

Blik op de stofwisseling van het epitellurische leven als bron der eigene warmte van planten en dieren / [F.C. Donders].

Contributors

Donders, F. C. 1818-1889.

Publication/Creation

Utrecht : C. van der Post, Jnr, 1845.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/jx8c7a83>

License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

III B. 50 = 17.13. 184

III B 170 =

B L I K

OP DE

STOFWISSELING

VAN HET EPITELLURISCHE LEVEN

ALS BRON DER

EIGENE WARMTE

VAN PLANTEN EN DIEREN

DOOR

D^r. DONDERS

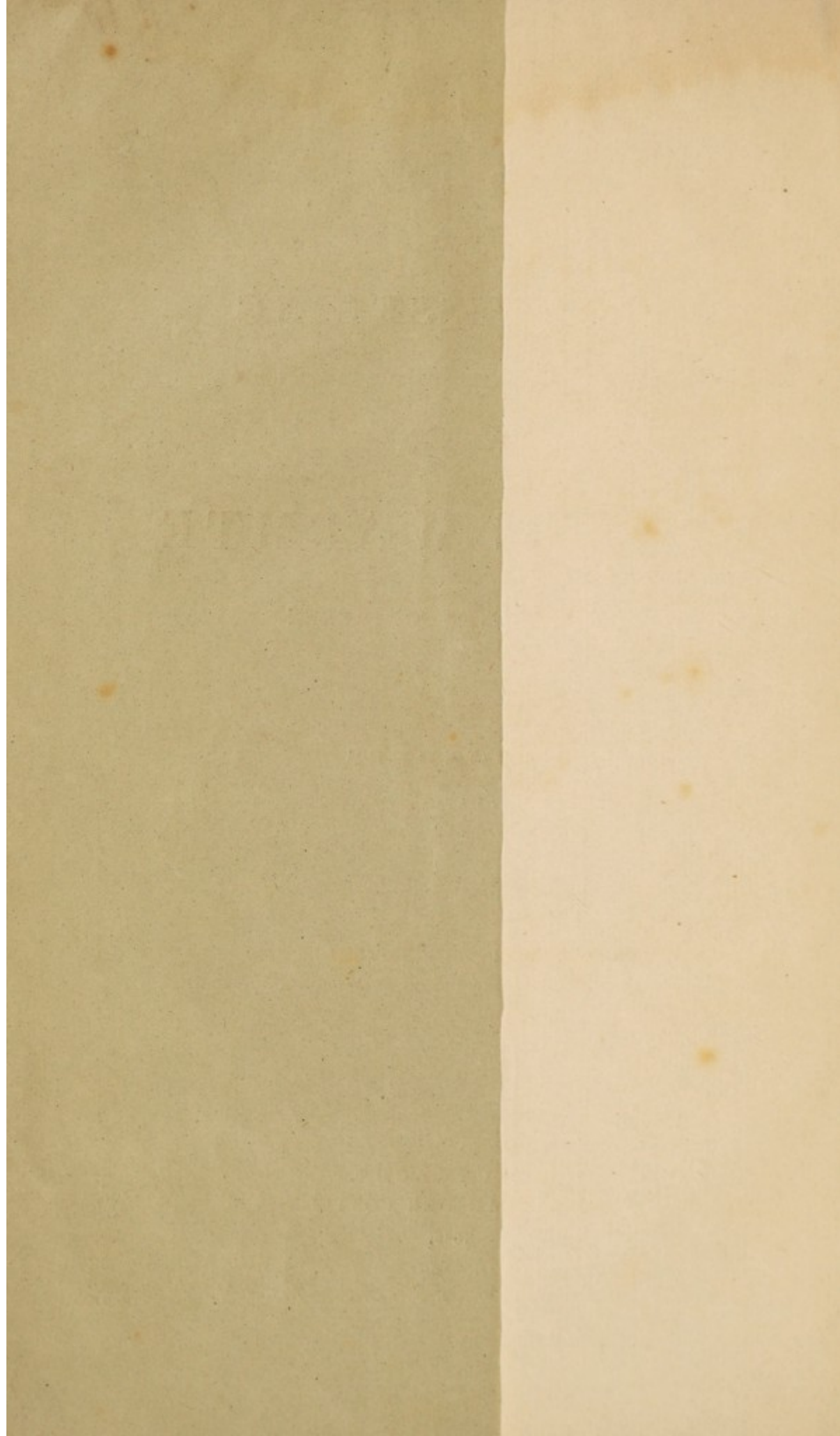
OFFICIER VAN GEZONDHEID DER TWEEDE KLASSE BIJ 'S RIJKS KWEEKSCHOOL
VOOR MILITAIRE GENEESKUNDIGEN.

EENE VOORLEZING

UITGESPROKEN IN HET NATUURKUNDIG GEZELSCHAP TE UTRECHT.

TE UTRECHT,
BIJ C. VAN DER POST JR.

1845.



20715/P. 42
B L I K

OP DE

STOFWISSELING

VAN HET EPITELLURISCHE LEVEN

ALS BRON DER

EIGENE WARMTE

VAN PLANTEN EN DIEREN

DOOR

Dr. DONDERS

OFFICIER VAN GEZONDHEID DER TWEEDE KLASSE BIJ 'S RIJKS KWEEKSCHOOL
VOOR MILITAIRE GENEESKUNDIGEN.

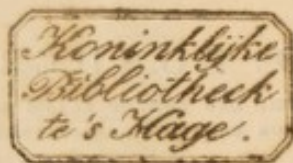
EENE VOORLEZING

UITGESPROKEN IN HET NATUURKUNDIG GEZELSCAP TE UTRECHT.

TE UTRECHT,

BIJ C. VAN DER POST JR.

1845.



De volgende bladen schreef ik alleen met het doel, om eene spreekbeurt in het alhier gevestigd Natuurkundig Gezelschap te vervullen, waarvan eenige leden het verlangen hadden te kennen gegeven, de eigene warmte der dieren behandeld te zien.

Het bleek mij spoedig, dat, om mij op het standpunt van een gemengd gehoor te plaatsen, ik noodwendig in eenige ontwikkeling moest treden, aangaande de voortdurende wisseling van stof, die aan het organisch leven op de oppervlakte der aarde ten gronde ligt. Hierdoor verkreeg mijn onderwerp eene zoo groote uitgebreidheid, dat ik mij, bij de voordragt, genoodzaakt zag, het minder noodzakelijke geheel achterwege te laten en vele punten beknopter te behandelen, dan zij uit mijne pen gevloeid waren.

*Eenige mijner hoog geachte vrienden uitten nu den wensch,
het geheel nader te leeren kennen, en het is, om aan hun ver-
eerend aanzoek te voldoen, dat ik gewaagd heb, deze ver-
handeling in het licht te geven.*

*Ik verzoek den Lezer, niet uit het oog te verliezen, dat
hem slechts eene voorlezing wordt aangeboden, die op geene
hooge wetenschappelijke waarde aanspraak maakt.*

UTRECHT, Januarij

Dr. DONDERS.

1845.

MIJNE HEEREN!

Meer dan eenig ander kenmerkt zich het tijdperk, dat wij beleven, door ijverige nasporingen in het gebied der natuurkundige wetenschappen, — door glansrijke uitkomsten, waarmede deze nasporingen bekroond werden.

Er is iets grootsch en indrukwekkends in dien langzamen maar rusteloozen tred, waarmede zich, door de vereenigde pogingen van duizende ijverige mannen, het gansche heir der natuurkundige wetenschappen onophoudelijk voortbeweegt, om het onmetelijke veld te banen, dat wij Natuur noemen.

Op dit, bij den eersten aanblik zoo donkere, veld neemt elke natuurkundige wetenschap hare eigene plaats in, en verschijnt elke waarheid als een lichtend punt, dat zijne stralen weldadig over het geheele veld verspreidt.

Vele waarheden schitteren reeds hier, als zoo vele heldere sterren en zelfs daar, waar geene lichten flikkeren, heeft de diepe duisternis, waarin het veld weleer gehuld lag, reeds ten minste voor een schemerlicht plaats gemaakt.

Één enkel lichtend punt op het onmetelijke veld, en nergens is het duister nacht!

Zóó innig is het verband tusschen alle die wetenschappen, wier onderwerp Natuur is.

Gelijk eene ster tot op de meest verwijderde punten nog enkele stralen uitzendt, zoo verspreidt ook elke nieuwe waarheid eenig licht, tot in de verst afgelegene plekken van het veld der natuurkundige wetenschappen. Geene gewichtige waarheid, die niet op allen van invloed is; en dus ook geene volmaaktheid in ééne dezer wetenschappen, vóór die volmaaktheid door allen gedeeld wordt. Het geheel moet als een gelijkmatig verlichte hemel zijn, vóór een enkel punt al de stralen ontvangt, die zelfs van uit de verst afgelegene plekken moeten uitgaan, om het ideaal der volmaaktheid te bereiken.

Van de zijde der natuur- en scheikunde moest de zon opgaan, die de bewerktuigde wereld zou verlichten, en eerst bij dat zonnelicht kon deze plek met vrucht bebouwd worden.

Wij zien dit bij elke schrede, die wij in de kennis der bewerktuigde wezens vorderen. Hetzij men de verschijnselen wil opsporen, hetzij men de verrigtingen wil verklaren, — natuur- en scheikunde geven ons de middelen tot onderzoek aan de hand, zij leeren ons wetten kennen, die aan elke verklaring moeten ten gronde liggen.

Wat toch is het verklaren van een levensverschijnsel anders, als hetzelfde tot algemeene natuurwetten terugbrengen, in de natuur- en scheikunde opgespoord!

Ééne verrigting, of liever één verschijnsel der bewerktuigde voorwerpen heb ik mij voorgesteld, in de heden avond welwillend mij toevertrouwde spreekbeurt, met U, mijne Heeren! te beschouwen, — een verschijnsel, waarvan wij de kennis bijna uitsluitend aan de natuur- en scheikunde verschuldigd zijn, van welker vorderingen wij hier ook alleen nadere toelichtingen mogen te gemoet zien,

waar onze kennis nog gebrekkig is. Ik bedoel de *eigene warmte der bewerktuigde voorwerpen*.

Ik sprak van ééne verrigting, één verschijnsel. Maar, zal tusschen al de verrigtingen en verschijnselen van één en hetzelfde organisme niet dat zelfde verband, die innige samenhang bestaan, die wij tusschen de verschillende takken van dat groote organisme aantreffen, dat wij Natuur noemen? Ongetwijfeld ja! — Zonder een begrip van de voortdurende wisseling van stof in de bewerktuigde wezens, zonder eenige kennis der voornaamste verrigtingen van het levend organisme, van ademhaling, bloedsomloop, voeding en afscheidingen, is de kennis der eigene warmte onvolmaakt, ja onmogelijk.

Het besef hiervan maakt mijne taak zwaar, wanneer ik mij tegen over U, mijne Heeren! als mijne toehoorders geplaatst zie, waarvan velen zich welligt meer uitsluitend aan de beoefening der natuurkunde hebben toegewijd; maar, overtuigd, dat Gij ook gaarne, een' enkelen maal, al is het ook slechts een' vluchtigen blik op de bewerktuigde wereld wilt werpen, heb ik het gewaagd, dit onderwerp ter behandeling te kiezen, mij op uwe toegevendheid verlatende.

Van mijne zijde, zal ik trachten, U een beknopt overzicht van die verrigtingen te geven, welker kennis tot een helder begrip van de eigene warmte der bewerktuigde voorwerpen onmisbaar is, waarbij ik het noodwendig acht, U het chemismus van het epitellurische leven, in zijne algemeene trekken, voor oogen te stellen.

Geen leven zonder wisseling van stof, geen leven zonder ontwikkeling van warmte.

Alle levende bewerktuigde voorwerpen, zoowel planten als dieren, bezitten in zich zelven eene bron van warmte,

waardoor zich de temperatuur der meesten boven die van het omringende medium verheft.

De eigene warmte, — dat is het verschil van temperatuur tusschen de bewerkte voorwerpen en het omringende medium, waarin zij zich bevinden, — is echter bij velen zoo gering, dat men de naauwkeurigste natuurkundige werktuigen behoeft, om dit verschil aan te toonen en te bepalen. Gij ziet hieruit, dat onze eerste schrede tot de kennis der eigene warmte, namelijk het waarnemen van haar bestaan, reeds geheel en al op de natuurkunde berust.

Naauwkeurige en doelmatig ingerigte thermometers stellen een eerste vereischte daar, en alleen de belangrijke ontdekking der thermo-electrische verschijnselen, in verband met zoo vele andere, door welker vereenigde toepassing de natuurkunde met eenen gevoeligen multiplicator verrijkt werd, kon tot eene naauwkeurige kennis leiden, omtrent de temperatuur der bewerkte voorwerpen.

De thermo-electrische verschijnselen zijn U allen voldoende bekend. Ik zal U slechts de voorwaarde herinneren, onder welke een thermo-electrische stroom wordt opgewekt: wanneer twee staven of draden, van verschillend metaal, zoodanig met elkander vereenigd zijn, dat zij eene geslotene keten vormen, zoo ontstaat een electrische stroom, wanneer de beide plaatsen van vereeniging eene verschillende temperatuur bezitten; deze stroom gaat onafgebroken voort, zoo lang het verschil in temperatuur aanhoudt.

Een zeer gering verschil is reeds voldoende, om eenen stroom op te wekken, die door de afwijking der naald van den multiplicator kan worden bepaald.

Gij ziet reeds in, dat het niet moeilijk zijn kon, deze stroom tot bepaling van de eigene warmte der bewerkte voorwerpen te bezigen. Wanneer men eene der vereenigings-plaatsen aan eene bekende bestendige temperatuur blootstelde, en men de andere den warmtegraad

van eenig dier of plant kon doen aannemen, zoo moest, wanneer de hierdoor opgewekte stroom door den spiraalvormig gewonden' metaaldraad van den multiplicator geleid werd, de afwijking der naald de kracht van den stroom, en hiermede het verschil van temperatuur tusschen de beide soldeer-plaatsen aantoonen.

Tot verkrijging eener bestendige temperatuur zou men zich van smeltend ijs kunnen bedienen, wanneer het groot verschil van temperatuur tusschen de beide soldeer-plaatsen de naauwkeurigheid der waarneming alsdan niet in den weg stond. Hierom bediende zich BECQUEREL, bij de bepaling der eigene warmte van warmbloedige dieren, van den toestel voor bestendige warmte van SOREL, en later, ook met vrucht, van de mondholte van een hierop geoefend persoon, waarvan de temperatuur naauwkeurig bekend was.

Deze toepassing van thermo-electrische stroomen was van dubbel gewigt. Zij bood niet alleen de gelegenheid aan, om veel geringere temperatuurs-verschillen waar te nemen, dan door gewone thermometers mogelijk is; maar, hetgeen vooral belangrijk moet geacht worden, zij stelde ons in staat, den warmtegraad der inwendige ligchaams-deelen te bepalen, zonder de verrigtingen dier werktuigen te krenken.

Wij weten, namelijk, dat zeer dunne metalen naalden, zoogenoemde acupunctuur-naalden, in het binnenste des ligchaams kunnen worden ingevoerd, zonder de deelen te beledigen; de grondvormen schijnen voor deze dunne naalden te wijken, zonder verscheurd te worden. BECQUEREL vervaardigde nu soortgelijke naalden uit twee verschillende metalen, koper en staal, physiologische naalden genoemd. De beide metalen zijn in deze naalden slechts over eene zeer kleine uitgestrektheid, hetzij in het midden hetzij aan het dunnere uiteinde, met elkan-

der vereenigd, en dit vereeningspunt wordt in het orgaan gevoerd, waarvan men de temperatuur wenscht te bepalen. Men heeft nu slechts het stalen uiteinde met dat eener andere naald, welker soldeerplaats aan eene standvastige bekende temperatuur is blootgesteld, en de koperen uiteinden der beide naalden met den geleiddraad van den multiplicator te verbinden, om eenen electrischen stroom te verkrijgen, geëvenredigd aan het verschil van temperatuur der beide soldeer-plaatsen. De graad van afwijking der naald in den multiplicator zal derhalve bestendig het verschil, en de rigting der afwijking het + of — aantoonen, tusschen de bestendige temperatuur van de eene soldeer-plaats, en die van het ligchaamsdeel, waarin zich de andere bevindt.

Hoewel ik deze wijze van temperatuurs-bepaling, die reeds, ook in de handen van Nederlandsche geleerden, zoo belangrijke uitkomsten heeft opgeleverd, slechts, in het voorbijgaan, heb aangestipt, zal het U niet ontgaan zijn, hoe vele belangrijke ontdekkingen in de natuurkunde werden vereischt, vóór men langs dezen weg de temperatuur van werktuigde voorwerpen kon bepalen. De ontdekking der thermo-electrische stroomen door SEEBECK, die van het electro-magnetismus, waarmede OERSTED de natuurkunde verrijkte, het heerlijke denkbeeld der multiplicatie, dat wij aan SCHWEIGGER verschuldigd zijn, de astatische naald van NOBILI, — al de belangrijke ontdekkingen, die aan elke van deze ten gronde lagen — en, eindelijk, het menschelijke vernuft, dat het verband tusschen al de hierbij opgespoorde wetten doorzag, en wist toe te passen, ziet daar, mijne Heeren! zoo vele vereischten, zonder welke de physiologie geene naauwkeurige bepalingen der eigene warmte bezitten kon!

Heb ik niet te regt gezegd, dat erkende waarheden als heldere sterren schitteren, wier stralen zich

in de verst afgelegene oorden van het veld der natuurkundige wetenschappen ontmoeten, om een weldadig licht te verspreiden, dat nieuwe bronnen tot kennis opent?

Ik wil U, in de eerste plaats, in eenige woorden het hoofdzakelijkste omtrent de temperatuur der planten mededeelen.

De jongere deelen der plant, die de zitplaats zijn der voornaamste levensverrigtingen, bezitten eene bron van warmte; deze is echter zoo gering, dat de planten, door verdamping aan hare oppervlakte, meer warmte verliezen, dan zij ontwikkelen, zoodat zij doorgaans eene temperatuur hebben, beneden die der dampkringslucht, en oppervlakkig koude schijnen voort te brengen.

BECQUEREL en MIRBEL stelden eenige minder beslissende proeven, tot bepaling van de eigene warmte der gewassen, in het werk. Aan DUTROCHET zijn wij de eerste meer naauwkeurige waarnemingen verschuldigd, die door VAN BEEK bevestigd zijn. Om de afkoeling door verdamping te voorkomen, plaatste DUTROCHET de planten in eene met waterdampen verzadigde lucht, en nam waar, dat de temperatuur zich alsdan bij onderscheidene planten en op verschillende plaatsen derzelfde plant $\frac{1}{2}^{\circ}$ tot $\frac{1}{3}^{\circ}$ C. boven die der omringende lucht verhief. Deze ontwikkeling van warmte neemt des nachts en in de duisternis af, vermeerderd bij het licht en bereikt het hoogste standpunt tusschen des morgens 10 en des namiddags 3 ure, wanneer ook de warmte der lucht hooger, de verrigtingen der plant levendiger, de ontwikkeling van zuurstof rijker en de groei, volgens de bepalingen van HARTING, sneller is. Opmerkelijk is het, dat de planten, in

het duister geplaatst, nog gedurende eenige dagen, omstreeks het midden van den dag, eene verhooging van temperatuur vertoonen, die elken dag minder wordt, eindelijk geheel ophoudt, doch bij hernieuwde blootstelling aan het licht, binnen een paar dagen, hare vorige sterkte bereikt.

Door BERGSMA en VAN BEEK is nader aangetoond, dat de afkoeling der planten, beneden de omringende temperatuur, hoofdzakelijk van de verdamping van water aan hare oppervlakte afhankelijk is.

In de houtachtige deelen der plant wordt geene warmte ontwikkeld, zooals de belangrijke proeven van RAMEAUX op nieuw hebben bevestigd.

Waarschijnlijk ontwikkelt zich, bij het bloeijen van alle planten, eene hoogere temperatuur in de deelen der bloem. Dit is vooral duidelijk waargenomen in de familie der Aroïdeae, waarvan de temperatuur die der omgevende lucht meer dan 15° kan overtreffen. Deze verhooging van temperatuur was reeds door BROGNIART ontdekt, en is door G. VROLIK en DE VRIEZE, door BERGSMA en VAN BEEK, door DUTROCHET en anderen nader bepaald.

In den gezwollen' vleeschachtigen top der spadix nam DUTROCHET, ongeveer 2 dagen vóór het openen der bloem, eene verhooging van temperatuur waar, die allengs tot 11° — 12° steeg, omstreeks 2 uren duurde, daarna afnam, en na 12 uren verdween, zonder op de volgende dagen terug te keeren.

Na het openen der bloem ontwikkelt zich de warmte gewoonlijk drie opvolgende dagen, doch is den eersten dag het sterkst. Op het midden van den dag is ook hier de temperatuur het hoogst en verdwijnt des nachts bijna geheel.

Welke is nu de oorzaak dezer ontwikkeling van warmte? DE SAUSSURE had reeds opgemerkt, dat, bij het bloeijen der Aroïdeae, zuurstof aan de dampkringslucht onttrokken

en koolstofzuur ontwikkeld werd; dat hier dus hetzelfde geschiedt als bij de verbranding van kool. Hij vermoedde, dat hierin de bron der ontwikkelde warmte te zoeken was, welke meening ook door DUTROCHET omhelsd werd.

VROLIK en DE VRIESE bevestigden zulks door eene belangrijke proef. Zij plaatsten de bloeiende plant onder eene stolp, en namen hierbij waar, dat de aanwezigheid van zuurstof een vereischte was tot ontwikkeling dier warmte, dat, onder opslorping van zuurstof, koolstofzuur gevormd werd en dat, wanneer de temperatuur het meest verhoogd werd, namelijk in het midden van den dag, ook de grootste hoeveelheden koolstofzuur gevormd en zuurstof verbruikt werden. Zij hadden de bladeren der plant met vernis bestreken, ten einde ontwikkeling en nieuwen aanvoer van zuurstof door deze te voorkomen.

Hierdoor is het hoogst waarschijnlijk gemaakt, dat de oorzaak der verhooging van temperatuur in de bloem aan eene verbinding van zuurstof met koolstof, derhalve aan een verbrandings-proces, moet worden toegeschreven, maar wij mogen het geenszins als bewezen achten, dat alle warmte-ontwikkeling in de plant hiervan moet worden afgeleid.

Men is gewoon de dieren, naar hunnen warmtegraad, in twee klassen te splitsen, in *koudbloedige* en *warmbloedige* dieren. Tot de warmbloedige behooren alleen de zoogdieren en de vogelen; tot de koudbloedige brengt men de amphibiën, de visschen en al de ongewervelde dieren.

De warmtegraad der koudbloedige dieren verschilt altijd slechts weinig van dien van het omringende medium; zij zijn met de lucht of het water, waarin zij leven, aan wisselingen van temperatuur onderhevig, en verdienen hierom den naam van *dieren met onbestendigen warmtegraad*.

De warmbloedige dieren behouden, bij de temperatuurs-veranderingen, waaraan zij zijn blootgesteld, in hunne inwendige deelen, genoegzaam dezelfde temperatuur, en mogen hierom *dieren met bestendigen warmtegraad* geheeten worden.

Omtrent de eigene warmte der koudbloedige dieren heeft DUTROCHET, op den thermo-electrischen weg, zeer naauwkeurige en uitgebreide waarnemingen medegedeeld ¹⁾, waaraan ik de meeste der volgende bepalingen ontleen.

Sedert lang is het bekend, dat vele insekten, wanneer zij, in grooten getale, in eene kleine ruimte zijn besloten, eene temperatuur verkrijgen, welke die der buitenlucht verre overtreft, hetgeen men b. v. in de bijen-korven en in de mieren-nesten waarneemt. Ten onregte heeft men echter uit deze temperatuur den graad van eigene warmte der insekten bepaald. De bijen ontwikkelen ongetwijfeld slechts weinig warmte, die zij aan de lucht, in den korf bevat, mededeelen; op nieuw verheft zich hare temperatuur boven die der nu reeds verwarmde lucht, waardoor aan deze andermaal warmte wordt medegedeeld, hetgeen op deze wijze zich onophoudelijk moet herhalen, tot het verschil van temperatuur tusschen de binnen en buiten den korf zich bevindende lucht zoo groot is, dat de eerste aan de laatste, in een gelijk tijdsverloop, juist zoo veel warmte afstaat, als de bijen ontwikkelen.

De bepalingen van NEWPORT, die bijen, hommels en

¹⁾ *Annales des sciences naturelles*. Janvier et Fevrier 1840. Deze proeven zijn in No. 343, 344, 345 en 346 der *neue Notizen* van FRORIER, November 1840, overgenomen, en worden aldaar, door eene zonderlinge vergissing, aan BECQUEREL toegeschreven.

andere insekten in een fleschje opsloot, en de verhooging van temperatuur voor de eigene warmte der insekten aannam, berusten derhalve op een valsch beginsel. De eigene warmte was hierbij gelijk aan het verschil van temperatuur tusschen de verwarmde lucht en het zich hierin bevindend insekt.

DUTROCHET heeft de temperatuur der insekten, door middel der physiologische naalden, in de vrije lucht bepaald en hierdoor aangetoond, dat de eigene warmte der insekten slechts zeer gering is. Hij vond de bijen te klein voor het inbrengen der naalden; hommels en meikevers, die hiertoe geschikt waren, vertoonden, als maximum, bij sterke krachts-inspanning, slechts $\frac{1}{2}^{\circ}$ C. eigene warmte. *Bombus lapidarius* verloor zelfs meer door de uitwaseming, dan ontwikkeld werd.

Omtrent andere ongewervelde dieren bestaan slechts weinig bepalingen, die vertrouwen verdienen; bij de slakken en bij de rivierkreeften heeft men ook eenige, hoewel zeer geringe, temperatuursverhooging waargenomen.

Bij de visschen vonden v. HUMBOLDT en PROVENÇAULT, BERTHOLD en zelfs ook DUTROCHET, op den thermo-electrischen weg, geene sporen van eigene warmte, hoewel laatstgenoemde een verschil van $\frac{1}{64}^{\circ}$ C. nog zou hebben kunnen waarnemen. MARTINE, HUNTER, DESPRETZ en anderen hebben daarentegen bij de visschen eenig verschil van temperatuur met het water gevonden, en onlangs heeft J. DAVY, bij sommige soorten van visschen, uit het geslacht *Thynnus* en *Scomber*, eene vrij belangrijke eigene warmte aangetroffen, die bij *Pelamys Sarda* het oppervlakkige zeewater 7° F. en het diepere zelfs 12° F. overtrof.

Even als de planten, zijn ook die amphibiën, welke eene vochtige huid bezitten, kouder dan de omringende lucht; bij de kikvorschen bedraagt dit verschil 1° C. Be-

vinden zij zich echter in het water of in eene met water verzadigde dampkringslucht, dan bedraagt hunne eigene warmte, volgens DUTROCHET, van $\frac{1}{20}^{\circ}$ tot $\frac{1}{30}^{\circ}$. Bufo obstetricans heeft $\frac{1}{3}^{\circ}$ eigene warmte, doch is in de lucht $\frac{3}{4}^{\circ}$ kouder dan deze.

Men kan hieruit besluiten, dat de lagere temperatuur dezer amphibiën, even als die der planten, aan de verdamping van water op de oppervlakte moet worden toegeschreven, hetgeen ook reeds door DE LA ROCHE en BERTHOLD werd aangenomen. Hiermede staat ook de waarneming van CZERMACK in verband, die den warmtegraad der amphibiën, met eene meer drooge huid, bij hooge temperatuur der lucht, lager dan deze, bij lage, daarentegen, hooger vond.

Tegen den winter, wanneer, volgens EDWARDS, de ademhaling dezer amphibiën minder werkdadig wordt, neemt ook de eigene warmte af. Bij kikvorschen, die ik, den geheelen winter door, in voorraad heb, merkte ik op, dat zij, naar mate het kouder wordt, meer en meer onder water leven, en bij onthouding van voedsel, veel minder vermageren, dan in den zomer.

Bij amphibiën, met eene drooge huid, bij welke de uitwaseming veel geringer is, vond DUTROCHET eene eigene warmte van $\frac{1}{4}^{\circ}$ tot 1° C. FLOURENS en BECQUEREL namen waar, dat de temperatuur der slangen nabij het hart die van den staart overtreft.

Reeds hebben wij opgemerkt, dat de warmtegraad der warmbloedige dieren genoegzaam bestendig is; hij bedraagt, voor de inwendige ligchaamsdeelen, doorgaans eenige graden meer, soms een weinig minder dan 100° F. De temperatuur der vogels overtreft die der zoogdieren, en bedraagt voor de meeste soorten, 105° — 108° F., terwijl de zoogdieren een paar graden meer of minder dan 100° F. bezitten.

Uit het groot aantal gedane waarnemingen berekent VALENTIN, als gemiddelde temperatuur van alle inwendige ligchaamsdeelen van den mensch, $37,12^{\circ}$ C., hetgeen iets minder is, dan 100° F., gelijk staande met $37,7^{\circ}$ C.

In de verschillende ligchaamsdeelen is de temperatuur echter niet volkomen gelijk. De volgende gemiddelden worden door VALENTIN vermeld, die hij uit de waarnemingen von J. DAVY, HUNTER, BERGER, BECQUEREL en BRESCHET, MAUNOIR, HALES, BRAUN en DE LISLE, op verschillende wijzen gedaan, berekend heeft.

1° in de huid, gemiddeld.	$34,22^{\circ}$
aan de voetzool.	$32,26^{\circ}$
in de okselholte.	$36,5^{\circ}$
2° in het onderhuids celweefsel.	$35,14^{\circ}$
3° in de spieren.	$36,88^{\circ}$
4° in de blaas.	$37,03^{\circ}$
5° in de mondholte.	$37,20^{\circ}$
6° in het rectum.	$38,01^{\circ}$
7° in de vagina.	$38,30^{\circ}$

Vooraf verdient het opmerking, dat de gemiddelde temperatuur van alle inwendige deelen die der huid met ongeveer 3° C. overtreft.

Belangrijk is verder het verschil in temperatuur, tusschen aderlijk en slagaderlijk bloed waargenomen. J. DAVY heeft bij vijf schapen de groote slagader en ader aan den hals bloot gelegd, en opvolgend in elk dezer vaten een thermometer, met zeer kleinen bol, door eene naauwe opening, ingebracht, waardoor de beweging van het bloed niet belemmerd werd; hij vond de temperatuur van het slagaderlijke bloed $\frac{3}{4}^{\circ}$ C. hooger, dan die van het aderlijke.

Deze uitkomsten hebben BECQUEREL en BRESCHET, op den thermo-electrischen weg, volkomen bevestigd; zij namen een verschil waar van ruim 1° C. tusschen het bloed der groote slagader en dat der opstijgende holle ader nabij

het hart; ook het bloed der dij-slagader was $1\frac{9}{10}^{\circ}$ warmer, dan dat der halsader.

De bestaande temperatuurs-bepalingen van man en vrouw hebben geene stellige uitkomsten van een aanwezig verschil opgeleverd. Hetzelfde meen ik te mogen zeggen, omtrent de temperatuur bij onderscheidene volkeren en menschen-rassen, waar men althans geene gemiddelde verschillen aantreft, die niet even zeer bij onderscheidene individuen voorkomen.

De temperatuur der warmbloedige dieren is intusschen niet zoo bestendig, dat zij voortdurend volstrekt onveranderd blijft. Zoo wel de onderscheidene ligchaams-toestanden als de uitwendige omstandigheden oefenen eenigen, hoewel beperkten, invloed op de eigene warmte uit.

Zoo zinkt de temperatuur, volgens ROGER, terstond na de geboorte, doch bereikt weder spoedig bijna denzelfden graad; in de kindschheid klimt zij een weinig, blijft in den mannelijken leeftijd bestendig, en daalt weder in den hoogen ouderdom. DAVY vond echter onder de tong, bij grijsaards van meer dan 80 jaren, eene hoogere temperatuur dan bij volwassenen.

In den slaap is de eigene warmte $\frac{3}{4}^{\circ}$ geringer, dan bij het waken; zij daalt bij rust en stijgt bij beweging. Door krachtdadige inspanning der spieren van den opperarm, bij een' man, die zich, gedurende 5 minuten, met houtzagen had onledig gehouden, vonden BECQUEREL en BRESCHET de temperatuur dier spieren 1° C. verhoogd.

Vreugde, toorn, schaamte, geslachtsdrift en andere opwekkende gemoedsaandoeningen verhoogen de warmte der huid; zij daalt door zwaarmoedigheid, vrees en schrik.

Bij ziektoestanden is het organisme aan eenigzins groo-tere verschillen van temperatuur onderhevig. Verlamming, versterving, cholera en andere ziekten gaan met eenen

verminderden warmtegraad gepaard; BECQUEREL en BRESCHET vonden echter, in een geval van eenzijdige verlamming, geen verschil tusschen de beide zijden. Daarentegen wordt in alle ziekten, waarbij de werkdadigheid van het bloedvatenstelsel verhoogd is, zoo als bij koortsen en ontstekingen, eene hoogere temperatuur ontwikkeld. Volgens de naauwkeurige thermo-electrische waarnemingen van GIERSE, kan zij, bij koortsen, meer dan 4° C. stijgen. Zelfs in het tijdperk van koude der tussenpoozende koorts vonden GAVARRET en anderen den warmtegraad van inwendige deelen aanmerkelijk toegenomen; doch merkt wel op, dat de huid, althans op de niet bedekte plaatsen, kouder is.

Volgens ROGER bedraagt het verschil van temperatuur, ten gevolge van ziekte-toestanden, bij volwassenen slechts 7° C.; bij kinderen nam hij daarentegen het belangrijke verschil van 19° waar, en vond als minimum, bij verharding van het celweefsel, $23\frac{1}{4}^{\circ}$ C., hetgeen nog lager is, dan bij kinderen, die reeds 12 uren dood zijn; men vergeet hierbij echter niet, dat deze bepalingen de temperatuur der huid betreffen.

Bij eenen stervenden vermindert allengs de warmte; het eerst verkoelt de huid, en deze verkoeling gaat van de meest van het hart verwijderde deelen uit.

Kunstmatige verlamming, door storing der zenuwmidelpunten, bij dieren te weeg gebragt, verminderen de eigene warmte zeer spoedig; drukking en onderbinding der slagaderen doen de temperatuur slechts langzaam en weinig afnemen, hetgeen door BECQUEREL en BRESCHET naauwkeurig bepaald is.

Wat de uitwendige invloeden betreft, deze vermogen, althans op inwendige deelen, veel minder, dan men wellicht zou vermoeden. Zeer hooge en zeer lage temperatu-

ren worden, gedurende eenigen tijd, zonder merkbare verandering verdragen. Door den arm gedurende 15 minuten in water van 42° C. te dompelen, nam de temperatuur der spieren slechts $\frac{1}{5}^{\circ}$ toe. SÉGUIN, interne van een der hospitalen te Parijs, verbleef 20 minuten lang, in een bad van 49° C. waarbij BECQUEREL en BRESCHET bevonden, dat de temperatuur zijner spieren slechts $\frac{1}{5}^{\circ}$ tot $\frac{2}{5}^{\circ}$ was toegenomen, terwijl zijn pols 112 slagen in de minuut telde. Bij eene herhaling dezer proef op SÉGUIN en COSTILLE vonden zij zelfs geene waarneembare verhooging; de huid was buitengemeen rood en gezwollen.

Deze uitkomsten strooken niet volkomen met die van DE LA ROCHE en BERGER. Na 15 tot 17 minuten, alleen met uitzondering van het hoofd, in een dampbad van 37° tot 48° verbleven te zijn, vonden zij de temperatuur der mondholte 2° tot 3° toegenomen, terwijl in eene drooge lucht van 80° tot 87° , na 8 tot 16 minuten, de warmte der mondholte $4\frac{1}{4}^{\circ}$ tot 5° verhoogd was.

Wanneer daarentegen de arm, één uur lang, in water aanvankelijk van 10° , 8° , 6° , daarna 0° gedompeld werd, nam de temperatuur der spieren van den arm slechts $\frac{1}{5}^{\circ}$ af, en PARRY, de beroemde engelsche reiziger, zag, bij zijne reis naar de noordpool, eene moeder in de opene lucht aan haren zuigeling de borsten geven, terwijl de temperatuur — 40° C. was, waarbij het kwikzilver als vast metaal te voorschijn treedt. En ook hier zal de temperatuur der inwendige lichaamsdeelen naauwelijks eenig verschil hebben opgeleverd.

Bij het bestijgen van hooge bergen ontwaart men een gevoel van koude, hetgeen wel aan niets anders dan aan verkoeling der huid kan toegeschreven worden. Intusschen vonden BECQUEREL en BRESCHET de temperatuur der inwendige lichaamsdeelen op den St Bernard, 6750 voeten boven de oppervlakte der zee, geheel onveranderd. Dit

was evenzeer het geval bij een' knecht en een' hond, die hen vergezelden, als bij een' arbeider, die den St. Bernard reeds sedert vier jaren bewoonde.

DAVY had daarentegen de eigene warmte op hooge bergen, even als in meer noordelijke gewesten, iets minder gevonden, dan in lagere of meer warme streken.

Ziet hier, mijne Heeren! de voornaamste bepalingen van de eigene warmte der dieren en van den mensch, die elke verdere verklaring noodwendig moesten voorafgaan. Velen heb ik niet vermeld, om uw geduld niet langer op de proef te stellen, dan ik welligt reeds gedaan heb. Intusschen is U hieruit gebleken, dat de eigene warmte der koudbloedige dieren zeer gering is, terwijl die der warmbloedige, met uitzondering der huid, slechts aan zeer geringe wijzigingen is onderworpen.

Belangrijke vragen blijven ons thans ter beantwoording over. Waarin bestaat de bron der eigene warmte? Waaraan is de bestendigheid van temperatuur der warmbloedige dieren toe te schrijven?

Om deze vragen voldoende te beantwoorden, moet ik mijn onderwerp eenige oogenblikken verlaten, om eenen vlugtigen blik te werpen op de onophoudelijke wisseling der elementen aan de oppervlakte der aarde, en op die gewichtige verrigtingen van het dierlijk organisme, welker naauwe betrekking tot de eigene warmte onmiskenbaar is.

Geen leven, zonder wisseling van stof!

Voortdurend bestaat aan de oppervlakte der aarde eene wisseling der elementen; zij is de eerste voorwaarde van het epitellurische leven, — van het leven van planten en dieren.

Vier grondstoffen, koolstof, waterstof, zuurstof en stik-

stof, die, bij het oneindig aantal van scheikundige verbindingen, die zij onderling aangaan, onder duizende vormen te voorschijn treden, zijn de voornaamste substraten dier onophoudelijke wisseling, de hoofdbestanddeelen van het bewerktuigde rijk.

Nu eens komen zij grondstoffelijk voor, zoo als de zuurstof en stikstof van den dampkring, dan eens twee vereenigd, zoo als zuurstof en waterstof in het water, zuurstof en koolstof in het koolstofzuur van den dampkring, stikstof en waterstof in de ammonia, allen zoo gewigtige voedsels voor de planten; dan weder zien wij uit drie dezer grondstoffen, of zelfs uit alle vier, verbindingen tot stand komen, — organische stoffen, die de kunst, buiten den invloed der bewerktuigde wezens, te vergeefs uit de meer eenvoudige verbindingen tracht tot stand te brengen, suiker, gom, bloed en vleesch.

Alle organische stoffen, al de bestanddeelen van planten en dieren bestaan, voor het grootste gedeelte, uit deze vier elementen; de geringe hoeveelheid asch, die na verbranding overblijft, terwijl zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof in gasvormige verbindingen ontwijken, bevat al de andere grondstoffen, die bestanddeelen waren der bewerktuigde stof.

In die gedurige wisseling der genoemde elementen, in dat chemismus van het epitellurische leven, zijn planten en dieren wederkeerig aan elkander overgesteld.

Planten vormen bewerktuigde stoffen; dieren ontleden ze. Het plantenrijk is de éénige, maar groote en onuitputtelijke bron van alle bewerktuigde stof.

De voedsels, die de planten behoeven, zijn hoogst eenvoudig. Het koolstofzuur van den dampkring, aan de bladeren der plant aangeboden; water, met de vereischte zouten hierin opgelost; ammonia, en, voor velen, ook eenige bestanddeelen der bouwbare aarde, die niets an-

ders zijn dan ontledings-producten van vroegere planten, — ziet daar al de stoffelijke vereischten, om de ontelbare verbindingen tot stand te brengen, die het plantenrijk oplevert.

Deze verbindingen, door de planten bereid, zijn de voedsels der dieren. De dieren moeten de organische stoffen, die zij behoeven, aan de planten ontleenen, omdat zij het vermogen niet bezitten, bewerktuigde verbindingen uit onbewerktuigde zamen te stellen. Het bestaan der dieren is derhalve van dat der planten afhankelijk, en de hoogst mogelijke vermenigvuldiging van menschen en dieren, aan de oppervlakte der aarde, is aan de hoeveelheid planten, die zij kan voortbrengen, ten naauwste verbonden.

Op hunne beurt vermeerderen de dieren onophoudelijk de bron, waaruit de planten hare voedsels putten. Zij ontleden de bewerktuigde stoffen, in de planten gevormd, en de laatste producten dier ontbinding, koolstofzuur, water en ammonia, zijn de verbindingen, waaruit de planten weder bewerktuigde stoffen vormen.

De dampkring is de keten, die planten en dieren verbindt. Van de zijde der dieren ontvangt hij de meeste producten van ontleding der bewerktuigde stoffen, die hierdoor overal aan de planten worden aangeboden. Van de zijde der planten neemt hij de zuurstof weder op van het ontlede koolstofzuur, en deze is het, die de dieren voortdurend behoeven, — zonder welke geene wisseling van stof, geen dierlijk leven is.

Waar men beginnen moge, altijd zal men de keten gesloten vinden: uit koolstofzuur, water en ammonia ontleenen de planten de elementen der bewerktuigde stoffen, die zij vormen; deze treden als bestanddeelen der plant-etende dieren op, gaangedeeltelijk in de vleesch-etende over en worden in beiden weder veranderd in koolstof-

zuur, water en ammonia, die, op nieuw door den dampkring verspreid, aan de planten aangeboden, door de bladeren en de wortels worden opgenomen.

Dezelfde moleculen koolstof, die thans door onze longen ontwijken, zullen welligt reeds spoedig, door planten opgenomen, als samenstellende deelen optreden van anderen, dan wij zijn. Geslachten en geslachten zullen elkander opvolgen, uit dezelfde elementen gevormd, maar geene enkele molecule zal ophouden te bestaan, — voor zich zelve te zijn, wat zij is.

Nooit kunnen de dieren eene grootere hoeveelheid werktuigde stoffen ontleden, dan door de planten gevormd is, en wij vinden hierin het stellige bewijs, dat, van deze zijde, het bestaan van planten en dieren tot in het oneindige is verzekerd, en de samenstelling van den dampkring in de toekomst voor merkbare veranderingen gevrijwaard.

Dán alleen, wanneer die ontzaggenlijke massa's kool, die op en in de aarde verborgen liggen en eenmaal bestanddeelen van planten waren, door geweldige oorzaken, gloeiend en brandend over de oppervlakte der aarde verspreid werden en, weder met zuurstof verbonden, als bestanddeelen van den dampkring optraden, — dán alleen zou welligt alle dierlijk leven aan de oppervlakte der aarde worden uitgeblusht, en de stof, bij haar onophoudelijk streven naar harmonie, dat u van deze plaats zoo levendig geschetst werd ¹⁾, honderde eeuwen worden terug gezet, om van daar, door de eenmaal in haar weggelegde krachten, op nieuw eene eerste schrede te doen tot die volmaaktheid, waarvoor zij vatbaar schijnt.

Maar eene zoodanige vernietiging van het dierlijke leven, door vuur en verstikking, grenst aan het onmogelijke en is het welligt ten eenemale.

¹⁾ MULDER, *over het streven der stof naar harmonie.*

Eeuwen lang zal het aantal dieren aan de oppervlakte der aarde toenemen en zullen de dorre gronden allengs verdwijnen, om voor vruchtbare oorden plaats te maken. Waarom toch zou niet allengs, terwijl wij de kool uit de aarde opdelven en verbranden en de overvloedige bosschen uitroeijen, eene grootere hoeveelheid der genoemde elementen in den werkkring der werktuigde wereld worden opgenomen, en de geheele oppervlakte der aarde in een vruchtbaar veld, met bosschen en woningen afgewisseld, worden herschapen, juist toereikend, om in de behoeften van het vermeerderd aantal menschen en dieren te voorzien?

Wij hebben gezien, dat het bestaan der dieren van dat der planten volstrekt afhankelijk is; maar planten kunnen zonder dieren bestaan. Eeuwen lang was het epitellurische leven welligt alléén een plantenleven, vóór een enkel dier bestond. De dampkring moest door de planten van zijne ruime hoeveelheid koolstofzuur bevrijd worden, vóór het leven der hoogere dieren en van den mensch mogelijk werd.

Dit zelfstandig bestaan der planten bewijst ontegenzeggelijk, dat de genoemde vier elementen eenen cyclus kunnen doorloopen, zonder tusschenkomst der dieren. Die cyclus, waaraan slechts de planten deel nemen, bestaat, bemiddeld door den grond en den dampkring.

De bladeren, die elk jaar rondom de stammen der boomen verspreid nedervallen, verdwijnen; zij gaan, even als vele andere van de planten afkomstige deelen, in ontbinding over, en de producten dier ontbinding, gedeeltelijk in den grond, gedeeltelijk in den dampkring verspreid, stellen eene nieuwe bron voor nieuwe planten daar.

Bij hetgeen wij omtrent de stofwisseling van het epi-

tellurische leven hebben aangevoerd, is U reeds gebleken, dat de bestanddeelen van het dierlijk organisme aan voortdurende ontbinding zijn onderworpen. Geene der weefsels en organen, waaruit het dierlijk ligchaam is zamengesteld, bestaat onveranderd uit dezelfde moleculen; nieuwe organische stof wordt aan dezelve toegevoerd, terwijl de oude ontbonden wordt, en de producten dier ontbinding worden langs de longen, de nieren en de huid uit het ligchaam verwijderd.

Veel beteekenend zijn de woorden van SANCTORIUS, voor zijnen tijd hoogst gedenkwaardig: „*corpus humanum cur vivit et non putrescit? Quia quotidie renovatur.*” Waarom leeft het ligchaam van den mensch, waarom is het levend ligchaam niet aan rotting onderworpen? Omdat het dagelijksch hernieuwd wordt. Deze woorden bewijzen, dat SANCTORIUS, die zijn leven besteedde, om de hoeveelheid dier wisseling van stof in het menschelijke organisme op te sporen, reeds een' diepen blik had geworpen in het dierlijk leven en de voorwaarden van deszelfs bestaan, — dat hij geene geheime magt of kracht inriep, om het ligchaam voor rotting te bewaren.

De algemeene trekken van het chemismus in de dieren moeten ons nog eenige oogenblikken bezig houden.

In den mensch en in alle volmaaktere diersoorten bevindt zich eene vloeistof, onophoudelijk in beweging. Ik bedoel het bloed.

Dit vloeibaar vleesch, zoo als BORDEU het noemt, is *het middelpunt van het dierlijk chemismus, — van de stofwisseling.*

Alle stoffen, die in het dierlijk organisme worden opgenomen, treden in het bloed; geene stof kan als bestanddeel van het dierlijk organisme worden aangemerkt, zonder in het bloed te zijn opgenomen. Uit de bestanddeelen van het bloed zijn alle weefsels en organen, die het ligchaam zamenstellen, alle vochten, in hetzelfde afge-

scheiden, gevormd; zij hebben hunnen oorsprong aan het bloed ontleend.

Het bloed is derhalve middelpunt tusschen de van buiten opgenomene stoffen en de bestanddeelen der weefsels en afscheidingen.

Alle stoffen, die, bij de voortdurende wisseling, in de weefsels zoodanige veranderingen hebben ondergaan, dat zij voor deze welligt ongeschikt geworden zijn, keeren in het bloed terug, om op nieuw bestanddeelen te worden van andere weefsels.

Het bloed is derhalve middelpunt tusschen weefsels en weefsels.

Alle laatste producten der stofwisseling, die, waarschijnlijk in de weefsels, onder den invloed der zuurstof, ontbonden en voor het organisme ondienstig geworden zijn, keeren in het bloed terug, om langs de longen, de nieren en de huid verwijderd, welligt ook nog in deze gewijzigd te worden.

Het bloed is derhalve middelpunt tusschen de laatste producten der stofwisseling en de uitscheidingen.

Voor het dierlijk chemismus is het bloed, wat de dampkring is voor den cyclus van het epitellurische leven, de WEDERZIJDSCH E BEMIDDELAAR.

Het kan ons geenszins bevreemden, dat de kennis dezer vloeistof, die van alle zijden ontvangt, naar alle zijden van zich afgeeft, waarin zich alles vereenigt en waarvan alles uitgaat, nog zeer onvolledig is. Welke zijn die bestanddeelen, die het bloed onmiddellijk aan de voedsels ontleent? — Wat wordt er voor de weefsels en afscheidingen, wat voor elken grondvorm, aangewend? — Welke veranderingen ondergaan deze stoffen in elk derzelve en welke kunnen weder als bestanddeelen van andere weefsels optreden? — Welke zijn die laatste producten der stofwisseling, welke de bestanddeelen der uitscheidingen?

Ziet daar zoo vele vragen, waarop de wetenschap nog onvoldoende heeft geantwoord. Talrijk mogen de kloven zijn en onpeilbaar diep, die de wetenschap hier nog heeft aan te vullen, veel is het reeds, dat zij zich helder bewust is, wat zij wil, dat zij zich vragen heeft weten te opperen, die haar een trouwe gids zullen zijn.

Wij kunnen den cyclus der stof in het dierlijk organisme hier niet in zijne bijzonderheden doorloopen. Alleen wat opgenomen, wat verwijderd wordt, mogen wij niet geheel met stilzwijgen voorbijgaan.

Langs twee wegen treden hoofdzakelijk stoffen in het organisme, — de gewone voedsels en dranken langs de maag en het darmkanaal, — de zuurstof van den dampkring langs de longen; deze is het, die zich in het organisme met de bestanddeelen, door de voedsels aangevoerd, verbindt.

Wij zagen, dat zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof de hoofdbestanddeelen zijn van planten en dieren; zij zijn derhalve ook de hoofdbestanddeelen, zoo wel van plantaardig, als van dierlijk voedsel.

Vele dezer verbindingen, zoo als suiker, gom, vet enz., bestaan uit drie der genoemde elementen, koolstof, waterstof en zuurstof; zij hebben het overwigt in de plantaardige voedsels.

Andere, daarentegen, bestaan uit alle vier, uit koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, zoo als eiwit, gelei en meer anderen. Zij staan in de dierlijke voedsels op den voorgrond.

De eerste soort, de niet stikstof-houdende, noemt LIEBIG *ademhalings-middelen*, en, volgens zijne beschouwing, dienen zij slechts, om de vereischte hoeveelheid kool- en waterstof in het ligchaam te voeren, bestemd, om zich met de ingeademde zuurstof, tot koolstofzuur en water, te verbinden, en hierdoor als bron op te treden der dierlijke warmte.

De tweede soort, de stikstof-houdende, noemt hij eigenlijke *voedings-middelen*, en scheidt deze zoo scherp af van de vorige, dat hij alleen aan de stikstof-houdende het vermogen schijnt toe te kennen, om als bestanddeelen der levende weefsels op te treden.

Deze onderscheiding is niet volkomen juist. Immers het vet, — en bij gevolg de niet stikstof-houdende bestanddeelen der voedsels, die allen in vet kunnen overgaan, — kan insgelijks tot vorming der weefsels bijdragen, waarvan het een essentiëel bestanddeel is, en, ten anderen, worden de kool- en waterstof der stikstof-houdende bestanddeelen onzer voedsels evenzeer aan de ademhaling dienstbaar gemaakt, als die der niet stikstof-houdende.

Hieruit volgt, dat alle bewerktuigde bestanddeelen der voedsels zoo wel tot vorming van weefsels als voor de ademhaling, dat is, tot verbinding met zuurstof en verwijdering door de longen, kunnen worden aangewend, en dat men geene scherpe scheiding tusschen ademhalings-middelen en eigenlijke voedings-middelen maken kan.

De kool- en waterstof van al onze voedsels, zonder onderscheid, worden voor het grootste gedeelte, met zuurstof verbonden, als koolstofzuur en water verwijderd. Kool- en waterstof, als bestanddeelen van organische stoffen, zijn dus eigenlijk de ademhalings-middelen, als men dit woord behouden wil; maar *meestal* worden zij zulks niet, vóór zij reeds tot andere einden in het organisme gediend hebben, vóór zij bestanddeelen hebben uitgemaakt van levende weefsels.

Er komt derhalve in het organisme eene scheikundige verbinding tot stand van de ingeademde zuurstof met de koolstof en de waterstof der voedsels. Het hierdoor gevormde koolstofzuur, door de verbinding van zuurstof met koolstof ontstaan, ontwijkt grootendeels gasvormig door de longen; het water, uit zuurstof en waterstof in

het ligchaam gevormd, wordt, met het als zoodanig gebruikte water, gedeeltelijk langs de longen, langs de huid en langs de nieren verwijderd, terwijl de stikstof der voedsels het ligchaam grootendeels langs de nieren verlaat, onder den vorm van eigendommelijke verbindingen, die buiten het ligchaam aan verdere ontleding onderworpen zijn.

Ten slotte moeten wij ons, bij deze algemeene beschouwing, de verrigtingen herinneren, die tot de stofwisseling in het naauwste verband staan. Ik geloof, dat wij hierbij het doelmatigst de stof kunnen volgen, van waar zij in het ligchaam wordt opgenomen, tot op de plaatsen, waar zij verwijderd wordt.

Honger en dorst maken ons met de behoeften des ligchaams aan voedsels en dranken bekend, die wij langs de mondholte, door slikking, naar de maag voeren. In de maag worden zij tot een' gelijkmatigen brij, de chym, opgelost, die in het darmkanaal, door inwerking van onderscheidene aldaar toegevoerde en afgescheidene vchten, in chyl overgaat, terwijl het ongeschikte langs het darmkanaal uit het ligchaam verwijderd wordt.

De chyl wordt door de weivaten in het darmkanaal opgenomen, die zich allen tot eenen gemeenschappelijken hoofdstam, de borstbuis, vereenigen, welke de chyl in de linker ondersleutelbeens-ader uitstort. De chyl, hier met het bloed gemengd, wordt met het bloed rondgevoerd, en verder in bloed veranderd.

Het hart is het middelpunt van den bloedsomloop, even als het bloed dat der stofwisseling is. Bij den mensch en bij al de warmbloedige dieren is de holte van het hart, door een' tusschenwand, in een regter en linker gedeelte verdeeld, die geene gemeenschap met elkander uitoefenen.

Uit het regter gedeelte van het hart wordt het ader-

lijke bloed, door de long-slagader en hare takverdeelingen naar de longen gevoerd, en keert, als slagaderlijk bloed, door de long-aderen naar het linker gedeelte van het hart terug. Uit het linker gedeelte van het hart gaat het bloed in de groote slagader over, welke takken zich door het geheele ligchaam verdeelen en aan alle weefsels en organen slagaderlijk bloed toevoeren. Van deze keert het bloed weder door de aderen, die overal uit de laatste verdeelingen der slagaderen ontspringen, en zich tot twee hoofdstammen, de holle aderen, vereenigen, naar het regter gedeelte van het hart terug.

De rondvoering van het bloed door de longen wordt kleine bloedsomloop genoemd; die door het geheele ligchaam draagt den naam van grooten bloedsomloop. Beiden gaan van het hart uit en keeren naar het hart terug; waar de eene begint, eindigt de andere; zij hebben beiden onafgebroken plaats, en hetzelfde bloed moet opvolgend aan den grooten en kleinen bloedsomloop deel nemen. De hoeveelheid bloed, die door de longen stroomt, is derhalve gelijk aan de hoeveelheid, die door alle overige ligchaamsdeelen wordt heengedreven.

Het hart is het hoofdorgaan, van welks zamentrekking de kracht afhangt, waarmede het bloed door de longen en door het geheele ligchaam wordt gevoerd, om weder naar het hart terug te keeren.

Belangrijk zijn vooral de fijnste takverdeelingen der slagaderen, die in alle weefsels een net van fijne buisjes vormen, waaruit de kleinste adertjes weder hunnen oorsprong nemen. Deze voor het bloote oog geheel onzichtbare fijne buisjes worden haarvaten genoemd, en bezitten het vermogen, hunnen diameter te vernauwen en te verwijden, waardoor eene kleinere of grootere hoeveelheid bloed door dezelve wordt heengevoerd. De zamentrekking der haarvaten gaat van het zenuwstelsel uit, en kan derhalve onder

den invloed eener algemeene gesteldheid van het zenuwstelsel geschieden; maar zij komt insgelijks tot stand door onderscheidene prikkels, en inzonderheid door de *inwerking van koude*. Deze laatste eigenschap der haarvaten is voor ons onderwerp in hooge mate gewichtig.

De voornaamste levensverrigtingen komen in het haarvaten-stelsel tot stand. In dat der longen blijft het bloed slechts door een dun vliesje van de ingeademde lucht gescheiden; hier wordt zuurstof in het bloed opgenomen, koolstofzuur en water uit hetzelfde verwijderd, en in de hierdoor te weeg gebragte verandering van het bloed bestaat het wezen der ademhaling, — de overgang van aderlijk in slagaderlijk bloed.

In het haarvaten-stelsel van den grooten bloedsomloop, dat in alle ligchaamsdeelen, ja in de longen zelve, als zelfstandig stelsel, voorkomt, geschiedt het belangrijke proces van voeding en afscheiding. Bestanddeelen van het bloed dringen tot in de weefsels door, terwijl de verbruikte stoffen van deze hier in het bloed terugkeeren, eene wisseling, die door het voedingsvocht bemiddeld wordt, dat alle weefsels doordringt. Het voedingsvocht onttrekt aan het bloed de tot herstelling van de grondvormen der weefsels benoodigde stoffen en staat aan het bloed de producten der stofwisseling in die grondvormen af. Uit het voedingsvocht onttrekken de grondvormen, wat zij tot herstelling behoeven; in het voedingsvocht worden de ontbondene stoffen der grondvormen weder opgelost.

Het voedingsvocht is derhalve het middelpunt tusschen het bloed, dat in de haarvaten bevat is, en de grondvormen, die de weefsels samenstellen.

Waar voedingsvocht doordringt, uit het bloed afkomstig, kan herstelling en nieuwe vorming geschieden.

Bij de wisseling van bestanddeelen tusschen bloed en

voedingsvocht in de weefsels, gaat het bloed van slagaderlijk in aderlijk over, en moet thans op nieuw naar het hart en van hier naar de longen gevoerd worden, om, door den invloed der dampkringslucht, in slagaderbloed veranderd, zijnen loop door het ligchaam te hervatten.

Bij de amphibiën wijkt de bloedsomloop wezenlijk van dien der warmbloedige dieren af. Het regter en linker gedeelte van het hart staan met elkander in gemeenschap, waardoor dit gewigtig verschil wordt voortgebracht, dat, uit aderlijk en slagaderlijk bloed gevormd, gemengd bloed naar alle ligchaamsdeelen, even als naar de longen, wordt toegevoerd. Het van de longen terugkeerende slagaderlijk bloed wordt in het hart met het van alle ligchaamsdeelen terugstroomende aderlijk bloed vermengd, om, als zoodanig, op nieuw én in de longen én in alle ligchaamsdeelen verspreid te worden.

Ook bij de visschen geschiedt de bloedsomloop op eene andere wijze. Hier zijn kleine en groote bloedsomloop tot één geheel verbonden. Van het hart uitgaande, wordt het bloed naar de kieuwen gevoerd en verspreidt zich van hier onmiddellijk door de ligchaamsdeelen. Van deze keert het nu weder naar het hart, om zijnen weg door de kieuwen en het geheele ligchaam op nieuw te hervatten.

Het proces der ademhaling geschiedt bij de visschen zeer onvolkomen. Hier wordt het bloed, dat in de haartvaten der kieuwen aanwezig is, slechts omspoeld door het met zuurstof bedeelde water, waaraan ongetwijfeld veel minder zuurstof zal onttrokken worden, dan door de longen der overige gewervelde dieren aan de ingeademde dampkringslucht.

Bij de insekten stroomt het ongekleurde bloed slechts voor een gedeelte door geslotene kanalen en verlaat deze, om een ander stelsel van kanalen te omspoelen, die met

dampkringslucht gevuld zijn en zich aan de oppervlakte des ligchaams openen.

Wij hebben thans een algemeen begrip van de stofwisseling en van de verrigtingen, die het naauwst met dezelve in betrekking staan. Ik wil U nog bepaaldelijk herinneren, dat wij de haarvaten als de gewigtigste werktuigen hebben leeren kennen, door welke, langs onderscheidene wegen, stoffen uit het bloed verwijderd worden, ongeschikt, om langer bestanddeelen van het levend organisme uit te maken.

En thans herhaal ik de vraag, waarin is de bron der warmte, in de dieren ontwikkeld, gelegen?

Gij denkt reeds aan die gedurige verwisseling van stof, aan die verbinding van de bestanddeelen van onze voedsels met zuurstof, aan die onophoudelijke verbranding, in al wat leeft. Koolstof, waterstof, ook zwavel en phosphorus, worden in het ligchaam met zuurstof verbonden, vele andere scheikundige werkingen, die men geenszins mag over het hoofd zien, komen in hetzelfde tot stand, en de natuurkunde leert, dat deze niet kunnen plaats hebben, zonder ontwikkeling van warmte. Nemen wij nu op dezen grond aan, dat de warmte, in dieren ontwikkeld, van scheikundige werking afhangt, dan vinden wij eene verklaring voor al de verschijnselen, die wij hebben waargenomen.

Bij vele visschen, die slechts eene geringe hoeveelheid zuurstof aan het water kunnen onttrekken, is de eigene warmte zelfs niet waarneembaar.

Bij insekten, waar de ademhaling slechts door luchtpijpstakken geschiedt, waarin de lucht ongetwijfeld moeilijk hernieuwd wordt; bij amphibiën, wier longen eene geringere oppervlakte aanbieden, bij welke geen zuiver

slagaderlijk maar gemengd bloed door de weefsels stroomt, en waar het gebruik van voedsel gering, de stofwisseling minder snel is, vonden wij de temperatuur slechts weinig boven die van het omringende medium verheven.

Daarentegen bij die dieren, wier ademhaling levendiger, wier longen uitgebreider, wier bloed meer slagaderlijk, wier voeding ruimer, wier stofwisseling sneller is, is de eigene warmte het hoogst. In de zoogdieren en in de vogelen vinden wij deze voorwaarden vereenigd; bij de vogels, die zeer uitgebreide, doch minder volmaakte ademhalings-werktuigen bezitten, echter in mindere mate dan bij de zoogdieren, en de hoogere temperatuur van eerstgenoemden moet hoogst waarschijnlijk alleen aan hun dik vederen kleed, dat hen voor afkoeling eenigermate vrijwaart, worden toegeschreven. Proeven hebben geleerd, dat vogelen, van hunne vederen beroofd, zeer snel in temperatuur afnemen en door koude bezwijken. Onttrekking van voedsel, zoo als GIERSE, bij honger-kuur, CHOSSAT, bij zijne heerlijke proeven over de inanitie, waarnam, rust en slaap, waarbij de ademhaling minder krachtdadig, de bloedsomloop minder snel is, verminderen de eigene warmte; eene goede voeding, daarentegen, die alle verrigtingen opwekt, beweging en krachts-inspanning, die de stofwisseling verhoogen, vermeerderen de ontwikkeling van warmte.

In de kindschheid, wanneer alle verrigtingen en vooral de stofwisseling zeer levendig zijn, de pols en de ademhaling eene buitengewone snelheid bezitten, het ligchaam voor een grooter gedeelte uit bewerktuigde, voor verbranding vatbare, stoffen bestaat, vinden wij de temperatuur verhoogd; bij den grijsaard, waar voeding, ademhaling, bloedsomloop en alle verrigtingen op een' lageren trap staan, en waar de stofwisseling, door het overwigt van

onbewerktuigde bestanddeelen, beperkter is, wordt de temperatuur doorgaans lager.

Al die ziekten, aan welke verhoogde plastische werkdadigheid ten gronde ligt, zoo als koorts en ontsteking, verheffen het ligchaam boven zijne gewone temperatuur, — en waar alle verrigtingen, en dus ook de stofwisseling, kwijnen, daalt de temperatuur, zoo als aan verlamde deelen merkbaar is.

Genoeg, om U te doen zien, dat er een onmiskenbaar verband bestaat tusschen de eigene warmte der dieren en de snelheid der wisseling van stof.

Wanneer wij ons vragen, waar, in welk gedeelte van het organisme de warmte ontwikkeld wordt, zoo bieden waarneming en theorie ook hier elkander de hand.

Het slagaderlijk bloed, dat uit de longen terugkeert, heeft eene hoogere temperatuur, dan het aderlijke, dat naar de longen stroomt, niettegenstaande de warmte, aan de koude ingeademde lucht afgestaan, de verdamping van water, waarmede de uitgeademde dampkringslucht verzadigd wordt, en het ontwijken van koolstofzuur uit het bloed als zoo vele oorzaken van afkoeling moeten worden aangemerkt.

Te regt nemen wij dus aan, dat in de longen, meer dan in andere organen, eene bron van warmte huisvest, en wij vinden die in de scheikundige verbindingen, die de ingeademde zuurstof reeds hier met de hoofdbestanddeelen van het bloed (de proteïne-verbindingen) aangaat, verbindingen, die, zonder ontwikkeling van warmte, niet kunnen tot stand komen.

HUNTER, SCHULTZ en vooral DAVY hebben dan ook aangetoond, dat het aderlijk bloed, zelfs buiten het ligchaam, door de aanraking met zuurstof, eene hoogere temperatuur aanneemt. DAVY vond namelijk, dat, wanneer aderlijk bloed met zuurstof geschud werd, de warmte

$\frac{1}{2}^{\circ}$ tot ruim 1° C. verhoogd werd, hetgeen weder volkomen strookt met de waarnemingen omtrent het verschil van temperatuur van aderlijk en slagaderlijk bloed in het ligchaam.

Wanneer wij ons de zamenstelling van het bloed voorstellen, dan dringt zich de overtuiging bij ons op, dat die gewigtige middenstof van alle stofwisseling, die met eene verbazende snelheid onophoudelijk door het geheele organisme wordt heengedreven, ook geen enkel oogenblik in scheikundige rust is. Terwijl het bloed door de aderen stroomt, zal hierom ook de ontwikkeling van warmte eenigermate blijven voortduren, om in het haarvatenstelsel, waar het bloed, door tusschenkomst van het voedingsvocht, zijne bestanddeelen met die der weefsels wisselt, waar de gewigtigste verrigtingen van voeding, herstelling en afscheiding tot stand komen, waar het bloed van slagaderlijk in aderlijk overgaat en waarschijnlijk koolstofzuur, als laatste product der stofwisseling, gevormd wordt, nieuw voedsel te ontvangen en zich krachtiger te uiten.

In de weefsels zelve, bij de stofverwisseling, waaraan zij zijn onderworpen, erkennen wij dus eene nieuwe bron van warmte. De voornaamste grond, die voor het bestaan dezer bron door STEVENS werd aangevoerd, is de hooge temperatuur van ontstokene deelen, die de temperatuur van het toegevoerde bloed niet zou kunnen overtreffen, wanneer in het weefsel zelf geene warmte ontwikkeld werd. Later hebben LIEBIG en DUMAS, zonder genoegzame gronden, de weefsels zelve bijna uitsluitend als de zitplaats der bron van warmte in het ligchaam aangenomen, en de ontwikkeling van warmte, door de vereeniging der zuurstof met de bestanddeelen des bloeds in de longen voortgebragt, te veel op den achtergrond geplaatst.

Nemen wij aan, dat de gemiddelde hoeveelheid bloed, die elke minuut door de longen stroomt, 15 ponden be-

draagt, hetgeen volgens VALENTIN's bepalingen zelfs veel te gering is, en gaan wij, bij onze berekening, van het door BECQUEREL en BRESCHET laatst gevondene verschil van temperatuur tusschen slagaderlijk en aderlijk bloed in de beide boezems van het hart uit, hetwelk geringer is en slechts $0,65^{\circ}$ C. bedraagt, dan vinden wij, dat, in een tijdsverloop van 24 uren, 14040 ponden bloed in de longen met 1° C. verhoogd worden.

De warmte, die er volgens de berekening van LIEBIG, — waarbij 13,9 oncen koolstof, als gemiddeld verbruik in 24 uren, en de door DESPRETZ gevondene hoeveelheid warmte, bij de verbranding van koolstof ontwikkeld, tot grondslag worden aangenomen, — in het menschelijke ligchaam dagelijks ontwikkeld wordt, zou slechts toereikend zijn, om 13680 ponden water met 1° C. te verhoogen.

Hoewel de hier boven berekende hoeveelheid warmte, in de longen ontwikkeld, de door LIEBIG, voor genoegzaam het geheel der in het organismus voortgebrachte warmte, aangenomene hoeveelheid zelfs overtreft, niettegenstaande in de longen belangrijke bronnen van verkoeling, door de verdamping van water, het verwarmen der lucht en het ontwijken van koolstofzuur, aanwezig zijn, meen ik hieruit nogthans niet te mogen besluiten, dat de bron der dierlijke warmte uitsluitend in de longen gezeteld is, — eensdeels, omdat al deze bepalingen nog verre van mathematische naauwkeurigheid verwijderd zijn, en bij de berekening van LIEBIG ook alleen de verbinding van koolstof met zuurstof is in aanmerking genomen, die onmogelijk aan al de scheikundige warmte des ligchaams kan beantwoorden, — anderdeels, omdat de wetenschap andere gronden bezit, die eenige ontwikkeling van warmte in het haarvatenstelsel der weefsels en organen voldingend bewijzen; — maar ik meen te mogen beweren, dat de ontwikkeling van warmte in de longen en de verspreiding derzelve met

het slagaderlijke bloed door het geheele ligchaam door LIEBIG en DUMAS geenszins naar waarde geschat zijn.

Wanneer in de weefsels de hoofdzakelijke bron van warmte gelegen was, dan zou het aderlijke bloed, dat uit dezelve terugkeert, althans geene lagere temperatuur bezitten, dan het toestroomende slagaderlijke bloed, hetgeen intusschen het geval is.

Onze kennis omtrent de scheikundige warmte laat, zoo als wij later zien zullen, veel te wenschen over; maar men heeft voldoende grond, om aan te nemen, dat, bij de verbinding van zuurstof met eene organische stof, eene zekere hoeveelheid warmte wordt ontwikkeld, die, bij eene verdere ontbinding of verbranding dier stof, zich niet op nieuw kan vertoonen. Welnu, de zuurstof komt scheikundig verbonden in het bloed voor; de ingeademde zuurstof verbindt zich met de bestanddeelen van het bloed. Koolstofzuur en stikstof kon VAN ENSCHUT, in het luchtledige en in waterstof, gasvormig uit het bloed verkrijgen, — geene zuurstof; en ik geloof, dat wij thans, nu wij de zuurstof-verbindingen van proteïne in het bloed hebben leeren kennen, de uitkomsten der proeven van VAN ENSCHUT meer vertrouwen mogen schenken, dan die van MAGNUS en anderen, die, zoo wel uit aderlijk als slagaderlijk bloed, vrije zuurstof meenen verkregen te hebben.

Het is ook in geen deele beslist, dat in de longen geen koolstofzuur gevormd wordt. GAY-LUSSAC heeft de uitkomsten der proeven van MAGNUS getoetst en voldoende aangetoond, dat hieruit geenszins kan worden afgeleid, dat in de longen slechts het reeds gevormde, aanwezige koolstofzuur afgescheiden en geen koolstofzuur gevormd wordt. MAGNUS schijnt zelf te hebben ingezien, dat zijne verkregene uitkomsten niet voldoende waren, daar hij, na den aanval van GAY-LUSSAC, nieuwe proeven heeft toegezegd. Intusschen vonden GAY-LUSSAC en MAGENDIE, even als

vroeger ook v. ENSCHUT, de volstrekte hoeveelheid koolstofzuur in het aderlijke bloed grooter, dan in het slagaderlijke, hetgeen weder voor eene afscheiding van reeds gevormd koolstofzuur in de longen schijnt te pleiten. Doch hoe dit zij, de zuurstof verbindt zich scheikundig met de bestanddeelen van het aderlijk bloed, en indien de later te vermelden wet van WELTER, dat, namelijk, *de ontwikkeling van warmte*, bij de verbranding van een ligchaam, *geëvenredigd is aan de hoeveelheid verbruikte zuurstof*, gegrond was, zou de bron der warmte alleen dáár te zoeken zijn, waar zich de zuurstof met andere stoffen verbindt, en derhalve hoofdzakelijk in de longen.

Het zal U gebleken zijn, mijne Heeren! dat wij de stelling, dat in de longen eene voorname bron van dierlijke warmte gezeteld is, en dat deze warmte met het slagaderlijk bloed door het ligchaam verspreid wordt, met voldoende regtstreeksche bewijzen kunnen staven, terwijl de ontwikkeling van warmte in het haarvatenstelsel van alle weefsels en organen, hoe wel waarschijnlijk, niet met gelijke zekerheid is aangetoond.

Ik mag hier eene waarneming van NASSE niet voorbijgaan, die het bloed in de linker kamer bij vogels warmer vond, dan in den boezem en in de long-aderen, en hierom aan het hart eenen verwarmenden invloed schijnt toe te schrijven. Deze waarneming, die eenigermate bevestigd schijnt te worden door de laatste bepalingen van BECQUEREL en BRESCHET, — waarbij zij tusschen het bloed der beide boezems met den thermometer slechts $0,65^{\circ}$ C. verschil aantroffen, terwijl zij vroeger een gemiddeld verschil van $1,01^{\circ}$ C. tusschen het bloed der groote slagader (aorta) en der opklimmende holle ader, langs den thermo-electrischen weg, gevonden hadden, — komt mij voor te moeten verklaard worden uit eene nog niet volledige verbinding van al de opgenomene zuurstof met het bloed

in de longen, die dan in het hart, dat het bloed ongetwijfeld in enkele sekonden bereikt, nader tot stand komt.

Gij ziet het, mijne Heeren! de hypothese, dat de bron der dierlijke warmte hoofdzakelijk of uitsluitend in een verbrandings-proces bestaat, dat zij scheikundige warmte is, is eenvoudig en schoon; zij berust op physische waarheden; zij verklaart al de waargenomene verschijnselen; zij voldoet aan al de vereischten eener goede hypothese, en echter, — zij is niet bewezen.

Op de tot dus verre gevolgde wijze voorgesteld, schijnt het, alsof onze kennis, omtrent de warmte, in de dieren ontwikkeld, reeds grondig en volmaakt was, alsof onze nasporingen hier reeds haar hoogste doel, waarheid en kennis, bereikt hadden; — maar het is schijn, mijne Heeren! louter schijn.

Wij bezitten zoogenoemde bepalingen der dierlijke warmte, maar eigenlijk verdienen zij dien naam niet. Onze bepalingen zijn niets anders, dan bepalingen van dierlijke temperatuur, dat is warmtegraad, zoogenoemde eigene warmte, en zeker is het, dat deze in geene bepaalde verhouding staat tot de hoeveelheden warmte, in de dieren ontwikkeld. Wij zagen dit reeds bij de vogelen, wier dik vederen kleeft hen zoodanig tegen afkoeling beveiligt, dat zij, bij eene waarschijnlijk geringere ontwikkeling van warmte, eene hoogere temperatuur aannemen, dan de zoogdieren. Ook voor deze zijn de natuurlijke bekleedselen van het hoogste gewigt; BECQUEREL en BRESCHET zagen konijnen zeer spoedig van koude bezwijken, wanneer hunne haren werden afgeschoren. Overal komt de toestand der oppervlakkig gelegene lichaamsdeelen in aanmerking, en hunne meerdere of mindere geleidbaarheid voor warmte mag even min uit het oog verloren

worden, als de kleederen, waarmede de mensch zich tegen de koude beveiligt, en zonder welke hij vaak niet in staat zou zijn, zijne eigene warmte onverminderd te bewaren.

Wie ziet niet tevens in, dat het verlies van warmte noodwendig zal geëvenredigd zijn aan de oppervlakte der lichamen of lichaamsdeelen? Wanneer men dus waarneemt, dat neus en ooren, vingers en toonen, ja handen en voeten spoediger door koude worden aangedaan en aan bevrozing zijn blootgesteld, zal men hieruit mogen besluiten, dat in deze deelen eene geringere hoeveelheid warmte wordt ontwikkeld, dan in andere organen? Voorzeker, neen! — De groote oppervlakte, die zij, bij eene geringere massa, aanbieden, moet het verlies van warmte noodwendig bevorderen.

Alle dieren, met geringen lichaams-omvang, verkeerden, in dit opzigt, in dezelfde omstandigheden, en het is ontegenzeggelijk waar, dat zij meer warmte zullen moeten ontwikkelen, of wel, op de eene of andere wijze, tegen verkoeling zullen moeten zijn gevrijwaard, om denzelfden graad van eigene warmte te bezitten, dien wij bij dieren van grooteren lichaams-omvang waarnemen.

Wanneer vele visschen zelfs geene waarneembare eigene warmte aanbieden, moet men niet vergeten, dat zij in een medium leven, dat de warmte aan hun lichaam veel gemakkelijker onttrekt, dan de drooge dampkringslucht, en het verdient allezins onze opmerking, dat wij in den grooten lichaams-omvang en de afgeronde gedaante der warmbloedige dieren, die in de zeeën leven, de voorwaarden vereenigd vinden, om bij eene groote massa eene geringe oppervlakte aan te bieden, en de afkoeling van deze zijde, zoo veel mogelijk, te beperken. De reusachtige grootte der walvisschen, met de voordeeligste gedaante verbonden, was een vereischte, om hunne belangrijke

eigene warmte in het sterk afkoelende element onveranderd te bewaren, waartoe de dikke vetlaag, onder de huid gelegen, ook ongetwijfeld het hare bijdraagt.

Genoeg, om U te doen zien, dat er eene menigte oorzaken bestaan, die op de eigene warmte der dieren eenen belangrijken invloed hebben, en om U overtuigend te bewijzen, dat de temperatuur der dieren geenszins als de maatstaf der ontwikkelde warmte kan worden aangemerkt.

De kennis der hoeveelheden warmte is het, die wij behoeven, naar welke wij streven, maar die ons ten eenemale ontbreekt.

Wij hebben met bewondering gezien, hoe het menschelijk vernuft zoo vele belangrijke ontdekkingen, waartoe onvermoeide nasporingen van eene lange reeks van jaren geleid hadden, had weten te vereenigen, om de geringste verschillen van temperatuur onfeilbaar te ontdekken en te bepalen; maar, hoe verre zijn wij nog verwijderd van naauwkeurige, stellig bruikbare bepalingen van hoeveelheden warmte! Men behoeft slechts de uitkomsten te vergelijken, door onderscheidene natuurkundigen verkregen, die zich met het bepalen der hoeveelheden warmte, bij de verbinding van zuurstof met andere elementen ontwikkeld, bezig hielden, om de overtuiging te erlangen, dat de natuurkunde hier nog naauwelijks eene enkele vaste schrede gedaan heeft.

De hypothese, dat de dierlijke warmte uitsluitend op een verbrandings-proces in het organisme berust, — dat zij alléén scheikundige warmte is, — zal intusschen niet mogen heeten bewezen te zijn, vóór de wetenschap zal hebben aangetoond, dat de hoeveelheid warmte, in het dierlijk ligchaam ontwikkeld, volkomen beantwoordt aan de scheikundige werking, die hier plaats heeft.

Die kennis bezitten wij niet. Van geene enkele grond-

stof weten wij met zekerheid, hoe veel warmte zij, bij hare verbinding met zuurstof, ontwikkelt; van geen enkel der bewerktuigde bestanddeelen onzer voedsels of lichaamsdeelen is de hoeveelheid warmte, die bij verbranding ontstaat, voldoende bekend; van geen enkel dier kunnen wij de warmte, die het, onder gewone omstandigheden, voortbrengt, met getallen uitdrukken, die als vastgesteld kunnen beschouwd worden; — ja, het schijnt, dat de middelen, om warmte-hoeveelheden, vooral bij verbranding, waar gasvormige producten ontstaan, te bepalen, nog zoo onvolkomen zijn, dat wij niet spoedig eene naauwkeurige kennis der hoeveelheden warmte en eene grondige toetsing der hypothese, die de dierlijke warmte uitsluitend als scheikundige warmte beschouwt, kunnen te gemoet zien.

Gij ziet hier bewaarheid, mijne Heeren! wat ik bij den aanvang mijner rede heb aangevoerd, dat wij alleen van de vorderingen der natuur- en scheikunde nadere toelichtingen mogen verwachten, waar onze kennis omtrent de eigene warmte en hare bron nog gebrekkig en onvolkomen is.

Aan pogingen ontbreekt het intusschen niet. Uit de onderzoekingen van LAVOISIER, LAPLACE en RUMFORD, maar vooral uit die van DESPRETZ, meende WELTER de wet te mogen afleiden, dat *de hoeveelheid warmte, bij de verbranding ontwikkeld, geëvenredigd is aan de hoeveelheid verbruikte zuurstof.*

Onder de door DESPRETZ verkregene uitkomsten, waren er reeds eenige, b. v. bij de verbranding van phosphorus en zwavel, die met deze wet in strijd waren, en ook de onderzoekingen van DULONG, FAVRE en SILBERMAN, CRAWFORD en anderen hebben dezelve geenszins bevestigd. Werpen wij, om ons hiervan te overtuigen, een' blik op de door DULONG nagelatene uitkomsten, dan vinden wij, dat eene kubieke palm zuurstof, tot verbranding van koolstof

aangewend, 7858, tot verbranding van waterstof, 6204, en tot verbranding van zwavel niet meer dan 3744 deelen warmte ontwikkelt, — en vergelijken wij hiermede de weder afwijkende uitkomsten van anderen, dan zijn wij, dunkt mij, genoodzaakt te erkennen, dat de wetenschap hier nog geene getallen bezit.

En echter, men is reeds verder gegaan. DESPRETZ heeft, reeds vóór verscheidene jaren, getracht, de hypothese, betreffende de scheikundige bron der eigene warmte van dieren, te toetsen en heeft, ten dien einde, meer dan 200 bepalingen gedaan.

Hij sloot jonge en oude eenden, hoenders, duiven, eksters, honden, katten en konijnen, $1\frac{1}{2}$ tot 2 uren lang, in een met water omgeven koperen kastje op, door hetwelk, met behulp van twee gazometers, onafgebroken een stroom van lucht werd heengevoerd, waarvan de temperatuur, bij het in- en uitgaan, en de hoeveelheid en samenstelling, vóór en na de proef, bepaald werden. Het gewigt van het koperen kastje was bekend, en de temperatuur van het omringende water werd vóór en na de proef naauwkeurig bepaald. Nu werd de toegenomene warmte van deze vergeleken, met de hoeveelheid warmte, die er door het voortbrengen der gevormde hoeveelheid koolstofzuur en van het vermoedelijk gevormde water kon ontwikkeld zijn geworden. Wat de vorming van water in het organisme betreft, nam DESPRETZ aan, dat de zuurstof, die gedurende de proef verdwenen was en niet tot vorming der gevondene hoeveelheid koolstofzuur vereischt werd, zich met waterstof tot water verbonden had.

De uitkomsten dezer proeven en berekeningen waren de vermelde hypothese zeer gunstig; hij vond, namelijk, dat $\frac{7}{10}$ tot $\frac{9}{10}$ der in de dieren ontwikkelde warmte, van de verbranding der kool- en waterstof in het organisme kon worden afgeleid.

Gij zult intusschen met mij instemmen, mijne Heeren! dat men aan de uitkomsten dezer proeven, geene zeer groote waarde hechten moet, en dat zij niet kunnen beschouwd worden, het pleit beslist te hebben.

Om niet te gewagen van de mogelijke temperatuursvermindering van het dier gedurende de proef, — vooral wat de oppervlakkige deelen betreft, — van de minder geschikte dampkringslucht, waarin het dier was opgesloten (daar toch de zachte voortdurende stroom hier wel niet toereikend kan geweest te zijn, om de samenstelling der lucht in het kastje onveranderd te bewaren) en van al de bronnen van dwaling, die uit een' zoo zamengestellten toestel en zoo vele bepalingen noodwendig voortvloeijen, zal ik U slechts doen opmerken, wat bij deze proeven als bekend moest voorondersteld worden, om tot deze uitkomsten te geraken. Vooreerst, dat al de opgenomene zuurstof, die niet in het uitgeademde koolstofzuur aanwezig is, zich met waterstof in het ligchaam verbonden heeft, ten anderen, hoeveel warmte bij de verbinding eener bepaalde hoeveelheid kool- en waterstof, als bestanddeelen van bewerkte stoffen, met zuurstof ontwikkeld wordt, en, eindelijk, de soortelijke warmte van water, van koper en van de ontwikkelde gazen.

Is het waar, dat onze kennis omtrent al deze punten nog veel te wenschen overlaat, — en Gij zult dit volmondig met mij instemmen — dan behoef ik geene verdere bewijzen, om U te overtuigen, dat wij aan de uitkomsten der proeven en berekeningen van DESPRETZ geene beslissende waarde kunnen toekennen.

Ik heb vooral gemeend, U te moeten aantoonen, dat onze kennis hier niet tot die volmaaktheid is opgeklommen, dat de louter scheikundige oorsprong der dierlijke warmte als bewezen, als ontegenzeggelijk bewezen, mag

worden voorgesteld, zoo als in onze dagen meermalen gebeurd is. Hoe schoon en eenvoudig deze hypothese zijn moge, hoe heerlijk een innig verband tusschen zoo vele verschijnselen, bij deze voorstelling, moge uitkomen, hoe groote waarschijnlijkheid zij hebben moge, — zoo lang het regtstreeksche bewijs ontbreekt, — blijft zij eene hypothese, die alleen dán heilzaam op de vorderingen der wetenschap kan inwerken, wanneer zij als niet bewezen wordt voorgesteld en ijverige pogingen uitlokt, om de bewijzen in de natuur op te sporen, — geenszins, wanneer haar eene plaats onder de erkende waarheden wordt ingeruimd!

Niets is meer in staat, bij den eersten aanblik, onze bewondering gaande te maken, dan de groote bestendigheid van temperatuur der inwendige deelen van warmbloedige dieren en van den mensch, aan zoo vele wisselingen van koude en warmte blootgesteld, — in den felsten winter, als in den brandendsten zomer, nabij de polen, als tusschen de keerkringen.

Deze bestendigheid mag geenszins als iets toevalligs beschouwd worden; zij is eene der voorwaarden van het leven der warmbloedige dieren, welke verrigtingen alleen bij deze temperatuur kunnen tot stand komen, en de middelen, door de natuur aan het organisme der warmbloedige dieren en van den mensch verbonden, om genoegzaam de geheele oppervlakte der aarde, waar zoo belangrijke temperatuurs-verschillen voorkomen, voor hen bewoonbaar te maken, verdienen allezins onze aandacht en bewondering.

Over het algemeen stelt men zich het dierlijk ligchaam voor als eene verwarmde massa, die dezelfde betrekking heeft tot de koudere of warmere omringende voorwerpen, als elk ander ligchaam. Men neemt aan, dat de afkoeling

des te sterker zijn zal, naar mate het omringende medium kouder is, en men besluit hieruit, dat, bij eene koudere temperatuur, meer warmte in het ligchaam moet ontwikkeld worden, om de temperatuur gelijkmatig te bewaren.

Tot een zoodanig besluit is men geenszins gerechtigd. — Leert ons de waarneming, dat, bij eene koudere temperatuur der lucht, de bloedwarmte onveranderd blijft, zoo mogen wij hieruit alléén afleiden, dat óf de bron van warmte in het ligchaam bij koude toeneemt en bij warmte vermindert, óf het verlies van warmte, bij verschillende temperatuur der lucht, gelijk is, óf wel dat beiden als oorzaken optreden en vereenigd bijdragen, om het evenwigt tusschen ontwikkeling en verlies van warmte, voor de inwendige deelen, onder genoegzaam alle omstandigheden, standvastig te bewaren.

Wij zullen zien, dat het verlies van warmte, bij onderscheidene temperaturen, niet aan een zoo belangrijk verschil is onderworpen, als men, bij eene oppervlakkige beschouwing, zou vermoeden. De bron van warmte moge, bij eene uitwendige koude, eenigermate toenemen, — de voorname oorzaak van de gelijkmatigheid der inwendige warmte is ontegenzeggelijk hierin gelegen, dat, bij eene koudere lucht, het verlies van warmte niet hieraan geëvenredigd wordt bevorderd, maar, na de eerste afkoeling der huid, ongeveer dezelfde blijft.

Om deze stelling grondig te beoordeelen, moeten wij twee gewigtige punten aan een nader onderzoek onderwerpen.

In de eerste plaats, aangenomen, dat de dierlijke warmte hoofdzakelijk op een oxydatie-proces, — op de verbinding der ingeademde zuurstof met de bestanddeelen der opgenomene voedsels en der dierlijke weefsels, — berust, in hoe verre is de kracht dezer bron, ten gevolge

van uitwendige koude en warmte, voor wijzigingen vatbaar. In de tweede plaats, op welke wijze verliest het ligchaam de voortdurend ontwikkelde warmte, en in hoe verre is dit verlies van de temperatuur der lucht afhankelijk.

Wat de eerste vraag betreft, deze komt mij hoogst eenvoudig voor. Heeft de ontwikkelde warmte haren grond in een oxydatie-proces, dan moet zij geëvenredigd zijn aan de hoeveelheid door de ademhaling opgenomene zuurstof. Vermeedert deze, zoo neemt de verbranding en hiermede tevens de ontwikkeling van warmte noodwendig toe; vermindert zij, dan heeft het omgekeerde plaats. De eerste vraag moet dus tot de volgende worden teruggebracht: waardoor kan de hoeveelheid opgenomene zuurstof gewijzigd worden, en welken invloed kan eene koudere lucht op deze hoeveelheid uitoefenen?

Bedrieg ik mij niet, dan kunnen wij ons twee geheel onderscheidene oorzaken voorstellen, die de hoeveelheid opgenomene zuurstof wijzigen. De eerste spruit uit het ligchaam zelf voort en berust op den toestand des bloeds en de snelheid van den bloedstroom door de longen. De tweede zon in den toestand der lucht kunnen gelegen zijn, die wij inademen.

Wat den invloed der ingeademde lucht betreft, hebben de proeven van SCHROEDER VAN DER KOLK geleerd, dat, wanneer dieren eenigen tijd in zuurstof-gas verbleven waren, hun bloed eene meer slagaderlijke gesteldheid had aangenomen, hetgeen de regtstreeksche proeven van ALLEN en PEPYS bevestigt, die hierbij eene grootere hoeveelheid zuurstof vonden opgenomen. Onlangs heeft VIERORT proeven medegedeeld, omtrent de hoeveelheid koolstofzuur, die, in ééne minuut, bij willekeurig langzame en snelle ademhaling verwijderd werd, en verkreeg hierbij dezelfde uitkomsten als ALLEN en PEPYS. Hoewel ik mij moeilijk kan voorstellen, dat VIERORT, bij 80 in- en uitademingen in

de minuut, telkens eene even groote hoeveelheid lucht opnam en verwijderde, als bij eene gewone in- en uitademing, en ik daarenboven meen te moeten aannemen, dat wanneer hij deze versnelde ademhaling over een langer tijdperk, dan dat van ééne minuut, had uitgestrekt, hij zeer afwijkende uitkomsten zou verkregen hebben, zoo schijnt hieruit echter met voldoende zekerheid voort te vloeijen, dat, bij willekeurig versnelde ademhaling, de hoeveelheid uitgeademd koolstofzuur, en hierbij tevens die van opgenomene zuurstof, merkelijk kan toenemen; doch welligt geldt dit slechts voor een zeer kort tijdsbestek, waarna de ademhaling weder onwillekeurig zoodanig zal geregeld worden, als de behoefte des ligchaams vereischt.

Wanneer men den rhythmus der ademhaling gedurende eenige oogenblikken willekeurig versnelt, zal men opmerken, dat men, na gedane inademing, eenen vrij geruimen tijd kan verblijven, zonder op nieuw adem te halen, waarmede men zelfs onwillekeurig iets langer wachten zal dan gewoonlijk. De invloed eener versnelde ademhaling op de samenstelling der lucht in de longen is gemakkelijk na te gaan, wanneer men bedenkt, dat er na de uitademing eene belangrijke hoeveelheid lucht in de longen terugblijft, die eenige procenten koolstofzuur en zoo veel minder zuurstof bevat, waarmede bij elke inademing eene veel geringere hoeveelheid lucht gemengd wordt, die genoegzaam vrij is van koolstofzuur.

Men ziet dan terstond in, dat, ten gevolge eener versnelde ademhaling, de in de longen aanwezige lucht, die voortdurend het proces der ademhaling bemiddelt, rijker aan zuurstof en armer aan koolstofzuur worden moet, en men kan hierdoor zoo wel de mindere behoefte, om, na versnelden rhythmus, op nieuw adem te halen, als de vermeerderde hoeveelheid opgenomene zuurstof in de proeven van VIERORT verklaren. Im-

mers, wanneer bij deze proeven de in de longen aanwezige lucht meer zuurstof bevatte, dan gewoonlijk, bestond er eenige overeenkomst met de ademhaling in zuurstofgas, die dus hetzelfde moest ten gevolge hebben, en hierbij zagen wij, dat eene grootere hoeveelheid zuurstof werd opgenomen.

Uit deze beschouwing zal U gebleken zijn, dat, wanneer de dampkringslucht, die ingeademd wordt of in de longen aanwezig is, meer zuurstof bevat dan gewoonlijk, het verbrandings-proces ook waarschijnlijk bevorderd wordt.

Wat nu den invloed der koude betreft, kan eene willekeurig versnelde ademhaling, natuurlijker wijze, niet in aanmerking komen, daar toch de rhytmus der ademhaling, bij elke temperatuur, geheel onwillekeurig is. Het is hier dus alleen de vraag, of eene koudere lucht regtstreeks het opnemen van zuurstof bevordert, en deze vraag meen ik ontkennend te moeten beantwoorden. Het is waar, bij eene lagere temperatuur, heeft de lucht eene grootere digtheid, en zullen 20 tot 30 kubieke duimen, die bij elke inademing gewoonlijk worden opgenomen, meer gewicht hebben en dus ook meer zuurstof bevatten; maar zal hierdoor eene grootere hoeveelheid lucht in de longen gebracht worden? Ontegenzeggelijk zou dit slechts dan het geval kunnen zijn, wanneer deze lucht tot in de cellen der longen doordrong, zonder verwarmd te worden, en eene nadere beschouwing van het mechanismus der ademhaling zal ons overtuigen, dat dit geenszins het geval is. Wij zagen reeds, dat bij de uitademing slechts een klein gedeelte der in de longen voorhandene lucht verwijderd wordt, zoodat het grootste gedeelte, tot onderhouding van het onafgebroken voortdurend proces der ademhaling, in de cellen der longen terugblijft. Bij het begin der inademing zal de verwarmde lucht, die in de grootere en kleinere luchtpijps-takken, in keel-, neus- en

mondholte aanwezig is, het eerst tot de luchtcellen der longen toegang hebben, en eerst daarna zal de van buiten opgenomene lucht, die door de neusholte, door de keelholte, door het strottenhoofd en door de grootere en kleinere luchtpijps-takken is heengetogen, voor een klein gedeelte, met de in de luchtcellen aanwezige lucht vermengd worden. Zal deze nu niet reeds de temperatuur des ligchaams hebben aangenomen, en mogen wij dus niet veilig besluiten, dat, wanneer gewoonlijk 20 tot 30 kubieke duimen warme lucht worden ingeademd, bij eene gelijke uitzetting der borstkas, minder dan 20 tot 30 kubieke duimen der koude dampkringslucht tot in de longen treden? — Ik geloof, dat dit besluit geen nader beoogt behoeft. Wanneer ook de koude lucht, als zoodanig, tot in de longen doordrong, zou zij hier althans, naarmate zij de longen bereikte, spoedig verwarmd worden; waaruit ten duidelijkste volgt, dat alleen door eene meerdere uitzetting der borstkas, dat is, door eene diepere inademing, eene grootere hoeveelheid lucht in de longen kan worden opgenomen. Wij kunnen ons intusschen geene wijze voorstellen, waarop eene koudere lucht hierop regtstreeks eenigen invloed zou uitoefenen.

Iets anders is het met het verschil van drukking des dampkrings. Bij een' hoogen barometer-stand is de lucht digter en bevat dus insgelijks meer zuurstof op hetzelfde volumen, waardoor, onder gelijke omstandigheden, eene grootere hoeveelheid lucht in de longen gevoerd en het opnemen van zuurstof welligt zou kunnen bevorderd worden.

Maar, wanneer ik mij de ademhaling voorstel als eene geheel onwillekeurige verrigting, waardoor voortdurend in de behoeften van het organisme voorzien wordt, dan ben ik genoodzaakt aan te nemen, dat zoo wel de rhythmus der ademhaling als de uitzetting der borstkas van eene inwendige ge-

steldheid afhangen, waardoor juist die bewegingen worden voortgebracht, welke vereischt worden, om de in de longen voorhandene lucht eene zoodanige samenstelling te doen behouden, als tot eene omzetting van het doorstroomend aderlijk bloed in slagaderlijk vereischt wordt, en ik kan het mij onmogelijk denken, dat, onder gewone omstandigheden, geringe afwijkingen in de digtheid der lucht, of zelfs in het zuurstof-gehalte, van eenigen invloed op de hoeveelheid verbruikte zuurstof zouden kunnen zijn.

Berust de ademhaling, wat hare snelheid en uitgebreidheid betreft, op eene inwendige gesteldheid, dan moet de samenstelling der lucht, die in de longen voorhanden is, den rhythmus regelen; waaruit volgt, dat bij een minder gehalte aan zuurstof in de ingeademde lucht, door eene snellere ademhaling hierin zal worden voorzien. Wij zien dit bij dieren, die, in eene afgeslotene, met dampkringslucht gevulde, ruimte geplaatst, allengs sneller beginnen te ademen, naarmate de hoeveelheid koolstofzuur in de omringende lucht toeneemt; maar zoo lang de samenstelling der in de longen voorhandene lucht, die altijd eenige procenten koolstofzuur bevat, door de onwillekeurig versnelde ademhaling, gelijkmatig kan bewaard blijven, zal het scheikundig proces der ademhaling onverminderd voortduren en zullen alle levensverrigtingen ongekreukt plaats grijpen.

Ik kan mijne meening hieromtrent, gegrond op bovenstaande beschouwingen, in weinig woorden uitdrukken. Zij is deze: dat, onder gewone omstandigheden, onwillekeurig zoodanige bewegingen van in- en uitademing, door reflexie, worden te weeg gebracht, als vereischt worden, om de samenstelling der in de longen voorhandene lucht gelijkmatig te bewaren. Dit aangenomen zijnde, kan men besluiten, dat de gewone veranderingen van digtheid der dampkringslucht, hetzij van verschil van

temperatuur, hetzij van verschil van drukking afhankelijk, geenen regstreekschen invloed op het verbruik van zuurstof kunnen hebben, omdat, door den veranderden rhythmus der ademhaling, de samenstelling der in de longen aanwezige lucht onveranderd kan bewaard blijven. PARROT heeft opgemerkt, dat de pols sneller wordt, naarmate men zich hooger boven de oppervlakte der zee verheft, en daar de snelheid der ademhaling, bij eenen gezonden toestand der ademhalingswerktuigen, aan die van den pols geëvenredigd is, mag men aannemen, dat op hooge bergen door eene snellere ademhaling wordt voorzien in het verlies, dat uit de dunnere dampkringslucht zou voortvloeijen.

Wanneer ik nu, op grond van dit alles, aanneem, dat de hoeveelheid verbruikte zuurstof slechts hoofdzakelijk door inwendige oorzaken kan toenemen, dan durf ik vertrouwen, geene tegenspraak van U te zullen ontmoeten.

Waarin bestaan nu die inwendige oorzaken?

Het bloed is de vloeistof, die aan de in de luchtcellen der longen bevatte lucht de zuurstof onttrekt, welke door de ademhalings-bewegingen op nieuw moet worden toegevoerd, en de hoeveelheid opgenomene zuurstof kan derhalve, bij eene gelijkmatige samenstelling der in de longen vorhandene lucht, alleen van de hoeveelheid bloed, dat door de longen stroomt, en van zijne scheikundige gesteldheid afhankelijk zijn.

Al wat den bloedsomloop versnelt, moet derhalve het verbruik van zuurstof, en de ontwikkeling van warmte bevorderen. Op deze wijze neemt bij eene krachtige voeding en gezonde spijsvertering, door beweging en door krachts-inspanning, die de stofwisseling bevorderen, het verbruik van zuurstof toe, omdat de bloedsomloop versnelt, de ademhaling menigvuldiger en ruimer wordt. Bij koortsen en ontstekingen, bij opwekkende gemoeds-aan-

doeningen, bij het gebruik van prikkelende spijsen en dranken, moet, op gelijke wijze, het verbruik van zuurstof en de ontwikkeling van warmte toenemen. Wij hebben gezien, dat eene koudere lucht niet regtstreeks het opnemen van zuurstof bevordert, maar wij weten, dat koude den eetlust vermeerdert, ons tot lichaamsbeweging en krachts-inspanning aanspoort, en hierin vinden wij eene onmiskenbare bron van warmte, waarop de koudere omringende lucht althans eenen middellijken invloed uitoefent.

Doch niet alleen de snelheid van den bloedstroom, — de hoeveelheid bloed, die door de longen wordt gedreven, — zal de hoeveelheid door het bloed opgenomene zuurstof bepalen, ook de scheikundige samenstelling van het bloed kan hierop niet zonder invloed zijn, en deze moet door den aard en door de hoeveelheid van het gebruikte voedsel, welks bestanddeelen in het bloed overgaan, gewijzigd worden. De chyl, die in de maag en in het darmkanaal uit de voedsels bereid wordt, en zich in het bloed uitstort, bevat een veel grooter gehalte aan vet, dan het bloed; en dit alleen is reeds genoeg, om ons met veel grond te doen vooronderstellen, dat het vet, meer dan andere stoffen, de eigenschap bezit, van zich met de ingeademde zuurstof te verbinden, en tot koolstofzuur en water in het organismus te verbranden. Ook hebben de proeven van CHOSSAT ten duidelijkste aangetoond, wat reeds de dagelijksche ervaring voldoende leert, dat, bij gebrek aan voedsel, het vet van het dierlijke ligchaam meer dan eenig ander weefsel afneemt. Verder vonden GLUGE en THIERNESSE, dat matige hoeveelheden olie, in het bloed gespoten, of op andere wijzen in het ligchaam gevoerd, zonder nadeel verdragen werden, en weldra verdwenen, terwijl grootere hoeveelheden, langs het darmkanaal opgenomen, hoofdzakelijk in de longen

werden afgezet en eenige ziekelijke verschijnselen te weeg bragten, die later, bij het verdwijnen van het vet, weder weken. Ook meenden zij op te merken, dat door de toediening van matige hoeveelheden vet, de verrigting der longen levendiger werd.

Wanneer nu onze voedsels veel vet bevatten, hetgeen met de chyl in het bloed overgaat, dan is het hoogst waarschijnlijk, dat het door de longen stroomende bloed, meer zuurstof aan de alhier voorhandene lucht zal onttrekken. De hoeveelheid koolstofzuur, die bij deze verbranding van vet gevormd wordt, zal niet aan de hoeveelheid opgenomene zuurstof beantwoorden, daar een groot gedeelte derzelve tot verbinding met de waterstof van het vet zal worden aangewend, en tot vorming van water bijdragen. Hierdoor zal de in de longen aanwezige lucht, wel is waar, een groot verlies aan zuurstof lijden, maar de hoeveelheid koolstofzuur zal niet in gelijke mate toenemen, zoodat de stikstof een betrekkelijk overwigt in de uitgeademde lucht verkrijgt ¹⁾.

¹⁾ Uit deze eenvoudige beschouwing volgt ten duidelijkste, dat onze verkregene kennis van de stofwisseling toereikend is, om reeds a priori te besluiten, dat er geene bepaalde verhouding tusschen de hoeveelheid langs de longen opgenomene zuurstof en verwijderd koolstofzuur bestaan kan, en dat deze verhouding door den aard der voedsels moet gewijzigd worden. Bij het gebruik van vette spijzen zal, even als bij onthouding van alle spijzen, waarbij vooral het vet des ligchaams verbruikt wordt, een veel grooter volumen zuurstof opgenomen worden, dan het uitgeademd koolstofzuur bedraagt, daar in dit geval een niet onbelangrijk gedeelte der ingeademde zuurstof zich met de waterstof van het vet tot water verbindt. DULONG³, in wiens proeven de natuurkundigen zeer veel vertrouwen stellen, heeft dan ook gevonden, dat de hoeveelheid verbruikte zuurstof het verwijderde koolstofzuur bij plant-etende dieren slechts $\frac{1}{10}$, bij vleesch-etende $\frac{1}{2}$ tot $\frac{1}{3}$ overtrof. Deze uitkomst strookt volkomen met den aard der voedsels. De meeste plantaardige voedsels bevatten eene slechts geringe hoeveelheid vet en proteïne-verbindingen, welker waterstof inge-

Ik meen hierin genoegzamen grond te vinden tot de gevolgtrekking, dat, door het gebruik van vette spijsen,

ademde zuurstof zou kunnen behoeven, terwijl de niet stikstof-houdende bestanddeelen der planten, zetmeel, suiker, gom enz., de noodige zuurstof bevatten, om met de aanwezige waterstof water te vormen. De dierlijke voedsels, bijna uitsluitend uit proteïne en vet zamengesteld, moeten, bij hunne verbranding in het organisme, eene belangrijke hoeveelheid zuurstof opnemen, die tot verbinding met de waterstof der voedsels wordt aangewend, omdat in proteïne en vet niet de vereischte hoeveelheid zuurstof bevat is, om met al de aanwezige waterstof water te vormen.

Het moet ons dus reeds bevreemden, dat VALENTIN en BRUNNER, zonder de zamenstelling der voedsels in aanmerking te nemen, eene rij van onderzoeken hebben in het werk gesteld, om de verhouding tusschen het volumen opgenomene zuurstof en uitgescheiden koolstofzuur te bepalen; maar onze verbazing stijgt ten top, wanneer wij zien, dat VALENTIN, uit de genoegzaam overeenstemmende uitkomsten van gemelde proeven, besluit, dat de wisseling van koolstofzuur en zuurstof, bij de ademhaling, volgens de wetten van diffusie van GRAHAM plaats grijpt, en hierop zelfs eene correctie grondt voor de gevondene hoeveelheden. Immers ontbreken al de voorwaarden van diffusie, die voor de wet van GRAHAM vereischt worden, en het kan alleen als hoogst toevallig beschouwd worden, dat VALENTIN en BRUNNER, bij al hunne bepalingen, de hoeveelheden verwijderd koolstofzuur en opgenomene zuurstof genoegzaam omgekeerd geëvenredigd vonden aan de tweede magts-wortels uit de digtheid dier beide gazen.

Zal deze wet van toepassing zijn, dan moeten 1°. de beide gazen vrij voorhanden zijn, 2°. aan gelijke drukking zijn blootgesteld, en 3°. niet door eenen vochtigen wand gescheiden zijn. Al deze voorwaarden ontbreken hier, en bij vochtige vliezen berust de diffusie, zoo als de proeven van MITCHELL overtuigend hebben aangetoond, hoofdzakelijk op de oplosbaarheid der gazen in de vloeistof, waarmede zij doordrongen zijn. Men plaatse slechts eene vochtige blaas met zuurstof en vooral met waterstof gevuld, in een' atmosfeer van koolstofzuur, en men zal opmerken, dat de blaas tot berstens toe gespannen wordt, omdat het koolstofzuur oplosbaarder is in water dan zuur- en waterstof. Was hier de wet van GRAHAM geldig, dan zou de specifiek lichtere zuur- of waterstof sneller moeten diffunderen, terwijl hier het tegenovergestelde geschiedt, waaruit men mag besluiten, dat GRAHAM's wet niet op de wisseling van zuurstof en koolstofzuur in de longen van toepassing zijn kan, en dat de uitkomsten der proeven van VALENTIN en BRUNNER aan een toeval moeten worden toegeschreven, dat, bij eene andere voeding, niet zou bestaan hebben.

het opnemen van zuurstof, en hiermede de ontwikkeling van warmte, bevorderd wordt, eene beschouwing, die volkomen strookt met de groote hoeveelheid vet, waarvan zich de noordelijke bewoners van den aardbol tot voedsel bedienen, welk bestanddeel in de gewone plantaardige voedsels der bewoners van zuidelijke gewesten zeer spaarzaam voorkomt. Ook zal men hebben opgemerkt, dat in den zomer veel spoediger een afkeer van vette spijsen wordt opgewekt, dan in den winter ¹⁾).

¹⁾ SCHULTZ, wiens mededeelingen MINDING, na den dood van SIMON, blijkbaar uit gebrek aan stof, in SIMON'S *Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie*, wel heeft willen opnemen, trekt hier (bl. 581 seqq.) met kracht tegen den scheikundigen oorsprong der dierlijke warmte en tegen meer andere zaken te velde. Elke bladzijde toont overvloedig aan, dat het SCHULTZ hier minder om de waarheid, dan om eene refutatie, hoe dan ook, van LIEBIG'S beschouwingen te doen was.

Ik zou hiervan met geen woord gewagen, wanneer de Heer GOBÉE dezer dagen den Heer BOSCH niet met de onbruikbare wapenen van SCHULTZ was aangevallen (*Kliniek*, D. I, bl. 304 seqq.). Ik onthoud mij hier van elke verdere oordeelvelling, omtrent het tusschen genoemde Heeren gerezen verschil, maar ik geloof, dat het pligt is, dwalingen aan te toonen, wanneer de gelegenheid hiertoe zoo gereedelijk wordt aangeboden, als dit hier ter plaatse het geval is. Zonder iets te willen besluiten omtrent de al of niet geschiktheid der Europeanen, om in een warm klimaat hunne gezondheid en leven te bewaren, wil ik alleen aantoonen, dat, wanneer SCHULTZ en GOBÉE beweren, dat dierlijk voedsel minder geschikt is tot ontwikkeling van warmte, hunne bewering geheel van grond ontbloot is.

1o. Is het onjuist, dat de hoofdbestanddeelen van plantaardige voedsels meer koolstof bevatten, dan proteïne en vet, die de hoofdbestanddeelen van het dierlijk voedsel uitmaken. Men vergelijkte slechts de procentische samenstelling van proteïne en vooral van vet, met die van cellulose, zetmeel, gom, suiker, pectine, enz.

2o. Is het reeds uit de onderzoekingen van BOUSSINGAULT ontegenzeggelijk gebleken, dat er ook water in het dierlijk organisme gevormd wordt.

3o. Is het waarschijnlijk, dat de genoemde niet stikstof-houdende bestanddeelen der planten, bij hunne verbranding, weinig warmte ontwik-

In hoe verre andere bestanddeelen der voedsels het opnemen van zuurstof al dan niet bevorderlijk zijn, laat zich moeilijk beslist.

kelen, omdat zij een groot gehalte zuurstof, scheikundig verbonden, bevatten, die alleen toereikend is, om al de waterstof tot water te verbinden. Wanneer de wet van WELTER gegrond is, ontwikkelen zij slechts zoo veel warmte, als door de verbranding der bevatte koolstof, in grondstoffelijken toestand, wordt voortgebracht.

4°. Proteïne en vet, zullen, bij de verbranding, meer warmte ontwikkelen, omdat zij weinig zuurstof bevatten. Voor vet, dat geheel schijnt verbrand te worden, lijdt dit geen twijfel. Wat proteïne betreft, kunnen wij aannemen, dat hetzelfde, behalve koolstofzuur en water, hoofdzakelijk ureum en eenig acidum uricum, als eind-producten, oplevert. Bepalen wij ons tot ureum, eenvoudigheidshalve, en stellen wij ons voor, dat al de stikstof der proteïne in het ureum voorkomt, hetgeen althans voor verreweg het grootste gedeelte geldt, en trekt men de hoeveelheden koolstof, waterstof en zuurstof, die in het ureum met de stikstof vereenigd voorkomen, van de formule van proteïne af, dan houdt men ongeveer de elementen over, die zich met de zuurstof van den dampkring tot koolstofzuur en water moeten verbonden hebben.

1 aeq. Proteïne $C^{40}H^{62}N^{10}O^{12}$

$2\frac{1}{2}$ aeq. Ureum $C^5H^{20}N^{10}O^5$

Blijft $C^{35}H^{42}O^7$

Hoewel deze berekening geenszins op nauwkeurigheid mag aanspraak maken, blijkt hieruit echter genoeg, dat, niet alleen voor de verbinding van koolstof tot koolstofzuur, maar ook tot die der waterstof tot water, de noodige hoeveelheid zuurstof aan de dampkringslucht moet onttrokken worden. H^{42} behoeft O^{21} tot vorming van water, en daar slechts O^7 aanwezig is, zoo moet hiertoe, behalve O^{70} tot vorming van koolstofzuur met C^{35} , nog O^{14} door de longen worden opgenomen.

In de hoofd-bestanddeelen der planten is daarentegen reeds de noodige hoeveelheid zuurstof, tot vorming van water, voorhanden, zoodat het meer dan waarschijnlijk is, dat proteïne, bij verbranding, meer warmte ontwikkelt, dan zetmeel, cellulose, enz. Daarenboven heb ik het gehalte S en Ph, dat in de proteïne-verbindingen voorkomt, en zich insgelijks in het organisme met O verbindt, niet in aanmerking genomen.

5°. Is het geenszins bewezen, dat de hoofd-bestanddeelen der planten in het organisme gemakkelijker verbrand worden en het opnemen van zuurstof bevorderen, zoo als SCHULTZ en GOBÉE aannemen. Alléén

Als slotsom kunnen wij uit al het bovenstaande opmaken, dat eene koude temperatuur de ontwikkeling van warmte in het organisme niet regtstreeks bevordert, maar dat zij, op meer dan eene wijze, de bron der dierlijke warmte verhoogt, zoo wel door beweging en krachts-inspanning, waartoe zij ons aanspoort, als door het opwekken van vermeerderden eetlust en trek naar die spijzen, welke, in het bloed overgaande, het opnemen van zuurstof bevorderen.

Wanneer wij echter zien, dat de bloed-warmte, zelfs zonder gebruik van voedsels, zonder beweging en krachts-inspanning, bij zeer verschillende warmtegraden genoegzaam onveranderd blijft, dan zijn wij genoodzaakt eene andere meer gewigtige oorzaak voor deze gelijkmatigheid te vooronderstellen. Wij vinden die, in de wijze, waarop het verlies van warmte plaats grijpt.

Hoe geschiedt dit verlies?

Door de huid wordt aan de koudere omgevende lucht warmte afgestaan, door uitstraling gaat voortdurend warmte verloren en de koude ingeademde lucht verkrijgt in de

van het vet hebben wij zulks waarschijnlijk gemaakt, en wat de proteïne betreft, weten wij alleen, dat ook deze in grootere hoeveelheid verbruikt wordt, wanneer men hoofdzakelijk of uitsluitend dierlijk voedsel gebruikt. LEHMANN heeft namelijk aangetoond, dat hierbij de hoeveelheid verwijderd ureum toeneemt; zoodat alsdan, onafhankelijk van de stofwisseling door beweging, de ontbinding van het proteïne bevordert wordt. LIEBIG heeft, zoo als wij op bl. 24 reeds hebben aangetoond, de eigenlijke voedings-middelen te scherp van de zoogenoemde ademhalings-middelen afgescheiden, en uit het bovenstaande vervalt dus de tegenwerping van SCHULTZ, dat proteïne niet gemakkelijk in het organisme zou verbrand worden.

Hieruit zal voldoende gebleken zijn, dat de aard der voedingsmiddelen in noordelijke en tropische gewesten, de hypothese, omtrent den scheikundigen oorsprong der dierlijke warmte, allezins bevestigt.

luchtwegen de temperatuur des ligchaams, vóór zij weder verwijderd wordt; daarenboven ontwijkt eene groote hoeveelheid water in dampvormigen toestand langs de geheele oppervlakte des ligchaams en de uitgeademde lucht is in de longen welligt volkomen met waterdampen verzadigd.

Om ons de wijze van afkoeling langs de huid duidelijk voor te stellen, moeten wij eenige kennis hebben van de algemeene uitwendige bekleedselen des ligchaams. Deze bestaan hoofdzakelijk uit drie lagen; de buitenste is een dun hoornachtig vliesje, opperhuid genoemd, dat de warmte moeilijk geleidt en geene bloedvaten bezit; hierop volgt eene dikkere laag, de eigenlijke huid, een weefsel, rijk aan haarvaten, waarin de bloedsomloop door koude meer of minder belemmerd wordt; onder de huid vindt men op de meeste plaatsen eene laag vetweefsel, die als een zeer slechte geleider der warmte moet beschouwd worden. In deze bevinden zich de kleine zweetkliertjes, die het zweet afscheiden, en welker uitlozings-buisjes de huid en opperhuid doorboren, om zich op de oppervlakte te openen.

Voortdurend ontwijkt langs de huid eene zekere hoeveelheid water in dampvormigen toestand, hetgeen men met den naam van onmerkbare huiduitwaseming bestempelt. KRAUSE heeft, mijns inziens, voldoende bewezen, dat de opperhuid doordringbaar is voor vochten, dat de uitwaseming langs hare geheele oppervlakte geschiedt en slechts voor een kleiner gedeelte aan de afscheiding der zweetkliertjes moet worden toegeschreven. Vermeerdert de afscheiding van deze, dan komt het zweet, onder de gedaante van zichtbare druppels, door de uitlozings-buisjes aan de oppervlakte te voorschijn.

Talrijk zijn de proeven, tot bepaling der langs de huid verwijderde hoeveelheid stoffen, in het werk gesteld, en welligt is in geen gedeelte der physiologie een zoo be-

wonderenswaardig geduld en zoo veel volharding aan den dag gelegd, als bij het opsporen der hoeveelheid stoffen, die langs verschillende wegen en vooral langs de huid ontwijken.

Volgens SÉGUIN verliest de mensch in elke minuut gemiddeld 7 greinen van zijn gewigt langs de longen, en langs de huid daarentegen 11 greinen, hetgeen in 24 uren de belangrijke hoeveelheid van $31\frac{1}{4}$ oncen bedraagt. Uit de proeven van VALENTIN berekent KRAUSE een gemiddeld verlies van ruim 9 greinen langs de huid en 5 langs de longen, hetgeen met de uitkomsten van SÉGUIN genoegzaam overeenstemt.

Die hoeveelheid is intusschen aan groote wijzigingen onderworpen. Als maximum vond SÉGUIN 18,6, als minimum slechts 5,9 greinen in de minuut.

Verreweg het grootste gedeelte van hetgeen langs de huid ontwijkt, is niets anders dan water, dat, meestal als onmerkbare huidwaseming, in dampvormigen toestand verwijderd wordt. Wij weten, dat, wanneer eene vloeistof in dampvormigen toestand overgaat, eene groote hoeveelheid warmte gebonden wordt, die aan het ligchaam, waarvan de verdamping uitgaat, moet onttrokken worden, en wij erkennen derhalve in de verdamping eener zoo belangrijke hoeveelheid water aan de oppervlakte des ligchaams eene gewigtige oorzaak tot verlies van warmte.

Eene drooge lucht, vooral wanneer zij in beweging is, en eene geringe drukking van den dampkring zullen de verdamping doen toenemen, maar vooral wordt zij in hooge mate bevorderd door uitwendige warmte. Vooreerst toch moet deze de verdamping regtstreeks vermeerderen, en, hetgeen hier vooral in aanmerking komt, door warmte worden de haarvaten der huid uitgezet, eene belangrijke hoeveelheid bloed stroomt door het weefsel der huid, en het gevolg hiervan is, dat eene veel grootere

hoeveelheid vocht wordt afgescheiden, dat de oppervlakte des ligchaams, grootendeels in dampvormigen toestand, verlaat.

Wanneer wij nu zien, dat uitwendige koude juist het tegenovergestelde voortbrengt, dat de huiduitwaseming hierdoor tot op haar minimum kan gebragt worden, dan erkennen wij hier een gewigtig middel, om het verlies van warmte, naar omstandigheden, te regelen en de eigene warmte onveranderd te bewaren. Wordt de bron van warmte door beweging, krachts-inspanning, of door prikkels, die den bloedsomloop versnellen, vermeerderd, dan neemt, bij de krachtdadige werking van het hart, de bloedstroom naar de huid toe, en eene vermeerderde huiduitwaseming herstelt het evenwigt. Bedekken wij onze huid met kleederen, die, als slechte geleiders, het regtstreeksch verlies van warmte door de huid tegengaan, dan moet de temperatuur der huid toenemen, hare verhoogde warmte brengt eenen ruimeren bloedstroom voort, de huiduitwaseming vermeerderd, en wat aan uitstralende warmte te kort schiet, wordt door verdamping van water hersteld.

Ook langs de longen wordt eene niet onbelangrijke hoeveelheid water in dampvormigen toestand verwijderd. VALENTIN neemt aan, dat de uitgeademde lucht altijd met waterdampen verzadigd is, en bepaalt, bij zijne proeven, de hoeveelheid lucht, die uitgeademd wordt, uit de hoeveelheid water, die zij bevat. Gaarne had ik echter door proeven aangetoond gezien, dat de lucht, die bij de uitademing ontwijkt, altijd geheel met water is verzadigd, en het komt mij voor, dat het bewijs hiervan de toepassing op de berekening der hoeveelheid uitgeademde lucht wel had mogen voorafgaan.

Nemen wij intusschen aan, dat die verzadiging in de longen tot stand komt, dan zien wij terstond in, dat de

hoeveelheid water, die langs de longen ontwijkt, niet, zoo als de huiduitwaseming, door koude vermindert en door warmte toeneemt. De hoeveelheid uitgeademde lucht en het gehalte water, dat de ingeademde lucht reeds bevat, zullen alsdan de hoeveelheid langs de longen verwijderde waterdamp bepalen, en daar eene warmere dampkringslucht doorgaans reeds meer water opgelost zal bevatten, dan eene koudere, zoo moet bij koude eene grootere, bij warmte eene geringere hoeveelheid water dampvormig langs de longen ontwijken. Het blijkt hieruit, dat het verlies van water langs de longen de gelijkmatigheid der eigene warmte, bij verschillende temperaturen, geenszins bevorderlijk kan zijn, maar wij kunnen veilig aannemen, dat de hoeveelheid water, die langs de longen verloren gaat, niet aan zoo groote wisselingen is onderworpen, als de huiduitwaseming.

Beschouwen wij nu het verlies van warmte door aanraking en uitstraling.

Wij weten, dat een verwarmd ligchaam aan de koudere omringende voorwerpen eene hoeveelheid warmte afstaat, volkomen geëvenredigd aan het verschil van temperatuur. Eene oppervlakkige beschouwing heeft dan ook tot de meening geleid, dat, bij eene bestendige temperatuur van het bloed, de warmte, die het menschelijk ligchaam door uitstraling verliest, geëvenredigd is aan de temperatuur van het omringende medium. Eene nadere beschouwing zal U, geloof ik, overtuigen, dat de hoeveelheid uitstralende en door aanraking verlorene warmte hoofdzakelijk door vermeerderde ontwikkeling van warmte toeneemt, maar bij zeer verschillende temperaturen integendeel ongeveer gelijk blijft, ja zelfs bij hevige koude, na de eerste afkoeling der huid, weinig vermeerdert.

Vooreerst wil ik U herinneren, dat door het slagaderlijk bloed de warmte door het geheele ligchaam verspreid

en in de weefsels wordt opgewekt; in de tweede plaats, dat de vetlaag, die, als slechte geleider, de inwendige deelen tegen verlies van warmte beveiligt, onder de huid gelegen is, en eindelijk, dat, door uitwendige koude de haarvaten der huid zich doorgaans zamentrekken en, in elk geval, de bloedstroom door de huid belemmerd wordt. De huid wordt bleek of blaauwachtig rood, en drukt men de bij koude rood gekleurde huid met den vingertop, dan zal men opmerken, dat de hierdoor gewekene roodheid zich zeer langzaam herstelt, een bewijs, dat de bloedsomloop in de huid eenigermate onderdrukt is. De door drukking gewekene roodheid der huid, bij verhoogde temperatuur der lucht, of bij sterke ontwikkeling van warmte in het organisme, zoo als bij koorts, bij voortgezette krachts-inspanning enz., herstelt zich met eene buitengewone snelheid, omdat de bloedstroom door de huid hierbij zeer levendig is.

Het is ons gebleken dat, bij de gewone temperatuur der lucht, de gemiddelde warmte der inwendige ligchaamsdeelen die der huid reeds drie graden C. overtreft. Wij bezitten geene naauwkeurige waarnemingen, omtrent de temperatuur, die de huid bij hevige koude aanneemt; maar wij weten allen bij ondervinding, dat de handen onzer vrienden niet zelden eenen ijs-kouden indruk op ons maken, wanneer zij kort te voren aan de inwerking der felle winterkoude waren blootgesteld, en het is overbekend, dat de huid zelfs bevrozen kan, en derhalve onder 0° C. dalen, vóór de inwendige warmte zoodanig verminderd wordt, dat de verrigtingen hierdoor gekrenkt worden. Dikwijls is, in meer noordelijke gewesten, de bevrozing der huid van sommige ligchaamsdeelen reeds geschied, vóór de persoon zelf het heeft opgemerkt. Dat ook een mindere graad van verkoeling zich niet tot de opperhuid bepaalt, blijkt voldoende uit den geruimen tijd,

die er vereischt wordt, om de huid weder te verwarmen. Het is dus ontegenzeggelijk waar, dat de geheele huid hierin deelt, en waar de ondergelegene vetlaag dunner is, zullen ook de dieper gelegene deelen zeer gemakkelijk iets van hunne warmte verliezen.

Het is intusschen langs de huid, dat de warmte uitstraalt en verloren gaat, en het verlies van warmte is, bij gevolg, geëvenredigd aan het verschil van temperatuur tusschen de huid en het omringende medium. Daar nu, bij eene koude lucht, de temperatuur der huid afneemt, zal ook noodwendig het verlies van warmte in gelijke mate verminderen, en daarentegen, bij eene hoogere temperatuur, of bij vermeerderde ontwikkeling van warmte in het ligchaam, waarbij de huid ongeveer de bloedwarmte kan verkrijgen, belangrijk toenemen.

Een gewigtig middel, voorwaar! om de eigene warmte onveranderd te bewaren.

Naarmate de huid wordt afgekoeld, gaat een kleiner gedeelte van het bloed, dat in de longen verwarmd werd, naar het orgaan van afkoeling, de huid, — en dit bloed, in plaats van zijne warmte aan de huid en aan de buitenlucht af te staan, wordt tot verwarming van inwendige deelen aangewend. De afkoeling der huid neemt hierdoor toe; immers moet zij hare warmte aan het toestroomende slagaderlijke bloed ontleenen, omdat zij door eene dikke vetlaag van de dieper gelegene deelen gescheiden is, en hierom aan deze moeilijk warmte kan onttrekken. Gemakkelijk kan men ook hieruit de geringe afkoeling der inwendige deelen, door indompeling van den arm in koud water, verklaren, terwijl de geringe vermeerdering bij hooge warmte, gedeeltelijk aan dezelfde oorzaak, maar vooral aan de hierdoor verhoogde warmte van andere gedeelten der huid en de hierdoor toegenomene huiduitwaseming moet worden toegeschreven.

Het wordt ons hierdoor duidelijk, waarom de huid van den neger dikker en vaatrijker is; want de huid is het orgaan van afkoeling, en deze moet door de vaatrijkheid der huid bevorderd worden. Eveneens verklaart zich hieruit de buitengemeen lage temperatuur, die men bij ziekelijke verharding van het onderhuidsche celweefsel heeft waargenomen, waarbij naauwelijks eenig bloed aan de huid wordt toegevoerd.

De invloed van koude en warmte op den bloedsomloop in de huid is derhalve onmiskenbaar van het hoogste gewigt, om de temperatuur der inwendige ligchaamsdeelen gelijkmatig te bewaren, maar bedenken wij, dat de ontwikkeling van warmte in het ligchaam aan belangrijke wijzigingen is onderworpen, dan zien wij terstond in, dat uitwendige oorzaken hieraan niet kunnen te gemoet komen, en dat van het organismus zelf de middelen moeten uitgaan, om de afkoeling naar behoefte te regelen. Het is ons dan ook reeds gebleken, dat de toestand van het haarvatenstelsel en van den bloedsomloop in de huid niet uitsluitend van de omringende temperatuur afhangt, maar dat ook de ontwikkeling van warmte in het organismus hierop eenen belangrijken invloed uitoefent. Hoewel het ons nog niet regt duidelijk is, op welke wijze de toevoer van bloed naar de huid, door eene inwendige gesteldheid, toe- en afneemt, zoo zien wij echter, dat alles wat de ontwikkeling van warmte bevordert, beweging en krachts-inspanning, zoo wel als prikkelende voedsels en dranken, den toevoer van bloed naar de huid vermeerdert; en willen wij ons volkomen rekenschap geven van de bestendigheid der eigene warmte, dan zijn wij genoodzaakt aan te nemen, dat, even als de ademhaling door inwendige oorzaken naar de behoefte van het organismus geheel onwillekeurig plaats grijpt, ook de toevoer van bloed naar

de huid, en hiermede het verlies van warmte naar buiten, door eene inwendige gesteldheid, wordt geregeld ¹⁾).

Deze dubbele afhankelijkheid van den bloedsomloop in de huid, — eensdeels van de omringende temperatuur, anderdeels van de temperatuur der inwendige ligchaamsdeelen of van de ontwikkeling van warmte in het ligchaam, — kon alleen het doel bereiken, dat (om mij van eene algemeen aangenomene meer dichtertelijke dan ware uitdrukking te bedienen) de Natuur zich had voorgesteld.

Die afhankelijkheid van den bloedstroom in de huid van inwendige oorzaken kan ons geenszins bevreemden, wanneer wij ons herinneren, dat de zamentrekking, zoo wel van de grootere bloedvaten als van het haarvatenstelsel, onder den invloed van het zenuwstelsel geschiedt, en juist deze invloed, die bij gemoeds-aandoeningen vooral in de huid duidelijk te voorschijn treedt, geeft ons den sleutel tot eene menigte vroeger onverklaarbare verschijnselen. Van waar die snelle afkoeling der huid bij sommige gemoeds-aandoeningen, bij flauwten, bij angst, vrees en schrik? Ik geloof, zonder tegenspraak, te mogen aannemen, dat alleen de invloed van het zenuwstelsel op den bloedstroom in de huid tot verklaring voldoende is. De huid trekt zich zamen, zij verliest haar bloed, welligt ook door zamentrekking der vaten zelve, de bron van warmte in de huid wordt uitgebluscht, het zweet, dat in de uitlozings-buizen was opgehoopt, wordt door de zamentrekking der huid uitgeperst, verkoelt spoedig, door de vernietiging der bron van warmte, en breekt als koud zweet uit, terwijl de inwendige ligchaamsdeelen hunne warmte behouden.

¹⁾ Men denkt hier onwillekeurig aan de temperatuur van het bloed, dat naar de zenuwknoopen der vaso-motorische zenuwen geleid wordt, maar ik stem gaarne toe, dat men nog aan honderd andere oorzaken denken kan.

Ziet hier dan, mijne Heeren! het verschijnsel, dat wij met bewondering aanstaarden, de bestendigheid van de eigene warmte der warmbloedige dieren, uit den bloedstroom in de huid, mij dunkt, op eene eenvoudige wijze, verklaard!

Niet eene in haar wezen onbekende levenskracht, niet een duister streven van eene duistere behoud-kracht der natuur, — want elk streven berust slechts op eigenschappen en krachten, aan elke stoffelijke molecule verbonden, wanneer wij het streven van onzen geest naar volmaaktheid uitzonderen, — neen, mijne Heeren! de bloedstroom in de huid, geregeld door de uitwendige temperatuur, geregeld door de ontwikkeling van warmte in het organisme, deze alléén geeft ons den sleutel tot dit in schijn zoo onverklaarbare verschijnsel!

Worden de haarvaten uitgezet en stroomt meer bloed door de huid, dan gaat, zoo wel door uitwaseming als door uitstraling, meer warmte verloren; vernauwen zij zich en vermindert de bloedstroom door de huid, dan staan ook uitwaseming en uitstraling op een' lageren trap. Hierdoor is het, dat, bij vermeerderde ontwikkeling van warmte, eene grootere hoeveelheid naar buiten ontwijkt; — hierdoor, dat, bij eene koudere lucht, een te groot verlies wordt voorgekomen.

Eenvoudig is het middel, gewigtig het doel. Immers, zonder die bestendige warmte der inwendige ligchaamsdeelen, kon het scheikundig proces, de eigendommelijke wisseling van stof, waarop het geheele leven berust, bij de warmbloedige dieren niet tot stand komen.

Hier, even als in alle verrigtingen van het dierlijk organisme, treffen wij weder een' cyclus aan, waarin elk gevolg als oorzaak, elke oorzaak als gevolg optreedt. De eigene warmte berust op de wisseling van stof in het dierlijk organisme, en deze kan zonder gene niet tot

stand komen. Waar dit wederkeerig verband tusschen oorzaak en gevolg ontbreekt, bestaat geene doelmatigheid. Alleen wat in de natuur doelmatig is of wordt, houdt stand, omdat het oorzaak en gevolg, gevolg en oorzaak in zich besluit, omdat het harmonisch is. Wat ondoelmatig is, vernietigt zich zelf; aan zijn bestaan is zijne vergankelijkheid verbonden, en de duizendvoudige combinatiën, die de stof op de oppervlakte der aarde aanbiedt, konden niets anders vertoonen dan de schoonste harmonie.

Alle werking in de natuur, alle leven op aarde berust op de wisseling der elementen, waaruit zij gevormd is; maar naast die wisseling van stof staat eene wisseling van krachten. Beiden zijn onafscheidelijk verbonden.

Wanneer de wisseling der stof de voorwaarde is, zonder welke geen leven bestaat, — de wisseling der krachten is de voorwaarde, zonder welke geen leven zich uit; zij is het wezen van het zich uitende leven; zij is het leven zelf.

Een denkbeeld dringt zich allengs in de wetenschap, dat overal bevestiging, nergens stellige tegenspraak ontmoet, een denkbeeld, groot en omvattend, vruchtbaar voor de toekomstige ontwikkeling der wetenschap; het is de bestendigheid der krachten. Geene enkele molecule stof kan vernietigd worden; maar ook geen minimum van kracht, — zóó luidt de gewigtige hypothese, die de ziel der natuurkundige wetenschappen worden kan.

De krachten wisselen en verbinden zich; zij vertoonen zich onder verschillende vormen, maar geene kracht wordt tot niet. Bepaalde hoeveelheden beweging, warmte, licht, electriciteit, magnetismus en zenuw-kracht beantwoorden aan elkander, en kunnen wederkeerig in elkander overgaan.

Tot bepaling van hoeveelheden stof gaf de aantrekkingskracht, door hare standvastige werking, ons het middel aan de hand; maar onvolmaakt zijn de middelen, om hoeveelheden kracht te meten, en moeilijk derhalve de ontwikkeling der hypothese, die hare bewijzen slechts aan hoeveelheden kracht ontleenen kan. Maar wij weten, dat, waar werktuigelijke kracht door wrijving verloren gaat, warmte ontwikkeld wordt, — wij weten, dat de galvanische stroom aan de scheikundige werking geëvenredigd is, die aan denzelfden ten gronde ligt, — wij weten, dat de kracht der electriciteit, de kracht van den galvanischen stroom de hoeveelheid warmte bepaalt, die zich hierdoor ontwikkelt, en wij hebben grond te vermoeden, dat, waar dezelfde scheikundige werking ontstaat als in het galvanische element, zonder dat in eene geslotene keten de voorwaarde tot eenen galvanischen stroom aanwezig is, juist zoo veel meer warmte op de plaats der scheikundige werking ontstaan zal, als de galvanische stroom in den geleiddraad opwekt.

Wanneer wij zien, dat in de planten, uit de producten der verbranding, verbindingen tot stand komen, die weder in staat zijn warmte te ontwikkelen, en dat, desniet-tegenstaande, in de planten eene bron van warmte huisvest, dan moeten wij aannemen, dat er aan de moleculen zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof, terwijl zij bestanddeelen worden van planten, krachten gebonden worden, die, wanneer deze stoffen, door verbranding, weder onder hare vorige verbindingen te voorschijn treden, op nieuw vrij worden, en zich uiten, terwijl zij op andere moleculen overgaan, — en wij herinneren ons, dat de ontwikkeling der planten slechts onder den invloed der zonnestralen geschieden kan.

De zenuwkracht, die door elke andere kracht kan worden opgewekt, wordt door werktuigelijke krachts-uiting des

ligchaams uitgeput, en wanneer, door de bewegings-zenuwen, willekeurig eene hoeveelheid zenuwkracht geleid wordt, die niet tot werktuigelijke krachts-uiting wordt aangewend, wanneer b. v. een verminkte zich voorstelt, het deel te bewegen, dat hij niet meer bezit, dan ontstaat een onaangenaam gevoel van gloeiing in den stomp, en de temperatuur wordt verhoogd. Gaat hier welligt de niet verbruikte zenuwkracht in warmte over, en is deze warmte niet gelijk aan de hoeveelheid, die de werktuigelijke spierkracht, wanneer zij gevolgd was, door wrijving zou hebben kunnen ontwikkelen?

Behalve de warmte, die in het dierlijk organisme wordt voortgebracht, ontstaat bij sommige dieren licht, bij anderen electriciteit, bij allen werktuigelijke kracht en zenuw-kracht. Allen moeten berusten op eene wisseling van stof, zonder welke eene wisseling van krachten ondenkbaar is. Wanneer al deze krachten onder den vorm van warmte te voorschijn traden, wanneer geen licht, geene electriciteit, geene werktuigelijke kracht zich naar buiten verloor, of allen in warmte werden omgezet, dan alleen zou de hoeveelheid ontwikkelde warmte aan de scheikundige werking in het organisme kunnen beantwoorden.

Er bestaat dus eene som van kracht, even als er eene som van stof bestaat; beiden zijn aan elkander geëvenredigd; beiden zijn bestendig gelijk.

Eenmaal was alles dood in de natuur; die dood was het evenwigt der krachten, gebonden in elke molecule. Het verbreken van dit evenwigt was het eerste verschijnsel van leven, en de krachten kregen, in zeker opzigt, een zelfstandig bestaan; zij werden aan deze moleculen onttrokken, in gene opgehoopt, en nimmer kan de gelijkmatige verdeling, het evenwigt tusschen allen, weder tot stand komen.

Met het wisselen der krachten verbindt en ontbindt zich

de stof. Beiden zijn onafscheidelijk aan elkander verbonden, en in den grondstoffelijken toestand van alle elementen is welligt alle warmte der Natuur gebondene warmte, zijn alle krachten der Natuur gebondene krachten, — krachten in evenwigt.

De aan de moleculen gebondene krachten bepalen hare eigenschappen, — bepalen de werking, die zij, in aanraking met andere moleculen, die ook hare krachten bezitten, vertoonen, — bepalen haar dynamisch verschil ¹⁾.

Waar stofwisseling is, is dynamische verandering van moleculen, heeft wisseling van krachten plaats, worden krachten gebonden of vrij.

In het dierlijk organisme bestaat eene wisseling van stof, — hier worden gebondene krachten vrij, — ontstaan verschijnselen, die wij leven noemen.

In het dierlijk organisme geschiedt scheikundige werking, scheikundige omzetting, onder omstandigheden, die wij buiten het dierlijk organisme niet kunnen daarstellen. Hier moeten dus krachten te voorschijn treden, zoo menigvuldig onderscheiden als de wisseling is in de onderscheidene weefsels, in de onderscheidene grondvormen, — onnavolgbaar buiten het organisme.

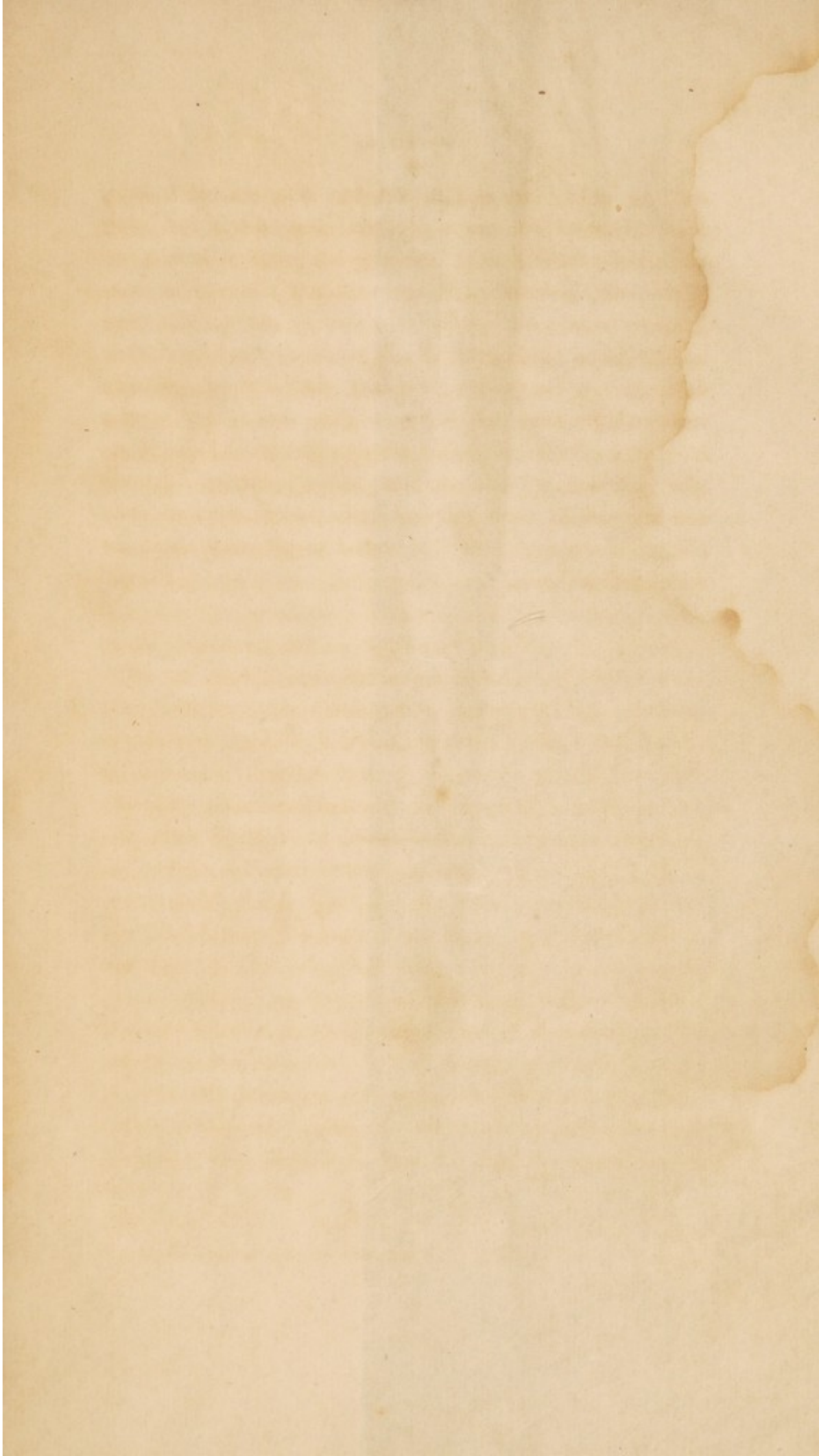
De verschillende weefsels, de grondvormen dier weefsels verschillen in vorm en samenstelling; de plastische werking, de omzetting van stof moet dus in elk derzelve verschillen, en de gebondene krachten, — die als een vrij leven optreden, terwijl de moleculen der bewerkte stoffen wisselen, — de levens-verrigting, de energie van elk dezer grondvormen moet verschillen.

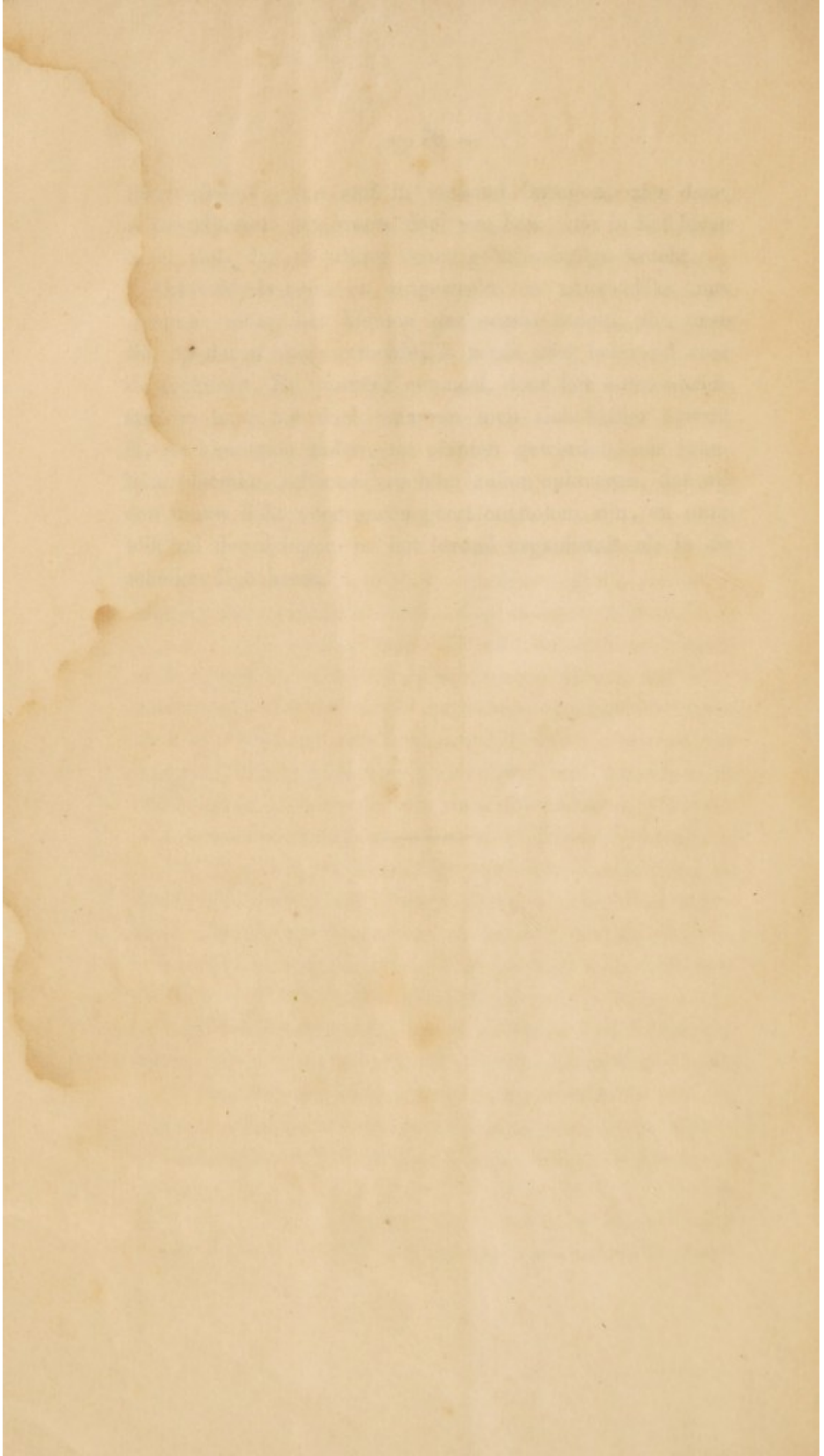
Het scheikundig proces in elken grondvorm opsporen, de hierbij vrij geworden krachten met de eigendomme-

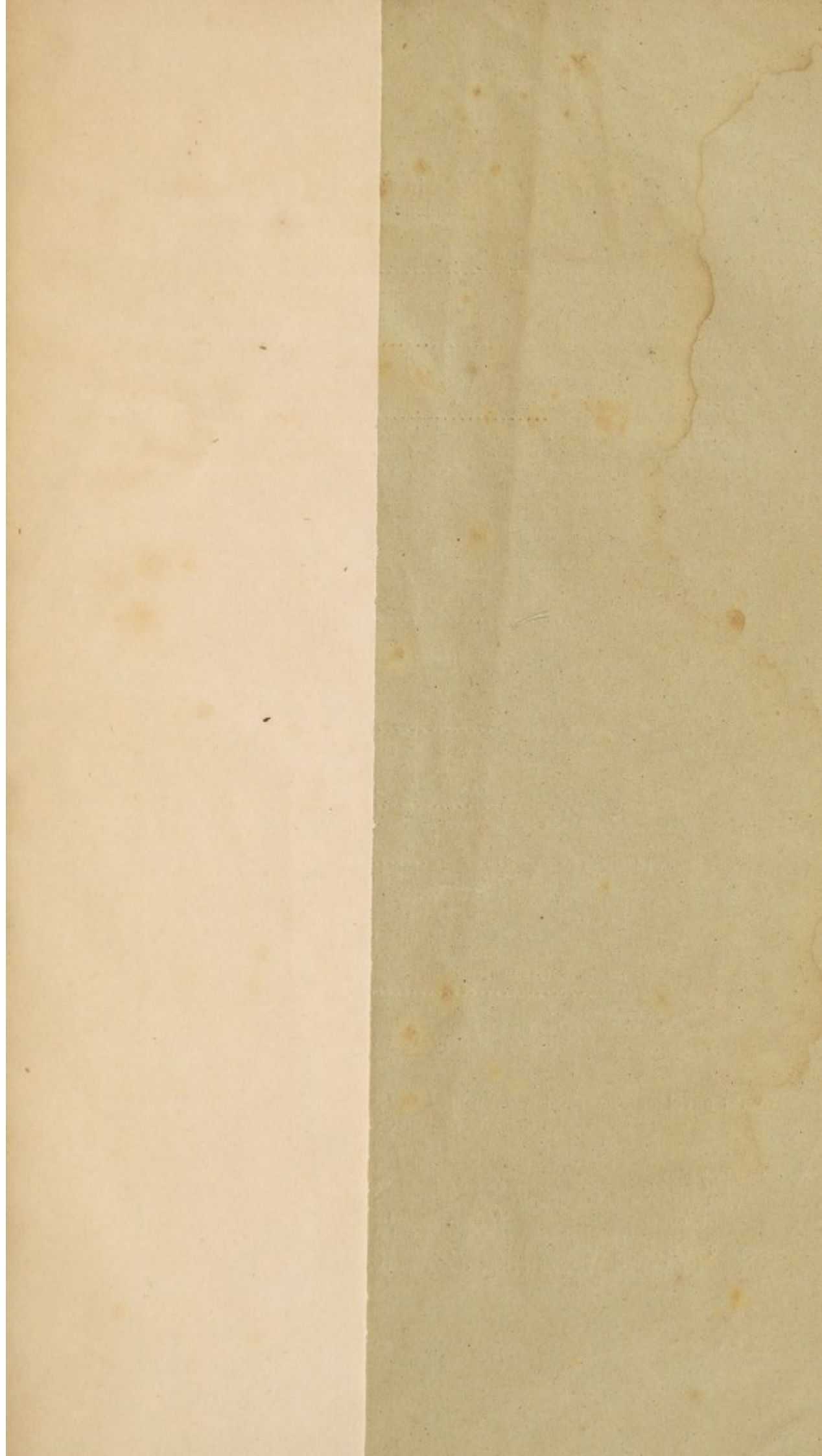
¹⁾ Verg. MULDER, *over de elementen*.

lijke wisseling van stof in verband brengen, ziet daar, mijne Heeren! het groote doel van hem, die in het leven meer ziet, dan de uiting eener geheimzinnige kracht.

Dit veld is ruim en uitgestrekt en naauwelijks ontgonnen; maar het kiemen der eerste zaden, die onze tijd op dezen akker strooide, is reeds veel belovend voor de toekomst. En wanneer eenmaal, door het onvermoeide streven naar het doel, waarvan men zich helder bewust is, de kiemende zaden, tot planten geworden, ons heerlijke bloemen, schoone vruchten zullen opleveren, dan zal een nieuw licht voor onzen geest ontstoken zijn, en onze blik zal doordringen in het levend organisme als in de scheikundige kroes.







Bij den Uitgever dezes is mede in het licht verschenen en te bekomen:

LOUIS STROMEIJER, Handboek der Heelkunde. In het Nederduitsch overgebragt. Met eene Voorrede van den Hoogleeraar B. F. SUERMAN, eerste deel, eerste stuk.....f	2,50.
H. E. FRITZE, afbeeldingen der bloedige heelkundige Kunstbewerkingen, onder medewerking van J. F. DIEFFENBACH, Hoogleeraar te Berlijn, met 30 platen.....	5,80.
Armamentarium akiurgicum of afbeeldingen van de bloedige heelkundige Werktuigen, met 20 platen.....	2,20.
W. KRAMER, raad en waarschuwing omtrent Doofheid, ter behartiging van Oorlijders en derzelve Artsen, met een voorberigt van Dr. J. A. MULDER.....	0,75.
C. G. LEHMANN, volledig Zakboek der theoretische Scheikunde, uit het Hoogd. door N. W. DE VOOGT.....	3,60.
A. J. DU MÉNIL, handl. ten dienste van beoefenaren der Analytische Scheikunde, uit het Hoogduitsch door Dr. B. MEIJLINK.....	1,00.
A. MOLL, Leerb. der geregte lijke Geneeskunde, 3 dln.....	16,90.
J. A. MULDER, Tabulae vasorum corporis humani. Sectio I. Tab. arteriarum.....	1,60.
J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK, voorlezing over het verschil tusschen doode natuurkrachten, levenskrachten en ziel. <i>Tweede verbeterde uitgave</i>	0,80.
....., voorlezingen over het verband en de werking tusschen lichaams- en zielskrachten bij mensch en dieren.....	1,60.
....., redevoering over de verwaarloozing der vereischte zorg ter leeniging van het lot der Krankzinnigen en ter genezing derzelve in ons Vaderland.....	0,80.
....., Toespraak aan mijne Leerlingen, na het afsterven van den Hoogleeraar A. C. G. SUERMAN.....	0,50.
E. VAN SIEBOLD handb. over de kennis en genezing der Ziekten van het vrouwelijk Geslacht, uit het Hoogd. door G. J. VAN EPEN, 4 dln.....	8,80.
A. C. G. SUERMAN, de cholerae asiaticae itinere per Belgicum Septentrionale, cum tab. geographicis illustrato.....	3,80.
....., de calore fluidorum elasticorum specifico, cum tabb. quatuor.....	2,60.
G. VROLIK, Catalogus plantarum medicinalium in pharmacopoea Belgica memorat.....	1,80.
J. G. VAN ZIMMERMANN, over de ondervinding in de Geneeskunde, uit het Hoogd. door A. POTGIETER.....	3,90.
J. VOSMAER, de kunst om lang te leven en wel te sterven.....	1,50.
F. WÖHLER, Schets der bewerkte Scheikunde, naar de derde Hoogd. uitgave met aann. en bijvoegsels door P. J. KIPP.....	1,25.
....., Schets der onbewerkte Scheikunde, naar de zevende Hoogd. uitgave met aann. en bijvoegsels door N. W. DE VOOGT.....	1,50.
KERST, Bijdrage tot de behandeling der ophthalmia purulenta.....	0,50.
H. F. NAEGELE, leerboek der Verloskunde, uit het Hoogd. door H. J. BROERS, 1e deel. <i>Physiologie en diaetetica der Baring</i>	2,90.
L. CHOULANT, handb. tot de Geneeskundige Praktijk, uit het Hoogduitsch door J. C. GUDE.....	2,80.
Raadgeving aan Moeders, voortvloeiende uit de beschouwing der onnatuurlijke sterfte der kinderen, gedurende het eerste levensjaar, naar het Hoogduitsch van W. RAU, Hoogleeraar te Bern, door QUARIN WILLEMIER.....	1,80.

De navolgende werken worden mede nitgegeven bij C. G. VAN DER POST boekh. te Amsterdam:

CARL CANSTATT, de bijzondere Ziekte- en Genezingsleer uit een klinisch standpunt bewerkt. Uit het Hoogduitsch door Dr. H. H. HAGEMAN Jr. <i>Het Eerste, Derde en Vierde deel eerste aflevering</i>	19,10.
A. SIEBERT en J. FRANZ SIMON, Algemeene Herkenningsleer (<i>Diagnostiek</i>) en klinische Voorbereidingsleer (<i>Propaedeutiek</i>). Uit het Hoogduitsch vertaald door Dr. C. E. HEIJNSIUS, 1e aflevering met 3 platen.....	1,80.
JULIUS BUDGE, algemeene Pathologie, gegrond op Physiologie. Uit het Hoogduitsch door Dr. A. G. VAN DER HOUT en Dr. J. J. SOUTER 1e afl.	2,00.