs dat de bovenlagen uitdrogen. De voorwaarden voor het vastleggen en ontwikkelen van lagere organismen zijn daarin dan ongunstig: in dien tijd wordt een minimum van het koolzuur-gehalte gevonden. In den regentijd is het omgekeerde het geval. Daar in dien tijd de verdampingszone met water wordt gevuld, zal het rijzen van het grondwater bewijzen, dat de voorwaarden, bovenvermeld, aanwezig zijn: de aangehaalde onderzoekers constateerden onder zulke omstandigheden een maximum van het koolzuur-gehalte.

Organische stoffen komen bijna overal in den bodem voor, met uitzondering van enkele plaatsen, die absoluut steriel zijn, zooals bijv. de bodem der woestijn van Libye, welks bodemlucht, volgens

(1) l. c.

VON PETTENKOFER'S (1) onderzoek, dan ook in samenstelling niet van de dampkringslucht verschilde. Zij zijn zeer ongelijk in den bodem verdeeld. Toch mag men aannemen, dat in den natuurlijken bodem, die niet al te zeer door den mensch is veranderd, een grootere hoeveelheid daarvan zal worden gevonden in de meer oppervlakkige lagen, dan in de diepte. Deze uitspraak berust op de volgende gronden.

Aanhoudend worden organische zelfstandigheden van allerlei aard over de oppervlakte van den bodem uitgestort. Alleen dan, wanneer HOFMANN'S verdampingszone ontbreekt, is het mogelijk, dat door middel van binnen dringend water een deel daarvan wordt medegesleept in de diepte. Maar zelfs gedurende die meest gunstige periode wordt nog het meerendeel dier verontreinigingen in de bovenste bodemlagen achter gehouden.

LISSAUER (2) b.v. bevond, dat zeer fijn verdeeld en in water gesuspendeerd amylum, waarvan de fijnste partikeltjes een geringer diameter dan $\frac{1}{100}$ m.M. bezaten, volkomen door duinzand kon worden teruggehouden.

Ook v. FODOR (3) vermeldt, dat bij langzame filtratie eene laag zand van anderhalven meter voldoende was, om eene bacteriënhoudende vloeistof

(1) Ztschr. f. Biologie Bd. XI. S. 381.

(2) Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1876. S. 569.

(3) Luft, Boden u. Wasser II. S. 26.

volkomen te ontdoen van voor ontwikkeling vatbare kiemen.

Bovendien hebben de onderzoekingen van HOFMANN het bewijs geleverd, dat zelfs vloeistoffen en opgeloste zelfstandigheden slechts buitengewoon langzaam door den bodem passeeren; ja, dat de toestanden van dien aard kunnen zijn, dat er maanden en jaren moeten verloop, vóór dat de aardlagen zijn bereikt, die aan het grondwater grenzen.

Gaan we nu over tot den factor, waaraan, gelijk wij boven zagen, de behandelde drie hoofdwaarden haar belang ontleenen, dan moet al dadelijk worden gezegd, dat het aantal nauwkeurige onderzoekingen aangaande de micro-organismen in den bodem nog gering is. Toch schijnt men de volgende feiten als zeker te mogen aannemen. In de oppervlakkige lagen des bodems komen bacteriën in buitengewoon groote hoeveelheid en in groote verscheidenheid voor. Dit wordt door alle onderzoekers vermeld en is ook in het hygienisch instituut te Amsterdam herhaaldelijk geconstateerd. Een bodem, die door de hand van den mensch niet te zeer in al zijne eigenschappen is gewijzigd, heeft in de diepte dien rijkdom aan bacteriën niet. In de diepere lagen zijn micro-organismen zeldzaam, of ontbreken de levensvatbare kiemen bijna geheel(1). Ook is waargenomen een gradueel afnemen van het

(1) C. FRAENKEL, Grundriss der Bakteriënkunde. Berlin 1887 S. 345.

aantal bacteriën bij toenemende diepte(1). Deze feiten, eerst door KOCH(2), later ook meermalen in FLÜGGE's instituut waargenomen, kunnen geen verwondering baren, als men bedenkt, welke bijzonder groote moeielijkheden aan het doordringen van bacteriën tot in de diepere bodemlagen in den weg staan. Wanneer men afziet van toevalligheden, zooals het vallen van bacteriënrijk materieel in diepe spleten, samenhang van natuurlijke kanaalsystemen met gebarsten beerputten etc., het omwerken van den grond bij aardwerken, het medeslepen van bacteriënhoudende stoffen door dieren, die in de diepte leven enz., welke omstandigheden bovendien slechts een zeer beperkten invloed kunnen hebben, — dan zijn die moeielijkheden inderdaad belangrijk te noemen. De bacteriën komen meestal allereerst met de bodemoppervlakte in aanraking. Uit zinkputten en dergelijken, geraken ook vele dadelijk in eenigszins diepere lagen (1—3 M. onder de oppervlakte), waar zij de naaste omgeving sterk impregneeren.

Tot het verder doordringen dezer organismen in den bodem, in vertikale of horizontale richting, kunnen een aantal invloeden werkzaam zijn.

Zelfs bij de sterke vermeerdering, die de bacteriën in den bodem ondergaan, komt eene actieve

(1) BEUMER, Deutsche Medicin. Wochenschr. 8 Juli 1886.

(2) C. FLÜGGE, Die Micro-organismen mit besonderer Berücksicht. der Aetiologie der Infections Krankheiten. Leipzig 1886. S. 566.

uitbreiding door voortteeling niet in aanmerking. Het buitengewoon groote oppervlak, dat een poreuzen bodem vertegenwoordigt, kan slecht een uiterst langzaam voorschrijden der vegetaties toelaten.

Een passieve verplaatsing zou door lucht- of vochtstroomingen kunnen worden veroorzaakt.

Dat zelfs sterke luchtstroomen niet in staat zijn een enkele levensvatbare kiem, door een volkomen drogen bodemlaag van enkele centimeters te drijven, is proefondervindelijk bewezen door NÄGELI (1), RENK (2) SOYKA (3). PFEIFFER (4) en anderen. Van de zwakke luchtstroomen in den bodem, die bovendien altijd eenigszins vochtig is, is dat derhalve nog minder te verwachten. Inderdaad is ook bij onderzoekingen van HANS BUCHNER (2), en van RENK (2) gebleken, dat geaspireerde bodemlucht geen levensvatbare kiemen bevat.

De invloed van vochtstroomen is eveneens aan het experiment getoetst, zooals iets vroeger reeds is medegedeeld. Bij het toen aangevoerde kan nog worden vermeld, dat v. FODOR (5) uit zijne proeven afleidt, dat als het grondwater na een hoogen stand gaat dalen, daardoor bacteriën van

(1) Die niederen Pilze, S. 169.

(2) Bacteriën und Grundwasser. Archiv f. Hygiene Bd. 4, S. 33.

(3) FLÜGGE, l. c. S. 567.

(4) FLÜGGE, l. c. S. 567.

(5) Luft, Baden u. Wasser, II S. 26.

de oppervlakte in de diepte medegesleept kunnen worden, en dat SOYKA (1) beweert, dat door de capillaire vochtstroom bacteriën uit het grondwater in hooger gelegen lagen kunnen worden gebracht, welke meening echter door PFEIFFER (2) wordt bestreden.

Vatten we samen hetgeen onze beschouwingen over de voorwaarden, die de koolzuur-ontwikkeling in den bodem beheerschen, ons leeren, dan komen wij tot de volgende slotsom.

De lagere organismen, aan wier bestaan de koolzuurvorming in den bodem is gebonden, worden in de oppervlakkige aardlagen in veel grooter getal gevonden, dan in de diepte, waar zij, hetzij zeer schaars zijn of bijna geheel ontbreken.

In den zomer, den tijd het meest voor de ontwikkeling en vermenigvuldiging dezer organismen geschikt, is de temperatuur lager in de diepte dan in de bodemlagen, die nabij de oppervlakte zijn gelegen.

Ook het voedingsmaterieel is in grooter hoeveelheid aanwezig in de bovenlagen, dan dieper in den bodem.

Alleen de vochtigheidstoestand, die in de beneden lagen steeds gelijk blijft, is daar somtijds relatief gunstiger, wegens het afwisselend bestaan

(1) Prager medicin, Wochenschr. 1885 N°. 28—31.

(2) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 1. S. 394.

en ontbreken eener verdampingszone aan de oppervlakte.

De drie eerstgenoemde omstandigheden zouden doen verwachten een krachtiger koolzuurproductie in de bovenlagen, dan in de diepte. Dat de vochtigheidstoestand hier steeds gunstig is, kan in die verwachting geen verandering brengen, want boven zagen wij reeds, dat de koolzuurproductie wordt beheerscht door den factor, die in minimum voorhanden is. Integendeel het eigenaardige beeld, dat de bodem ten opzichte van zijn vochtigheidstoestand aanbiedt, komt deze verwachting steunen. Immers juist de vroeger besproken coïncidentie van een maximum in het aangetroffen koolzuurgehalte, met de afwezigheid eener verdampingszone, en van een minimum met het bestaan dezer zone wijst aan, dat op de werkelijke hoeveelheid van het koolzuur in den bodem aanwezig, een overwegenden invloed wordt uitgeoefend door het al of niet gunstige der productievoorwaarden in de bovenste lagen.

Maar niet alleen mag men verwachten, dat in de benedenlagen de koolzuurvorming minder krachtig zal zijn dan in den bovengrond, op zekere diepte zal zij zelfs geheel moeten ontbreken. Want — *ex nihilo nihil fit* — een koolzuurproductie, die gebonden is aan het leven van lagere organismen, kan niet plaats grijpen dáár waar die organismen afwezig zijn.

In den aanvang van dit geschrift hebben we gezien, dat juist dáár in den regel het meeste koolzuur werd aangetroffen, waar, zooals nu is gebleken, dat gas alleen in minimale kwantiteit, of zelfs in het geheel niet kan zijn gevormd. Reeds vroeger is vermeld, hoe RENK heeft bewezen, door het geheel ondergeschikte belang van dien factor aan te toonen, dat v. FODOR niet het recht had het vinden eener grootere hoeveelheid koolzuur in de diepte, toe te schrijven aan den minder merkbaaren invloed der ventilatie, naarmate de bodemlaag dikker is. Maar als v. FODOR had vermoed, dat in de diepte geen koolzuur wordt geproduceerd, had hij dat denkbeeld zelfs niet kunnen opperen.

Bestaat er nu tegenspraak tusschen de onderzoekingen, die tot het resultaat leiden, dat het koolzuur in de bovenste lagen wordt geproduceerd; en die andere waarnemingen, die als regel aangaven het vinden van de grootste hoeveelheid koolzuur in de diepte?

Professor FORSTER heeft steeds het tegendeel gemeend. Bij gelegenheid van een onderzoek (1) naar den samenhang der lucht in bodem en woonhuizen, merkte Z. H. G. op, dat koolzuur, ontwikkeld in het bovengedeelte van een vertrek, in hoofdzaak naar den bodem zinkt. Het kool-

(1) Ztschr. f. Biol. Bd. XI S. 392. 1875.

zuur, gevormd in een vat gevuld met gistend druivensap, kon ontwijken uit het spondegat. Niet tegenstaande dit laatste zich nabij het gewelf van den kelder bevond, werd in de bovenste luchtlagen van den kelder minder koolzuur gevonden dan ter halver hoogte, en dáár ter plaatse minder dan op den bodem. Ja, de lucht op den bodem van een zijvertrek, op een punt ruim 12 Meter van de koolzuurbron verwijderd, bevatte nog meer koolzuur dan de bovenste luchtlagen in de onmiddelijke nabijheid daarvan.

Dit feit wekt geen verbazing, als men zich een proef herinnert, waarmede bij het scheikunde-onderwijs wordt aangetoond, dat koolzuur zwaarder is dan dampkringslucht: van twee gelijke cylinder glazen wordt één met koolzuur gevuld; na de vulling is het mogelijk het koolzuur uit het eerste glas over te gieten in het tweede, alsof het gas een vloeistof ware; het bewijs wordt geleverd doordat een vlam wordt uitgedoofd.

Ook SUDAKOFF constateerde bij een ander onderzoek, dat het koolzuur in de dampkringslucht de laagste plaatsen opzoekt (1).

Professor FORSTER werd door zijne observatie op het denkbeeld gebracht, dat wellicht ook in den bodem, in den regel, een zinken van het specifiek zware koolzuur plaats grijpt. Mag men dat aannemen, dan verdwijnt alle schijnbare tegen-

(1) Archiv f. Hygiene. Bd. 5 S. 181.

stijdigheid tusschen de plaats van de productie van het koolzuur, en de plaats, waar het wordt aangetroffen.

Reeds voor lang had prof. FORSTER gewenscht het besproken vraagstuk aan een onderzoek te onderwerpen, maar was tot dusver verhinderd daaraan uitvoering te geven.

Op het einde van het jaar 1885 werd Z. H. G. opnieuw aan de bestaande leemte herinnerd, naar aanleiding van een advies, hem gevraagd over de hygienische geschiktheid van een zeker stuk grond als bouwterrein voor een nieuw gasthuis. Toen ik nu ongeveer tegelijkertijd Z. H. G. over de keus van een onderwerp voor mijn proefschrift raadpleegde, werd mij het onderhavige voorgeslagen.

Het zij mij hier vergund, aan prof. FORSTER mijne erkentelijkheid er voor te betuigen, dat hij mij de bewerking van dit onderwerp heeft willen toevertrouwen, alsmede voor de krachtdadige hulp, mij bij het onderzoek en bij de samenstelling van dit proefschrift verleend.

Ook is het mij eene behoefte dr. SALTET te bedanken voor zijne hulpvaardigheid, en voor de belangstelling, waarmede hij voortdurend den gang van het onderzoek heeft gevolgd.

BESCHRIJVING DER EXPERIMENTEN.

Nadat eerst een aantal gewichtsanalysen van eenige watersoorten en enkele voedingsmiddelen waren verricht, als oefening in kwantitatief chemisch onderzoek, werd in Januari 1886 met ons onderzoek een begin gemaakt. Allereerst werd nagegaan of het mogelijk was, ook voor betrekkelijk geringe kwantiteiten koolzuur, aan te toonen, dat dit gas in aanraking met dampkringslucht de laagste plaatsen opzoekt. Voor het doel werd gebruik gemaakt van het volgende toestel. In een houten kistje dat voor emballage had gediend en waarvan de afmetingen resp. 34, 36 en 50 cM. bedroegen, werd in één der kleinste zijvlakken onmiddellijk bij den bodem een gat gemaakt, groot genoeg om daarin te kunnen opne-

men het horizontaal omgebogen bovineinde van een vertikaal geplaatsten zinken pijp, lang 2 M. en 8 cM. in doorsnede. Het kistje, dat van boven open was, werd horizontaal op een daartoe gemaakte verhevenheid geplaatst, met een stuk kopergaas bedekt en de pijp luchtdicht in de gemaakte opening bevestigd. De naden van het kistje werden niet dichtgestopt, maar de pijp werd op de soldeerplaatsen behoorlijk met lijnmeelpap bedekt. Het bovineinde der buis stak zóóver in het kistje uit, dat het mogelijk was aan de binnenzijde van het kistje de pijp met een kap van hetzelfde metaal af te sluiten.

In het benedeneinde werd geplaatst de hals van een glazen kolf, overeenkomende met die, welke door VON PETTENKOFER zijn aanbevolen voor het onderzoek van het koolzuurgehalte in de lucht. De rand der buis raakte daarbij aan het bovendeel van den buik der kolf. Op die plaats werd eveneens eene luchtdichte sluiting te weeggebracht met behulp van lijnmeelpap.

De toestel werd geplaatst in de collegezaal, waar wegens de Kerstvacantie niet werd gestookt. Vóór het begin van elke waarneming werd de pijp en drie kolven door lucht inblazen met kamerlucht gevuld. Vervolgens werd één der kolven onder de pijp bevestigd, het bovineinde daarvan met de zinken kap bedekt en de verbinding met vet luchtdicht sluitend gemaakt.

Aan het zinken deksel was een touw bevestigd, dat aan den tegenovergestelden zijwand over den rand van het kistje hing. Daarna werd door middel van een glazen buis, die met een bocht over den rand van het kistje naar binnen liep en ongeveer midden op den bodem daarvan uitmondde, koolzuur gas uit eene ontwikkelingsflesch in het kistje geleid. Nadat de caoutchoucverbinding met de ontwikkelingsflesch verbroken en de flesch zelf weggenomen was, werd nu door voorzichtig aan het touw te trekken het deksel van de pijp afgetrokken. De inrichting was zoo gemaakt, dat dit zonder eenige krachtsinspanning kon geschieden en daardoor was het mogelijk communicatie tusschen de lucht in het kistje en in de pijp tot stand te brengen, zonder daarin een luchtstroom van noemenswaardige beteekenis te verwekken.

Na eenigen tijd werd de kolf van den toestel weggenomen, en op de wijze als door VON PETTENKOFER is aangegeven (rosolzuur als indicator) het koolzuurgehalte bepaald van de lucht daarin aanwezig. Vooraf was hetzelfde verricht met de beide andere kolven, die gelijktijdig met kamerlucht waren gevuld.

In de volgende tabellen zijn de getallen opgegeven voor de kamerlucht, gemiddelden van dubbel bepalingen

I. $\frac{9}{1}$ '86 collegezaal koolzuurontwikkeling gedurende geruimen tijd. Kolf weggenomen 24 uur na het herstellen der gemeenschap tusschen kistje en pijp.

C.c. CO_2 per Liter.

KAMERLUCHT.	PIJPLUCHT.
0,36	3,93

II. $\frac{11}{1}$ '86 collegezaal; toestel gevuld met lucht; koolzuur ontwikkeling gedurende een uur. De kolf werd na geringer tijdsverloop weggenomen en herhaaldelijk door een andere vervangen. Vóór elke verwisseling werden telkens drietallen van kolven met kamerlucht gevuld.

C.c. koolzuur per Liter.

KAMERLUCHT.	PIJPLUCHT.	KOLF WEGGENOMEN NA
0,38	10,10	2 uur.
0,39	1,84	4 "
0,47 ⁷	0,48 ³	6 "
0,42	0,35	22 "
	0,26	26 "

Uit deze tabellen blijkt, dat steeds vermeerdering van het koolzuurgehalte in de ondergeplaatste kolven werd geconstateerd met uitzondering van de beide laatste cijfers, die een geringer koolzuur-

gehalte aanwijzen dan, blijkens de contrôle bepalingen, na de vulling met kamerlucht daarin werd gevonden. Dit bevreemdingwekkende feit werd toegeschreven aan de wijze, waarop de lucht-afsluiting aan het ondereinde der pijp was tot stand gebracht. De vochtige lijnmeelpap is in staat een deel van het koolzuur uit de naast bijgelegen gedeelten van pijp en kolf te absorbeeren. Dat zal niet merkbaar zijn zolang er eene groote hoeveelheid koolzuur van boven toevloeit, maar zoodra door diffusie de belangrijke verschillen zijn verdwenen, wat blijkens de tweede tabel bij het telkens verwisselen der kolven reeds na zes uur het geval was, zal deze invloed een minus aan koolzuur moeten te weeg brengen. Dit verbindingsmiddel werd daarom in het vervolg niet meer gebruikt.

Om het dichtsmeren langs de soldeerplaten niet meer noodig te maken, werd in plaats van de buis, die voorde eerste voorloopige proeven was gebruikt en reeds vroeger voor andere onderzoeken had gediend, een opzettelijk voor het doel vervaardigden rechten cilinder van gelijke afmetingen genomen, die goed was dicht gesoldeerd op de verbindingsplaatsen van het metaal. Het gat in het kistje werd nu gesloten en in plaats daarvan eene even groote opening in den bodem uitgezaagd, ten einde eene voorgenomen vulling met zand gemakkelijk te maken. De cilinder werd

daarin op overeenkomstige wijze bevestigd als bij de eerste inrichting, maar de naad tusschen metaal en hout met geenerlei bindmiddel afgesloten.

Nog ééne waarneming werd in de nietgestookte collegezaal gedaan. Daarna moest wegens het eindigen der vacantie de toestel daaruit worden verwijderd. Zij werd toen op den zolder van het instituut geplaatst, waar zelfs de gelegenheid tot stoken ontbreekt.

Om de buis met zand gevuld vertikaal te kunnen plaatsen en toch van onderen het luchtontwijken mogelijk te maken, was een cilinder van zink vervaardigd van anderhalf c.M. hoogte, volkomen sluitende in het uiteinde van den grooten cilinder en beneden afgesloten door fijn kopergaas. Twee op diametrale punten geplaatste ringetjes maakten het mogelijk zoo noodig dit sluitstuk uit de buis te trekken. Zoowel tot steun van het kopergaas, als om de verbinding tot stand te kunnen brengen met de kolven, wier halzen nu niet meer in de buis konden uitsteken, werd om het benedeneinde sluitend aangebracht een kapje van hetzelfde metaal, maar welks bodem niet geheel was gesloten. In het midden daarvan was namelijk een cilindervormig verlengstuk vastgesoldeerd, ter wijidte van de halzen der kolven. Dit gedeelte was slechts enkele c.M. lang; tegen den rand daarvan werd de bovenrand van den hals eener kolf aangedrukt en met behulp van caoutchouc

beide luchtdicht verbonden. Aldus werd de fout vermeden, die het gevolg was van de mogelijke koolzuurabsorptie door vochtige lijnmeelpap.

Vóór het begin der nu volgende proef werden zeven kolven met kamerlucht gevuld, waarvan twee werden gebruikt voor eene dubbelbepaling van het koolzuurgehalte daarin. Toen de laatste van de vijf overige kolven moest worden weggenomen, werden vooraf op nieuw drie kolven met kamerlucht gevuld; twee daarvan werden gebruikt, om het koolzuurgehalte der kamerlucht aan het eind der proef te leeren kennen en, de derde werd in plaats van die, welke moest worden verwijderd, onder de pijp geplaatst.

III. $^{24}/_1$, '86 collegezaal; koolzuurontwikkeling gedurende een uur; buis met zand gevuld:

C.c. koolzuur per Liter.

KAMERLUCHT.	PIJPLUCHT.	KOLF WEGGENOMEN NA
0,40	0,49	1 uur.
0,40	0,46	2 "
0,40	0,42	3 "
0,40	0,72	4 "
0,40	0,53	5 "
0,52	0,43	7 ⁵ "

Ook hier wordt gedurende de eerste uren eene vermeerdering van het koolzuurgehalte der tel-

kens weggenomen kolven waargenomen, hetgeen weer bewijst, dat gedurende dien tijd koolzuur uit het benedeneinde der buis is gestroomd. De kolf die na vijf uur werd weggenomen, blijkt geen hooger koolzuurgehalte te hebben gehad dan op dat oogenblik in de kamerlucht werd aangetoond.

Toen was de diffusie dus reeds tot stand gekomen. Merkwaardig is het nu dat we in de kolf, na dit tijdstip weggenomen, wederom een geringer koolzuurgehalte vinden, dan de lucht bevatte, waarmede zij was gevuld geworden. De fout, waaraan vroeger het minus aan koolzuur werd toegeschreven, was nu vermeden, zoodat een andere oorzaak moest worden opgezocht. We hebben gemeend die te vinden in de omstandigheid, dat niet volkomen droog zand was gebruikt, waarvan men evenzeer koolzuurabsorptie kan verwachten als van lijnmeelpap.

Dat er geen regelmaat valt te bespeuren in de vermeerdering van het koolzuurgehalte der kolven is niet te verwonderen. Haar inhoud wisselde af van ongeveer 3800 c. c. tot 4800 c. c., zoodat gelijke hoeveelheden binnengevloeid koolzuur in verschillende kolven eene ongelijke verhooging van gehalte moesten teweeg brengen.

Daar de toestel voor het vervoer naar den zolder toch moest worden afgebroken, werd besloten bij de hernieuwde vulling zand te gebruiken, dat bij omstreeks 80° C. was gedroogd. De

fout afhankelijk van de vochtigheid van het zand werd hierdoor tot een minimum gereduceerd.

Het was te voorzien, dat het gasmengsel, aanwezig in het poriën-volume van het zand, niet zoo gemakkelijk door kamerlucht zou kunnen worden vervangen, als de lucht in de pijp zonder zand. Daarom werd er zelfs geheel van afgezien telkens te trachten om de koolzuurrijke lucht te verdrijven. Op gezette tijden werd gedurende eenige achtereenvolgende dagen koolzuur ontwikkeld, en, op de wijze boven beschreven, nagegaan of van onderen een uitstroomen van dat gas kon worden aangetoond. Het resultaat is opgeteekend in de volgende tabel.

IV. $\frac{1}{2}$ '86 zolder; buis met zand gevuld.

C.c. koolzuur per Liter.

DATUM.	KAMERLUCHT.	PIJPLUCHT.	KOLF WEGGENOMEN TE	KOOLZUUR ONTWIKK. TE
$\frac{1}{2}$ '86	0,47	0,56	5 u. (ondergeplaatst te 1 uur)	11 u. en 5 u.
$\frac{2}{2}$ —	0,46	1,10	9 —	9 u. en 3 u.
— —	0,59	0,96	3 —	9, 1 en 5 u.
$\frac{3}{2}$ —	0,45	3,39	9 —	
$\frac{4}{2}$ —	0,72	5,21	1 —	

Even als in de andere tabellen wijzen de getallen, voor de kamerlucht opgegeven, het koolzuurgehalte daarvan aan op het oogenblik van de vulling der kolven, waarvan het koolzuurgehalte onderling wordt vergeleken.

Bij een volgende proef werd ook het kistje met zand gevuld. De aanvoerbuis van het koolzuur werd diep onder het zand begraven en langzamerhand eene gemeten hoeveelheid koolzuur daar in geleid. Weer was er voor gezorgd, dat zonder noemenswaardige inspanning het deksel van het bovineinde der buis kon worden afgetrokken. Dit geschiedde evenwel alleen, nadat de eerste maal koolzuur was binnengeleid. Later tijdens de proef werd het zand niet meer aangeraakt. Toch mag men niet aannemen, dat het koolzuur, alstoen binnengeleid, door de zandlaag gedreven is tengevolge van de kracht, waarmede het uitstroomde. Immers deze was uiterst gering (als de uitvloeioopening werd dicht gehouden, steeg de vochtkolom in een watermanometer hoogstens 3 à 4 cM.) en bovendien was de monding van de aanvoerbuis noch in de onmiddellijke nabijheid van, noch gericht op de opening der pijp.

V. $10\frac{1}{2}$ '86; zolder; zand in pijp en kist.

C. c. Koolzuur per Liter.

DATUM.	KAMERLUCHT.	PIJP LUCHT.	KOLF WEGGE- NOMEN TE	KOOLZUUR BINNENGELEID.
$10\frac{1}{2}$ '86	—	—	—	13 L. v. 12—5 u.
$11\frac{1}{2}$ —	0,54	1,84	1 u.	26 L. v. 12—5 u.
$12\frac{1}{2}$ —	—	2,28	2 —	—

Ook uit de twee laatstetabellen blijkt dat koolzuur uit de benedenopening der buis is weggevloeid.

Bij de dubbelbepalingen der kamerlucht in deze vijf tabellen, naderde de fout twee maal de waarde van 0,05 cM. p. L., maar was in den regel de helft daarvan. Zij is te groot, vergeleken bij de nauwkeurigheid, die kan worden verkregen, eene omstandigheid, die vermoedelijk moet worden geweten aan eene te geringe bedrevenheid in de methode bij den aanvang van het onderzoek, daar later veel geringer fouten werden geconstateerd. Een enkele blik op de tabellen is voldoende om te doen zien, dat de besproken fout geen invloed kan hebben op het resultaat uit de tabellen afgeleid.

De voorloopige onderzoekingen, tot dusver vermeld, leeren dus, dat koolzuur niet alleen in de lucht naar beneden zakt, maar zij maken het zelfs in hooge mate waarschijnlijk, dat koolzuur, boven of in de oppervlakkige lagen eener zandmassa ontwikkeld, door een zandlaag van 2 M. hoogte heen zinken kan.

Op volledige bewijskracht kunnen zij evenwel niet bogen. De mogelijkheid eener koolzuurvorming in het zand zelf was niet buiten gesloten. Bovendien verschillen de omstandigheden, waaronder de proeven werden genomen, te veel van de toestanden, gelijk die in de natuur voorkomen, dan dat men het recht zou hebben besluiten er uit te trekken aangaande de verschijnselen in den natuurlijken bodem. Daarom werden de experimen-

ten op zoodanige wijze herhaald, dat aan de besproken bezwaren werd te gemoet gekomen.

Het definitieve onderzoek werd ingericht als volgt. Het gebouw waarin het instituut is gevestigd, vormt aan de achterzijde noordoost-waarts een inspringenden hoek. Op de tweede verdieping bevindt zich aldaar een plat dak en aan de oostkant daarvan ongeveer twee meters hooger een afdak, met geringen hellingshoek (hoogstens 10^0). Daar werd de volgende toestel geplaatst.

Een zinken bak lang 1.5 M., breed 1 M. en 30 cM. hoog, werd op het afdak geplaatst en aan den rand. Deze bak was zoodanig geconstrueerd, dat de bodem van voren uitliep in eene omgekeerde afgeknotte vierzijdige pyramide met open basis, waarvan het nauwe gedeelte op 25 cM. afstand van het nivean van dien bodem overging in een cilinder van hetzelfde metaal: dezelfde, die voor de proeven op den zolder had dienst gedaan.

De ruim twee meter lange buis werd langs de muur naar beneden geleid en eindigde ongeveer 50 cM. boven het niveau van het platte dak. De inrichting van onderen was analoog met de vroeger gebruikte, alleen werd de ring waaraan het koper-gaas was bevestigd, alsnu met eene bajonetsluiting in de buis bevestigd. De bak kon worden bedekt met een deksel van hetzelfde metaal.

Nadat de toestel goed gereinigd was, geschiedde de vulling aldus:

Eene groote hoeveelheid zand werd uitgewaschen. In ondiepe keulsche potten werden kleine gedeelten daarvan met water begoten en gedurende eenige minuten met een stok sterk omgeroerd. Na even bezinken, waarbij het fijnste zand nog zwevend was gebleven, werd het vuile water afgeschonken en deze bewerking driemaal herhaald. Het aldus behandelde zand werd met verdund zoutzuur overgoten; na duchtig omroeren werd het geruimen tijd aan zich zelf overgelaten totdat hernieuwd omroeren geen opbruischen meer veroorzaakte. Vervolgens werd het zuur verwijderd en het zand op de vermelde wijze weer zoo lang uitgewasschen, totdat het resteerende vocht geen zure reactie meer vertoonde. Daarna werd op het zand eene sublimaat-oplossing van ongeveer $\frac{1}{1000}$ gegoten en weer sterk omgeroerd. Alles bleef nu 24 uur staan; dan werd nog eens omgeroerd, het vocht afgegoten en het zand eerst aan de zonnehitte en daarna op het waterbad gedroogd. Op gelijke wijze werd ongeveer de halve hoeveelheid kiezel behandeld. Na kiezel en zand gemengd te hebben werd het mengsel door den bovenbeschreventrechter in de buis gebracht, totdat de geheele buis was gevuld, en bovendien het onderste gedeelte van den trechter een handbreed hoog.

Een andere hoeveelheid zand werd alleen uitgewasschen, met zuur uitgetrokken en, door uit-

wasschen met water van zuur bevrijd. Na gedroogd te zijn, werd deze massa boven het andere zand uitgestort en vormde daarboven een laag van ongeveer vijf centimeter.

Het overige gedeelte van den trechter werd ruim aangevuld met zand, dat eenvoudig uitgewasschen en gedroogd was. Deze laag werd bedekt met gewoon zand, waarmede ook de bodem van de zinken bak werd voorzien. De dikte van die laag was ongeveer 5 cM.

Boven dat zand werd een laag tuinaarde uitgestort gemiddeld 13 cM. dik. Tengevolge van de vulling der pijp met gesteriliseerd en droog kiezelzand, waaruit de carbonaten vooraf waren verwijderd, was de zekerheid verkregen dat koolzuurvorming in de buis zelf niet kon plaats grijpen. De andere zandlagen strekten om eene deugdelijke scheiding teweeg te brengen tusschen het sublimaat-zand en de tuinaarde. Door die scheiding werd verhinderd dat door het sublimaat een naeeligen invloed op de koolzuurproductie kon worden uitgeoefend en daardoor werd tevens er voor gezorgd dat het kiezelzand steriel bleef. Mocht dus nu een uitstroomen van koolzuur worden aangetoond, dan kon dat nergens anders dan van de oppervlakte afkomstig zijn.

De inrichting, gelijk die boven is beschreven, was in het laatst van Juni gereed gekomen en de temperatuur der buitenlucht was toen ook hoog

genoeg, om eene eenigszins rijkelijke koolzuur-ontwikkeling in de tuinaarde te kunnen verwachten. Twee dagen voor de eerste waarneming werd met een gieter drie liter water over de oppervlakte der tuinaarde verdeeld. Den volgenden dag werden drie kolven met buitenlucht gevuld; in twee daarvan werd het koolzuurgehalte bepaald en de derde werd onder de pijp geplaatst, die tot op dat oogenblik met een kapje van onderen was afgesloten.

Gelijktijdig met het wegnemen van een kolf werd het koolzuurgehalte der lucht bepaald in de tuinaarde, die de oppervlakte uitmaakte der ruim twee meter hooge zandkolom. Daartoe werd een glazen buis ongeveer 10 c.M. diep in de tuinaarde gestoken, en deze in verband gebracht met een koolzuurbuis van VON PETTENKOFER, die eene slappe barytoplossing van bekend gehalte bevatte en die aan het andere einde verbonden was met een aspirator.

Vooraf was de aanvoerbuis met tuinaardelucht gevuld.

Nadat de verbindingen goed waren gesloten, werd in ruim een uur tijds 1 Liter van het water uit den aspirator afgetapt, en later uit het verbruikte baryt, volgens de bekende wijze, de hoeveelheid koolzuur berekend. Eenige malen werd tweemaal per dag aardlucht geaspireerd. De kolven werden telkens 24 uur na de plaatsing weggenomen.

I. Buiten; tuinaarde in den bak, steriel zand in de buis; aarde begoten 28.6.'86, kolf geplaatst 29.6.'86.

C. c. koolzuur per Liter.			
DATUM.	AARDLUCHT.	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
30 Juni.	1.78	0.35 ⁵	0.45
1 Juli.	<i>a.</i> 1.29	0.41 ⁸	0.45
	<i>b.</i> 1.17		
2 —	1.55	0.41 ⁸	0.39

Na het verwijderen van de laatste kolf werd de tuinaarde begoten met drie liter eener gistende druivensuikeroplossing. Dadelijk steeg nu het koolzuurgehalte der aardlucht.

Wegens de uiterst geringe fout, de eerste maal bij de dubbelbepaling der buitenlucht geconstateerd, werden daarna zes kolven gelijktijdig met buitenlucht gevuld, dadelijk twee daarvan gebruikt voor de dubbelbepaling en de vier andere goed gesloten bewaard en achtereenvolgens onder de pijp bevestigd. Vandaar dat de cijfers van vier achtereenvolgende pijpluchtbepalingen moeten worden vergeleken met getallen voor de buitenlucht die aan elkaar gelijk zijn.

II. Buiten; tuinaarde in den bak, steriel zand in de buis; aarde begoten met gistende druiven-suikeroplossing 2.7/86; kolf gelijktijdig geplaatst.

C. c. koolzuur per Liter.			
DATUM.	AARDLUCHT.	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
3 Juli.	3.44	0.41 ⁵	0.43 ⁶
5 —	<i>a.</i> 4.55 <i>b.</i> 4.55	0.41 ⁸	0.64 ³
6 —	<i>a.</i> 2.83 <i>b.</i> 1.96	0.38 ⁴	×

Uit de twee tabellen ziet men, dat reeds bij een gering koolzuurgehalte der aardlucht koolzuur van onderen uit de pijp stroomde en dat de hoeveelheid die uitstroomde belangrijk toenam, toen de koolzuur-ontwikkeling in de tuinaarde krachtiger was geworden. Het negatieve resultaat, hetwelk de derde getallenreeks der eerste tabel aanwijst, kan natuurlijk de positieve resultaten niet verzwakken. Allerwaarschijnlijkst moet hier aan eene fout worden gedacht, en men kan zelfs vermoeden, waar die zal hebben geschuld. Het koolzuurgehalte der buitenlucht op de plaats, waar de kolven werden gevuld, was aan vrij sterke schommelingen onderhevig, zooals uit de getallen blijkt. De oorzaak daarvan moet worden gezocht in het groot aantal schoorsteenen, dat zich bevond in de onmiddellijke nabijheid van de plaats waar de experimenten werden verricht.

De dag voorafgaande aan dien, waarop het nega-

tieve resultaat werd gevonden vertoont in de tabel een zeer laag koolzuurgehalte der aardlucht. In de 24 uren daarop volgende mocht dus geen krachtigen stroom van zinkend koolzuur worden verwacht. Neemt men nu aan, dat het koolzuur-gehalte der buitenlucht op 2 Juli weer belangrijk lager was dan $0,41^8$ c.c. per Liter dan zal bij het verwisselen der kolven, hoe snel dit overigens ook geschiedde, een windstoot voldoende zijn geweest om zooveel koolzuur uit de kolf weg te zuigen dat de geringe hoeveelheid, die van boven toevloede, niet toereikend was om het verlies te dekken. Ook zou men zich kunnen voorstellen dat de kolven bij het staan koolzuur hadden verloren niettegenstaande zij met glazen plaat en caoutchouc kappen waren gesloten. Er werd daarom besloten bij de volgende proeven het gehalte der buitenlucht te bepalen aan het begin en aan het einde van elke serie kolven.

In plaats van een getal bevat de kolom voor de pijplucht op 6 Juli een kruisje. De bepaling voor dien dag ging verloren. De zinken bak was meestal grootendeels open en werd alleen als regen dreigde met het deksel gesloten. Op 5 Juli was 's avonds deze voorzorgsmaatregel verzuimd daar schijnbaar geen regen was te verwachten. In den nacht daaropvolgende brak er een onweer los, dat vergezeld ging van een zoo hevigen stortregen dat de inhoud van den zinken bak geheel door-

drenkt werd. Des morgens kon men reeds waarnemen dat er vocht uit de pijp druppelde en in den namiddag liep het er met een kleine straal uit.

Meer dan een week daarna kon nog altijd afdruppelen van vocht uit de buis worden waargenomen, zoodat alleen daarom reeds de toestel geheel onbruikbaar was geworden. Maar ook al had het genoemde bezwaar niet bestaan, de waarborgen, die we bij de samenstelling er van hadden beoogd, ontbraken nu toch geheel, daar het nu mogelijk was dat het zand, in de pijp aanwezig, had opgehouden steriel te zijn en dus eene koolzuurvorming in de diepere lagen van ons toestel niet meer ondenkbaar was. Er bleef dus niets anders over dan alles uit elkaar te nemen en opnieuw den toestel voor het doel interichten,

In het laatst van Augustus konden de proeven worden hervat. Om ook dubbelbepalingen te kunnen maken van het uitgevloeide koolzuur, was er nu voor gezorgd dat de pijp zoodanig kon worden verlengd dat zij eindigde in twee armen, waaraan twee kolven konden worden bevestigd, op dezelfde wijze als vroeger aan het uiteinde der pijp één kolf kon worden vastgemaakt.

III. Buiten; tuinaarde in den bak, steriel zand in de pijp; aarde begoten met gistende druivensuikeroplossing en eerste kolf geplaatst, 27.8.'86; alle kolven gelijktijdig gevuld; bepaling der buitenlucht aan het begin en aan het einde der serie.

DATUM.	C. c. koolzuur per Liter.	
	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
28 Aug.	0.32 ⁷	0.43 ⁵
29 —	0.32 ⁸	0.35 ³
30 —	0.32 ⁹	0.51 ³
31 —	0.33 ⁰	a. 0.40 ⁸
		b. 0.38 ⁶

De tusschenliggende cijfers voor de buitenlucht zijn door interpolatie verkregen.

IV. als voren; 31.8.'86 de eerste kolf der serie geplaatst.

DATUM.	C. c. koolzuur per Liter.	
	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
1 Sept.	0.33 ⁰	0.45 ⁸
2 —	0.31 ⁹	0.49 ⁷
3 —	0.30 ⁸	0.49 ⁹
4 —	0.29 ⁷	a. 0.37 ¹
		b. 0.34 ⁸

Bij de volgende serie werd alleen aan het begin het koolzuurgehalte der buitenlucht bepaald.

In den nacht van 5 op 6 September had het ge regend en bij één der kolven was regenwater tusschen het zink en het caoutchouc-omhulsel naar binnen doorgesijpelt. In die kolf werd daarom een lager koolzuurgehalte gevonden.

V. Als voren; de eerste kolven geplaatst 5.9./86.

DATUM.	C. c. koolzuur per Liter.		
	AARDLUCHT.	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
4 Sept.	2.10	—	—
5 —	—	0.29 ⁸	—
6 —	2.07 ¹	"	<i>a.</i> 0.27 ¹ <i>b.</i> 0.37 ⁶
7 —	2.12 ⁹	"	<i>a.</i> 0.32 ⁷ <i>b.</i> 0.30 ⁵
8 —	—	"	0.34 ³
9 —	1.59 ⁷	"	0.37 ⁹

Laten we kolf *a* van 6 Sept., waarbij vocht was gedrongen tusschen de caoutchouc verbinding en het pijpuiteinde, buiten beschouwing, dan mogen we ook uit de laatste tabellen afleiden, dat voortdurend koolzuur onder uit de pijp is gevloeid.

VI. Als voren; zeven kolven bijna gelijktijdig met buitenlucht gevuld; bepaling van het koolzuurgehalte der buitenlucht bij het begin en het einde der serie, en door interpolatie daaruit het getal voor 12 Sept. berekend; telkens bij het wegnemen van kolven werden andere geplaatst.

C. c. Koolzuur per Liter.			
DATUM.	AARDLUCHT.	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
10 Sept.	1.82 ⁷	0.30 ⁹	0.39 ²
12 "	1.96 ⁴	0.31 ⁴	a. 0.34 ⁶ b. 0.22 ³
13 "	1.25 ⁹	0.31 ⁶	a. 0.15 ³ b. 0.27 ³

In den nacht, die aan 12 Sept. voorafging, had het zwaar gedauwd en was er weer vocht gedrongen tusschen de verbinding van kolf *b* met de pijp. Om dit voor het vervolg zooveel mogelijk te verhinderen, werd de caoutchouc-verbinding nog met theelood omgeven en bovendien rondom de pijpuiteinden een stukje zink gesoldeerd, in de vorm eener parapluie, hetwelk een afdakje vormde van vijf cM. breedte.

VII. Alsvoren; zeven kolven bijna gelijktijdig gevuld; bepaling van het koolzuurgehalte der buitenlucht bij het begin en het einde.

C. c. koolzuur per Liter.		
DATUM.	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
14 Sept.	0.36 ⁴	0.29 ⁰
15 "	0.38 ¹	a. 0.27 ⁷ b. 0.25 ⁷
18 "	0.41 ⁶	a. 0.28 ⁷ b. 0.22 ²

Wegens het relatief groote verschil, gevonden tusschen de bepaling aan het begin en het einde der serie, werd in het vervolg weer telkens bij het plaatsen van een kolf tevens eene bepaling gemaakt van het gehalte der lucht, waarmede zij was gevuld.

VIII. Alsvoren; telkens na het wegnemen eener kolf werd dadelijk een nieuwe geplaatst.

DATUM.	C. c. koolzuur per Liter.	
	BUITENLUCHT.	PIJPLUCHT.
19 Sept.	0.31 ⁴	0.27 ²
21 "	0.35 ⁷	0.23 ⁶
25 "	0.34 ³	0.39 ⁵
28 "	×	a. 0.36 ⁴ b. 0.30 ⁷
4 Oct.	0.35 ⁴	a. 0.23 b. 0.26
9 "	0.36 ⁷	a. 0.29 ⁰ b. 0.21 ⁷
14 "	0.32 ⁶	a. 0.22 ⁹ b. 0.18 ⁸
25 "	0.39 ⁵	a. 0.24 ² b. 0.21 ⁶

Uit de laatste tabellen blijkt, dat van af 12 September met uitzondering van de kolf, die op 25 September werd weggenomen, de kolven constant minder koolzuur bevatten, nadat zij eenigen tijd onder de pijp waren bevestigd geweest.

Wegens het constante van dit verschijnsel en wegens de groote overeenstemming, die er bestaat tusschen de cijfers, die voor de buitenlucht werden gevonden, mag hier niet aan fouten worden gedacht.

De temperatuur was echter dit jaar reeds in September zoo laag geworden, dat er slechts zeer weinig koolzuur in de tuinaarde zich kon ontwikkelen.

Bij de sterke afkoeling's nachts was het mogelijk, dat eenig vocht werd gecondenseerd in het deel van de pijp, hetwelk onmiddelijk aan de hals der kolf grensde. Onder die omstandigheden is het te begrijpen, dat er meer koolzuur aan de lucht eener kolf kan zijn onttrokken, dan er van boven toevloede.

Het besproken verschijnsel kan aan gevolgtrekkingen, uit de positieve resultaten af te leiden, geen afbreuk doen, maar wegens de standvastigheid ervan was het niet te verwachten, dat nog meer positieve uitkomsten zouden kunnen verkregen worden. Daarom werden de proeven gestaakt.

CONCLUSIE.

Uit onze experimenten is het gebleken, dat uit het benedeneinde der ruim twee meter hooge pijp koolzuur uitvloeide, zoolang de voorwaarden voor de productie daarvan in de tuinaarde aan de gunstig waren. Dat koolzuur kon niet zijn gevormd in de zinken pijp, die met sterielzand was gevuld. De carbonaten waren aan het zand onttrokken, verontreiniging van boven was onmogelijk gemaakt door de zandlagen, die het van de tuinaarde scheidden, en wegens het hooge sublimaatgehalte was het leven van lagere organismen daarin ook niet mogelijk. Het koolzuur kan daarom alleen uit de zinken bak afkomstig zijn.

Ook de omstandigheid, dat spoedig nadat eene vermeerdering van het koolzuur in de aardlucht kon worden aangetoond, eene grootere hoeveelheid koolzuur beneden uitstroomde, wijst daarop.

Onze proeven hebben dus het bewijs geleverd dat koolzuur, gevormd aan de oppervlakte van een bodem, door een zandlaag van bijna twee en een halve meter heenzinken kan. Dit werd waargenomen onder omstandigheden, die voor een zoodanig transport zeker niet gunstiger waren dan in den natuurlijken bodem bij gelijke bodemsoort.

Het koolzuur, dat in de diepere bodemlagen wordt aangetroffen, kan zich derhalve op deze wijze daar hebben opgehoopt. Brengen we dit feit in verband met de onwaarschijnlijkheid, ja onmogelijkheid, dat het in de diepte zou zijn gevormd of aan het grondwater ontleend, dan schijnt het ons toe, dat we het recht hebben met zekerheid te beweren, dat het koolzuur in de bodemlucht, zoowel wat in de oppervlakkige lagen wordt gevonden als hetgeen aanwezig is in de diepte, bijna uitsluitend ontstaat in de bodemlagen, die nabij de oppervlakte zijn gelegen. Het gradueel toenemen met de diepte kan dan worden toegeschreven aan den invloed der ventilatie. Op elk molecuul koolzuur in de bodemlucht werken twee krachten in tegengestelde richting. De zwaartekracht tracht het in de diepte te voeren; de ventilatie poogt het naar boven te verwijderen. Volgens de onderzoekingen van RENK (1) en

(1) Ztschr. f. B. Bd. 15. S. 205.

WELITSCHKOFISKY (1) neemt de doordringbaarheid van den bodem voor lucht met de dikte van de bodemlaag af. Naarmate koolzuurmoleculen dus dieper in den bodem zijn doorgedrongen, zullen zij van de twee krachten, die in tegenstelde richting werken, den invloed der ventilatie in geringer mate ondervinden. Daar de invloed der zwaartekracht steeds gelijk blijft zal ten slotte door deze omstandigheden worden veroorzaakt, dat in de diepte het koolzuur zich ophoopt.

(1) Archiv f. Hygiene Bd 2 S 483

N A S C H R I F T.

Nadat de proeven waren afgeloopen, heb ik kennis gekregen van een onderzoek door WOLLNY verricht, waarvan de resultaten in overeenstemming zijn met de uitkomsten, in dit geschrift neergelegd. WOLLNY gebruikt voor zijne proefnemingen cilinders met bodemlagen van een halven meter hoogte, waarvan de benedenhelft eene andere samenstelling bezat dan de bovenhelft. Zoo maakte hij acht combinaties. Bij vier daarvan bestond de benedenhelft uit een bodem, waarin weinig koolzuurvorming kon worden verwacht, uit zand en kiezel, terwijl de bovenhelft zoodanig was samengesteld, dat men daarin op eene krachtige koolzuurproductie kon rekenen. Bij de vier andere was alles juist omgekeerd.

Ijzeren buizen, die reikten tot het midden van elke helft, maakten het mogelijk bodemlucht te aspireeren zoowel uit een diepte van 12⁵ cM. als uit een diepte van 37⁵ cM.

WOLLNY bepaalde herhaaldelijk het koolzuur-gehalte der bodemlucht uit elke helft en hij trekt uit zijne uitkomsten het besluit, dat waarschijnlijk het koolzuur in bepaalde bodemsoorten gevormd, maar vooral dat wat geproduceerd wordt in bodem-gedeelten, die rijk zijn aan organische stof, zich kan verspreiden in de aangrenzende bodemlagen zoowel naar boven als naar beneden 1).

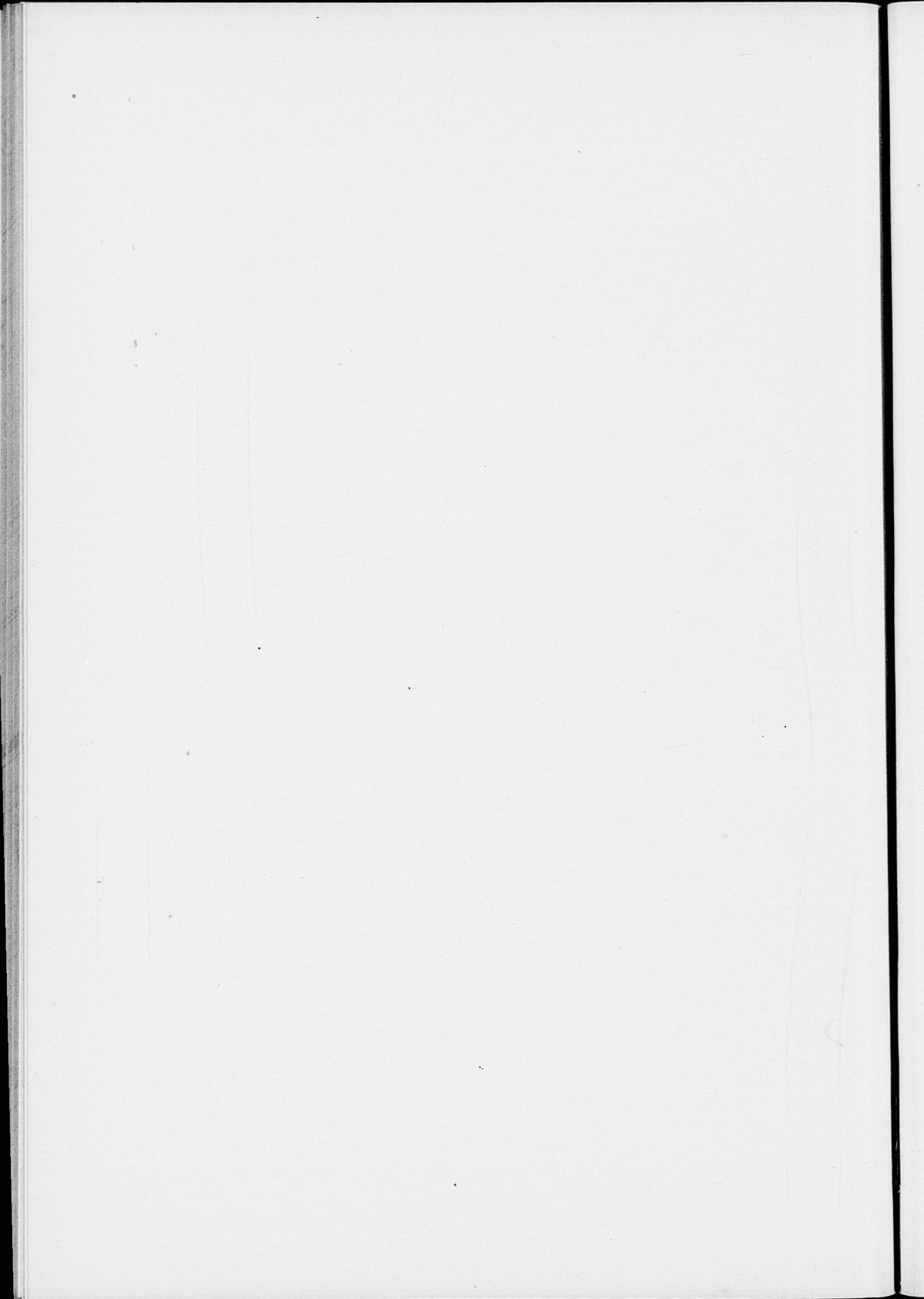
De proeven van WOLLNY, met een ander oogmerk begonnen, hebben voor ons doel slechts eene betrekkelijke waarde. De bodemlagen, door hem gebruikt, hadden een te geringe hoogte en ook waren er geene waarborgen, dat in het zand en het kiezel geen koolzuurontwikkeling kon plaats grijpen. Ook blijkt, dat hij zelf uit zijne resultaten niet heeft afgeleid, — zooals hij trouwens ook niet kon — hetgeen wij uit de onze hebben gemeend te mogen doen. Immers hij gelooft nog, dat de grootere hoeveelheid koolzuur in de diepte gevonden, wel degelijk daar ter plaatse is gevormd; want hij verklaart het feit, dat bij braakliggenden grond een koolzuurgehalte wordt gevonden, toenemende met de diepte, door de omstandigheid, dat ook de vochtigheid toeneemt met de dikte van de bodemlaag 2).

Toevallig vernam verder prof. FORSTER, toen

1) Forsch. auf dem Gebiete der Agrikulturphysik Bd. IX S. 184.

2) l. c. S. 185, 187.

de proeven reeds waren uitgewerkt, dat, ook in het laboratorium van prof. HOFMANN te Leipzig, eenigen tijd geleden experimenten waren gedaan in gelijke richting. Deze onderzoekingen, welke in manuscript aan de medische faculteit te Leipzig zijn overgelegd, zijn niet gepubliceerd. Volgens de mondelinge mededeelingen van prof. HOFMANN hebben zij geleid tot uitkomsten overeenkomende met de onze. Echter was ook bij deze proeven geen gebruik gemaakt van gesteriliseerde bodemlagen. Ofschoon zij dus evenmin een volledig bewijs leveren, als de proefnemingen van WOLLNY, mag men toch zeggen, dat door de resultaten van de beide proefreeksen, hier besproken, de bewijskracht van de uitkomsten, door ons verkregen, belangrijk wordt vergroot.



STELLINGEN.

I.

De lagere organismen in den bodem leven hoofdzakelijk in de oppervlakkige lagen.

II.

Groenten, zelfs peulvruchten, hebben slechts geringe voedingswaarde.

III.

De cartilago thyreoidea van den mensch is homoloog met den 4^{den} en 5^{den} arcus visceralis en de daarbij behoorende copula, der lagere gewervelde dieren.

IV.

De leer van WEISMANN, aangaande het niet erfelijk zijn van individueel verkregen eigenschappen, is een der belangrijkste ontdekkingen welke in de laatste jaren op het gebied der Physiologie zijn gedaan.

V.

De temperatuursverhooging bij koorts is een gevaarlijke toestand en verdient als zoodanig te worden bestreden.

VI.

De vaatverwijding bij de ontstekingshyperaemie berust op eene actieve reactie der vaatspier na zenuwprickeling.

VII.

Ettering wordt waarschijnlijk alleen waargenomen bij aanwezigheid van micro-organismen.

VIII.

De vergiftigingsverschijnselen, die na de aanwending van cocaïne nu en dan zijn waargenomen, mogen ons er niet van terughouden, des noods zelfs in groote hoeveelheid, deze stof toe te passen.

IX.

In gevallen, waarbij het gebruik van morphine niet absoluut is gecontraïndiceerd, behoort men aan de chloroformnarcose steeds eene onderhuidsche morphine-inspuiting te laten voorafgaan.

X.

Bij carcinoma ventriculi worde geen gastrotomie gedaan.

XI.

De prophylactische aanwending van kwik in de latere tijdperken van syphilis, gelijk die door FOURNIER wordt aanbevolen, verdient toepassing.

XII.

Digitalis is het beste tonicum cordis.

XIII.

Het moet worden afgekeurd dadelijk tot perforatie van een nog levend kind over te gaan, als bij een plat bekken, met vast in den ingang staand hoofd, de baring moet worden ten einde gebracht.

XIV.

Bij verwonding van het corpus ciliare behoeft men niet terstond den bulbus te verwijderen.

XV.

Dat van ieder aanstaand geneesheer, onverschillig of hij al dan niet de praktijk in haren geheelen omvang wil uitoefenen, bewijzen van praktische bekwaamheid in elk der drie hoofd-afdeelingen der geneeskunst wordt geëischt, verdient goedkeuring.

XVI.

Van overheidswege behoorde het geven van voorstellingen te worden verboden, waarbij menschen worden tentoongesteld, die in hypnotische toestanden zijn gebracht.

XVII.

Als een geneesheer, buiten strenge indicatie, het gebruik van zoogenaamde zwangerschap verhoedende middelen niet ontraadt, handelt hij in strijd met zijn plicht.

INHOUD.

	bladz.
INLEIDING	1.
BESCHRIJVING DER EXPERIMENTEN	24.
CONCLUSIE.	48.
NASCHRIFT.	51.
STELLINGEN	55.



DRUKFOUTEN.

Blz.	6	regel	3	van	onderen	staat:	koolzuur	gehalte	lees:	koolzuurgehalte.
„	7	„	5	„	boven	„	v	Fodor	„	v. Fodor.
„	8	noot	(1)			„	Bodem		„	Boden.
„	8	„	(1)			„	öffantl.		„	öffentl.
„	8	„	(2)			„	Aertzte		„	Aerzte.
„	11	regel		van	boven	„	Pettenkoper		„	Pettenkofer.
„	18	noot	(5)			„	Baden		„	Boden.
„	22	regel	13	van	onderen	„	cylinder		„	cilinder.
„	23	„	1	„	boven	„	stijldigheid		„	strijdigheid.
„	26	„	7	„	„	„	koolzuur gas		„	koolzuurgas.
„	26	„	1	„	onderen	„	dubbel bepalingen		„	dubbelbepalingen.
„	30	„	12	„	boven	„	en,		„	, en
„	33	tabel	V			„	Koolzuur		„	koolzuur.
„	36	regel	6	„	onderen	„	bovenbeschreventrechter		„	bovenbeschreven trechter.
„	37	„	11	„	„	„	subblmaat		„	sublimaat.
„	39	„	2	„	„	„	buitenlucht		„	buitenlucht,
„	40	„	16	„	„	„	hoeveelheid		„	hoeveelheid,
„	41	„	4	„	boven	„	tigen stroom		„	tige stroom.
„	45	„	tabel	VI		„	Koolzuur		„	koolzuur.
„	48	„	4	van	boven	„	tuinaarde aan de		„	tuinaarde gunstig.
„	48	„	6	„	„	„	sterielzand		„	steriel zand.
„	53	„	6	„	onderen	„	lagen		„	lagen in de diepte.
„	58	„	stelling	XVI		„	hypnotische toestanden		„	hypnotischen toestand.

