Physiologisch-chemische verhandeling over de bestanddeelen der planten in verband met het plantaardig leven

SPECIMEN PHYSIOLOGICO-CHEMICUM

DE

CONNEXIONE INTER PLANTARUM VITAM ET PARTES CONSTITUENTES,

QUOD,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

BERNARDI FRANCISCI SUERMAN,

Med. Doct. et Prof. ord.

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS MATHESEOS ET PHILOSOPHIÆ NATURALIS DECRETO,

PRO GRADU DOCTORATUS

SUMMISQUE IN

MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI

HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA RHENO-TRAJECTINA

RITE AC LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBMITTIT

PETRUS FREDERICUS HENRICUS FROMBERG,

Amstelodamensis.

A. D. XXX. M. JUNII, A. MDCCCXLVII, HORA I.

TRAJECTI AD RHENUM,

APUD W. C. J. BOLLAAN.

MDCCCXLVII.

Typis mandavit *van der Monde & Soc.*

PHYSIOLOGISCH-CHEMISCHE VERHANDELING

OVER DE

BESTANDDEELEN DER PLANTEN IN VERBAND MET HET PLANTAARDIGE LEVEN.

6.

PHYSIOLOGISCH-CHEMISCHE VERHANDELING

OVER DE

BESTANDDEELEN DER PLANTEN IN VERBAND MET HET PLANT-AARDIGE LEVEN.

TER VERKRIJGING

VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE,

AAN DE

UTRECHTSCHE HOOGESCHOOL,

DOOR

P. F. H. FROMBERG.

TE UTRECHT,

BIJ W. C. J. BOLLAAN.

1847.

1

VOORREDE.

Men vergunne mij een paar woorden ter begeleiding der navolgende bladen.

Ten aanzien van de taal, waarin hier geschreven is, zal de lezer de noodige opheldering in het stuk zelf vinden. Wat het onderwerp betreft, dit werd mij, uit den aard mijner buitensland's bekleede betrekking als van zelve aan de hand gedaan. Ware het bestaanbaar geweest met het doel eener Dissertatie, het practische zou daarin veel meer de overhand gehad hebben, dan thans. — Niet genoeg

toch houdt men, naar het schijnt, in ons land in het oog, dat Scheikunde eerst door toepassing algemeen nuttig kan zijn, algemeene belangstelling kan opwekken en derhalve een aantal standvastige en volhardende beoefenaars kan vinden. Andere landen toonen het ons, wat zij vermag door toepassing. Wij zien het in Duitschland, waar een aantal Laboratoria bestaan, die goed bezocht worden, en van waar gestadig belangrijke resultaten uitgaan, somtijds rijk in practische strekking; — maar waar ook gestadig ervaren practische Scheikundigen gevormd worden, die deels door onderwijs hunne kunde verder verspreiden, deels door dadelijke toepassing vruchtbaar maken. Maar vooral zien wij het in het naburige Schotland en Engeland, waar het fabriekwezen op zulk een' verbazend hoogen trap staat, en dat door niets anders dan door de toepassing der Physische en Chemische wetenschappen; — waar Landbouwkunde, om niet meer te zeggen, zich in zulk een krachtig, hoewel nog jeugdig, leven vertoont, bijna enkel door haar op Scheikundige grondslagen te vestigen. Daar wordt

de Scheikunde meer en meer een deel der opvoeding van elk beschaafd mensch. Men voelt er algemeen het belang, om eene der hoofdbronnen goed te kennen, waaruit 's lands welvaart en kracht zijn voortgevloeid. Het is inderdaad niet te voorzien, wat de Scheikunde, die daar, reeds bij eene eerste poging, zooveel voor den Landbouw gedaan heeft, zal bewerken, naarmate zij zelve, eene betrekkelijk jeugdige wetenschap, voortgaat in hare ontwikkeling.

Hoe zich daar tegen over ons Vaderland verhoudt, — dat land van voormalige *grootheid en welvaart, — hoe hier de Scheikunde practisch beoefend wordt, zelfs bij de ruimschoots aangebodene gelegenheid, — zelfs door hen, wier roeping met de leer des levens in het naauwste verband staat, — dit is iedereen bekend, die hetgeen hier te lande omgaat en gedaan wordt, onpartijdig en oplettend beschouwt. Dat de bestaande onverschilligheid toch eindelijk eens moge ophouden, — dat de ijver der welgezinden, die het* goede *willen navolgen en uitbreiden, ook al komt het van buiten, anderen moge opwekken tot werk-*

zaamheid, — en dat een aanvankelijk slagen der eerste pogingen moed moge geven om voort te gaan met de volharding, waardoor de Nederlander zich pleegt te kenmerken, — dit zal elk vriend des Vaderlands met mij wenschen. — Dan eerst zal de kennis der natuur hier regt vruchtbaar zijn, en Nederland zal er zich wel bij bevinden.

AAN DEN

HOOGLEERAAR

G. J. MULDER.

Aan U, die mij ten Gids en Leermeester geweest zijt, — die mij, gelijk iedereen rondom U, steeds tot het uitbreiden onzer kennis, en tot bruikbaarmaking daarvan, met vuur en kracht aanspoordet, — die mij op den weg en in de gelegenheid geplaatst hebt, om de toepassing der Scheikunde bij vreemden met eigene oogen te zien, en de vruchten daarvan te leeren kennen; — die mij in de gelegenheid gesteld hebt, om ook voor ons Vaderland de gevolgen dier toepassing te verwezenlijken, — die eindelijk, als Promotor, eene laatste hand aan uw werk legt, —

aan U, wien ik alles verschuldigd ben, waardoor ik later nut hoop te stichten, — aan U wensch ik, met mijnen innigsten dank, dit geschrift op te dragen.

Dat Uw leven nog lang gespaard, Uwe veerkracht onverzwakt blijve, tot heil onzes Vaderlands en tot roem der Hoogeschool, — en dat het U gelukken moge, geestdrift voor bruikbare kennis op te wekken en levendig te houden, in hen, die het voorregt genieten van Uw onderwijs te ontvangen.

OVER HET VERSCHIL IN ZAMENSTELLING VAN DE ORGANISCHE EN ANORGANISCHE DEELEN DER PLANTEN, EN DE WAARDE DER LAATSTE VOOR HET PLANTAARDIGE LEVEN.

Niettegenstaande den onuitputbaren rijkdom der natuur, wordt het somwijlen eene moeijelijke taak zich uit dien rijkdom een onderwerp te kiezen, dat de vereischten van nieuwheid en belangrijkheid vereenigende, tevens vatbaar is voor eene duidelijke voorstelling en tot gewigtige gevolgtrekkingen kan leiden. Onder *nieuwheid* versta ik niet zoo zeer, het nog geheel onbehandeld zijn van eenig onderwerp, als wel het voordragen daarvan onder nieuwe vormen en het uitlokken van nieuwe gezigtspunten. En het is toch op deze wijze alleen, dat de belangstelling in eenig onderwerp genoegzaam levendig gehouden kan worden, om er steeds die aandacht aan te blijven schenken, zonder welke men deszelfs volle gewigt nimmer ontdekken kan. Het is toch ontwijfel-

baar, dat de tegenwoordige staat van wijsgeerige nasporingen meer en meer tot het besluit schijnt te leiden, dat nog geen stof — ook niet de schijnbaar eenvoudigste in het rijk der natuur, — volkomen is uitgeput.

Men ziet derhalve dat, in weerwil der schijnbare tegenstelling, in de voorgaande verklaring opgesloten, eene gelukkige keus moeijelijk is. Ofschoon er *niets* nieuws onder de zon is, bevat toch welligt *alles* onder de zon iets, dat nieuw voor ons is, of door meer zorgvuldige onderzoekingen vroeger of later nieuw worden zal. Elke ontdekking toch, die de onjuistheid van een bestaand gevoelen doet zien, is eene aanwinst, ofschoon aanvankelijk in den negatieven zin. Het is eene aanwinst, omdat zij eenen valschen schijn wegneemt, de gerustheid van onbewuste onwetendheid doet verdwijnen, en in plaats daarvan een onrustig en vurig streven doet ontstaan om tot betere kennis te geraken. Die betere kennis zal welligt op hare beurt, na verderen vooruitgang der verlichting en verbetering der middelen, eene dwaling blijken te zijn; doch wat nood: eene *volmaakte* kennis zou tot *volmaakte* rust des geestes leiden. Rust en stilstand, waarin het verzuim van inspanning ligt opgesloten, leiden tot achteruitgang;

terwijl vooruitgang het doel is van den menschelijken geest, en zekerlijk ook het doel, waarmede deze wereld geschapen is.

Het is derhalve de moeijelijkheid, om op een meer of min ontgonnen veld een nieuw punt in een aantrekkelijk licht te plaatsen, die mij voor het uitkiezen van het tegenwoordige onderwerp heeft doen aarzelen. Geheel nieuw is het onderwerp zeker niet, vooral na een aantal onderzoekingen, die in de laatste twee jaren over een gedeelte daarvan, vooral in een van Duitschland's Laboratoria gedaan zijn. Schitterende uitkomsten en overtuigende daadzaken kan men daarin niet veel verwachten, aangezien de leer des levens, der functiën, der bestanddeelen van levende wezens en derzelver onderling verband, nog weinig meer is dan een mengsel van gelukkige theoriën, die wel is waar somtijds op onomstootelijke bewijzen gegrond schijnen, maar waardoor een latere tijd, met betere middelen toegerust en door ruimere ondervinding voorgelicht, andere en (tijdelijk) betere zal in de plaats stellen.

Voor dat ik tot de eigenlijke behandeling van mijn onderwerp overga, wenschte ik nog een woord te zeggen over het *gewaad*, waarin dit stuk het licht ziet. Deels door de achting, waarin men ten allen

tijde de Latijnsche taal gehouden heeft, — ten gevolge waarvan alle geleerden van beroep zich die eigen maken en dus, voor alle landen, eene gemeenschappelijke spraak gebruiken, — deels door de noodzakelijkheid, om in vele gevallen uit de schriften der oude Romeinen te putten, heeft men steeds aan de *Universitates* in deze taal onderwezen, en wordt alles, wat tot de Hoogescholen in eenige betrekking staat, in die taal behandeld. Maar onder de afdeelingen van geleerdheid en onderzoek is er ééne, die, op dadelijke waarnemingen en proeven gegrond, aan het gezag van anderen slechts een zeer voorwaardelijk gewigt hecht, ik bedoel de natuurkundige wetenschappen. Daar de natuur, hoezeer oud, steeds in nieuwe vormen optreedt en den wijsgeer tot het uitvinden van nieuwe waarheden onweerstaanbaar uitnoodigt, heeft de wetenschap, die naar haar genoemd is, vooral in de laatste halve eeuw, zulk eenen verbazenden aanwas verkregen, dat de natuurkennis der ouden schier enkel nog slechts historische waarde voor ons kan hebben. De menigte nieuwe termen en spreekwijzen, door die snelle uitbreiding ingevoerd en gebezigd, voegen zich niet altoos juist in de vormen der doode Latijnsche taal, en men heeft daarom zeer juist, allengs aangevangen, de nieuwere

wetenschappen te onderwijzen in de taal van elk bijzonder land. Men vermijdt dus het nadeel van stof naar vorm te wringen, en derhalve vaak onjuiste uitdrukkingen eener gedachte te geven; — men behaalt tevens het voordeel, dat de Leeraars voor een veel grooter aantal hoorders toegankelijk zijn, en dus derzelver werkkring zich over eene veel grootere ruimte verspreiden kan. — Edoch de Dissertatiën, de Verhandelingen waarmede men doorgaans zijne Akademische loopbaan besluit, om door den Doctorstitel tot het geven van Akademisch onderwijs in staat verklaard te worden, deze heeft men tot heden in den ouder kluister geboeid gehouden. Ik heb allen eerbied voor het gevoelen van hen, die daar waar het pas geeft, het gebruik der Latijnsche taal willen handhaven, en wil niet met hen twisten, die beweren, dat dezelve voor bespiegelende Wijsbegeerte, Godgeleerdheid en Regtsgeleerdheid behoort behouden te worden, al ware het maar alleen daarom te doen, dat de gemakkelijkheid van er zich in uit te drukken niet verloren ga. Maar, om, ten dienste van vooroordeel of decorum, de taal der ouden te bezigen, en de stof om den vorm, of wel den vorm om de stof te verwringen, kan ik niet bestaanbaar achten met de verlichting en den algemeenen voor-

uitgang onzer eeuw. Wat is natuurlijker, dan dat men nieuwe meeningen en denkwijzen uitdrukt in de taal, die met die denkwijzen gelijken tred houden?

Ik heb dan ook, voornamelijk om de aangevoerde redenen, niet geschroomd om, na verkregene vergunning van HunEdel Groot Achtbaren de Heeren Curatoren der Utrechtsche Hoogeschool, voor ons land het sluithek te openen, en eene Nederduitsche Dissertatie te schrijven. Of het aantal van derzelver lezers daardoor eenigzins zal vergroot worden, moet de tijd leeren; doch indien dit het geval zijn mogt, dan is het mijn innige wensch, dat aldus eenige kennis moge verspreid worden dáár, waar het anders *regtstreeks* niet doenlijk zou geweest zijn.

Eene voorname rede, waarom mij het tegenwoordige onderwerp als zeer uitnoodigend is toegeschenen, ligt in de afscheiding, die door velen tusschen de zoogenaamde bewerktuigde en onbewerktuigde rijken, tusschen dieren en planten en delfstoffen gemaakt wordt. Die afscheiding wordt veelal te scherp geteekend, en wat meer is, het is soms zeer moeijelijk, met zekerheid te bepalen wat tot een van beide bepaaldelijk behoort. Bij de nog bestaande onzeker-

heid over de oorzaken en wetten der gewigtigste levensverschijnselen, is het te verwachten, dat men vaak niet weet, welk aandeel eene zekere stof, welke dan ook, aan de eene of andere levensfunctie heeft; doch juist daarom moest men, met het oog op meerdere kennis, zich voor als nog van te scherpe bepaling onthouden. Het kan niet ontkend worden, dat de tegenwoordige tijd ons meer en meer onmiddellijk verband doet zien, waar men vroeger verscheidenheid meende te ontwaren, ofschoon reeds bij enkelen der grootste vroegere wijsgeeren een onbepaald voorgevoel van latere ontdekkingen schijnt bestaan te hebben. Het is, als of, bij de eerste ontwikkeling van het menschdom eene neiging bestond tot het ontdekken van oppervlakkige overeenkomsten; dat vervolgens, bij meerder doorzigt, onder de bedriegelijke overeenkomst in het uiterlijke, verschillen van gewigt gevonden werden, en dat dit den geest weder tot het opsporen van verscheidenheden aandreef; terwijl men eindelijk, bij het ontleden der waargenomene verschijnselen in de fijnste bestanddeelen, meer en meer tot het ontdekken van een klein aantal hoofdoorzaken voor eene groote verscheidenheid van gevolgen schijnt te naderen, en men dus door diep nadenken weder op algemeene overeenkomsten schijnt

terug te vallen. Door de strekking des geestes in het vorige tijdvak is het gebied der wetenschappen op veelvuldige wijze uitgebreid geworden, zoowel door de hoedanigheid als het aantal der onderwerpen; maar juist door de menigte der reeds ontdekte ligchamen en waargenomene verschijnselen heeft men dikwijls een verband moeten aantreffen tusschen die, welke uit zeer verschillende werkingen schenen te ontstaan, en dus wordt men allengs geleid tot het terugvoeren van eene groote menigte van uitwerksels op een klein aantal primaire oorzaken; dat is tot het erkennen van overeenstemming in de hoofdbronnen van werking.

Het afwezen eener scherp bepaalde grenslijn tusschen planten en dieren, hoe vaak ook betwist, schijnt wel, voor het tegenwoordige, op goede gronden te steunen. De oude en herhaaldelijk vernieuwde stelling van gevoel en beweging, van het verteeren van oxygenium, door oxydatie in eenvoudiger en onbewerktuigde ligchamen, en andere onderscheidingskenmerken, missen hunnen grond, zoodra men tot zeer eenvoudige dieren afdaalt, ten ware men Ehrenberg's hoogst fijne microscopische nasporingen en ontdekkingen, nopens den zamengestelden bouw der kleinste diertjes

als voldoenden grond mogt willen aannemen tot het omkeeren van de thans bestaande rangschikking der dieren. Ook schijnen er zwarigheden te bestaan tegen het denkbeeld, om den scheikundigen aard der grondweefsels van planten en dieren als een geheel door te voeren onderscheidingsmiddel aan te zien.

Doch wat ik, in mijne tegenwoordige verhandeling, meer bepaaldelijk, als een onmiddellijk gevolg van lang voortgezette, hoewel zeer onvolmaakte onderzoekingen wensch te doen uitkomen, is het afwezen van voldoende gronden, om de uitdrukkingen » *organisch* en Halganisch," als duidelijk afgeteekend te doen voorkomen, het gemis van bewijzen voor het vrij algemeen aangenomen beginsel, dat eene organische of bewerktuigde zelfstandigheid als bij uitsluiting tot het vormen van een werktuig, een orgaan zou noodig zijn, en dat dus de functie van zoodanig een orgaan op de werking der *organische* zamenstellende deelen, volgens sommigen zelfs, op het orgaan als een concretum zou berusten, en dat daarentegen, de onbewerktuigde of anorganische bestanddeelen aan de functiën van het orgaan geen deel zouden hebben. Wil men de woorden bewerktuigd en onbewerktuigd behouden, dan hechte men

er geen ander denkbeeld aan, dan dit: dat het eerstgenoemde, als een geheel en complex ligchaam, eene zekere functie kan uitoefenen, terwijl het laatste, als een geheel, dat vermogen mist, wat wij gewoon zijn als een attribuut van leven te erkennen, zonder daarmede te kennen te geven, dat onder bepaalde omstandigheden het niet tot die functiën zou kunnen medewerken. De uitkomsten der volgende onderzoekingen schijnen althans een verband aan te toonen tusschen de organische en anorganische deelen der planten; en dit verband is daarenboven noodig tot het regt begrip van de betrekking eens bijzonderen bodems tot bepaalde plantenfamiliën, en kan ons, dunkt mij, ook op eene hooge wijsgeerige beduiding wijzen.

Het zoeken naar eenheid, aan de hand van steeds voortschrijdend onderzoek en kennis, is inderdaad het hoogste wetenschappelijk doel. De weg, die tot dat doel leidt, slaan meen ik, al diegenen in, welke, getrouw aan de voorschriften der natuur-wetenschap, eenen gemeenen band tusschen al derzelver takverdeelingen trachten te vinden. De verhevene leer dat al de deelen der natuur tot één doel zamenwerken, en dat niet één enkel doel voor het gemeenebest nutteloos is, wordt door alle uitsteken-

de mannen voor waar en goed gehouden. Vergelijken wij echter het groot aantal bewijzen, die ons tot het volkomen vaststellen dezer leer regt kunnen geven — eene zekerheid, die te noodiger is, om het hooge gewigt der stelling zelve, — en zien wij hoe menigvuldig en veelzijdig de bronnen zijn, die de natuur ons aanbiedt, en hoe weinig, daarmede vergeleken, nog als boven allen twijfel verheven mag beschouwd worden, — dan mag men elke vermeerdering dier bewijzen welkom heeten. En het is, onder meerderen, ook de stelling, dat de levenlooze deelen der natuur, inderdaad noodig zijn voor de leden van het levende rijk, — dat zonder eene bepaalde en juist passende medewerking der eerste de functiën der laatste niet kunnen volbragt worden, — die zulk eenen toevoer van nieuwe bewijzen noodig heeft.

De lezer neme dan het volgende goedgunstig en toegevend aan, en wijte de misslagen, die hij er in vinden zal, aan de groote moeijelijkheid, om van de verkregene uitkomsten altijd eene duidelijke voorstelling te vormen.

De loop der proeven die men tot het beoordeelen van het meerdere of mindere verband tusschen de

levenlooze en levende deelen onzes aardbols van tijd tot tijd genomen heeft, kunnen zonder vele woorden te gebruiken, vermeld worden. Om de meerdere of mindere noodzakelijkheid der eerste voor de laatste te bewijzen, was het noodig aan te toonen, dat er een standvastig en *begrijpelijk* verschil in de zamenstelling van verschillende planten en deelen van planten gevonden wierde, en moest men zelfs de opslorpende organen, door welke alleen het opnemen van het anorganische voedsel uit den grond geschieden kan, onderzoeken, benevens derzelver functiën trachten na te sporen. Om te beslissen, — of de verschillende geslachten, soorten en deelen van planten eene verschillende hoeveelheid van elk dezer stoffen tot voedsel noodig hebben, — dit was eene zaak van het allerhoogste belang; en dan zouden de wortels der planten, in eene vermengde oplossing van verschillende zouten geplaatst zijnde, enkel of althans hoofdzakelijk zulke zouten moeten opnemen, als voor elk dier planten meest geschikt waren.

Het is dan ook niet te verwonderen, dat verscheidene uitstekende geleerden de noodzakelijkheid ingezien hebben om dit vraagstuk op te lossen. De naam van de Saussure onder anderen, kan aan geenen beminnaar en beoefenaar der wetenschappen

onbekend zijn. Met onvermoeiden ijver en volharding heeft hij eene menigte schrandere proeven gedaan, om over deze functie der planten een zoo veel mogelijk helder licht te verspreiden. Hij koos twee plantensoorten — Polygonum persicaria en Bidens cannabina, en na die in oplossingen van verschillende zouten geplaatst te hebben, kwam hij tot deze algemeene gevolgtrekking: »dat de wortels der planten alle, hun aangebodene stoffen, zonder onderscheid opnemen, echter met deze bepaling, dat het water der oplossing altijd in grootere verhouding wordt opgeslorpt, dan waarin het in de oplossing aanwezig was." Daarenboven meende hij, dit gevoelen te moeten aannemen, dat het er verre van daan is, dat de wortels altijd die stoffen het overvloedigst zouden opslorpen, welke der plant het voordeeligst zijn; en dat zelfs de vergiftige zouten in grootere hoeveelheid dan alle andere worden opgenomen. Het laatste kan echter welligt dus verklaard worden, dat door zeer schadelijke, en niet tot de zamenstelling der plant behoorende stoffen de vliezen verstoord worden (*), en dat dus, met het ophouden

(*) Volgens waarnemingen van Vogel, zou er hierdoor echter geene beleediging aan de worteleinden worden toegebragt.

der levensfunctie, het scherpe vocht naar algemeene natuurwetten, opklimt.

Door eene andere reeks van schoone proeven trachte dezelfde uitstekende natuuronderzoeker nader aan de oplossing van het vraagstuk te komen. Hij bereidde verschillende oplossingen, waarvan elk een mengsel van verschillende zouten bevatte, en toen hij daarin *dezelfde* plantensoorten voor eenigen tijd had doen groeijen, vond hij werkelijk, dat sommige zouten als bij voorkeur werden opgenomen. Doch de uitslag derzelver proeven leidde hem tot een nog gewigtiger besluit, namelijk dit: dat ook de hoeveelheid, die van elk bijzonder zout door elke afzonderlijke plant werd opgenomen, verschillend is. De laatstgenoemde uitkomst vooral duidt op iets anders en, om zoo te spreken, hoogers, dan op eene zuivere mechanische werking, zoo men wilde aannemen dat de, naar de verschillende zouten onderscheidene digtheid hier de werkzame oorzaak ware.

Deze proefnemingen en derzelver uitkomsten zijn van zoo veel waarde te achten, dat wij het bijna volslagen gemis van latere onderzoekingen over dit onderwerp te naauwernood bespeuren. Het weinige, dat men sedert met gelijksoortig doel beproefd heeft, schijnt het voorgaande slechts te bevestigen.

Een ander beroemd en hoogst verdienstelijk scheikundige, Humphry Davy, heeft waargenomen, dat eene plant, in eene oplossing van azijnzuur ijzer geplaatst zijnde, totdat de bladeren begonnen geel te worden, over hare geheele binnenste oppervlakte duidelijke sporen van ijzer vertoonde, hetgeen ongetwijfeld aanduidt, dat deze ondienstige oplossing met een allengs verminderen der levensfunctiën verzeld is. Daubeny heeft aangetoond, dat salpeterzure strontiaanaarde, in opgelosten staat met den grond vermengd, door de wortels der planten *niet* wordt opgenomen. Uit proeven van Vogel en die van Trinchinetti schijnt echter te volgen, dat planten ook verschillende metaalzouten, benevens zouten van baryt enz. opnemen.

De verschillende proeven, die men over dit onderwerp, niet altijd met de vereischte voorzorgen, genomen heeft, hebben ons in het algemeen geleerd, dat planten, in zeer verdunde oplossingen geplaatst zijnde, dikwijls niets of althans zeer weinig der opgeloste stoffen opnemen, zoo dat zij zelfs in schadelijke en vergiftige vochten geplaatst zijnde, langen tijd daarin kunnen voortgroeijen, zoo maar die vochten genoegzaam verdund zijn.

Het schijnt dat, door de proeven van Davy en

anderen, alle twijfel, of ook vaste deeltjes door de celvliezen kunnen indringen, is weggenomen. De daadzaak, dat vele planten en plantendeelen groote hoeveelheden kiezelaarde bevatten, kan men wel niet als in tegenspraak met het voorgaande beschouwen; want de tweevoudige staat waarin deze aarde zich kan bevinden, komt mij ter verklaring daarvan voldoende voor.

Andere physiologen hebben echter dit vraagstuk op eene verschillende wijze trachten op te lossen, namelijk: door aan te nemen dat een deel der celvliezen inderdaad poren zouden bevatten, te klein om ook door de beste, thans bestaande microscopen waargenomen te worden (*); terwijl anderen meenden dat de vaste stoffen zoo fijn verdeeld kunnen zijn, dat zij door de allerkleinste poren kunnen heendringen.

Ofschoon er tusschen deze beide gevoelens geen wezenlijk verschil schijnt te bestaan, voor zoo verre

---

(*) Daar het verschil, dat over dit hoogst belangrijk onderwerp tusschen de Heeren Mohl en Harting is gerezen, nog niet beslist is, kan ik nog geen gebruik maken van de verandering, die misschien in mijne redenering ontstaan zou, indien het gevoelen des laatstgenoemden, die zegt de poren stellig gezien te hebben, mogt blijken gegrond te zijn.

de daadzaak zelve betreft, wordt dit toch anders bij eenig nadenken. Het laatstgenoemde geeft enkel toe, dat nuttelooze of ook schadelijke vaste stoffen in de planten kunnen binnendringen; — doch volgens het eerste kan men er bovendien nog bijvoegen, dat deze deelen slechts bij toeval in de planten binnendringen, naar den verschillenden aard der gronden; en zelfs, dat deze deelen, door de buitenste poren ingedrongen zijnde, door andere, meer binnenwaarts gelegene, poren van nog kleinere soort kunnen tegengehouden worden, en zoo tot velerlei ophoopingen aanleiding geven.

De vraag, of de anorganische deelen, eenmaal in de planten binnengedrongen zijnde, door derzelver organen naderhand nog veranderingen ondergaan, is nog door geene regtstreeksche proeven beslist geworden, hoewel er sterkere gronden voor een toestemmend antwoord bestaan. Voor de organische deelen is dit meer dan waarschijnlijk; immers de vochten, die door den wortel opklimmen, zijn altijd kleurloos; en zelfs zullen planten, die in eenen grond, met zeer gekleurde en oplosbare vochten groeijen, op de doorsnede naauwelijks sporen van verkleuring doen zien. Het aantal proeven waaruit de laatstgenoemde veranderingen der organische deelen zou volgen,

is echter nog niet groot genoeg, om ook zelfs bij analogie tot eene gedurige verandering der anorganische deelen binnen in de cellen te besluiten.

Alhoewel wij echter nog geene regtstreeksche proeven bezitten, waardoor het laatstgenoemde zou bevestigd of ontkend worden, kunnen wij echter uit den aard der stoffen zelve, die in de zoogenaamde plantenasch voorkomen, vrij voldoende besluiten trekken. Dit anorganische gedeelte, dat na de verbranding terug blijft, biedt in verschillende planten en plantendeelen zulke duidelijke verschillen aan in aard en hoeveelheid, en de wijze van betoog zelve, het chemische onderzoek der anorganische deelen, schijnt zoo geschikt te zijn voor het gezegde doel, dat ik met voorbijgang van alle andere gedane proeven tot het verslag van dit vergelijkend Chemisch onderzoek zal overgaan.

Ik zal derhalve door mijne verkregene uitkomsten trachten aan te toonen:

1°. Dat de aard des gronds, over het algemeen en buiten zekere grenzen geene wezenlijke veranderingen in de zamenstelling der asch eener plantensoort te weeg brengt, zoo lang de soort haar bepaald karakter geheel behoudt.

2°. Dat zoowel de organische als de anorganische

deelen der plant, in hoeveelheid en zamenstelling, naar de soort en varieteit gewijzigd worden.

3°. Dat de verschillende deelen derzelfde plant verschillende hoeveelheden van organische en anorganische deelen bevatten, en dat ook de zamenstelling dier deelen verschillend is.

4°. Dat de hoeveelheid en zamenstelling der organische en anorganische deelen van dezelfde plant wezenlijk in verband staat met den levenstijd der plant.

Na deze verschillen in de bestanddeelen te hebben doen zien, zullen wij, — de gezegde deelen beide als voortbrengselen en als werktuigen der functiën beschouwende, niet alleen tot het besluit komen, dat door de verschillende plantendeelen verschillende functiën worden uitgeoefend, maar ook zal het verband tusschen functiën en producten welligt eenigzins duidelijker worden.

Wij zullen wijders zien, dat de anorganische bestanddeelen eene andere dienst schijnen te vervullen, dan de organische : — dat wij alleen eenen leiddraad tot verklaring der genoemde verschillen kunnen vinden, door aan te nemen, dat door de physische geaardheid, door een hoogst gering moleculair verschil in de vliesjes der uiterste wortelvezeltjes, eene verschillende werking op de aangebo-

dene zouten in den grond wordt uitgeoefend — eene werking, verschillend in verschillende planten voor dezelfde, en in dezelfde planten voor verschillende stoffen, — eene werking, die zich uitstrekt tot de vliesjes der verschillende cellenreijen in de verschillende deelen derzelfde plant, en dus tot de eigenaardige functiën en zamenstelling dier deelen aanleiding geeft, — dat men dus ook de bestendigheid in de zamenstelling derzelfde planten, mits niet onder *te zeer* verschillende omstandigheden verkeerende, van een hoogst gering doch karakteristiek verschil in het zaad moet afleiden.

Een woord vooraf ter verklaring, omtrent de soort van planten, die ik tot mijn onderwerp gekozen heb, zal niet ondienstig zijn. Die planten, namelijk, zijn van eene zeer gewone soort, zijn in dagelijksch gebruik, en dienen tot voedsel voor een groot gedeelte van menschen en vee; het zijn: aardappelen, wortelen of peen en haver; vooral aan de eerste en laatste heb ik veel tijds ten koste gelegd. Voor het behandelen van zulke zeer alledaagsche voorwerpen, vraag ik verschooning aan hen, die het zeldzame boven het nuttige verkiezen. De be-

trekking, waarin ik in Schotland werkzaam geweest ben, deed mij de genoemde voorwerpen als van zelve aan de hand, en het belang, dat eenige der verkregene uitkomsten voor het kweeken dezer planten in het bijzonder en voor den landbouw in het algemeen *mogen* hebben, bewoog mij te meer, de aangebodene stoffe gretiglijk aan te nemen.

I. Ten aanzien van het eerste punt, alhier ter ontwikkeling voorgesteld, namelijk den invloed van grond op de hoeveelheid en hoedanigheid der anorganische plantenbestanddeelen, dit is welligt van meer belang, dan men oppervlakkig meenen zou. Het leven der planten schijnt ons, die slechts bij vergelijking kunnen oordeelen, zoo lijdelijk, zoo weinig uitkomend toe door beslissende eigenschappen, dat sommigen het woord *groeijen* als van *leven* geheel verschillend willen beschouwd hebben. Eene plant is in vele gevallen zoo afhankelijk van uiterlijke omstandigheden; — het gemis van natuurlijke standplaats en klimaat werkt doorgaans zoo nadeelig op derzelver groei en ontwikkeling, en heeft zelfs in zoo vele gevallen de krankheid en den dood van het gewas ten gevolge gehad, dat het ons niet zeer behoeft te verwonderen, indien men hetzelve alle geregelde sapbe-

weging, alle eigendommelijke en bepaalde werking der inwendige deelen, alle vermogen tot bijzondere toe-eigening van voedsel en vermijding van schadelijke stoffen ontzegd heeft, en dat sommigen zelfs zoo verre gegaan zijn, om, afgaande op de zamenstelling der gassoorten binnen in de planten, en het verband daarvan met de zamenstelling der atmospheer, te verklaren : dat de physische bouw der planten niets anders is, dan die van een poreus stelsel, onderworpen aan alle wetten der gas-diffusie, en geene andere levenswerkzaamheid bezittende, dan het vermogen van cyto-blasten te vormen en de cellen naar eenen bepaalden grondvorm te rangschikken (*). Het kan mijn doel niet zijn, om met den geleerden steller dezer uitspraak eenen onvruchtbaren strijd aan te vangen; maar men kan op dezelve althans aanmerken, dat, ten zij in dat vormen van cyto-blasten en rangschikken van cellen tevens begrepen zij : het nederleggen van eigene krachten in die deelen, van derzelver moleculaire zamenstelling, vorm en onderlingen stand afhankelijk, — krachten die zich gedurende het leven der plant op eene *eigene*

(*) Dr. Gardner, in The London, Edinburgh en Dublin Magazine, June 1846, p. 432.

wijze vertoonen, — de bovengenoemde stelling tegen de groote meerderheid van bekende daadzaken en verkregene uitkomsten aandruischt.

Doch ik wil nu tot het vermelden mijner uitkomsten overgaan, en in de eerste plaats met die, van de analyse van een paar varieteiten van aardappelen van denzelfden bodem.

De grond van een groot veld, waarop twee varieteiten van aardappelen groeiden, had de volgende zamenstelling, in 100 deelen:

Onbepaalbare organische stoffen, hout, vezelen, enz.	8.64.
Humuszuur	1.40.
Zouten van potasch en soda, oplosbaar in water.	0.06.
id. id. met Silica verbonden en oplosbaar in zuren.	0.45.
Zwavelzure kalk	0.06.
IJzerverzuursel } oplosbaar in zuren.	4.17.
Aluinaarde } oplosbaar in zuren.	2.25.
Koolzure kalk	3.59.
Koolzure magnesia	1.45.
Phosphorzuur	0.13.
Onoplosbare silicaten van alumina, kalk en magnesia	79.41.
	100.61.

Daar *al* het ijzerverzuursel hier als tweede oxyde berekend is, en er een gedeelte in den staat van

eerste oxyde aanwezig was, is de oorzaak van de aanwinst, ingevolge het bovenstaande, in eene hoeveelheid zuurstof gelegen, die van de geheele som zou moeten afgetrokken worden.

De asch (*) of anorganische bestanddeelen der

(*) Het zij hier, eens voor al, herinnerd, dat ik bij het bereiden der asch, altijd vermeden heb, de temperatuur tot gloeihitte te brengen. Ik bezigde eenen platinakroes, in schuinsche rigting over eene gaslamp geplaatst, waarvan de regeling volkomen in mijne magt stond. De deksel was zoodanig op den kroes geplaatst, dat er ruimte genoeg was voor het toelaten van eenen aanhoudenden stroom van versche lucht over de verbrandende stof. De nadeelen, van het in smelting geraken der asch onafscheidelijk, verlies van zwaveizuur, phosphorzuur of koolzuur, en ontleding van chlorureta zijn daardoor, althans grootendeels voorgekomen geworden.

De hoeveelheden zwavel- en phosphorzuur, die in deze en de volgende analysen staan opgeteekend, stellen niets anders voor dan wat ik gevonden heb, en hoe veel van deze zuren door de oxydatie der zwavel en van den phosphorus uit de proteinverbindingen ontstaan is, hiervan is geene rekening gehouden. Dit is hoofdzakelijk nagelaten geworden van wege de moeijelijkheid om het geheel der proteinverbindingen, vooral uit de groene plantendeelen, waarvan de asch-analysen hier voorkomen, af te zonderen en direct te bepalen. Ook zijn dezelve meer met het oog op Landbouwkunde, dan op Physiologie, ondernomen geworden.

Het gebrekkige, dat derhalve in al de gegevene analysen voorkomt, moet aan de methode geweten worden, waaromtrent ik twijfel, of er tot heden nog wel eene zoo goede bestaat, dat zij ons met de ware zamenstelling der anorganische deelen *in* de plant bekend maakt. De wijze van analyse,

beide varieteiten van aardappelentoppen op dezen grond gekweekt, had de volgende zamenstelling; in 100 deelen:

	Witte Var.	Roode Var.
Potasch	26.59	15.59.
Soda	17.51	9.19.
Chloorpotassium	15.27	30.27.
Kalk	13.11	15.03.
Magnesia	5.54	2.63.
IJzerverzuursel	2.50	2.57.
Zwavelzuur	1.63	10.42.
Phosphorzuur	14.97	12.04.
Kiezelaarde	2.88	2.26.
	100	100.
Hoeveelheid anorg. deelen in 100 der gedroogde plant	16.28	14.06.

---

die ik gevolgd heb, is zoo eenvoudig, dat eene opgave van al de bijzonderheden onnoodig schijnt. In sommige gevallen werd eene afzonderlijke watersolutie der asch gemaakt, en het overschot in chloorwaterstofzuur opgelost; in andere werd de asch onmiddellijk in verdund salpeterzuur opgelost, en in verschillende deelen dier oplossingen verschillende stoffen bepaald. Het phosphorzuur werd altijd hoofdzakelijk met den kalk en de magnesia nedergeslagen, het precipitaat in azijnzuur opgelost, het terugblijvende phosphas ferri bepaald en geanalyseerd, en voorts de kalk, magnesia en het phosphorzuur op de gewone wijze in de azijnzure oplossing bepaald; namelijk de beide eerste door oxalas ammoniae en oververzadiging met ammonia, het laatste in een ander gedeelte, na de verwijdering des kalks door ammonia en sulphas magnesiae.

Het koolzuur, dat in deze ant. als product der verbranding aanwezig, en met de alkaliën, kalk en magnesia gedeeltelijk verbonden was, is hier afgetrokken van de werkelijk verkregene som, en elk der overblijvende getallen door den aldus verkleinden deeler gedeeld : dit is de oorzaak van het juist verkrijgen van 100 als som. Men ziet ligt, uit de geringe hoeveelheid zuren in de asch der witte varieteit, vergeleken met die der andere, dat de hoeveelheid koolzuur, en dus die der oorspronkelijk aanwezige organische zuren in de eerstgenoemde veel aanzienlijker was, dan in de andere, alwaar chloor en zwavelzuur de plaats daarvan vervangen hebben. Het verschil in de hoeveelheden phosphorzuur en magnesia is insgelijks opmerkelijk.

De planten dezer beide varieteiten werden schier op denzelfden oogenblik van het veld genomen. Zij waren beide nog zeer jong en op denzelfden tijd ge-

---

Het bijeenvoegen der afzonderlijke bestanddeelen tot bepaalde verbindingen heb ik achterwege gelaten, eensdeels, omdat niet overal al de bestanddeelen afzonderlijk zijn bepaald geworden, anderdeels, omdat het slechts eene *mogelijke* voorstelling zou geven van de wijze, waarop die verbindingen in *de asch*, geenszins in de *levende plant* bestaan hebben. Het oorspronkelijke doel dezer analysen maakte het onnoodig, de *verbindingen* door directe scheidingsmiddelen te beproeven.

plant; en ik moet reeds hier de opmerking maken, dat er in opvolgende tijdperken eene gedeeltelijke toenadering in de zamenstelling dezer twee varieteiten zigtbaar werd; ofschoon het verschil zich in sommige bestanddeelen scheen te handhaven.

Hoewel het, strikt genomen, niet tot het eigenlijke onderwerp van dit geschrift behoort, wil ik toch de uitkomst eener analyse hier bijvoegen van den bovengenoemden grond, *na* het volgroeijen van het gewas, en de bovenstaande analyse nog eens daar nevens stellen.

Zamenstelling van den grond:

	Bij het begin.	Op het einde van den groei.
Onbepaalde organ stoffen, vezels enz.	8.64	7.74.
Humuszuur.	1.40	0.87.
Alkalische zouten, oplosbaar in water.	0.06	0.02.
Id. id. als silicaten, oplosbaar in zuren.	0.45	0.30.
Zwavelzure kalk.	0.06	0.03.
IJzerverzuursel.	4.17	4.25.
Aluinaarde.	2.25	2.29.
Koolzure kalk.	3.59	2.85.
Koolzure magnesia.	1.45	0.87.
Phosphorzuur.	0.07	0.04.
Onoplosbare silicaten.	79.41	79.64.
	100.61	98.90.

Het is opmerkelijk, dat wij hier in de tweede ko-

lom overal vermindering bespeuren, behalve in het ijzerverzuursel, de aluinaarde en salicaten.

Daar de laatsten eerst na langen tijd ontbonden en oplosbaar gemaakt worden, kan het niet vreemd schijnen, dat in slechts ruim drie maanden tijds geene vermindering in de hoeveelheid daarvan te bespeuren is. Ten aanzien van de beide andere genoemde bestanddeelen schijnt het wel, als of onmiddellijk bij den eersten groei eene zekere hoeveelheid daarvan in de wortelvezelen was ingedrongen, die in volgende perioden zonder eenige regelmaat, afwisselend, geene bepaalde verhooging onderging. Maar met betrekking tot alle andere bestanddeelen, inzonderheid kalk, magnesia en humuszuur, is het verschil zeer in het oogvallend. Daar de rotssoorten, waaruit deze grond gevormd is, geene groote hoeveelheid kalk en magnesia bevatten, moet men de hier aanwezige voornamelijk als van de opgebragte aard- en meststoffen afkomstig beschouwen, en daar dus derzelver oorspronkelijke hoeveelheid bepaald was naar die der meststof, is waarschijnlijk de laatstgenoemde slechts in zulk eene verhouding opgebragt geworden, dat de vermindering door middel van den plantengroei zeer zigtbaar was. Dit toch wordt ons als van zelf aan de hand gedaan door vergelijking met

de *kleinere vermindering* in de hoeveelheid alkalische zouten, niettegenstaande de asch daarin veel rijker is dan in kalk en magnesia. De vulcanische en plutonische rotsen (Graniet en Trapp), die in de omstreken van gezegde velden hier en daar door de beddingen zijn heengebroken, leveren uit de, in dezelve bevatte, veldspath en glimmer, eenen zoo onuitputtelijken voorraad van alkaliën, dat zelfs de geringe vermindering, die in de bovenstaande kolommen te bespeuren is, aanzienlijk mag heeten.

Het bovengenoemde voorbeeld zal voor het tegenwoordige voldoende zijn, om het althans waarschijnlijk te maken, dat soorten en zelfs varieteiten van planten zich door iets eigenaardigs kenmerken, ten gevolge waarvan zij, ook uit denzelfden bodem haar voedsel puttende, toch op eene verschillende wijze te zamengesteld zijn, en zich ook door verschillende eigenschappen onderscheiden. Bij analogie mag men dan ook wel besluiten, dat dezelfde soort of varieteit, op verschillende, mits vruchtbare gronden groeijende, eene zekere overeenkomst in de zamenstelling behouden zal. Het lijdt wel geenen twijfel, of door eene *herhaalde* kweeking van dezelfde varieteiten op verschillende, of van verschillende varieteiten op dezelfde gronden, zou er allengs meerdere afwijking,

of overeenkomst ontstaan, doch men moet in het oog houden, dat de planten zeer afhankelijk zijn van uitwendige omstandigheden. De magt dier omstandigheden is zeer groot. Wie, bijv. zal ontkennen, dat klimaat en voedsel ook op den aard der dieren, zelfs op de neigingen en gewoonten van den mensch eenen invloed uitoefenen, die bij aanhoudende werking eindelijk tot wet wordt?

Als een voorbeeld, hoe zich de hoeveelheid anorganische stoffen in dezelfde varieteit, van verschillende plaatsen, verhoudt, mogen de twee volgende uitkomsten strekken. Niet wetende, hoe lang bij herhaling ieder dezer twee varieteiten op *denzelfden* grond gegroeid is, kan ik thans onmogelijk aangeven, in hoe verre dit op het meerdere of mindere verschil invloed gehad kan hebben.

Hoeveelheid asch, verkregen uit 100 deelen gedroogde aardappelen:

dezelfde varieteit.

van. Mid-Lothian.	van. Forfarshire
3.36	2.68.

dezelfde varieteit

van. Mid-Lothian	van. Argyleshire.
3.93	3.70.

Op het hier aangenomen beginsel redenerende,

zou men wel mogen aannemen, dat indien, gelijk hoogst waarschijnlijk is, de gronden van ieder dezer plaatsen verschillend zamengesteld waren, in het eerste geval de bodem meer tijds gehad heeft om op de zamenstelling der plant in te werken, dan in het laatste. Het zou belangrijk kunnen zijn, om te gelijk met deze trapsgewijze verandering in zamenstelling, ook die in vorm, grootte en andere physische eigenschappen waar te nemen. Welligt dat men door eene groote reeks van dergelijke waarnemingen en proeven, gelijktijdig gedaan en regelmatig voortgezet, tot eenige algemeene wetten zou kunnen geraken, die den sleutel tot belangrijke natuurverschijnselen konden geven en ook in de toepassing van veel waarde zouden zijn.

2. Dat met het verschil van soort en varieteit eene ongelijke zamenstelling der planten, zoowel organisch als anorganisch, ontstaat, vloeit reeds voort uit het voorgaande. Ik wil dit echter hier nog in een wat helderder licht stellen, en tot staving dezer stelling ook nog een paar analysen van de asch eener andere plantensoort aanhalen, namelijk : de gewone Peen (Daucus carota).

Hoeveelheid asch, nagelaten door 100 deelen verschillende varieteiten van aardappelen in den gedroogden staat :

Eene roode varit.	Eene andere dito kleur.	Witte variet.	Eene andere dito kleur.	Roode variet.	Eene andere dito kleur.	Witte variet.	Andere dito kleur.	Andere dito kleur.
2.68	3.70	3.75	2.30	4.71	3.77	2.68	3.80	4.53 (*).

Het verschil tusschen deze uitkomsten, van verschillende varieteiten verkregen, is zeker aanzienlijk, vooral wanneer wij van het minimum tot het maximum gaan — 2,68 tot 4.53, bijna 2 perCt. Het is natuurlijk, dat bij de vele varieteiten eener plant, waarvan het aschgehalte tusschen zekere grenzen ligt, veelal overeenkomst of althans toenadering moet plaats vinden, gelijk alhier in sommige getallen te bespeuren is. De oorzaken, waardoor dergelijke punten kunnen gewijzigd worden, zijn waarschijnlijk van eenen zamengestelden aard, en nog veel te weinig bekend, dan dat wij derzelver werking hier zouden kunnen ontwikkelen.

De zamenstelling van verschillende varieteiten der zelfde plant blijkt ook zeer verschillend te zijn; dat is: dat alhoewel zij dezelfde bestanddeelen bevatten, deze toch in ongelijke onderlinge verhoudingen aanwezig zijn.

Hieronder volgt de zamenstelling van de organi-

(*) Ik geef dit getal uit eene grootere hoeveelheid bepalingen zonder de varieteiten door namen aan te duiden, daar die, alleen in Engeland en Schotland bekend zijnde, hier doelloos zoude wezen.

sche deelen van vijf varieteiten van aardappelen. Ten aanzien der namen geldt hetzelfde, wat reeds op de vorige bladzijde in de noot gezegd is.

	Witte var.	Roode var.	Witte var.	Witte var.	Witte var.
Water.	67.00	74.83	78.58	66.23	72.58.
Zetmeel.	18.07	18.14	8.14	20.92	17.80.
Dextrine.	0.14	2.58	0.30	0.95	0.13.
Suiker en extractachtige stoffen.	3.14		5.12	2.60	3.24.
Oplosbar. proteinligchamen.. .	1.50	0.80	2.40	3.63.	1.40.
Plantenlijm. . .	0.27	0.19	4.83	6.41	0.11.
Cellenst. en vett.	9.97	4.34			4.54.
	100.09	97.88	99.37	100.74	99.80.

Het spreekt van zelf, dat ik het geenszins ondernemen zal te beweren, dat de hier gegevene zamenstelling van eenige verschillende varieteiten zich steeds gelijk zal blijven. Afgezien van de wijzigende invloeden van leeftijd, groeiplaats, klimaat en andere omstandigheden, is toch de veranderlijkheid der organische stoffen, zoowel in als buiten den invloed des levens, zoo groot, dat alleen het laatste genoeg zou zijn, om alle bestendigheid ook zelfs voor een kort tijdsbestek onmogelijk te maken. Het eenige punt, dat de voorwerpen, waarvan de zamenstelling

zoo even is medegedeeld, gemeen hadden, was dat zij volkomen rijp waren; waaruit dus schijnt te volgen, dat zij, om volkomen rijp te zijn, om aan het eindperk van derzelver ontwikkeling te komen, eene verschillende evenredigheid in de zamenstelling van derzelver organische deelen verlangden. Uit dit oogpunt beschouwd, krijgt zeker de zamenstelling eener plant eene gewigtige beduiding, en blijkt in naauw verband te staan met het volbrengen der functiën en de eigenschappen des geheels, waarin die functiën volbragt worden.

Bij het onderzoek van de asch van verschillende varieteiten van aardappelen, zijn de navolgende uitkomsten bekomen :

	Roode var.	Witte var.	Roode var.
Potasch.	51.08	44.07	36.87.
Soda.	3.70	1.95	7.91.
Chloorpotassium.	10.94	9.59	19.64.
Kalk.	0.82	3.34	1.40.
Magnesia.	4.56	5.07	3.56.
IJzerverzuursel.	0.41	0.56	0.42.
Zwavelzuur.	14.74	18.19	17.86.
Phosphorzuur.	10.05	14.70	11.05.
Kiezelaarde.	3.70	2.53	1.29.
	100	100	100.

Terwijl ik, bij de analyse van twee varieteiten van Peen, de roode en witte, almede verschillen vond

in de zamenstelling van derzelver anorganische deelen, gelijk uit de navolgende opgave zal blijken :

	Wortel van Gele peen.	Witte peen.
Potasch	38.79	42.07.
Soda	15.06	17.02.
Chloorpotassium	13.94	10.12.
Kalk	7.01	8.17.
Magnesia	5.76	5.39.
IJzerverzuursel	0.38	0.30.
Zwavelzuur	6.51	7.58.
Phosphorzuur	10.83	8.30.
Kiezelaarde	1.72	1.05.
	100.00	100.00.

Het koolzuur is hier, even als elders, bij de berekening afgetrokken.

Als een voorbeeld, hoe deze asch, in haar geheel was zamengesteld, en hoe dit in verbindingen zou bij een te voegen zijn, diene het volgende :

	Gele peen.	Witte peen.
Zwavelzure potasch	11.05	12.35.
Chloorpotassium	10.87	7.57.
Phosphorzure kalk (twee basisch)	12.30	11.17.
— magnesia. (twee basisch)	2.53	—
Koolzure potasch	31.67	33.14.
— soda	20.02	22.46.
— kalk	—	2.04.
— magnesia	6.36	8.30.
Koolzuur ijzeroxydule	0.44	0.31.
Kiezelzure potasch (twee basisch)	3.98	2.49.
	99.22	99.83.

Uitkomsten als deze bezitten weinig waarde, zoo lang en omdat wij de hoeveelheid en hoedanigheid niet kennen der medewerkende oorzaken, waardoor aan de plant andere eigenschappen van eene zekere bestendigheid worden gegeven. Zij doen ons alleen zien, dat er werkelijk verschil bestaat, en kunnen dus in zoo verre welligt van practisch nut zijn voor den Landbouwkundige. Doch er is nog iets anders, wat bij het nagaan dezer getallen de opmerkzaamheid tot zich trekt, te weten : dat, hoezeer de veranderingen in al de bijzondere bestanddeelen niet even groot zijn, — en hierin kunnen wij dikwijls zeer gewigtige verschillen waarnemen, — die veranderingen *in alle deelen* bestaan.

Hieruit schijnt regtstreeks te volgen, dat al de bestanddeelen, zoowel die van anorganischen als van organischen aard, tot het daarstellen van het eigenaardige karakter eener plant medewerken. Of zij er allen en ieder voor zich gelijk toe bijdragen, is eene vraag, die hier nog moeijelijk te beantwoorden is; doch het is opmerkelijk, te zien, hoezeer al de anorganische bestanddeelen van den grond, met uitzondering der aluinaarde, tot in het binnenste der planten doordringen en derzelver veranderingen volgen. Zoo er eenige bestanddeelen min vol-

komen zich naar de veranderende omstandigheden schijnen te voegen, dan zijn het kiezelaarde en ijzerverzuursel.

Doch wachten wij ons hieruit af te leiden, dat deze zelfstandigheden van minder belang zouden zijn voor het plantenleven, dan andere. A priori zou men kunnen zeggen, dat eene kleine verandering in de hoeveelheid eener zekere stof een grooter uitwerksel kan hebben, dan eene veel grootere verandering in de hoeveelheid van eene andere stof. Doch daarenboven zullen wij later zien, dat deze beide bestanddeelen, vooral de kiezelaarde, onder zekere omstandigheden zeer in hoeveelheid kunnen gewijzigd worden.

Wij komen thans tot een deel van ons onderwerp, dat zeer gewigtig is op zich zelf, en, voor zoo verre het thans onderzocht is, reeds tot verrassende uitkomsten geleid heeft, namelijk : dat verschillende deelen eener plant verschillende hoeveelheden organische en anorganische stoffen bevatten, waarvan tevens de zamenstelling verschillend is. Zeer wenschelijk ware het, dat deze nasporingen, waarmede de Saussure het eerste begonnen is, op uitgebreide schaal en onder alle mogelijke omstandigheden gedaan wierden. Zoo het weinige, wat hier wordt

aangeboden, benevens wat welligt reeds van elders bekend is, dus bevestigd mogt worden, dan konde men welligt iets verder doordringen zoowel in de kennis der werking van uiterlijke omstandigheden op de verschillende deelen eener plant, als in die van het verband tusschen de zamenstelling van verschillende deelen en derzelver kenschetsende functiën. De wijze waarop dit verband zich werkzaam betoont, zou dan tevens allengs te ontdekken zijn door acht te geven op de eigenschappen, zoowel physische als chemische, der zelfstandigheden, waaruit de verschillende deelen bestaan.

Dit zou een nieuw en ruim veld ter ontginning zijn, en om meer dan eene reden het onderzoek waardig. Uit een physiologisch oogpunt kon het dienen om nog hangende verschillen over het leven der planten te beslissen, Ware de plant niets anders dan een poreus zamenstel, alleenlijk met het vermogen begaafd om cytoblasten te vormen en cellen in zekere orde af te zetten, dan zou men moeten wanhopen, een regelmatig verband te vinden tusschen de levensfunctiën en zamenstelling eener plant en de omstandigheden, waarin zij verkeert. Niets zou ons kunnen aanduiden, op wat wijze een gegeven verschil van omstandigheden eene zekere

plant aandoet; dewijl het daardoor in de plant zelve te weeggebragte verschil ons niet zou kunnen kenbaar worden onder eenen vorm, die onder het bereik onzer zintuigen valt, namelijk : eene weegbare en vergelijkbare hoeveelheid stof.

Neemt men aan, dat niets wat naar eene regelmatige vochtbeweging gelijkt, in de planten bestaat, dan zou men almede geene vaste wetten voor de verdeeling der zamenstellende stoffen tusschen de verschillende organen eener plant kunnen verwachten. Bij de onzekerheid waarin wij thans nog over de eigenaardige functiën der verschillende cellen en vaten eener plant verkeeren, is het ondoenlijk, de verrigtingen van bijv. bladen, stengels, wortels, bloemen enz. te vergelijken met de hoeveelheden vaten en cellen van allerlei aard, die zij ieder voor zich in eene reeks van planten bevatten. Dit toch mag men, als bewezen aanmerken, dat de sappen hunne hoofdveranderingen ondergaan in de cellen; dat zij zich van cel tot cel verspreiden door eene soort van doorzweting, welligt in sommige cellen door werkelijke doorvloeijing; — dat, hoezeer in den aanvang en vóór dat er eenige verdikking der celwanden heeft plaats gegrepen, die wanden alle dezelfde chemische eigenschappen hebben, zoo als zij volkomen op

dezelfde wijze zijn zamengesteld; — dat echter, bij het opstijgen van sappen uit den grond, sappen die niet in elke opvolgende periode volkomen eveneens zamengesteld kunnen zijn, allengs veranderingen in den aard en de werking dier cellen ontstaan zullen.

Men moet mij hier wel verstaan. Zonder bepaaldelijk eenige dadelijke werking aan de celwanden toe te schrijven, kan het toch zeer wel zijn, dat, — deels ten gevolge eener werkelijke verandering van den aard der opgeslorpte vochten, deels door de verschillende wijze, waarop de vochten, op verschillende hoogten, en door onderlinge, inwendige werking zijn zamengesteld, — die wanden andere physische en chemische, of wil men moleculaire, eigenschappen verkrijgen. Of ten gevolge van affiniteit, of van eene gewijzigde rangschikking in de zamenstellende deeltjes, kunnen verschillende bestanddeelen van hetzelfde vocht eindelijk met dezelfde, of dezelfde bestanddeelen met verschillende snelheid worden doorgelaten. In beide gevallen zal het vocht in de eerstvolgende cellen of cellenrijen alreeds van dat der vorige in aard en zamenstelling verschillen. Want neemt men aan, dat een vocht A, in eene zekere cel, uit 17 a en 12 b bestaat, en worden van deze twee

bijzondere bestanddeelen, in eenen gegevenen tijd 5 deelen in eene cel B doorgelaten, dan blijven in A overig 12, a en 7, b, terwijl in de cel B 5 a en 5 b gevonden zullen worden. Aldus is in A de verhouding tusschen a en b, en daarmede de aard van het vocht wezenlijk veranderd, en ook verschillende van dat van B. Heeft er nu gelijktijdig eene verschillende doorlating voor dezelfde zamenstellende deelen in eene andere aangrenzende cel C plaats, dan zal in denzelfden tijd dat uit A in B 5 a en 5 b overgaan in C bij voorbeeld 3 a en 4 b worden doorgelaten en wij hebben derhalve in A overig : 9 a en 3 b, B bevat, 5 a en 5 b, en C 3 a en 4 b; derhalve in alle drie werkelijk verschillende vochten, die bijgevolg weder op verschillende wijze op elkander zullen in werken en tot veelvuldig gewijzigde produkten aanleiding geven.

Er is hier, om de voorstelling eenvoudiger te maken, voorondersteld, dat de eene cel dezelfde stoffen uit verschillende, de andere cel verschillende stoffen met dezelfde snelheid doorliet; — maar men ziet duidelijk in. dat beide eigenschappen in de wand derzelfde cel kunnen vereenigd zijn, zoodat wanneer b. v. in eene zekere periode van a, 4 en van b, 4 deelen worden doorgelaten, in eene volgende, van a,

3 en van b, 5, in eene derde, van a, 3 en van b, 4, in eene vierde, van a, 4 en van b, 5 enz. kunnen doortogen, dus eene opeenvolging van gelijke en ongelijke snelheden voor verschillende en dezelfde stoffen of omgekeerd, aanbiedende, waarin waarschijnlijk eene zekere regelmaat bestaat, en die voor elke volgende cel weder anders gewijzigd wordt.

Dat de verschillende deelen eener plant eigene producten opleveren, eene verschillende zamenstelling hebben, en ieder op eene eigene wijze bijdragen tot instandhouding van het geheel, is een noodzakelijk gevolg van hetgeen hier onmiddellijk voorafgaat. Wat alleen bezwaar zou kunnen aanbieden, is de bijna plotselinge afscheiding van organen met derzelver eigene werkingen. Wij zien een stamen, een bloemblad, een takje, eenen wortelvezel van eene zekere plaats ontspringen, en elk dier deelen oefent, behoorlijk ontwikkeld zijnde, eene eigene functie uit, die niet door het andere zou kunnen overgenomen worden, ten ware welligt eerst de vorm van het laatste in dien van het eerste veranderd ware geworden. Doch deze zwarigheid is misschien meer schijnbaar dan wezenlijk. Het komt mij voor, dat er werkelijk een trapswijze overgang, eene trapswijze verandering van bestanddeelen en vervorming van organen plaats

heeft. Voor dat namelijk, een orgaan tot volle ontwikkeling kan komen, moet het gevoed worden. Daarbij wordt het al grooter, en ontvangt derhalve meer stoffen, dan het teruggeeft. De wederzijdsche uitwisseling tusschen de cellen van het groeijend orgaantje en die van het deel, waaruit het zijne ontwikkeling krijgt, wordt gedurig meer en anders gewijzigd, en het gevolg daarvan kan en moet zijn, dat de bestanddeelen der vochten, in de cellen van het orgaantje bevat, aan die vochten meer en meer een eigen en bepaald karakter geven. Wanneer eene zekere zelfstandigheid, b. v. eenig zuur, plantenbasis, anorganisch bestanddeel, etherische olie, enz. in eene bepaalde, voor elke plantenfamilie, geslacht, soort, varieteit, in welligt verschillende verhouding in dat orgaantje is voortgebragt, hebben de vochten in deszelfs cellen bevat eigenschappen verkregen, van den aard en de hoeveelheid der predomineerende stof afhankelijk, en het kan het zamengestelde uitwerksel dezer beide laatste oorzaken, aard en hoeveelheid van stof, — zijn, die de bijzondere werking van zulk een orgaantje bepaalt.

Ik heb mij alleenlijk tot de vochtbeweging beperkt, zoo als men die zich tusschen cellen en cellen zou voorstellen; doch het is duidelijk, dat door de aan-

wezigheid van vaten van allerlei vorm en rigting, van eigene en spiraalvaten, van luchtkanalen en luchtholten, benevens de werking der luchtsoorten zelve, in die holten voorhanden, zoo op elkander als op de vochten, de uitwerkselen nog veel zamengestelder moeten worden. En bij die zamengesteldheid van oorzaken en werkingen, — van werkingen die, uit den aard der zake, zoo naauw verbonden zijn met de gesteldheid en invloeden des dampkrings, is het niet te verwonderen, dat van onze oppervlakkige beschouwing, zelfs geholpen door kunstmatige middelen, veel in het plantenleven eenvoudig het gevolg schijnt van uitwendige oorzaken. Doch die doorgaande regelmatigheid in de verrigtingen van bepaalde plantensoorten schijnt niet te verklaren, zonder aan te nemen dat, bepaalde indrukken in derzelver binnenste worden gewisseld door de vloeistoffen, die reeds door het primaire vliesje van het zaad, in het eerste tijdperk van groei, in eene bepaalde verhouding worden doorgelaten.

Tot staving van het verschil in zamenstelling, organisch en anorganisch beide, — van de bijzondere deelen eener zelfde plant mogen de volgende uitkomsten, dienen:

Zamenstelling van het anorganische overblijfsel (asch) van verschillende deelen eens aardappels:

	Knol.	Bladen.	Stengels.
Potasch.	50.23.	11.80.	30.03.
Soda.	3.71.	——	——
Chloorpotassium. . . .	11.76.	16.29.	24.52.
Kalk.	0.83.	38.27.	24.02.
Magnesia.	4.43.	7.08.	4.91.
IJzerverzuursel.	0.41.	4.20.	0.64.
Zwavelzuur.	14.67.	9.23.	6.73.
Phosphorzuur.	10.10.	10.84.	5.94.
Kiezelaarde.	3.72.	1.39.	3.21.
	100.	100.	100.

Wat bij de vergelijking dezer drie uitkomsten voornamelijk in het oog valt, is het volgende:

Onder de bases vinden wij dat:

De alkaliën zeer overvloedig zijn in den knol, minder in de stengen, minst in de bladen.

De kalk overvloedig is in de bladen, minder in de stengen en bijna geheel afwezig in de knollen (*).

De magnesia het ruimst is in de bladen, en, ofschoon

(*) Ik moet hier bijvoegen, dat ik, door eene vergelijkende analyse van de asch der vezelen en van het uitgedampte vocht der knol, de eerste zeer rijk in kalk heb bevonden, terwijl in de laatste bijna geene andere loogaarde dan magnesia voorkwam; de kalk was bijna tot niets gedaald.

genoegzaam even veel in stengen en knollen, echter vergeleken met de hoeveelheid kalk, in de laatste zeer ruim mag genoemd worden.

Het ijzerverzuursel overvloedig is in de bladen, veel minder in de overige deelen.

Onder de zuren vinden wij:

Het phosphorzuur aanmerkelijk in den knol en de bladen, veel minder in de stengels.

Het zwavelzuur ruimst in den knol, minst in de stengels.

Het chloor juist omgekeerd.

De kiezelaarde minst in de bladen, ruimer in de overige deelen.

De hoeveelheid asch, door elk dezer deelen nagelaten, bedroeg in 100 deelen der gedroogde stof:

Knol.	Bladen.	Stengels.	
		Bovendeel.	Onderdeel.
4.01.	13.03.	24.17.	15.93.

Meerdere uitkomsten, uit andere varieteiten van andere gronden verkregen, verhielden zich op eene geheel overeenkomstige wijze.

De hoeveelheid asch, door elk der genoemde deelen in gedroogden staat, van eene andere varieteit nagelaten, bedroeg perct.

Knol.	Bladen.	Stengels.
3.75.	13.68.	21.21.

Bij de vergelijking dezer hoeveelheden asch blijkt het dat:

	Knol.	Bladen.	Stengels.
In het eerste voorbeeld de rede is, ongeveer.	1 :	3.25 :	5.
In het tweede.	1 :	3.7 :	5.7.
In een derde was dezelve. . . .	1 :	3.47 :	5.3.

Deze verhoudingen gelden voor overeenstemmende tijdperken van groei in de drie varieteiten. In verschillende perioden veranderden zij, en in het algemeen was er bij het ouder worden der plant, meer en meer toenadering tusschen de hoeveelheid anorganische deelen van steng en bladen.

De volgende uitkomsten zijn verkregen, bij de analyse der verschillende deelen van peen (gele en witte).

	Wortel.	Bladen.	Stengels.
Potasch.	40.56.	11.58.	35.69.
Soda.	16.78.	10.51.	13.35.
Chloorpotassium. . . .	8.16.	11.86.	18.50.
Kalk.	15.61.	34.14.	18.57.
Magnesia.	2.12.	4.48.	2.04.
IJzerverzuursel.	0.90.	2.40.	1.47.
Zwavelzuur.	8.07.	14.49.	5.07.
Phosphorzuur.	4.66.	8.17.	3.37.
Kiezelaarde.	3.14.	2.10.	1.94.
	100.00.	100.00.	100.00.

Ik heb bij deze en de volgende uitkomsten het koolzuur niet in rekening gebragt, maar, even als ik boven reeds vermeld heb, de hoeveelheid daarvan van de som der gevondene bestanddeelen afgetrokken en elk derzelve door den verkleinden deeler gedeeld. De hoeveelheid daarvan, en derhalve van de organische zuren, was het meest in de stengels en minst in de bladen.

Vangen wij onze vergelijking weder als te voren aan, dan vinden wij voor de bases:

Alkaliën: in stengels en wortels bijna gelijk, in bladen ongeveer de helft.

Kalk: overvloedig in de bladen, ruim de helft in de stengels en nog iets minder in de wortels.

Magnesia: meest in de bladen, de helft in stengels en wortels.

IJzerverzuursel: meest in de bladen, minst in den wortel.

Voor de zuren:

Phosphorzuur: meest in de bladen, minst in de stengels.

Zwavelzuur: meest in de bladen, minst in de stengels.

Chloor: meest in de stengels, minst in den wortel.

Kiezelaarde: meest in den wortel, minst in bladen en stengels.

Bij het vergelijken dezer algemeene uitkomsten met

die der vorige plant, moet men niet uit het oog verliezen, dat wij niet alleen met eene plant van eene geheel andere natuurlijke familie te doen hebben, maar ook dat het ondergrondsche deel van beiden geheel verschillend is, zijnde bij de aardappelen eene verkorte *onderaardsche* steng, bij de peen daarentegen een *wortel*. Zonder voor als nog in staat te zijn, om met eenige toenadering tot juistheid te bepalen, welk stoffelijk verschil aan dat verschil in aard van twee, in hetzelfde midden geplaatste, deelen beantwoordt, is toch dit verschil zelf een bewijs voor de betrekkelijke onafhankelijkheid der deelen van het midden waarin zij verkeeren, zoo lang maar de invloed door zoodanig midden uitgeoefend zekere grenzen niet overschrijdt.

Zoo vinden wij, dat de kalk in het ondergrondsche deel des aardappels slechts gering in hoeveelheid is, terwijl het in de asch van het ondergrondsche deel der peen ruim één zevende bedraagt.

Het phosphorzuur, dat bij den aardappel zich hoofdzakelijk tot den knol bepaalt, is bij de peen veel meer in de bladen, dan in den wortel aanwezig.

Ten aanzien van de andere bestanddeelen vinden wij minder sprekende verschillen. Het is echter nog al opmerkelijk, dat het juist phosphorzuur en kalk

zijn, waarbij wij dit onderscheid aantreffen; en voorts, dat bij den wortel der peen verre het grootste gedeelte des kalks met organische zuren verbonden was. Bij verderen groei schijnt een gedeelte van die organische zuren voor anorganische plaats te maken.

Thans volgen eenige der uitkomsten, die ik bij een vergelijkend onderzoek van de asch van haver bekomen heb: — eene plant, die ook in een scheikundig opzigt tot eene geheel andere afdeeling behoort. Ten aanzien van de deelen, die in hetzelfde midden geplaatst zijn, als de overeenkomstige bij de beide vorige, hebben wij slechts na te gaan, of zij in de hoofdbestanddeelen overeenkomen, en of er specifieke verschillen blijven bestaan, die wij tot de plant zelve kunnen terug brengen.

Zamenstelling der asch van verschillende deelen eener haverplant in een midden-tijdperk van groei.

	Bladen.	Stengels.	Knoopen of middelschotten.	Kafbladjes.	Zaad met omkleedsel.
Potasch en Soda. . .	18.35	42.43	39.21	15.39	31.37.
Cloorpotassium. . . .	0.30	4.46	0.60	2.01	0.61.
Kalk.	5.13	4.12	4.75	4.58	6.76.
Magnesia.	1.63	1.47	4.51	3.10	2.94.
IJzerverzuursel. . . .	0.55	0.62	1.02	1.50	0.35.
Zwavelzuur.	13.05	7.84	27.94	9.90	16.42.
Phosphorzuur.	2.91	6.31	9.03	7.26	15.19.
Kiezelaarde.	68.22	34.85	13.23	56.38	26.05.
	10 .14	100.33	100 29	100.12	99.69.

Noch bij deze, noch bij eene der volgende asch-analysen van deelen der haverplant, is koolzuur ontdekt geworden. Ik heb boven de vijfde kolom gesteld: zaad met omkleedsel, meenende met het laatste dat deel, hetwelk, bij de meeste botanische schrijvers corolla genoemd wordt, ofschoon de verwarring in de benamingen der bloemdeelen bij de grassoorten naauwelijks eene juiste aanduiding toelaat. Hiermede wordt bedoeld dat deel, hetwelk na het rijp worden des zaads, zich als een vrij dik omkleedsel vertoont, waarvan de twee kleppen aan de spits eenigzins van elkander verwijderd zijn. Eerst na het rijp worden van het zaad kan men dit deel goed verwijderen, en dan blijkt het dat, in weerwil van het onmiddellijke aanraken daarvan met het zaad, het laatste bijna geene kiezelaarde bevat, en deze schier geheel tot het omkleedsel bepaald is.

Slaan wij een vergelijkend oog op de vijf boven medegedeelde, analysen van de verschillende deelen eener haverplant, dan treffen wij de volgende bijzonderheden aan.

Voor de bases:

Alkaliën. Deze zijn meest in de stengels, en in afdalende orde vinden wij ze in de middelschotten, zaden, bladen en kafblaadjes; in de laatste bedragen zij

slechts ruim één derde van hetgeen zij in de stengels beloopen.

Kalk staat, met weinig verschil, boven aan in de zaden en laagst in de stengels.

Magnesia. Hier zijn de verschillen weder grooter, en de orde is aldus: knoopen of middelschotten meest; vervolgens kaf en zaad, en dan bladen en steng.

IJzerverzuursel. Dit bestanddeel, waarvan de afwisseling doorgaans niet groot is, verschilt hier aanmerkelijk tusschen kafblaadjes, knoopen en stengels, zijnde het meest in de eerste; in de bladen en het zaad vinden wij het minst.

Voor de zuren:

Zwavelzuur. Van dit vinden wij eene zeer groote hoeveelheid in de knoopen, ruim de helft daarvan in het zaad, iets minder in de bladen, en voorts nog minder in de kafblaadjes en stengels.

Phosphorzuur. Dit is meest in het zaad, aanzienlijk minder in de knoopen, voorts in afdalende orde in de kafblaadjes, stengels en bladen; in de laatste is de hoeveelheid zeer gering.

Chloor. Met uitzondering van de stengels en ook, ofschoon in minderen graad, de kafblaadjes, mogen wij dit bestanddeel hier niets beteekenend noemen.

Kiezelaarde. De orde is, afdalende, aldus: bladen, kafblaadjes, stengels, zaad, knoopen. Vooral in de twee eerstgenoemde deelen is dit bestanddeel aanzienlijk. In de knoopen is het slechts ongeveer een vijfde van dat in de bladen.

De aanzienlijke afwijkingen, die er tusschen sommige bestanddeelen van de asch der knoopen en stengels, — twee zulke nagelegene deelen, — bestaan, schijnen bevreemdend? Waaraan is dit toe te schrijven? De bouw der nodi is ontegenzeggelijk veel vaster dan die der internodia. De vaten gaan hier in horizontale rigting voort; de gemeenschap in de lengte is als het ware afgebroken of althans veel vertraagd. Daardoor is dan ook de loop der sappen in dit deel langzamer, en, gelijk men verwachten mogt, er heeft eene overvloediger voortbrenging van bewerktuigde deelen, van cellen en vaten, plaats, die in eene engere ruimte begrensd, aan het geheel veel grootere hardheid en stevigheid bijzetten. Dat van uit deze knoopen, die zich in vele gevallen tot ware middelschotten ontwikkelen en de inwendige holte der steng afbreken, knoppen gevormd worden, is bekend, en dit is ook zeer in overeenkomst met den trageren loop der sappen aldaar. Op deze wijze toch, kan een grootere voorraad van voedsel worden

opgelegd; uit het te veel van dien voorraad ontstaat een zijdelingsch uitwas, dat zich als knop vertoont en, zich allengs in blad of bloem ontwikkelende, uit dien blijvenden en altijd aangevuld wordenden voorraad genoeg voedsel putten kan.

Hieruit zou schijnen te volgen, dat men in al die deelen de plant, welke uit zulk eene plaatselijke ophooping van voedsel hun ontstaan ontleenen, zoo niet alle, dan toch eenige zelfstandigheden in ruime mate behoort weder te vinden, die in de vertragende plaatsen zelve de overhand hebben. *Niet allen*, zeg ik, omdat sommige dier stoffen b. v. oplosbaarder verbindingen kunnen aangaan, dan andere, en derhalve bij de doorgaande vochtbeweging in de plant ook weder ligter van derzelver afzettingsplaats kunnen verwijderd worden.

Letten wij op den betrekkelijken rang, die de knoopen en het zaad ten aanzien van de hoeveelheid der verschillende bovengenoemde bestanddeelen innemen, dan vinden wij *knoopen* en *zaad*, bijna altijd nevens elkander, doch *knoopen* en *bladen* zeldzamer. Dit schijnt overeen te komen met de verwachting. Een bladknop, rijk in bladgroen zijnde, is eene plaats waar zeer veel omzetting van bestanddeelen voorvalt, en die door den invloed des lichts zeer groote

werkzaamheid uitoefent. Spoedig ontwikkelt zich die knop tot bladen, tot dunne, vliezige uitspansels, die dan nog ongelijk meer ontvangbaar zijn voor den invloed des lichts, waarin eene levendige uitwaseming en opslorping plaats vindt, door middel van welke de aangevoerde sappen voornamelijk bewerkt worden, en waar dus minder, dan elders, de waarschijnlijkheid van ophooping bestaat, zoo men die plaatselijke afscheidingen uitzondert, welke de klieren in de bladen van vele planten opleveren.

In het zaad, daarentegen, zien wij andere omstandigheden plaats grijpen. Het is het einde der as, en hoewel het, gedurende den onrijpen en groenen staat ongetwijfeld deelt in de werkingen, die aan het daarin bevatte bladgroen eigendommelijk zijn, houdt toch, bij het rijp worden en verdwijnen der groene kleur, die werking op, zonder dat de aanvoer van voedende deelen een einde neemt. Integendeel die aanvoer gaat onverminderd voort, en, ten gevolge van welke werking dan ook, het zaad verliest gestadig aan waterdeelen, zoodat die van ruim 80 tot 30, en zelfs tot 20 perCt. dalen. Deze vermindering van water is eene vermindering van oplosmiddel voor de aangevoerde organische en anorganische stoffen, en dus vinden wij de minst oplosbare zouten, de phosphaten van kalk en mag-

nesia, en de zwavelzure potasch daar in de ruimste hoeveelheid, terwijl vooral de kiezelaarde, door eene overmaat van alkaliën in zeer oplosbaren staat verkeerende, in mindere hoeveelheid in het zaad werd nedergelegd, en zich voornamelijk daar heeft afgezet, waar de hoeveelheid alkaliën het geringst is, namelijk in de bladen en de kafblaadjes.

In de knoopen, hoezeer van een vast weefsel als de zaden, bestond echter geenszins zulk eene verbazende vermindering van waterdeelen met het voortgaan van den groei, dalende slechts van 76 tot 70 perCt., en derhalve kunnen wij hier alleen in zoo verre overeenkomst in de zamenstelling der zouten verwachten, als dit van de traagheid in de vochtbeweging afhangt, doch niet in zoo verre dit gegrond is op verlies van oplossingsmiddel. Het zou moeijelijk zijn, met eenige waarschijnlijkheid aan te geven, wat het gevolg van deze beiderlei toestanden zijn moet, hoeveel van het uitwerksel aan de traagheid van beweging, hoeveel aan het verlies der vochtdeelen behoort, wij zien alleen, dat voor alkaliën en zwavelzuur, beide, knoopen en zaden onmiddellijk op elkander volgen, als of het nederleggen van zwavelzure potasch, vooral van de traagheid van beweging afhing; — terwijl phosphorzure kalk, door het ver-

lies van vochtdeelen en meerdere concentratie der oplossing welligt in den vorm van een dubbelzout met magnesia, waarin de kalk oorspronkelijk aanwezig was en later de overhand bleef behouden, hoofdzakelijk in het zaad werd afgezet. Phosphorzure magnesia schijnt zich hier tot de nodi bepaald te hebben. — Verder in bijzonderheden te treden over het mogelijke verband tusschen de verdeeling der bestanddeelen en de plaatselijke gesteldheid der verschillende organen is voor het tegenwoordige onnoodig.

De hoeveelheden asch, door elk der vijf bovengenoemde deelen, in den gedroogden staat, per 100, bij verbranding nagelaten, waren als volgt :

Bladen.	Stengels.	Knoopen of middelschotten.	Kafblaadjes.	Zaad met omkleedsel.
12.61	7.94	10.02	6.00	3.38.

De aanzienlijke verschillen, die zich hier vertoonen, zijn zonder twijfel aan verschillende oorzaken toe te schrijven. In de knoopen ontstond de groote hoeveelheid anorganisch overblijfsel hoofdzakelijk van zwavelzure potasch, in de bladen, de stengels en kafblaadjes uit het afzonderen van silicaten in min oplosbaren staat. Aangezien de groote hoeveelheid alkaliën in de stengels, ongeveer $2^1/_2$ maal van die in de bladen, terwijl zij slechts half zoo veel kiezelaarde als de bladen bevatten, schijnt deze verklaring alhier

onvoldoende te zijn, en het is dan ook geenszins onaannemelijk, dat er hier eene terugkeering van alkaliën uit de bladen tot de stengels heeft plaats gehad; dat in de bladen het grootste gedeelte der kiezelaarde werd afgezet, en een silicaat met veel grooter overmaat van alkaliën, en derhalve veel oplosbaarder, met de nederwaartsche vochtbeweging in en door de stengels werd voortbewogen. Den inhoud dier stengels, als middelen van gemeenschap tusschen het onder- bovengrondsche deel der plant, kunnen wij dan ook niet als de uitdrukking van eenig bepaald karakter beschouwen.

Het verschil in de hoeveelheid asch, door het naakte zaad en het onmiddellijk omgevende bekleedsel nagelaten, is belangrijk. De onderlinge verhouding blijkens de vijf volgende bepalingen van mijnen vriend, Prof. Norton, uit de Vereenigde Staten van Amerika, met verschillende varieteiten gedaan, is, den aard der voorwerpen in aanmerking genomen, niet zeer ongelijk.

	1ste.	2de.	3de.	4de.	5de var.
per Ct. van asch in het zaad	2.14	1.81	2.22	2.11	1.67.
— —— ——omkl.	6.47	6.03	6.99	8.24	6.03.
Verhouding tusschen beide	3.02	3.33	3.15	3.91	3.61.

Tot het opmaken van eene vergelijking, hoe de

anorganische bestanddeelen in de overeenkomstige deelen van drie zoo verschillende planten als den aardappel, de peen en de haver verdeeld zijn, zou het vereischt worden, dat men van eene zekere reeks uit iedere familie een aantal analysen aanbood. En om iets daar te stellen, wat tot het vinden eens regels zou kunnen leiden, zou het voortzetten van dergelijke onderzoekingen over een grooter aantal natuurlijke familiën, onder zoo veel mogelijk gelijke omstandigheden opgegroeid, noodig zijn. Uit de beperkte resultaten der analysen van eenen vertegenwoordiger uit slechts drie plantenfamiliën kan men zekerlijk niets bepaalds afleiden, en met het opmaken van gevolgtrekkingen heb ik dan ook geenszins het doel, iets wat naar regels zweemt op te stellen.

Het is eene moeijelijke, geduld en tijdvorderende taak over dit onderwerp uitgebreide reeksen van onderzoekingen in het werk te stellen. Een mensch zou er zijn leven in kunnen doorbrengen, al ging het ook, zonder vermindering van lust en veerkracht, tot $^4/_5$ eener eeuw voort, en nog zou hij eenen zeer onvolkomenen arbeid geleverd hebben. Het doel van een aantal scheikundigen moet, in dit onderwerp zamenkomen; want, gelijk Prof. Mulder te regt aanmerkt, om tot het

daarstellen van iets, wat naar geheel bruikbare chemische resultaten uit het rijk der planten en voor planten-physiologie dienstbare daadzaken zweemt, te geraken, behoort men zelfs de vochten uit de verschillende stelsels van cellen en vaten op zich zelve te verzamelen en naauwkeurig te onderzoeken. Zonder dit kan men onmogelijk eene eenigzins klare voorstelling bekomen van hetgeen er in het binnenste der planten voorvalt; zonder de veranderingen der sappen aldaar als het ware stap voor stap na te gaan, kan men zich geen denkbeeld vormen van het aandeel, dat elk der verschillende stelsels van cellen aan die veranderingen neemt; en toch is dit geheel onmisbaar, om tot de verklaring van de bijzondere functiën der verschillende organen te geraken; — functiën, die met stofmenging en stofwerking op het naauwste te zamenhangen.

Maar in weerwil van die overgroote gebrekkigheid der tegenwoordige resultaten, wil ik toch trachten een kort overzigt te geven van de overeenkomsten en verschillen die in dezelve zijn waar te nemen, al ware het ook alleen om eene voorstelling te vormen waarmede men alle navolgende, onpartijdiglijk kan vergelijken, om dezelve of te bevestigen of de gebrekkigheid er van aan te toonen.

Zien wij dan, welke overeenkomst er bestaat tusschen de bladen en stengels der drie genoemde planten, voor zoo verre de zamenstelling van derzelver anorganische deelen betreft :

		Aardappelen.	Peen.	Haver.
Bladen.	Alkaliën. . . .	minst (*)	minst	minst.
	Kalk.	meest	meest	meest
	Magnesia . . .	meest	meest	iets meer dan in stengels.
	IJzerverzuurs.	meest	meest	iets minder dan in stengels.
	Zwavelzuur. .	meest	meest	meest.
	Phosphorzuur.	meest	meest	minst.
	Chloor.	minst	minst	minst.
	Kiezelaarde. .	minst	bijna gelijk	meest.
Stengels.	Alkaliën. . . .	meest	meest	meest.
	Kalk.	minst	minst	minst.
	Magnesia. . . .	minst	minst	iets minder.
	IJzerverzuurs.	minst	minst	iets meer.
	Zwavelzuur. .	minst	minst	minst.
	Phosphorzuur.	minst	minst	meest.
	Chloor.	meest	meest	meest.
	Kiezelaarde. .	meest	iets minder	minst.

(*) Men houde in het oog, dat *minst* en *meest*, hier alleen geldt tusschen *bladen* en *stengels*.

Het opgeven van de verhouding der verschillende anorganische bestanddeelen der stengels was eigenlijk niet noodig, daar die uit de vorige volgt; doch gemakshalve voor den lezer is die hier bijgevoegd.

Het kan aan geenen twijfel onderhevig zijn, dat de ongelijke aard en eigenschappen der bestanddeelen, die hier beurtelings de overhand hebben of tot de minderheid afdalen, voor als nog een krachtig beletsel is, om de beteekenis der gevondene verschillen, ook bij een veel grooter aantal van uitkomsten, in te zien. Ook is het hoogst gewigtig, op de hoegrootheid der verschillen voor de onderscheidene planten en plantdeelen te letten. De haver toch, gelijk alle graangewassen, ja de graminea in het algemeen schijnen zich door eene bijzondere voorliefde voor de kiezelaarde te onderscheiden; en inderdaad, letten wij op de geringe vatbaarheid dezer stof om door uitwendige invloeden verandering te lijden, op haar vermogen om, onder zekere omstandigheden, in den oplosbaren staat over te gaan, en tevens op de plaats, waar die kiezelaarde in de graangewassen voornamelijk is nedergelegd, te weten : de stengels en de zaadbekleedsels — de organen van ondersteuning en beschutting (*), — dan moeten wij, ons

(*) Van de bladen spreek ik hier niet. Die deelen toch zijn bij uitnemendheid organen van bewerking, en het is vooral door derzelver bemiddeling, dat andere deelen hunne hoofdbestanddeelen ontvangen.

tot de eindoorzaak bepalende, erkennen dat er geen doelmatiger middel zou kunnen aangewend worden.

Doch het is juist dit verschil in organische inrigting, dit verschil in doel der gelijknamige deelen, hetwelk met verschillen ook in de anorganische zelfstandigheden gepaard gaat, die wij zonder die inrigting in aanmerking te nemen, geenszins zouden verwachten, en zelfs daarop acht gevende, voor als nog niet kunnen begrijpen.

Bepalen wij ons eerst tot de verhouding, waarin de verschillende bases in de bladen der drie genoemde planten voorkomen, dan vinden wij eene tamelijke gelijkheid. Doch zonder ons in het minst aan vergelijkingen van getallen te wagen, treft het toch onze aandacht, dat in de haver het verschil tusschen bladen en stengels, ten aanzien der hoeveelheid magnesia en ijzerverzuursel, zoo gering is, dat het veilig als niet bestaande mag aangemerkt worden.

In de verhouding der verschillende zuren in de asch der bladen, vinden wij min of meer overeenkomst in het zwavelzuur en chloorwaterstofzuur, doch in de hoeveelheid phosphorzuur en kiezelaarde, twee zelfstandigheden, aan wier dienst men gewoon is eene meer bepaalde beteekenis te hechten, aan de meerderheid der overige bestanddeelen, dan

bestaan zeer groote verschillen. Inderdaad, beschouwen wij de bladen als voorbereidings-organen, als deelen, door wier bemiddeling het ontstaan en de voeding van al de andere hoofdzakelijk plaats heeft, — dan treft het de aandacht, dat bij de beide eerste planten de bladen rijk in phosphorzuur zijn, zijnde eene zelfstandigheid, zonder welke de tot voortplanting der soort bestemde deelen volstrekt niet kunnen bestaan, — terwijl in de bladen der laatstgenoemde plant eene veel grootere hoeveelheid kiezelaarde is in de plaats getreden; de verhouding phosphorzuur in de laatste schijnt bijna gelijk te staan met die der kiezelaarde in de beide eerste.

Hieruit is echter geenszins te besluiten, dat het phosphorzuur voor de bladen der haver even zoo min gewigtig of beteekenend zoude zijn, als de kiezelaarde voor die der aardappelen en peen schijnt te wezen. De laatstgenoemde bevatten, gelijk in de volgende afdeeling zal aangetoond worden, in geen tijdperk van hunnen groei eene aanmerkelijke hoeveelheid kiezelaarde; de eerste daarentegen, bezaten veel phosphorzuur; voor dat er nog eenig spoor van bloemvorming te zien was. In het tijdperk, waaruit de bovenstaande analysen genomen zijn, waren de planten geenszins even ver gevorderd in groei.

Het is waar, de datum was genoegzaam dezelfde, zijnde voor de haver 16 Julij en voor de aardappelen 11 Julij (*), doch in de eerste had zich reeds twee weken te voren het zaad, ofschoon in zeer weeken en teederen staat, vertoond, terwijl in de laatstgenoemde de bloemen zich naauwelijks twee weken te voren vertoond hadden. Men zou hieruit dus moeten afleiden, dat het doel der bladen, ten opzigte van de bloemen, bij de haver reeds vervuld was, en zich nu, wat vroeger niet het geval was, tot het leveren van kiezelaarde aan de stengen of het stroo bepaalde. Bij de aardappelen en de peen, echter, was het hoofddeel der bloem, het zaad, nog niet gevormd, en er was dus nog behoefte aan toevoer door middel van de bladen.

Welk eene aanwinst zou het zijn voor onze kennis, indien wij hier, in plaats van waarschijnlijke doeleinden, oorzaken konden aangeven : — indien wij konden vinden, waardoor in bepaalde tijdperken dat phosphorzuur en die kiezelaarde door de bladen wordt opgevoerd en rondbewogen, en hoe het komt, dat, gelijk ik *meen* bespeurd te hebben, met het verliezen van phosphorzuur in de bladen, althans van de aard-

(*) Namelijk de eerste in 1845, de tweede in 1846.

appelplant, ook de hoeveelheid der stikstofverbindingen, — hoofdzakelijk proteïnligchamen, afneemt; — zelfs met inachtneming van den invloed, die de hoeveelheid zwavel en phosphorus dezer ligchamen op die van het zwavel- en phosphorzuur der asch moet hebben.

Ten aanzien van de vergelijking der anorganische zamenstelling der stengels dezer drie planten kan ik kort zijn; eensdeels, omdat dit in omgekeerde orde is van de bladen, anderdeels, omdat de stengels, ten aanzien van derzelver vloeibaren inhoud, als een midden te beschouwen zijn, waarheen zoowel de vochten uit den grond opklimmen als die uit de bladen voor een deel nederdalen.

Zoo schijnt het aan eene vermenging van op- en nederwaarts bewegende sappen toe te schrijven, dat bij de haver, het phosphorzuur in de stengels dat in de bladen in hoeveelheid te boven gaat. Er bestond, niettegenstaande de aangevangene ontwikkeling des zaads, nog eene neiging — of hoe men het dan ook noemen moge, — om meer phosphaten uit den grond te trekken, en welligt dat wat wij er hiervan in de stengels vinden, alleen aan het opstijgende sap behoort.

Dat de kiezelaarde in de stengels der haver zoo

veel minder is dan die in de bladen, hangt wel zamen met den oplosbaren toestand daarvan in de stengels, terwijl zij in de bladen, door verlies van alkaliën en vochtdeelen in den toestand van onoplosbaarheid was overgegaan. Er heeft ophooping in de bladen plaats; zonder dezelve zou men overeenkomst zien tusschen de hoeveelheid aangevoerde kiezelaarde in de stengen en die der opgenomene en altijd nog in beweging zijnde in de bladen. Het vervolg zal dit in een helderder licht plaatsen.

Als voorbeelden, hoe ook de organische stoffen met den aard der plantendeelen afwisselen, kan ik thans slechts zeer weinig aanvoeren, en zal mij hoofdzakelijk moeten bepalen tot eene opgave der verschillende hoeveelheden stikstof, door gelijke hoeveelheden van de verschillende deelen derzelfde plant bij verbranding opgeleverd. Dat het ongerijmd zou zijn, om die hoeveelheden stikstof alle onder den vorm van protein-verbindingen te doen voorkomen, is natuurlijk. De hoeveelheid chlorophyllum toch, hoewel hoogst gering in eene kleine hoeveelheid groene plantendeelen, brengt toch het hare toe, om zulk eene berekening onjuist te maken, en ook zou door de hoeveelheid stikstof, die onder den vorm van ammonia in de planten voorkomt, de strikte geldigheid eener

zoodanige berekening moeten wegvallen. Enkel om eene zekere voorstelling daarvan te hebben, wordt na het opgeven der hoeveelheden stikstof, in verschillende deelen der plant gevonden, die onder den vorm van protein gebragt.

Het eenige voorbeeld, dat ik tot heden kan opgeven van het verschil in organische zamenstelling van twee deelen eener plant, is het volgende:

	Knol van eene aardappelplant.	De uitloopere van dien knol.
Water.	64.94	81.91.
Zetmeel.	20.71	1.37.
Dextrine.	1.44	0.82.
Suiker en extractieve stoffen. . .	3.44	7.13.
Oplosbare proteinverbindingen. .	1.61	4.22.
Cellenstof, plantenlijm en vetten.	7.38	2.75.
	99.52	98.20.

Het verschil is hier groot en, mogt deze uitkomst door meerdere analysen bevestigd worden, van veel beteekenis. Wij zien het zetmeel bijna geheel verdwenen in de uitloopers, en ook de cellenstof aanmerkelijk verminderd, terwijl eene grootere hoeveelheid oplosbare suiker en extractiefstoffen en voorts water in de plaats daarvan zijn getreden. Zonder deze oplosbaarwording van twee der hoofdbestand-

deelen des plantenrijks, zetmeel en cellenstof, zou men zich het voortbrengend vermogen van den knol ook niet kunnen denken, en het was derhalve te verwachten dat het werktuig, waardoor die voortbrenging plaats heeft, de uitlooper, bijna niets dan oplosbare deelen zou bevatten.

Die oplosbaarheid strekt zich ook op eene merkwaardige wijze uit tot de proteinligchamen. Deze moeten in den oplosbaren vorm zijn overgegaan, ten gevolge van den plaatselijken invloed der in den grond aanwezige organische stoffen, die met den knol in onmiddellijke aanraking zijn en in aanhoudenden staat van ontbinding verkeeren. De groote vermeerdering van protein-verbindingen in de uitloopers, vergeleken met die in den knol zelve, is een regtstreeksch gevolg van de omzetting der stikstofhoudende bestanddeelen van den grond.

Dat de aanwezigheid van eene ruime hoeveelheid oplosbare proteinverbindingen, hetzij pas in den oplosbaren vorm overgegaan of geheel en al nieuw gevormd, tot het oplosbaar maken der niet-stikstofhoudende stoffen bijdraagt, — ja daartoe de hoofdvoorwaarde is, — is hoogst waarschijnlijk, en dus zullen de in ontbinding verkeerende organische bestanddeelen des bodems niet anders op het zetmeel,

enz. omzettend inwerken, dan in zoo verre er eerst protein-ligchamen gevormd zijn. Door de levendige beweging van derzelver deeltjes gedurende die vorming, — en ook deels van die der zich ontledende proteinligchamen uit den knol zelven, — wordt aan de zetmeel- en cellenstofdeeltjes eene meerdere bewegelijkheid medegedeeld, die het overgaan daarvan in andere oplosbare stoffen ten gevolge heeft, waarvan zeer veel door het water van den grond uitgespoeld, en door enkel water met veel organische zouten beladen, vervangen wordt.

Ongetwijfeld moet men zich daarbij voorstellen, dat, hetzij door in den grond aanwezige plantenzuren of zoutbases, of door middel van het teruggeblevene gedeelte der cellenstoffen zelve, die proteinverbindingen, hoewel oplosbaar — in dien graad althans, dat zij zich uit de niet *geheel* heldere vloeistof niet van zelve afscheidden, — echter in zulk eenen staat verkeeren, dat zij tegen het onmiddellijke uitwasschen door de vochten des bodems beveiligd zijn. Dus voortbestaande in eene zekere ruimte, kunnen zij tot het vormen van nieuwe cellen uit aanwezige dextrine aanleiding geven.

Van de uitkomsten der stikstofbepalingen in de verschillende deelen derzelfde plant, zal ik slechts

eenige hier mededeelen. Zij zijn gedaan naar de methode van Will en Varrentrapp.

Hoeveelheid stikstof, aanwezig in 100 deelen (gedroogd), der navolgende planten-organen (van den aardappel).

	Bladen.	Stengels.	Bloem en kelkbladen der geopende bloem.	Meeldraden der geopende bloem.
Stikstof, per Ct. .	3.75	1.64	1.78	3.96.
Hetwelk als protein-verbindingen berekend, tot nagenoeg de volgende hoeveelheden zou leiden.	23.6	10.3	11.2	24.9.

Bij onze onkunde van den waren aard der stikstof; — van de, zeker hoogst gewigtige, rol die zij in de bewerktuigde wereld speelt; — van den vorm of de vormen, waarin zij in de hier onderzochte plantendeelen voorkwam, — en, al kenden wij die vormen, bij onze gebrekkige kennis van de wijze waarop zij onder dezen of genen vorm zou werkzaam zijn : — valt hier natuurlijk niets anders te doen dan bij het merkelijk verschil in stikstof in deze onderscheidene plantendeelen te blijven staan, — waarvan de hoeveelheid zich, zoo als later zal blijken, voor de bladen eenen geruimen tijd lang bijna gelijk bleef, en

eerst verandering onderging toen de bloemen zich begonnen te ontwikkelen.

Waardoor en waartoe die aanzienlijke hoeveelheid stikstof in de bladen, die hoogst werkzame levensorganen der planten? Hoe komt het, dat in de stengels, waardoor toch die stikstof onder den eenen of anderen vorm moet worden aangevoerd, de hoeveelheid daarvan zoo veel geringer is? Staat dit in verband met hetgeen wij vroeger ten opzigte der phosphaten hebben waargenomen, en zoo ja, in welk? De phosphaten en sulphaten zijn wel ten deele bestemd, om aan eene zekere hoeveelheid protein-verbindingen, phosphorus en zwavel te leveren. Maar, door welke kracht wordt dan de gelijktijdige opneming en rondvoering dezer bepaalde organische en anorganische verbindingen, in onderlinge evenredigheden, verzekerd?

Ziedaar vragen, waarvan eene voldoende beantwoording hoogst moeijelijk schijnt, maar die toch, hoedanig ook opgelost, allen daar henen wijzen, dat de zoogenaamde anorganische deelen der planten, de *asch*, tot het vormen van organen en het verrigten van functiën even zoo noodzakelijk zijn, als die organische groepen, zetmeel, dextrine, enz., die toch allen aan het einde weder uit drie of vier

grondstoffen zijn zamengesteld. Krijgen dus die drie of vier elementen derzelver vermogen om levensverschijnselen voort te brengen, om zich als levenswerkingen te uiten, eerst na en door derzelver vereeniging, waarom zou men dan aan de andere anorganische elementen, potassium, calcium, phosphorus, zwavel, het vermogen ontzeggen, om zich na derzelver vereeniging, en onder zekere omstandigheden, als levenswerkingen te openbaren? De apatit of phosphorzure kalk, als mineraal, is zeker voor het uiterlijk, een levenloos voorwerp, doch is zij, eenmaal in den grond verdeeld, in de plant overgegaan, en verder in de vaste en vloeibare bestanddeelen des diers, dan draagt zij voorzeker het hare bij tot al de levensverschijnselen der organen, waarvan zij achtereenvolgens een deel uitmaakt, en bij hare verwijdering zouden die verschijnselen geheel anders zijn, welligt ten eenemale ophouden.

Toen ik boven de vraag opperde, naar de oorzaken, die waarschijnlijk bijdroegen of aanleiding gaven tot die bepaalde mengingen van anorganische deelen, die aan sommige planten-organen eigen zijn, is het welligt vreemd toegeschenen, dat er van geene scheikundige verwantschappen, of wil men tensie gesproken werd: — dat het mij, bij-

voorbeeld, niet in de gedachte is gekomen, dat in verschillende organen verschillende hoeveelheden van plantaardige zuren worden voortgebragt, en dat deze hoeveelheden voor die organen tamelijk standvastig zijnde, ook eene eigene hoeveelheid anorganische bases tot veronzijdiging daarvan zou gevorderd worden.

De ongegrondheid daarvan, in den zin als die door Liebig is aangegeven, — die stelt, dat in elke afzonderlijke plantensoort de som van het oxygenium der alkalische bases in alle omstandigheden eene vaste grootheid is, — heeft de Hoogleeraar Mulder voldoende betoogd (*). Ik zal er mij dus ook hier niet bepaald mede inlaten, noch trachten te onderzoeken, in hoe verre het gepast is, het organismus eener plant als een scheikundig Laboratorium te beschouwen, waarin geene andere wetten gelden, dan die onder onze tegenwoordige kennis vallen. Er zijn veel te veel bronnen van onzekerheid, zoo nopens den staat, waarin de anorganische deelen zich werkelijk in de plant bevinden, als nopens hetgeen wij, bij het afzonderen dier deelen, noodwendig verstoren en dus niet in rekening houden kunnen. Dat

(*) Phys. Scheik., bl. 712 en vgg.

er een zeker verband bestaat tusschen orgaan, functie en zamenstelling, ook van het dusgenaamde anorganische gedeelte, is wel ontwijfelbaar, maar welk? dit zal men welligt van de verre toekomst leeren.

Intusschen schijnt het, dat in de verwezenlijking van het bovengenoemde begrip een ander denkbeeld ligt opgesloten, dat door de ondervinding geenszins gewaarborgd is; namelijk, de onverschilligheid der soort van anorganische basis, als maar de som der zuurstof eene bepaalde grootte heeft. Het moge waar zijn, en dit is bewezen, dat het in een kristal, in eenig mineraal produkt, voor den vorm en sommige hoofdeigenschappen onverschillig is, of een zeker zout een equivalent potasch of soda, magnesia of kalk, een ander aluinaarde, ijzer of chroomverzuursel bevatte; maar voor de leer der verschijnselen in levende wezens moeten wij naar andere bepalingen van eenzelvigheid omzien dan die van isomorphismus. Evenmin als een zout van ijzeroxyde *in alles* gelijk is aan het overeenkomstige van aluinaarde, evenmin mag men van twee isomorphe ligchamen in het levend organismus *geheel* dezelfde uitkomsten verwachten. Dit zegt ons reeds eene oppervlakkige vergelijking met de levenlooze wereld

maar bij het verder nadenken over de veelvuldige en onophoudelijke ontledingen, waaraan waarschijnlijk al de deelen van den inhoud der planten, van cellen en vaten onderworpen zijn, — en waarbij de zamenstellende deelen der zouten onophoudelijk vrij en weder verbonden zullen worden, kan ik mij onmogelijk voorstellen, dat bijvoorbeeld, een deeltje kalk *volkomen* dezelfde werking zou uitoefenen, als een deeltje magnesia, enz. Die deeltjes zijn door de geheele plant meer of min verspreid; door de geheele plant, derhalve, herhaalt zich de afwijkende indruk, door een of ander plaatsvervangend en isomorph ligchaam gegeven, — en zoo lang wij de levenswerkzaamheid eener *geheele* plant beschouwen als de resultante der werkingen van al hare deelen, moeten wij, bij elke verandering van de waarde dier afzonderlijke deelen eene verandering in de resultante, in het leven der plant, en dus ook in hare wijze van zijn verwachten.

Dit wordt bevestigd door vele bekende daadzaken nopens het niet of zeer gebrekkig groeijen van kelpplanten op bodems, rijk in potasch, maar arm in soda, enz.; en dat daarover niet een grooter aantal voorbeelden te boek staat, is zonder twijfel toe te schrijven aan de geringe afwijking, die eene eerste

of tweede vervanging van anorganisch voedsel door eene of andere isomorphe stof, te weeg brengt: afwijkingen, die bij veelvuldige herhaling en gestadige, naauwlettende waarnemingen van *al* de gevolgen wel in het oog zouden vallen, en ook vaak door tusschenkomst van andere toevallige omstandigheden weder meer of min onzigtbaar kunnen worden. — Het komt mij toch voor, dat men niet *alle* veranderingen, bij verplanting van gewassen in dezelve voorvallende, aan de anorganische bestanddeelen van den bodem moet toeschrijven, maar dat hierbij wel degelijk meteorologische invloeden in aanmerking behooren te komen.

4°. In de vierde plaats wensch ik te doen zien, dat de zamenstelling eener plant in verband staat met haren leeftijd of het tijdperk van groei. Het zoude welligt naauwkeuriger zijn, te zeggen dat eene plant, in verschillende tijdperken van haren groei verschillende hoeveelheden organische en anorganische stoffen bevat, en dat de zamenstelling dier stoffen afwisselt, ook voor de verschillende deelen eener plant. In hoeverre dit wezenlijk in *verband* staat met de tijdperken van groei, zou natuurlijk eerst door eene lange reeks van onderzoekingen kunnen beslist worden, ofschoon wij toch uit de reeds verkregene uit-

komsten eenige besluiten kunnen afleiden, waarvan de meerdere of mindere gegrondheid later moet onderzocht worden.

Dat verschil van hoeveelheid en zamenstelling in opvolgende levenstijdperken eener plant zal, welligt, door menigeen van andere oorzaken afgeleid worden. De bodem, zal men zeggen, is een mengsel van anorganische en in ontbinding verkeerende organische stoffen. De eerstgenoemde mogen, in gewone omstandigheden, tamelijk standvastig zijn, in hoeveelheid en zamenstelling, althans voor eene gegevene uitgebreidheid op eene bepaalde plaats; doch laat er eenige afwijking van den gewonen loop der dingen plaats grijpen, en te gelijk ontstaan er talrijke bronnen van verandering. Bij buitengewone droogte in den bovengrond, zal door capillaire werking vocht van onderen opstijgen, en de hoeveelheid en hoedanigheid van anorganische zouten, die dit vocht zal medevoeren, zullen, althans in het eerst, aanmerkelijk moeten afwijken van die, welke het vocht des bovengronds in gewone omstandigheden bevatte. Bij lang aanhoudenden regen zal een grooter of kleiner gedeelte der anorganische zouten van den bovengrond worden uitgewasschen, en het is duidelijk dat, vermits die verschillende zouten niet

allen even oplosbaar in water zijn, zoowel de zamenstelling als de hoeveelheid van het teruggeblevene zal veranderd zijn. Daarbij komt nog, dat de fragmenten van rotsen, steenen enz., waarmede elke bodem meer of min vermengd is, binnen gelijke tijdperken in ongelijke mate zullen uit een vallen, zoo door den verschillenden invloed van lucht en vochtigheid in verschillende tijden, als door dat sommige dier steenen, veelal van ongelijke rotsen oorspronkelijk, op zekere, voor onderscheidene voorwerpen niet gelijke, hoogte van ontleding, eene plotselinge uiteenvalling ondergaan, gelijk met traprotsen, basalt enz. werkelijk het geval is; — andere daarentegen gaan meer gelijkmatig tot gruis over. Nu is het van die gemakkelijkheid, waarmede zulke steenen in gruis veranderd worden, afhankelijk, of zij spoediger of trager de oplosbare zouten, in het binnenste der onverbrokene deeltjes besloten, zullen afgeven, en in het vocht des bodems doen oplossen, en ieder ziet, dat er op deze wijze eene nieuwe bron ontstaat, waardoor de standvastigheid der hoeveelheid en zamenstelling van de anorganische zouten des gronds veranderingen kan lijden.

Letten wij nu nog, daarenboven, op de organische bestanddeelen des bodems, die verschillende hoeveel-

heden humin-, ulmin-, gein-, apocreen- en creenzuur, benevens die veranderlijke hoeveelheid plantenvezelen en die hoogst complexe stof, welke onder den gemeenschappelijken naam van humus wordt aangeduid, dan verdwijnt de mogelijkheid van eene standvastige zamenstelling des bodems over eene gegevene ruimte genoegzaam geheel en al. Aan de ongelijkheid van ontbinding dier organische stoffen is de condensatie van stikstof uit den dampkring, en vorming van ammonia in den grond meer of min geëvenredigd; — van de hoeveelheid rottende organische stoffen, vooral op zekere diepte, hangt weder af de desoxydatie van het roode ijzerverzuursel des bodems, en de hoeveelheid eerst ijzerverzuursel, die in een gegeven tijdperk door het oxygenium der lucht in tweede verzuursel veranderd wordt, heeft weder invloed op de hoeveelheid organische stoffen, die in eenen bepaalden tijd tot zuren van den bodem worden omgezet. Want hier schijnt het ijzerverzuursel als drager van oxygenium op te treden, zoodat het bij afwisseling zuurstof uit den dampkring opneemt, en die allengs weder tot oxydatie der organische stoffen van den grond afgeeft.

Daar echter ontegenzeggelijk een grooter of kleiner deel dier organische stoffen door den *regtstreek-*

schen invloed der lucht geoxydeerd wordt, waarvan, bij het altijd vrij komen van een gedeelte waterstof, tot de vorming van eene ongelijke hoeveelheid ammonia aanleiding wordt gegeven, — die weder overeenkomstige hoeveelheden van bodem-zuren verzadigen zal, — ziet men dat, terwijl de eene werking in den grond de andere in eenig verband schijnt te houden, de som dier werkingen alweder van velerlei omstandigheden afhankelijk is. Eenige dier omstandigheden zal ik trachten in het laatste deel van dit geschrift eenigzins te ontwikkelen, en derzelver practisch belang voor den landbouw kortelijk te doen zien.

Doch het is ten hoogste duidelijk, dat indien die vorming van ammoniakzouten in eenige gegevene uitgestrektheid van bodem voor gelijke tijdperken ongelijk is, de vruchtbaarheid diens bodems, — dat is, in het algemeen, deszelfs rijkdom aan nuttige en oplosbare zouten, — meer of min veranderlijk moet zijn. Wij bespeuren, wel is waar, in de meeste gevallen, geene groote veranderingen binnen beperkte tijdruimten, — ofschoon het wel der moeite waard zou zijn om, bepaaldelijk met dit doel, eenigzins naauwkeuriger te letten op al de omstandigheden, waaronder menige onverklaarbare achteruitgang of zelfs ziekte van een gewas heeft plaats gevonden; —

doch vele dier veranderingen kunnen van zoo korten duur zijn, dat zij spoedig weder door andere in tegenovergestelden zin vereffend worden. Bovendien, wie heeft niet vaak in een veld met tarwe of haver, enkele deelen gezien, waarvan het voorkomen ongunstig afstak bij dat van het geheel? En zou het te veel gewaagd zijn, dit, althans voor een gedeelte, aan kleine verschillen in de gesteldheid van den grond, door voorbijgaande — vaak echter een bestendig uitwerksel nalatende, — oorzaken te weeg gebragt, toe te schrijven?

Wat hiervan zijn moge, er is verband tusschen de vruchtbaarheid eens bodems en deszelfs rijkdom aan zoodanige oplosbare, organische en anorganische verbindingen, als voor de planten nuttig en noodzakelijk zijn. De zouten uit potasch, soda, kalk, magnesia en humus-ulmuszuur enz. bestaande, zijn in grootere mate oplosbaar, dan die zuren in onverbonden staat; doch het zijn voornamelijk de verbindingen dier zuren met ammonia, tot dubbelzouten, waarin eene of meerdere der bovengenoemde vaste bases als leden kunnen optreden, — die eene groote oplosbaarheid in water bezitten. Van de hoeveelheid voortgebragte ammoniazouten derhalve, dat is, van de hoeveelheid stikstof, binnen eene bepaalde ruimte en

bepaalden tijd uit den dampkring gecondenseerd, is de vruchtbaarheid des bodems in eene groote mate afhankelijk, dat is: daardoor wordt grootendeels bepaald, hoeveel organische en anorganische zouten door de wortels van een zeker gewas in eenen bepaalden tijd zal worden opgenomen.

Ik heb opzettelijk de gronden eenigzins ontwikkeld, die men zoude kunnen aanvoeren, om aan het opslorpen van verschillende hoeveelheden voedsel uit den grond door de planten alleen eene passieve beteekenis te geven; — dat is : om die werking geheel en al te doen afhangen van den aard en de hoeveelheid des werkelijk voorhanden zijnde voedsels. Heeft men nu geen regt om te zeggen : wel, is het zoo met de wording en veranderlijkheid der bestanddeelen van den bodem gesteld, wat anders kan men dan verwachten, dan dat de bestanddeelen der planten in verschillende tijdperken gewijzigd zullen worden? Derzelver wortels zijn geplaatst in het midden dier veranderlijke zoutoplossing; wat anders kunnen zij doen, dan opnemen wat hun voorkomt, ten ware men zoo verre wilde gaan, van aan dezelve een redelijk vermogen, dat van *verkiezing*, toe te kennen?

Bij eene oppervlakkige beschouwing dier gronden, schijnt er veel reden te bestaan, om dezelve onvoor-

waardelijk te laten gelden. Ik zal echter eene reeks van daadzaken, van chemische uitkomsten daartegen overstellen, en daarbij aanduiden, wat er als van zelve uit voortvloeit.

Zamenstelling van het organische gedeelte van eenen aardappelknol, beginnende met de oude, eenige weken voor het ontstaan van nieuwe, en loopende over een paar weken van den groei der nieuwe knollen zelve: (in 100 deelen).

	Oude vrucht.	Dito 2 weken later.	Nieuwe knol.	Dito 2 weken later.	Dito 1 week later.
Water.	88.41	96.46	82.88	82.01	74.83.
Zetmeel.	5.50	0.05	5.53	7.51	14.89.
Dextrine.	0.08	0.09	0.85	2.88	0.31.
Suiker en extractiefstoffen. . . .	2.97	2.50	3.97		3.15.
Proteinligchamen (oplosbare). . .	0.50	0.35	0.93	1.01	2.34.
Cellenstof, plantenlijm en vett.	2.35	1.51	4.35	4.69	4.45.
	99.81	100.96	98.51	98.10	99.97.

De latere tijdperken worden hier niet gegeven, omdat onmiddellijk de eerste week na de hier laatstgenoemde de aardappel duidelijke sporen van ziekte begon te vertoonen, waardoor deszelfs zamenstelling wezenlijk veranderd werd; en dewijl de ontwikkeling der hieruit af te leiden besluiten buiten het bestek van het tegenwoordig onderwerp ligt.

Het kwam mij in deze uitkomsten opmerkelijk voor, dat het lang in den grond liggen, in de zamenstelling van den knol een uitwerksel scheen voor te brengen, ten deele overeenkomstig met wat wij in die der uitloopers gezien hebben, namelijk : het allengs verdwijnen des zetmeels en het sterk verminderen der cellenstoffen. Daar tegenover staat echter wederom dat de suiker en zoogenaamde extractiefstoffen, zouten enz., en de oplosbare proteinligchamen in de uitloopers toenamen, doch in den ouden aardappel ook allengs verminderden. Ook is de vochtvermeerdering in de laatste veel grooter, dan in den uitlooper, vergeleken met de hoeveelheid, die wij doorgaans in eenen rijpen en gezonden aardappel aantreffen.

Het zij hier in het voorbijgaan aangemerkt, dat bij het doen uitloopen van aardappelen in eene drooge en donkere plaats, vrij van aarde en dagelijks met gedistilleerd water bevochtigd, de hoeveelheid zetmeel, cellenstof, suiker en extractiefstoffen, benevens oplosbare proteinverbindingen in den moederknol, door uitdrooging schijnbaar toenamen, doch zelfs bij het buiten rekening laten der hoeveelheid vochts, niet bijzonder verminderden. — Niettegenstaande dit, was toch de hoeveelheid stikstof, in 100

deelen der gedroogde uitloopers van deze aardappelen, in opeenvolgende tijdperken verkregen, als volgt:

	26 April.	7 Mei.	8 Junij.	20 Junij.	7 Julij.
Stikstof, perCt. . . .	2.96	3.14	3.51	3.25	3.17.
Ongeveer overeenkomende met de volgende hoeveelhed. proteinverbingen. .	18.7	19.7	22.1	20.4	19.9.

De uitloopers van in den grond ontkiemende aardappelen, bevatteden overeenkomstige hoeveelheden stikstof, terwijl het verloop daarvan in de knollen zelve, zich aldus verhield:

	Oude poters.		Nieuwe vruchten.	
	30 Mei.	13 Junij.	8 Aug.	15 Aug.
Stikstof, perCt. (in de gedroogde zelfstandigheid).	1.35	1.16	1.46	2.21.
Ongeveer beantwoordende aan de volgende hoeveelheden proteinverbindingen.	8.5	7.3	9.2	13.9.

Eenige dagen na den 15den Augustus werden de ziekteverschijnselen zigtbaar, en derhalve worden de wezenlijk veranderde uitkomsten voor latere tijdperken hier niet opgegeven; reeds in die van 15 Augustus was ruim $^{8}/_{10}$ perCt. stikstof meer, dan in gewone en gezonde voorwerpen bevat was.

Eene eenvoudige inzage van de twee bovenstaande tabellen zou ons leiden tot het besluit, dat de uit-

loopers en moederknol, hoewel in hetzelfde midden geplaatst en in dezelfde omstandigheden verkeerende, elk eene, binnen zekere grenzen bepaalde, eigene hoeveelheid proteinverbindingen voor derzelver bestaan en functien behoeven.

Vergelijken wij de uitkomsten in de twee eerste kolommen der laatste tabel, met de beide overeenkomstige in de vorige, waar de *geheele* organische zamenstelling van den moederknol in dezelfde tijdperken gegeven is, dan blijkt het, dat de proteinligchamen hoofdzakelijk in onoplosbaren toestand waren. In de uitloopers echter zelve, waren zij bijna geheel en al in opgelosten vorm aanwezig.

De vermindering der hoeveelheid stikstof in de bladen, in opvolgende tijdperken, blijkt uit het volgende:

Hoeveelheid stikstof, voorkomende in 100 deelen gedroogde bladen op den

5 Junij.	3 Julij.	17 Julij.	31 Julij.	14 Aug.
5.28	5.46	5.00	4.33	3.87.

Hetzelfde voor eene andere varieteit van eenen geheel anderen grond en plaats, voor bladen en stengels beide:

	13 Junij.	27 Junij.	11 Julij.	25 Julij.	8 Aug.	15 Aug.	22 Aug.	29 Aug.
bladen.	5.78	5.68	6.24	6.11	5.39	5.05		4.51,
stengels.	3.68	2.91	2.55	2.20	1.87	1.64	1.62	1.56.

Een paar mededeelingen van de hoeveelheid en zamenstelling der anorganische deelen, in opvolgende tijdperken voor de stengels en bladen derzelfde aardappelplant verkregen, zullen hier op hare plaats zijn. In de zamenstelling is eene zekere regelmaat niet te miskennen, die echter in de hoeveelheid gemist wordt.

Hoeveelheid asch, verkregen van 100 gedroogde deelen van de

		13 Junij.	27 Junij.	11 Julij.	25 Julij.	8 Aug.	15 Aug.
bladen.		20.27	14.67	13.03	15.00	15.86	18 66.
Stengels	bovend.	28.57	21.27	24.17	16.67	12.25	15.43.
	benedend.	14.34		15.93	15.40	8.47	11.75.

De stengels zijn dus in den aanvang rijker in organische zouten, dan de bladen, doch allengs worden zij gelijk en eindelijk bevatten zij minder dan de bladen.

Zamenstelling van de asch der bladen en stengen van dezelfde plant, in achtereenvolgende tijdperken van groei:

	Bladen.			
	13 Junij.	27 Junij.	11 Julij.	25 Julij.
Potasch, soda en chloruretum alkalinum.	45.66	52.71	28.09	31.47.
Kalk.	28.88	18.59	38.27	36.70.
Magnesia	2.98	2.32	7.08	8.32.
IJzerverzuursel.	2.64	5.10	4.20	3.20.
Zwavelzuur.	7.15	6.40	9.23	9.07.
Phosphorzuur.	6.25	10.58	10 84	9.24.
Kiezelaarde.	6.45	4.30	1.39	2.00.
	100	100	100	100.

Het buiten rekening laten van het koolzuur is hier al weder de oorzaak van het juist uitkomen der sommen tot 100.

	Stengels.		
	13 Junij.	27 Junij.	11 Julij (*).
Potasch, soda en chloruretum alkalinum.	54.82	67.47	54.55.
Kalk.	24.84	13.64	24.02.
Magnesia.	5.99	2.64	4.91.
IJzerverzuursel.	1.54	1.99	0.64.
Zwavelzuur.	6.32	5.55	6.73.
Phosphorzuur.	4.57	6.50	5.94.
Kiezelaarde.	1.92	2.21	3.21.
	100	100	100.

Wat bij het inzien dezer uitkomsten voornamelijk in het oog valt, is het beurtelings afwisselen der zouten van kalk en magnesia met die van potasch en soda.

Om niet te veel plaats in te nemen met het opgeven van getallen-uitkomsten, volgt hier nog alleen eene gedeeltelijke opgave, van de zamenstelling der asch eener haverplant, ook in opeenvolgende tijdperken van groei.

(*) Tijdsgebrek heeft mij tot heden verhinderd deze reeksen van analysen te voltooijen.

Zamenstelling van de asch der bladen.

	Junij 4.	Junij 11.	Junij 18.	Junij 25.	Julij 2.	Julij 9.	Julij 16.
Potasch, soda en chloruretum alkalinum.	40.94	37.05	37.51	35.66	26.70	20.18	18.65
Kalk.	8.44	7.24	7.33	6.74	6.91	5.93	5.13
Magnesia.	5.33	3.11	3.47	3.06	2.39	2.35	1.63
IJzerverzuursel. . .	0.61	0.52	0.72	0.99	0.40	0.34	0.55
Zwavelzuur. . . .	11.74	12.85	10.59	7.88	9.50	6.45	13.05
Phosphorzuur. . .	16.16	10.57	10.12	8.76	6.92	6.44	2.91
Kiezelaarde.	16.58	28.54	30.31	36.50	47.62	58.28	58.22
	99.80	99.88	100.05	99.59	100.14	99.97	100.14

Bij het inzien en onderling vergelijken dezer cijfers dringt zich de vraag aan ons op : kan het zijn, dat die geregelde afdaling van phosphorzuur, kalk en magnesia, die klimming der hoeveelheid kiezelaarde en die, op zeker tijdstip aanvangende vermindering der alkaliën enkel gevolgen zijn van toevallige, onzekere veranderingen — de zamenstelling des bodems, waarin de plant slechts lijdelijk zou deelen? Dat die veranderingen invloed op de plant uitoefenen, erken ik gaarne, en welligt zien wij er de bewijzen van in de onverwachte vermeerdering van het zwavelzuur, in de laatste kolom; doch binnen zekere grenzen, schijnt de levenswerkzaamheid der plant eene eigene waarde te hebben.

Zamenstelling van de asch der stengels.

	Junij 4.	Junij 11.	Junij 18.	Junij 25.	Julij 2.	Julij 9.	Julij 16.
Potasch, soda en chloruretum alkalinum.	57.60	56.11	51.43	53.43	47.88	47.92.	46.87
Kalk.	2.40	4.22	3.74	2.42	2.64	1.60	4.12
Magnesia.	0.88	3.20	2.20	2.58	1.17	2.27	1.47
IJzerverzuursel. . .	0.39	0.30	0.40	0.58	0.88	0.68	0.62
Zwavelzuur.	6.15	7.82	8.51	4.87	7.98	9.09	7.84
Phosphorzuur. . .	16.15	13.96	12.55	7.81	2.21	5.57	6.31
Kiezelaarde.	16.29	14.32	20.41	28.08	36.64	32.39	34.85
	99.86	99.92	99.24	99.77	99.40	99.52	100.33

De hoeveelheid asch eindelijk, door elk dezer deelen (per 100, gedroogd) nagelaten, was als volgt. Ik zal mij tot de hier opgenoemde tijdperken bepalen.

	Junij 4.	Junij 11.	Junij 18.	Junij 25.	Julij 2.	Julij 9.	Julij 16.
Voor de bladen. . .	10.83	10.79	9.07	10.95	11.35	12.20	12.61.
Voor de stengels. .	10.49	9.88	9.32	9.17	7.83	7.80	7.94.

In weerwil van een zeker wankelen in den aanvang, zien wij toch bij de bladen een allengs en geregeld toenemen der hoeveelheid anorganische bestanddeelen, dat zich in volgende tijdperken tot in September steeds klimmende verhield. In de stengels, daarentegen bespeuren wij eene trapsgewijze daling, die echter over de geheele reeks niet verder ging, dan ruim 1 perCt. beneden het hier aangegevene minimum.

Men kan hier niets anders zien, dan eene trapswijze onoplosbaarwording en nederlegging der anorganische zouten in de bladen, hetzij ten gevolge van eene betrekkelijke vermindering van vocht, die welligt weder door een minder verschil in densiteit tusschen de, in de opeenvolgende cellenrijen der bladen aanwezige, vloeistoffen en derhalve min aanmerkelijke endosmotische werking is te weeg gebragt, (aannemende, dat de door de stengels aangevoerde vochten steeds genoegzaam dezelfde densiteit bezaten); — hetzij tevens ten gevolge van de trapswijze ontleding der alkalische silicaten, waarvan de bases naar de rijpende zaden gevoerd werden, terwijl de bladen aldus een mengsel van silica en silicaten — of liever eene hoeveelheid min oplosbare silicaten terughielden.

De hier aangevoerde uitkomsten hebben, bij eene bedaarde overweging, nog verscheidene zwakke zijden. Zoo is noch derzelver aantal aanzienlijk — noch zijn de omstandigheden waaronder de planten verkeerden, bekend — noch de soorten der planten verscheiden — noch is de gang der uitkomsten geregeld genoeg om ons onvoorwaardelijk te nopen tot het opbouwen van stellingen, uit die uitkomsten afgeleid. Het onderzoek in een veld, dat nog bijna geheel en al onbezocht is, — tenzij enkel met een

practisch doel, — vordert jaren lange medewerking van een groot aantal scheikundigen, en dan eerst, mits de keus der onderzoekingen juist gedaan zij, mag men op eenig licht in dit deel der wetenschap hopen.

Om echter met de laatste tegenwerping te beginnen, het is klaar, dat redelijkerwijze geen volkomen geregelde gang in de uitkomsten der analysen te verwachten was. Vooreerst valt het niet te ontkennen, dat toevallige, en vooral vaak herhaalde veranderingen in de hoeveelheid en zamenstelling der bestanddeelen van den grond, op de zamenstelling der daarin groeijende planten invloed moeten hebben. Het teedere vliesje aan het einde der kleine wortelvezelen zal toch wel niet zoo volstrekt ondoordringbaar zijn voor zouten, waarvan de zamenstelling aan eene zekere plant vreemd is, dat het den doorgang daarvan altijd en onder alle omstandigheden wederstaan kan. Wij weten te weinig, wij weten eigenlijk nog niets van deze dingen, en derhalve moeten wij ons hier met gissingen vergenoegen; — doch men kan zich bezwaarlijk voorstellen, dat indien bijvoorbeeld een Equiv. van een dubbelzout, bestaande uit humuszuur, kalk en ammonia, zich voor het vliesje vertoont, hetwelk bijv. voor eene

gegevene plant of in een gegeven tijdstip alleen een zeker doorlatingsvermogen voor humuszuren kalk heeft, de ammonia *onvoorwaardelijk* zou afgescheiden worden. Komt nu die ammonia binnen in het organismus, dan wordt zij waarschijnlijk in iets anders omgezet, en er blijft een superhumaat van kalk over. Daar nu hierdoor eene grootere hoeveelheid humuszuur op een gegeven tijdstip is binnengedrongen, dan anders het geval zoude geweest zijn, zoo is er ook tot het voortbrengen van eene groote hoeveelheid organisch product gelegenheid gegeven. Honderden mogelijkheden kan men zich op deze wijze voorstellen, waarvan het uitwerksel zich in eenen anomalen staat of verhouding van eenig organisch of anorganisch bestanddeel zal vertoonen, en bij genoegzame herhaling, hoewel in verminderde mate, zal *blijven* vertoonen, zelfs door de kenmerkende zamenstelling der plant henen. Ik stel mij voor, dat zoo die zamenstelling door eene reeks van toevallige of anomalen inmengselen en invloeden onherkenbaar wordt, ook het leven dier bepaalde plant zal ophouden zich op de gewone wijze te uiten : — met andere woorden, dat de plant hare voorwaarden tot gezonde en krachtige ontwikkeling verloren heeft.

Om nu de reeks der hier gemaakte bedenkingen

verder te vervolgen, laat ons zien, wat er is van de tweede : het gebrek aan verscheidenheid. Hoogst beperkt, inderdaad, is het aantal planten, hier onderzocht. Ééne plant uit de familie der Solanaae en ééne uit die der Gramineae, ziedaar den ganschen voorraad! Doch hierbij verlieze men twee punten niet uit het oog; vooreerst : dat elk dier onderzoekingen weder afgewisseld is, en ten tweede, dat hier, zonder eenige de minste voorkennis van den te verwachten uitslag, twee plantensoorten als uit de lucht gegrepen zijn, die elkander in groeiwijze, voorkomen, benoodigd voedsel en zamenstelling in geenen deele gelijken.

Van ééne derzelve zijn verschillende organen op verschillende bestanddeelen onderzocht, en men vindt daar, gelijk vroeger reeds is aangewezen, eenen gang in de verschillende zamenstelling in opvolgende tijdperken, die zich, ofschoon wij er noch de juiste beteekenis, noch de oorzaken van kennen, — geleidelijk laat volgen, altijd met inachtneming der onvermijdelijke toevallige invloeden van grond en andere uitwendige omstandigheden. Van de andere heb ik verscheidene — hier zijn slechts twee aaneengrenzende opgegeven, — deelen anorganisch onderzocht, en uitkomsten verkregen, die elkander schij-

nen toe te lichten, gelijk eene eenvoudige vergelijking der asch-analysen van de bladen en stengels des havers leeren kan (*). — En wat zal men nu zeggen, indien men bij twee geheel verschillende plantensoorten, in verschillende jaren en in geheel verschillende bodems gegroeid, nogtans bij het naderen van zekere levenstijdperken, die alle planten gemeen hebben, eene overeenstemming ziet in de verandering der zamenstelling, niet tot *dezelfde* bestanddeelen bepaald, maar tot dezulken, waarvan wij weten, dat zij voor deze bepaalde planten tot een bepaald doel dienen; met name voor den haver, de kiezelaarde. Zullen wij nu zeggen, dat de bladen en stengen van beide planten, in hetzelfde midden groeijende, zich eveneens moesten verhouden; de uitkomst der analysen spreekt dit tegen. Zullen wij zeggen, dat in de aardappelplant de knol en de uitlooper, beide in denzelfden grond groeijende, in zamenstelling op elkander behoorden te gelijken : ook dit is in strijd met de verkregene resultaten.

(*) In de bladen was de hoeveelheid chloruretum alkalinum in het hier gegevene tijdperk tot minder dan $^1/_4$, en in de stengels tot op $^1/_8$ van de oorspronkelijke hoeveelheid gedaald.

Dat wij niet al de bijzonderheden, waaronder de beide planten gegroeid zijn, kennen, is geen ernstig bezwaar tegen de bovenstaande uitkomsten. Eenige van die bijzonderheden zijn als volgt:

De grond, waarin de genoemde aardappelplanten gegroeid zijn, is een leemachtige zandgrond, vrij rijk in organische stoffen, en hoofdzakelijk gevormd uit eene soort van alluvium, een nederzetsel van naburige rotsen. De bemesting heeft bestaan in gewone boerenmest. Het saizoen was doorgaans fraai, hoewel enkele keeren met zware regenbuijen afgewisseld, en in de laatste helft van Julij werd eene vrij zware mist waargenomen.

De haver, een jaar vroeger onderzocht, was in den groei vertraagd geworden door een buitengewoon vochtig jaargetijde; echter kwamen de halmen allen sterk en gezond voort. De bodem is meer leemachtig dan de vorige, echter nog op verre na geen kleigrond. De meststof was, ten deele, Guano.

Er is zeker niet zeer veel gelijkheid in deze omstandigheden, en dus zou ik eenig regt hebben, om voorkomende afwijkingen tusschen de uitkomsten der beide reeksen van analysen, daarvan af te leiden. En echter blijkt het, uit de reeds vroeger vlugtig voorgestelde vergelijking, dat die afwijkingen verre

van aanzienlijk zijn. De veel kleinere hoeveelheid kalk in de haverplant, vergeleken met die in de andere, is voorwaar geene afwijking, maar eene kenschetsende zamenstelling te noemen, vooral daar het doorgaand verloop der betrekkelijke hoeveelheden in verschillende tijdperken zich tamelijk gelijk blijft. En zelfs de wezenlijke afwijkingen behoeft men nog niet aan toevallige omstandigheden toe te schrijven. Ik herhaal het, niet voor dat wij eene reeks vergelijkbare analysen voor verscheidene soorten, uit een zeker aantal meer of min onderscheidene planten-familiën bezitten, zullen wij over de waarde en beteekenis van zoodanige afwijkingen een oordeel kunnen vellen.

En nu, wat betreft het beperkte aantal der verkregene resultaten, zal men dat eene tegenwerping noemen, indien zelfs zulk een klein getal ons tot eenige bepaalde besluiten schijnt te leiden? Of zou men vele der gevondene overeenkomsten toevallig moeten noemen? Is het toevallig, en enkel van den aard en de zamenstelling des bodems afhankelijk, dat bijv. de bladen der haverplant, bij het einde van den groei, arm werden in phosphaten van kalk en magnesia, waaraan zij bij het begin rijk waren? dat de vermindering daarvan eenen aanvang nam omstreeks het begin

der bloem- en zaadontwikkeling? Toevallig, dat met het verliezen dier phosphaten, de bladen rijker werden in silicaten, waarvan eene geëvenredigde vermeerdering ten zelfden tijde in de stengels plaats had? Dat dit bijna gelijken tred hield met het ophoopen van phosphaten en protein-verbindingen in de zaden, dat is; met derzelver rijp- en zwaarwording, waartoe eene toenemende stevigheid in het steunsel vereischt werd?

Doch ik gevoel, dat ik hier van het gebied der oorzaken op dat der eindoorzaken begin te verdwalen, en zoo is het veelal, als wij ons van de eerste niet duidelijk bewust zijn. Dat het verlies van alkaliën in de bladen tot de onoplosbaarwording der silica heeft bijgedragen, is zeer waarschijnlijk; alsmede dat eene mindere hoeveelheid vochts — door minderen aanvoer of grooter verlies ontstaan, — ook aandeel in deze afscheiding moet gehad hebben. Dat met de phosphaten van kalk en magnesia en met de protein-verbindingen, ook eene grootere hoeveelheid alkaliën tot het zaad is doorgedrongen, blijkt uit de uitkomsten der analysen, en dus is in zoo verre aangewezen, wat er van de verlorene anorganische bestanddeelen der bladen geworden is, even als wij niet verre behoeven te zoeken, om te

weten, van waar zij aan dien ruimen voorraad kiezelaarde, in oplosbaren vorm, gekomen zijn. Maar de krachten te kennen en te noemen, waardoor juist op het noodige tijdstip die veranderingen weder te weeg gebragt: — het verband tusschen de ontwikkeling van bepaalde deelen, en het tevens neder leggen in die deelen van krachten, waardoor zij en zelve in stand bleven en ontwikkeld werden, en het hunne toebragten tot de toekomstige huishouding der plant; — dit is het, wat voor een eenigzins duidelijk begrip der gevondene daadzaken noodig is, doch dit is het, helaas! juist wat ons nog ontbreekt.

Het is echter niet noodeloos, het is hoogst nuttig, op dat ontbrekende herhaaldelijk en met nadruk te wijzen, om zoo mogelijk, anderen op te wekken, tot een geduldig en volhardend onderzoek in dit schijnbaar dorre onderwerp, dat toch zoo rijk belooft te zijn aan gevolgen. Wat voor het oogenblik uit het aangevoerde vrij duidelijk schijnt voort te vloeijen, is de gelijktijdige zamenwerking der organische en zoogenaamde anorganische bestanddeelen derzelfde plant, zonder dat het ons mogelijk is te zeggen, welke van beide klassen het best zou kunnen gemist worden. Beide schijnen *even noodig* te zijn dat is, dat bijv. de protein-verbindingen in het zaad

nutteloos zouden zijn, zonder de phosphaten, en omgekeerd. Verder kunnen wij niet gaan. De hoegrootheid van werking van elk der zamenstellende deelen zullen wij welligt nimmer leeren kennen, en dit is ook, even als andere onbevredigbare wenschen des vurigen onderzoekers, welligt tot de rust van zijnen geest niet noodig.

Zoo komen wij dan nu tot, wat men steeds achter eene groote of kleine verhandeling, verwacht, de toepassing, bijvoegselen en gevolgtrekkingen. Zij zullen van tweederlei aard zijn, theoretische en voor een klein gedeelte practische.

Dat verschillende planten verschillende deelen uit denzelfden grond trekken, is uit het voorgaande overvloediglijk gebleken, en zou ook zonder dit geen het minste betoog behoeven. Wij zien het dagelijks, dat zeer onderscheidene gewassen in eene beperkte ruimte van grond kunnen wassen, en al ware het dat men niets wist van verschil in zamenstelling en inwendigen bouw, dan nog zou een weinig nadenken iedereen tot het besluit moeten leiden, dat het bestendige verschil in voorkomen, bloemen en vruch-

ten, bij eene gemeenschappelijke bron van voedsel, moet aanduiden : of, dat van dat voedsel door onderscheidene planten verschillende hoeveelheden en welligt verschillende soorten worden opgenomen, of dat elke plant het vermogen heeft, om uit één gemeenschappelijk voedsel, als bouwstof beschouwd, verschillende, voor elke plantensoort bepaalde voortbrengselen te vormen.

Dat de organische bestanddeelen van den bodem, in de plant opgenomen zijnde, aan ontelbare en onophoudelijke veranderingen, ontbindingen en zamenstellingen zijn blootgesteld, en dat in die doorgaande wisseling, — op het vormen van zekere algemeene of hoofdvoortbrengselen en bovendien van eene onafzienbare reeks van eigene produkten voor bijzondere soorten uitloopende, — de voorwaarde tot het leven der planten gelegen is, is allerwaarschijnlijkst. Eene delfstof, uit een zeker aantal onbewerktuigde bestanddeelen bestaande, is een afgewerkt geheel; of liever, eene delfstof is enkel onder den invloed der algemeene natuurkrachten, zoo als kracht van zamenhang en warmte (*), niet alleen

(*) Het is zeker dat men bij dieper nadenken en bij den tegenwoordigen stand onzer kennis, den invloed van

gevormd, maar ook geheel voltooid geworden. De krachten, die van de afzonderlijke stofdeeltjes uitgingen, zijn bevredigd geworden, en houden op zich naar buiten te vertoonen, tot dat eene andere magtige of vreemdsoortige werking van buiten zich openbaart, en welligt meer het eene dan het andere bestanddeel aandoende, den zamenhang of wel het scheikundig evenwigt van dat afgewerkte geheel verbreekt, en tot het uiten van nieuwe krachten, tot het ontstaan van een ander evenwigt aanleiding geeft.

Uit deze voorstelling volgt, dat de werkzaamheid eens ligchaams veelal afhangt van den toestand van deszelfs deelen. Voor en na de bevrediging van derzelver neiging tot onderlinge veronzijdiging, zou men dezelfde deelen geenszins dezelfde kunnen noemen. Wie zou in het pas gereduceerde en nog in den hoogst denkbaren staat van fijnheid verkeerende

---

dezelfde krachten bij *alle* natuurverschijnselen moet erkennen. Wat toch is er van levenskracht, als een concretum? En zoo zich eindelijk alles oplost in moleculaire krachten, in uitwerking van vorming en plaatsing, ja welligt in centra van aantrekking, wat wordt er dan eindelijk van alle grenzen tusschen de organische en anorganische wereld? Ik heb echter, duidelijkheidshalve, de bovenstaande spreekwijze ten gebruike geschikt gevonden.

metaalpoeder, dat bij enkele aanraking met de lucht ontbrandt, hetzelfde ligchaam erkennen, dat als gehamerd metaal, en slechts met zoo veel lucht in deszelfs poren voorzien, als het in dien toestand kan opnemen, de sterkts bekende gloeihitte kan verdragen zonder te ontvlammen? Men is gewoon, dien staat der ligchamen, waarin zij verkeeren vóór de verzadiging der hun inwonende krachten, hunnen *wordingsstaat* (status nascens) te noemen. Zij zijn dan, als het ware, pas die enkelvoudige ligchamen geworden, als welke zij zich aan ons vertoonen, doch hebben nog alle onbevredigde en sterke neigingen om dien onverbonden staat voor eenen verbondenen te verwisselen. Denkt men zich den tijd, ter vorming van eenig zamengesteld atoom benoodigd, als meetbaar, dan zou men kunnen zeggen, dat het einde der werking moet zamenvallen is met het bevredigen — het begin met den aanvang van veronzijdiging der zich uitende krachten. Doch nu kunnen wij ons ook voorstellen, dat ten gevolge van stoffelijke of andere beletselen, twee op elkander inwerkende krachten elkander niet *geheel* veronzijdigen kunnen, en daarvan moet het gevolg zijn: een onbestendig evenwigt, dat meer of min ligtelijk verstoord wordende, tot een ander onbestendig even-

wigt, in eenen anderen zin kan overgaan, enz. Naar mate dat onbestendige evenwigt tot het bestendige nadert, nadert het tot den staat, waarin wij de afgewerkte voorwerpen der levenlooze natuur ontwaren. Van den wordingsstaat der ligchamen derhalve, tot den toestand der levende organische voorwerpen, — levende voorwerpen zou ik noemen die, waarvan de zamenstellende deelen zich in een bewegelijk evenwigt bevinden, terwijl de verschijnselen, die zij daarbij uiten, aan zekere bepalingen, tot de instandhouding van het geheel dienende, onderworpen zijn; — en van de laatste tot de levenlooze organische natuur zie ik eene onnoemelijke menigte van overgangen, door den aard en de hoeveelheid der werkingen te weeg gebragt.

Welligt komt bij dezen en genen de gedachte op, dat, indien het met de voorwaarden, met de allereerste beginselen en het geheele beloop van levenswerkzaamheid zoodanig is gelegen, wanneer wij geene eigenlijke grenslijn tusschen organische en anorganische natuur kunnen aannemen, wanneer de wordingsstaat het algemeene beginsel van levensverschijnselen is, waarin zoowel de onbewerktuigde als bewerktuigde bestanddeelen deel nemen, — er dan ook geene reden bestaan kan, waarom wij de eerst-

genoemde niet *in alles* met de laatste zouden gelijkstellen. Indien wij in een gewas vinden zekere harsen, zuren, oliën of bijzondere plantaardige alkaliën, en de grond waarin dat gewas groeit, blijkt niets van dien aard te bezitten, dan ligt het besluit voor de hand, dat die harsen, zuren. oliën enz. in de plant zelve gemaakt zijn, dat zij producten zijn of van de inwerking der cellen en vaten op de sappen, of van de sappen op elkander, of van eene zekere ontleding in het sap der enkele cellen zelve. Het is duidelijk, dat wij, zoo doende, tot de allerkleinste deeltjes, tot de atomen moeten afdalen, en dat het alleen aan nieuwe rangschikkingen dier atomen in veelvuldig verschillende verhoudingen kan zijn toe te schrijven, indien een gegeven organisch ligchaam in een of meer andere, geheel verschillende, wordt omgezet. Wij nemen dus aan, dat er eene algeheele ontbinding der organische bestanddeelen, onophoudelijk met nieuwe vereenigingen gepaard, in de planten voorvalt. Zou nu eene zoodanige ontbinding ook niet in de anorganische bestanddeelen kunnen plaats hebben, en dus uit eene gegeven stof eene geheel andere kunnen gevormd worden? Met één woord, kan potasch bijv. in de plant niet tot soda of iets anders overgaan, en verder, wat

hiermede overeenkomt, kunnen de planten niet zoowel hare anorganische, als organische bestanddeelen naar behoefte vormen? En zijn de eerstgenoemde welligt uit gemeenschappelijke grondstoffen zamengesteld?

Dat deze vraag niet zoo geheel ongerijmd is, als zij zich voorzeker aan velen voordoet, zou eerstens schijnen te volgen uit het beginsel, waaruit wij haar afleiden. Maar vooral is het bekend, dat mannen van naam in de wetenschap, zoo als Schrader, Braconnot, zich geregtigd achten om die vraag toestemmend te beantwoorden; ja, zelfs zien wij Berzelius (*) de zaak eenigzins in twijfel laten. Hetzij echter hier herinnerd, dat de berigten, tot staving dezer meening medegedeeld, later gebleken zijn op onjuiste waarnemingen te berusten.

Beschouwen wij ook de bovengestelde redenering iets nader, dan zien wij dat het vermogen eener plant, om b. v. azijnzuur en olie uit eene en dezelfde plantaardige bouwstof te bereiden niet behoeft in te sluiten dat zij de eene anorganische basis of zuur in de andere zou kunnen veranderen; ja zelfs dat dit daarmede geenszins overeenkomt, en dat, konde zij

---

(*) Leerboek, Deel I. bladz. 341.

dit, men ook tot het aannemen van nog veel meer uitgestrekte vermogens over de organische bouwstoffen zou mogen besluiten. Niettegenstaande alle veranderingen in de laatste, vinden wij toch in de producten altijd de vier grondstoffen, C. H. N en O. terug, en wij hebben alle reden om aan te nemen, dat konde men de hoeveelheid van elk dezer, door eene zekere plant in eenen bepaalden tijd opgenomen, juist bepalen, wij, rekening houdende van de gasvormige en andere afscheidingen, in de binnen de plant teruggeblevene producten juist zoo veel van elk dier grondstoffen zouden terug vinden, als aan het verschil tusschen de opgenomene en afgescheidene hoeveelheden zou beantwoorden.

Hiermede nu is volkomen overeenkomstig, dat wanneer bijv. gegevene hoeveelheden zwavelzuur, phosphorzuur, kalk en potasch, in den vorm van phosphorzure potasch en zwavelzuren kalk in de plant binnendringen, deze bestanddeelen zich daarna tot meerdere zouten zullen verbinden, zonder dat echter de geheele hoeveelheden der vier zamenstellende deelen daarbij in het minst veranderd worden. Doch konde er eene omzetting van potasch, soda, of welligt eene geheele oorspronkelijke vorming van eenige anorganische stof in en door de

plant plaats hebben, dan zoude men ook iets dergelijks ten aanzien der vier genoemde grondstoffen mogen verwachten, iets wat tot heden nog niemand is ingevallen te vooronderstellen, hoezeer ook latere ontdekkingen van overeenkomsten tot eene vereenvoudiging of liever getalvermindering der bouwstoffen onzer aarde schijnen heen te wijzen. Het later vinden van een aantal nog als nieuw beschouwde metalen zou hier echter weder tegenoverstaan.

Ofschoon het, volgens de boven aangevoerde daadzaken, als waarschijnlijk voorkomt, dat in de planten de anorganische en organische bestanddeelen gelijkmatig mede werken tot het volbrengen der functiën zoo van de geheele plant, als van elk harer deelen, en wij ons voor als nog verstoken zien van alle data, om het aandeel, dat elk dier beide klassen van stoffen in eene gegevene werking hebben te bepalen, is het toch eene gansch natuurlijke begeerte iets te willen weten van de dienst, die de anorganische stoffen in de planten bewijzen.

Wij kennen reeds iets, hier en daar, van de uitwerkselen van zekere organische planten-bestanddeelen, en van de veranderingen die zij daarbij zelve ondergaan. Het dextrine, bijv. dat wel gezegd mag worden in geene plant te ontbreken, is, gelijk bui-

ten het planten-organismus genomene proeven geleerd hebben, zelf een produkt van de omzetting van zetmeel en ook van cellenstof, en, gelijk wij door sterke analogiën reden hebben om aan te nemen, het kan in het planten-organismus weder eene rugwaartsche omzetting ondergaan. Het vormen van looizuur, suiker, zuringzuur en andere zelfstandigheden, door de inwerking van zekere chemische reagentia op algemeene planten-bestanddeelen verspreidt eenig licht over de wijze, waarop die produkten in de planten zelve ontstaan, omdat wij weten, wat er bij die kunstmatige voortbrenging plaats heeft: — wij kunnen hieruit, namelijk gedeeltelijk, afleiden, welke veranderingen bij het vormen dier produkten, in andere bestanddeelen der plant moeten voorvallen.

Het is vooral de ligte veranderlijkheid van organische ligchamen onder zekere invloeden, die wij naar willekeur kunnen doen werken, die ons eenig regt geeft tot het besluit, dat gelijke veranderingen door gelijksoortige invloeden in de plant zelve ontstaan, zonder welligt eenig ander verschil, dan in graad en tijd van werking. Die ligchamen *schijnen* zich daarbij zoo geheel lijdelijk te verhouden, dat wij het ons bijna zouden voorstellen, dat zij zich ,op

welke plaats dan ook, geheel aan de magt van het inwerkende ligchaam overgeven, — en verder, dat wanneer wij uit eene gegevene stof op twee verschillende wijzen, — waarvan wij de ééne kennen, — hetzelfde voortbrengsel zien te voorschijn komen, dezelfde of gelijksoortige veranderingen in de bouwstof daarvan de oorzaak zijn; — waaruit wij dan weder tot eene gelijksoortigheid in de werkende oorzaken opklimmen.

Doch het is, naar het mij voorkomt, met de anorganische stoffen eenigzins anders gelegen. Meestal zijn het binaire verbindingen, en zoo — gelijk voor de anorganische deelen der planten vrij algemeen geldt, — de krachten waarmede de bestanddeelen dier verbindingen zamenhangen, groot zijn, dan heeft ook de verbinding zelve eene groote mate van standvastigheid. Een gevolg daarvan is, dat die verbindingen niet dan moeijelijk losgemaakt kunnen worden, en dat men alleen door het aanwenden van voldoende hoeveelheden van sterkere bases of zuren volkomen zijn doel bereikt, namelijk het onder behandeling zijnde ligchaam *geheel en al* in een ander om te zetten.

Zulke sterke en beslissende uitwerkselen zou men dan ook bezwaarlijk van het plantenorganismus

kunnen verwachten, hoe waar het ook zijn moge, dat wij nog veel te gebrekkig met deszelfs bouw en werkingen bekend zijn, om hier over een onbepaald oordeel te vellen, en dat de aard en aanhoudendheid van werking vaak meer tot stand brengen, dan kortstondige hevigheid.

Die dienst der anorganische deelen in de planten, hoezeer zamenwerkende met de organische, *schijnt* dus niettemin van eenen eenigzins verschillenden aard te zijn. Een eerst onderscheid zou zijn, dat zij naar de tot dus verre gedane waarnemingen niet regtstreeks tot het vormen der cellenvliezen bijdragen. Hiermede wordt niets anders bedoeld, dan dat die deelen waarschijnlijk nimmer in de zamenstelling of bouw der vliezen en bolletjes, waaruit de plantenorganen gevormd zijn, worden opgenomen. Onder de laagste plantensoorten, zoo als schimmels, vindt men sommige, die geen spoor van anorganische stoffen bevatten. Bij de hoogere planten-familiën kan men, mits door zeer langdurige inwerking van oplosmiddelen en bij genoegzaam fijn verdeelden staat der deelen, het anorganische daarvan allengs verwijderen. Zou het ook wel bestaanbaar zijn met de gelijkmatige zamenstelling der cellenstof, uit welke plant ook bereid, indien men zich daarin ongelijke

hoeveelheden anorganische deelen als *wezenlijk* moest denken? Zou het geene verschillen in de zamenstelling van het organische vliesje zelf moeten veroorzaken, indien deszelfs kleinste deeltjes innig en van den aanvang af aan met ongelijke hoeveelheden anorganische stoffen in den kleinst denkbaren staat van verdeeling, — waren zamengebonden?

Misschien voert men hier tegen aan, dat die planten of plantendeelen, welke bij voorbeeld groote hoeveelheden kiezelaarde bevatten, na het verbranden van het organische gedeelte, geheel den oorspronkelijken vorm, doch nu schier gansch en al uit kiezelaarde bestaande, behouden. Doch zou men dit niet aldus kunnen verklaren, dat de kiezelaarde, even als op andere plaatsen de zoogenaamde incrusteerende stoffen, allengs en in zeer dunne lagen op de wanden der cellen wordt nedergelegd — dat in dit geval, op de binnenwanden zijn zoude? Ook is die overvloed van kiezelaarde slechts tot zekere planten of plantendeelen bepaald, en waarom zou zulk of dergelijk eene inrigting dan overal elders gemist worden? Het kalk- en potasch-skelet, waarvan Goeppert en Reade spreken, zal wel waarschijnlijk van niets anders ontstaan zijn, dan van het nederslaan dier stoffen uit de oplossing, waarin

zij bevat waren, op de insluitende celwanden, door de werking des vuurs.

In weerwil dan ook van de stelling, dat de dienst der anorganische deelen eener plant met het welzijn van het geheel ten naauwste zamenhangt, schijnt het geenszins noodig, tot meerdere staving daarvan, zoo hoog op te klimmen, als tot eene oorspronkelijke en innige ondereenmenging van beide bij den bouw der cellen en vaten. Zou eene anorganische stof, in oplossing verkeerende, of bijv. de kiezelaarde, pas uit eene alkalische verbinding in het binnenste der plant afgescheiden, niet krachtig genoeg op de functiën kunnen inwerken, zonder dadelijke inweving in de vaste deelen, waarvan men, de werkzaamheid geenszins met die der vloeibare gelijk kan stellen?

Intusschen is de dienst der kiezelaarde, daar waar zij in ruime mate aanwezig is, vrij duidelijk. Het is door naauwkeurige nasporingen gebleken, dat die kiezelaarde in het buitenste deel der plant, de zoogenaamde *cuticula*, en ook in de vliezen van de cellen der stomata is nedergelegd; dat zij de gansche inwendige oppervlakte der plant, omgeeft, en op sommige plaatsen plaatvormige verdikkingen vertoont, aanduidende, dat de nederlegging trapswijze en in lagen heeft plaats gegrepen.

Het schijnt verwonderlijk, en zeker op een eigenaardig doel te wijzen, dat slechts eenige plantenfamiliën zulk een kiezelkleed bezitten, en men tot heden nog niets van dien aard bij dicotyledonische planten gevonden heeft. De kiezelaarde, die in zekere boombladen gevonden wordt, zal daar toch wel niet dezelfde beschermende en ondersteunende rol spelen, als bijv. in de graangewassen, de Calamus, Chamaerops, Equisetum, enz.

Planten kunnen soms van deze kiezelaarde, even als van andere anorganische deelen, te veel opnemen, gelijk blijkt uit dat bijzondere excretum, bekend onder den naam van Tabaschir, dat geheel uit kiezelaarde bestaat. Het is vooral de steng der Bambusa arundinacea, waaraan dit verschijnsel wordt waargenomen, en die daardoor zoo hard kan worden, dat zij met staal vonken geeft. Deze afscheiding geschiedt waarschijnlijk op dezelfde wijze en door dezelfde oorzaak, als die, waardoor in de inwendige en soms ook van de uitwendige deelen sommiger planten — bijv. Saxifraga, — kalk-uitwassen ontstaan.

Het blijkt derhalve uit het gezegde, dat, terwijl het opbouwen der plant, zoowel wat cellen en vaten als inhoud aangaat, aan de organische deelen schijnt

te behooren, de anorganische geen regtstreeksch aandeel in het vormen dier cellen en vaten schijnen te nemen, derzelver werking bepalende tot den inhoud, die moge dan min of meer vloeibaar zijn, of hier en daar in vasten vorm zijn overgegaan. Heeft zich een celletje uit dextrine gevormd, dan wordt het ook dadelijk met de sappen gevuld, die zich in de plant bewegen; of liever, de vorming en vulling zullen wel gelijktijdig plaats hebben. In de beweging der sappen nemen al de aanwezige stoffen — hetzij dan opgeloste of zwevende, deel; en het zal zijn naar mate van de snelheid dier beweging, van den aard der elkander ontmoetende bestanddeelen, van de hoeveelheid en eigenschappen der reeds hier of daar gevormde voortbrengselen, en ook grootendeels van de inwerking van warmte, licht en vochtigheid, dat de produkten verschillen en daarmede het zijn, de toestand, de groei van het gewas. — Wat in vasten vorm is overgegaan, kan als zoodanig niet meer aan de algemeene stofwisseling deel nemen, en is dus van de oorzaken der levensverschijnselen regtstreeks uitgesloten.

Het schijnt eene opmerkelijke zaak te zijn, dat de voorraad van organische deelen, waarvan het plantenrijk gebruik maakt, zoo bepaald is. In verband

met een voornaam doel der planten, dat van dienstbaarheid aan de dierenwereld en aldus aan den mensch, is de beschouwing van deze vraag nog al van gewigt, hoezeer ik er hier slechts weinig plaats aan toewijden kan. Slechts 12 of 13, iets meer dan $^1/_5$ uit het aantal der bekende anorganische ligchamen, vindt men in de planten, en dit zelfs op plaatsen, waar de andere in naburige rotsen gevonden worden, en dus, naar de gewone wetten der natuur, met den grond waarin die planten groeijen, moeten vermengd geraken.

Zoo men zich, ter verklaring van de aanwezigheid der overige anorganische stoffen in de planten, wilde beroepen op derzelver zwakheid in chemische verwantschappen, dit zou in tegenspraak zijn met den bekenden aard van sommige dier ligchamen, zoo als koper, zink, arsenik. Wat de schadelijke eigenschappen van *sommige* derzelve betreft, — dit zou toch, naar ons weten, niet toepasselijk zijn op zouten van lithium, seleniumzuur, chroomoxyde. Hoe komt het dan, dat zulk een beperkt getal van anorganische ligchamen tot de uitverkorenen des plantenrijks schijnt te behooren?

Zonder te ondernemen, om hiervan iets te geven, wat naar eene verklaring zoude gelijken — en waar-

toe eene veel uitgebreidere en grondiger kennis van al de eigenschappen der anorganische ligchamen noodig is, dan wij thans nog bezitten, — wil ik hier alleenlijk wijzen op eene gevolgtrekking, waartoe deze opmerking ons als van zelve leidt.

Ieder scheikundige kent de theorie en beteekenis van dimorphismus, isomorphismus, enz. Hij weet, b. v. : dat terwijl sommige ligchamen, zoo als koolzure kalk zwavel en koolstof, twee verschillende vormen kunnen aannemen, naar verschil van omstandigheden, de eerste echter in zamenstelling dezelfde blijft, terwijl van de twee andere geene overeenkomstige wijzigingen in de afgeleide ligchamen bekend zijn. Daarentegen weet men, dat aluinaarde, ijzerverzuursel en chroomverzuursel, selenium- en zwavelzuur, phosphor- en arsenikzuur isomorph zijn, niettegenstaande de geheel verschillende eigenschappen, die aan de grondstoffen dezer verbindingen toekomen.

Het valt wel niet te ontkennen, dat deze en meerdere soortgelijke voorbeelden schijnen te leiden tot het denkbeeld, van eene overmagt — zoo ik mij aldus mag uitdrukken, — van vorm en plaatsing over stof; dat is : dat de eigenschappen der laatste zoo innig zouden zamenhangen met de plaats die zij in-

neemt, dat bij eenige bepaalde en standvastige plaatsverandering, sommige of alle hoofdeigenschappen zouden verloren gaan, of althans ophouden zich te vertoonen.

Veel en lang zou, (en dit zal waarschijnlijk het geval zijn) over dit onderwerp getwist kunnen worden, vooral daar sedert eenige jaren de theorie der typen is te voorschijn gekomen, en deze aan vorm en plaats bijna onbewimpeld, het hoogste gezag toekent. Doch laat mij eenvoudig vragen, in verband met het tegenwoordige onderwerp, hoe komt het, dat wij in de planten nooit sulphaten verplaatst vinden door selenaten, phosphaten door arseniaten, ijzerverzuursel door aluinaarde of chroomverzuursel, potasch of soda door lithia, kalk door baryta of strontia, enz.? Dergelijke verplaatsingen zijn toch in de anorganische natuur verre van zeldzaam.

Denken wij terug op wat vroeger is aangevoerd nopens de wijze waarop de anorganische deelen in de planten treden; — hoe men zich dezelve, als tot het volbrengen der functiën mede werkzaam, in eenen staat van gedurige ontleding en zamenstelling behoort te denken, waarbij de karakteristieke eigenschappen der deelen zich telkens moeten uiten, — dan worden wij als gedrongen tot de gevolgtrekking, dat die dee-

len zich van elkander moeten onderscheiden door zeer wezenlijke eigenschappen, — eigenschappen niet *geheel* verborgen zelfs in den staat van zamenstelling: waarom anders geene verplaatsing van een sulphaat door een selenaat, enz.? Die eigenschappen mogen buiten invloed blijven in de anorganische wereld, waar sterkere verwantschappen, in min verspreide rigtingen werkende, eene meer gereede en volkomene bevrediging vinden, — zij zijn er niet te minder wezenlijk om, wanneer zij door veranderde omstandigheden kunnen te voorschijn geroepen worden.

Dit derhalve schijnt op eene verscheidenheid in stof te wijzen, ook der meest merkwaardige isomorphe ligchamen — eene verscheidenheid, van de kleinste deeltjes onafscheidelijk, en door geene verplaatsing of vormsverandering te vernietigen. En wanneer dit — iets, wat buiten mijn tegenwoordig onderwerp ligt, — ondersteuning schijnt te geven aan het denkdeeld, dat er werkelijk iets zoodanig als stof met bijzondere eigenschappen bestaat, wijst het ons, aan den anderen kant, op eenen zamenhang van het wezen en de verrigtingen der planten — en dus der organische wereld in het algemeen, — met de eigenschappen der stof, en verder met hoeveelheden en toestanden derzelfde stof, die eene reden te meer

oplevert, om de *geheele* natuur met éénen band van onderlinge noodzakelijkheid en afhankelijkheid te omvatten.

Ik heb, behalve van de waarschijnlijke dienst der kiezelaarde in sommige planten, niets gezegd van die der overige anorganische stoffen. En wat kunnen wij ons dienaangaande voorstellen? Strekken de bases tot veronzijdiging der organische zuren, die in sommige planten en plantendeelen altijd aanwezig zijn, bij andere in meer gevorderde tijdperken van den groei verdwijnen? Laten wij voor het oogenblik die planten buiten rekening, waarin die zuren geheel of gedeeltelijk onverzadigd zijn, dan zou het geene volstrekte ongerijmdheid zijn te vermoeden, dat derzelver tegenwoordigheid niet zoo zeer een uitwerksel is van de levenswerkzaamheid der plant, als wel daarvan, dat de plant voor een gedeelte van haar bestaan den invloed van het zonlicht mist; de sappen toch van planten, die op zeer beschaduwde plaatsen groeijen, zegt men dat zich door zure eigenschappen onderscheiden. In dit geval zou men, zonder de dienst der anorganische bases hiertoe volstrektelijk te bepalen, dezelve kunnen beschouwen als ten deele bestemd om die voortbrengselen van onvolkomene levenswerkzaamheid van derzelver welligt schadelijke

invloeden te berooven. Verre echter van dit als een hoofddoel te beschouwen, — en zulks zou leiden tot het vooronderstellen van evenredigheden tusschen de hoeveelheid organische zuren en anorganische bases eener plant, iets dat niet op de ondervinding steunt, terwijl het echter aan den anderen kant voor een deel zou kunnen verklaren, waarom men op verschillende Geographische lengten verschillende plantensoorten vindt, — komt wel degelijk de stoffelijke verscheidenheid der verschillende bases in aanmerking, en zou er, in verband hiermede, eene zekere beteekenis te hechten zijn, b. v. aan derzelver meerdere of mindere oplosbaarheid, en aan de ongelijke geschiktheden van zoodanige verschillende oplossingen, om aan bepaalde soorten en hoeveelheden van organische produkten in de planten als voermiddel te strekken, ten einde de beweging der vochten te bevorderen. — Wat de anorganische zuren betreft, een deel van het phosphor- en zwavelzuur zal wel ten behoeve der protein-verbindingen herleid worden, en derzelver bases vinden dan weder de eene of andere, straks genoemde aanwending; welligt ook dat zij, in gevalle zij kalk of magnesia zijn, met die proteinligchamen in bepaalde verbindingen blijven. De chlorureta schijnen niet in de planten ontleed te worden, althans

dit is nog niet door regtstreeksche proeven bewezen; en van deze kunnen wij, voor als nog, het doel niet inzien; — misschien dat zij een zeker oplossingsvermogen op sommige bestanddeelen der planten uitoefenen, derzelver groote oplosbaarheid de beweging der vochten te bespoedigen. — Dit is alles, wat ik hier, als vermoedens, durf bij een te brengen; en het is hoogst wenschelijk, dat anderen aan dit onderwerp eene ernstige aandacht mogen schenken.

Ik zal nu nog, ten slotte, een paar gemengde aanmerkingen, uit den aard des onderwerp voortvloeijende, mededeelen.

Veranderingen, onophoudelijke veränderingen van zamenstelling zijn de algemeene voorwaarden tot het bestaan van levende wezens op de aarde. Beginnende met den bodem, waarin de planten groeijen en voedsel vinden, en opklimmende tot de hoogste dier-klassen, vinden wij dit gezegde bewaarheid. Het denkbeeld zelf van voedsel sluit niets anders in, dan dat het stoffen zijn, altijd gereed en geschikt om zamenstellende deelen te vormen van het ligchaam, waarin zij worden opgenomen.

Het maaksel, de bouw der dieren, is meer za-

mengesteld dan die der planten en een algemeen voedingsvocht wordt door al de deelen rondgevoerd, ten gevolge waarvan zij in staat zijn, de groote verscheidenheid van voedsel, die zij tot zich nemen, altijd tot dat bepaald getal van stoffen terug te brengen, waaruit hun eigen ligchaam is opgebouwd. Planten daarentegen, niet in staat te kiezen, zijn met hare worteleinden geplaatst te midden van het voedsel, waaruit zij onderhouden worden; en dat voedsel, uit een zeer beperkt getal stoffen bestaande, is voor alle planten hetzelfde; *alle* planten moeten uit hetzelfde voedsel de groote menigte, verschillende voortbrengselen bereiden, die wij als in dezelve bestaande erkennen.

De werktuigen, waarmede de planten dit voedsel opnemen, rondvoeren en verwerken, zijn, naar den tegenwoordigen staat der gemaakte ontdekkingen, zoo eenvoudig van maaksel, en de verschillende erkende vormen dier werktuigen, alreeds beperkt in aantal, geven ons zoo weinig aanleiding om derzelver verband met de volbragte functiën uit te vinden, dat wij, onzes ondanks, als genoopt worden om het oog te vestigen op de stoffen zelve, zoo als die zich in den bodem bevinden en door de worteleinden worden opgenomen. Inderdaad, niets blijft ons, voor

als nog, over dan den staat dier vochten in den grond als het wezenlijke begin van derzelver omzetting aan te zien, eene omzetting die zich slechts behoeft te wijzigen naar de plaats en omstandigheden, waar en waaronder zij voorvalt, om voor die plaats zelve — als organisch geheel beschouwd, — die vochten in voedsel, in nieuwe bouwstoffen voor dat geheel, te doen veranderen.

Zoo dan de voorbereiding des voedsels reeds in den grond begint, dan zal het wel niet geheel onverschillig zijn, hoe die voorbereiding, die eerste ontleding aanvangt. Hangen toch de produkten, in de planten voortgebragt, grootendeels af van de wijze waarop, om zoo te spreken, het voedsel in de plant verwerkt wordt, de omstandigheden waaronder de omzetting in den grond aanvangt, kunnen niet geheel buiten rekening gelaten worden, te minder omdat, ook zoo verre die omstandigheden regtstreeks met den dampkring in verband staan, zij gedurende het gansche leven der plant van invloed blijven.

Doch hetzij wij den dampkring als regtstreeks of onmiddellijk werkende beschouwen, steeds moeten wij tot deszelfs invloed terugkeeren, en het is hierom, dat er reeds boven gezegd is, dat de verande-

ringen, die bepaalde plantensoorten ondergaan, wanneer zij naar andere oorden verplaatst worden, niet geheel en al van het gemis van zekere deelen van anorganisch voedsel kunnen afhangen. Zoodra toch de hoeveelheid regen, die binnen een zeker tijdperk op twee verschillende plaatsen valt, of de temperatuur, of de hoeveelheid en rigting der winden, of de bewerking en behandeling van den grond, — voor zoo verre het bebouwde velden betreft, — aanzienlijk verschillen, kan men wel niet anders verwachten, dan dat de hoeveelhed van humaten, ulmaten enz., waaruit de plant ten deele hare organische bestanddeelen moet opwerken, onderscheiden zullen zijn. Een verschil in bouwstof moet leiden tot verschil in hoeveelheid cellen en vaten, in eenen gegevenen tijd gevormd, en daarvan hangt weder af de hoeveelheid organische en anorganische zouten, die twee zoodanige planten kunnen bevatten. Zou het niet redelijk zijn te verwachten, dat ook al nemen twee planten op verschillende plaatsen, volkomen dezelfde soorten van organische bestanddeelen uit den grond op, zij, onder de genoemde omstandigheden, verschil in vruchtbaarheid, en ook in de grootte van het zaad, in de smaak der vrucht, enz. moeten opleveren?

Dat verschil van anorganische deelen hiertoe zal bijdragen geef ik gaarne toe, doch ook bij volkomene gelijkheid dier deelen kan men, zoo niet alle andere omstandigheden tamelijk overeenkomen, geene gelijkheid in uitwerkselen verwachten. Eene naauwkeurige en lang voortgezette vergelijking der meteorologische invloeden zou dan welligt tot eene oplossing van het vraagstuk kunnen leiden.

Ik noemde zoo even : het bewerken en behandelen des bodems, als van invloed zijnde op de hoedanigheid en hoeveelheid der voortbrengselen, en het is misschien niet ongepast, dit hier kortelijk uit een te zetten.

Het hoofdpunt, waarin vele bewerkingen van den grond overeenkomen is, het openen en losmaken van deszelfs deelen; en het beginsel, waarop die bewerkingen rusten, is het bevorderen van den toegang en den invloed der dampkringslucht. Het is eene natuurlijke vraag : hoe werkt die dampkringslucht? Is zij alleen werkzaam in physischen zin, dat is, doet de verschillende temperatuur en staat van vochtigheid het verder vergruizen der grovere deelen in den bodem versnellen, en werkt de vochtigheid der lucht mede tot het oplossen der zouten van den bodem?

Wij moeten hierbij voornamelijk letten op de chemische uitwerkselen die eene gemakkelijke toetreding der dampkringslucht in den grond moet hebben. Wij vinden namelijk, in dien grond, twee bestanddeelen, waarvan de wederzijdsche staat schier geheel en al afhangt van den graad waarin de dampkringslucht kan toetreden. Die bestanddeelen zijn van de eene zijde, het ijzerverzuursel, en van de andere, de organische stoffen des bodems, die altijd in staat van ontbinding zijn. Die staat van ontbinding is noodig, zonder dezelve zou de organische stof van den grond niet tot voedsel aan een volgend plantengeslacht kunnen strekken; en het is niet geheel ten onregte, dat men, in Engeland althans, zegt, dat wanneer een bodem organische stoffen bevat, die niet in vollen en onafgebrokenen staat van rotting of ontbinding zijn, die stof in eenen staat van *inertia*, van werkeloosheid is.

Het kan hier enkel met een woord herinnerd worden, dat zuurstof tot het tot stand komen dier ontbinding onvermijdelijk is. Koolzuur en water zijn de eindhoofdproducten dier ontbinding — de stikstof thans buiten rekening gelaten, — terwijl in eenen min gevorderden staat van ontleding de gewone reeks der bodemzuren te voorschijn treedt. Al deze

produkten bevatten meer zuurstof dan de massa der plantenoverblijfsels, waaruit zij ontstaan zijn, en zonder deze bijkomende zuurstof hadden zij derhalve niet gevormd kunnen worden.

Nu is het zeer duidelijk, dat, indien de lucht overal in den grond vrijen toegang heeft, waar organische stoffen rotten, de laatste aan de eerste zuurstof zullen ontnemen, en terwijl dus die ontbinding geregeld voortgaat, en eene, aan de inwerking der lucht evenredige hoeveelheid ammonia gevormd wordt, zal er, mits eene genoegzame hoeveelheid organische en anorganische stoffen tegenwoordig zij, een behoorlijke voorraad plantenvoedsel in den grond aanwezig zijn, en mag men redelijkerwijze op eenen voordeeligen oogsthopen.

Doch de neiging dier organische stoffen, om in staat van rotting te geraken en te blijven, is zoo groot, dat zij de daartoe noodige zuurstof zullen opnemen, ook bij eene gebrekkige toetreding der lucht. Er is dan geene andere bron daarvoor, dan de anorganische bases van den grond. Doch onder deze is er slechts ééne, die tot de zuurstof eene verwantschap heeft, gering genoeg om door de organische stoffen voor een deel te worden opgeheven, en die basis is : het tweede ijzerverzuursel. Waar dit in

tegenwoordigheid van rottende organische stof verkeert, bij vochtigheid en gebrekkige toetreding der lucht, daar zal het in de meeste gevallen tot eerst ijzerverzuursel herleid worden. Vaak wordt op dusdanige wijze, in de tegenwoordigheid van zwavelzuur, zelfs sulphuretum ferri gevormd, zoodat dan ook aan het zwavelzuur deszelfs zuurstof ontnomen wordt.

Nu is uit de aangevoerde analysen gebleken, — en het blijkt uit *alle* tot dus verre gedane, — dat de planten ijzerverzuursel bevatten, doch tevens dat de hoeveelheid daarvan, in den regel gering is. Planten moeten dus uit elken grond eene, in den regel geringe, hoeveelheid ijzerverzuursel kunnen opnemen. Bevatten de vochten in eenen zekeren grond aanmerkelijk meer ijzerverzuursel in opgelosten staat, dan mag men, met waarschijnlijkheid, eenen nadeeligen invloed van zulk eenen grond, op den groei van deszelfs planten verwachten. De zouten van het tweede ijzerverzuursel zijn aanmerkelijk minder oplosbaar, dan die van het eerste : naarmate dus de hoeveelheid der laatste toeneemt, vermeerdert het gevaar van een *te veel* dier zouten in den grond : — en vermits, krachtens het boven gezegde, bij gebrekkige toetreding van dampkringslucht in den grond, door de tegenwoordigheid der organische stoffen, meer en

meer van die zouten van eerste ijzerverzuursel zal gevormd worden, moet men, om de hoop op eenen voordeeligen oogst te verzekeren, voor een groot gedeelte op zoodanige bewerkingen rekenen, als waardoor een vrije toegang der dampkringslucht in den bodem geopend wordt. Dit is het beginsel dier bewerkingen, en het toont ons tevens het gewigt om dezelve *volkomen* te doen plaats hebben. — Ik kan dit hier niet verder uitbreiden.

Een der redenen, waarom het mengen van anorganische stoffen met den grond zulk eene groote nuttigheid heeft, is in het vormen van organische zuren in den bodem door verrotting gelegen. Niet alleen zullen die stoffen, vooral wanneer men ze in den vorm van carbonaten toevoegt, het ontstaan van vrije organische zuren in den bodem voorkomen, — de tegenwoordigheid toch van zulke zuren in den den vrijen staat is vaak, bij ondervinding, gebleken, den plantengroei soms bijna geheel te stuiten, — maar zelfs schijnt de tegenwoordigheid dier anorganische bases het vormen van organische zuren in den bodem, en daarmede de ontbinding der onverteerde organische overblijfsels te bevorderen.

Uit het boven aangevoerde, nopens de behoefte aan vrije toetreding der dampkringslucht in den

grond, volgt van zelf, dat alles wat die toetreding belemmert den plantengroei schaden moet. Daar er geene twee verschillende stoffen te gelijkertijd in dezelfde ruimte kunnen aanwezig zijn, zal een met water doorweekte grond geheel of bijna geheel voor den toegang der lucht zijn afgesloten. In zulk eenen bodem kan men derhalve geenen, voor den plantengroei voordeeligen, staat van zaken verwachten, en de ondervinding leert dit ook ruimschoots door treurige uitkomsten. Zal men, ik vraag dit hier slechts in het voorbijgaan, — zal men nog lang voortgaan in ons land, met zulke verstaanbare bewijzen voor zich, het onvruchtbaar blijven eener menigte velden te gedoogen, en met den oogst van vele te vreden zijn, ook al konden zij het dubbel opbrengen, — dus aan vele armen werk, aan vele monden brood onthoudende? Zal men met het oog op onze overzeesche naburen, nog lang gedoogen, dat het water tot op één voet afstands van de oppervlakte, en vaak boven dezelve rijst? Gezonde theorie en praktijk zijn er beide tegen.

Alvorens te eindigen, wensch ik nog met een woord opmerkzaam te maken, hoe schoon en eenvoudig de scheikunde ook de meest gewone landbouwkundige bedrijven kan toelichten. Voor het

bemesten van graanvelden schijnt het aanwenden van eene ruime hoeveelheid stikstofrijke stoffen noodzakelijk te zijn — ruimer zeker, in evenredigheid van den opbrengst, dan men voor aardappelen en dergelijke groene gewassen aanwenden kan. De reden daarvan komt mij klaar voor. Die graanplanten zijn rijk in phosphaten en protein-verbindingen. De eerste ontleenen zij onveranderd uit de meststoffen, de laatste door omzetting der ammoniakale bestanddeelen dier stoffen. De zwavel en phosphorus, tot de protein-verbindingen benoodigd, ontstaan door de herleiding van een deel der sulphaten en phosphaten, waarvan de anorganische bases zich dan met organische zuren in de planten vereenigen. Doch, bij mijne veelvuldige analysen der asch van koornplanten, heb ik nog nimmer organische zuren of koolzuur in het rijpe zaad gevonden; waarmede hebben zich dan daar die vrij gewordene bases kunnen verbinden? Hier moet men letten op eene dienst der ammonia, uit de meststoffen. Met anorganische zuren vereenigd, stijgt deze ammonia in de plant op, door de vrij gewordene vaste bases wordt nu de ammonia in vrijheid gesteld, en geeft tot het vormen van nieuwe produkten gelegenheid. Men zou nog eenvoudiger kunnen zeggen : dat phosphas en sul-

phas ammoniae in de plant opstijgen, en dat hierin alleen reeds het grootste gedeelte der bouwstoffen voor de protein-verbindingen begrepen is.

De anorganische stoffen onzer aarde staan derhalve, voor een zeker gedeelte, in naauw verband met hetgeen leven heeft op de aarde. Die anorganische stoffen zijn, ten gevolge van natuurlijke oorzaken, zeer ongelijk over de aarde verspreid, en het is niet te veel gewaagd, indien wij aannemen, dat de geographische plantverdeeling voor een groot gedeelte zamenhangt met de wijze, waarop die anorganische stoffen verspreid zijn, hoewel de hoeveelheid en toestand der organische stoffen van den bodem hier vooral niet uit het oog moet verloren worden, en dit ons weder in verband brengt met meteorologische invloeden.

De noodzakelijkheid dier anorganische stoffen voor elke afzonderlijke plantenfunctie is geenszins twijfelachtig. Zij werken te zamen met al de andere bestanddeelen der plant, doch de maat van de werking van elk te bepalen is ons nog niet gegeven. Voorzeker staat het ons niet vrij, eene zekere, in de planten werkzame levensoorzaak minder gewig-

tig dan eene andere te noemen, omdat zij *ons* zoo toeschijnt. Elke grondstof bezit eigene krachten, voor het verrigten harer bepaalde functiën geschikt; doch geenszins zijn al die krachten ten allen tijde werkzaam. Uit deze afwisselende mate van werkzaamheid ontstaat veeleer het verschil in de verschijnselen des levens; zonder deze afwisselende werkzaamheid zou er welligt geen leven bestaan kunnen. Met het aannemen van zekere verschillende eigenschappen, ja zelfs, ten deele, met het aannemen van eene verschillende stelling door de moleculae, kan dezelfde stof ons als eene andere voorkomen, en wij noemen haar werkelijk somtijds op eene andere wijze. Of dit juist en naar waarheid is, zal de toekomst beslissen; doch onjuist schijnt het mij toe, zoo men alleen eene *bijzondere wijze* van het opwekken dier krachten met den naam van *leven* bestempelt, en op dien grond aan andere stoffen het vermogen van in dat leven te deelen ontzegt. Alle stoffen bezitten dezelfde vatbaarheid voor opwekking harer krachten, zoo maar het opwekkende middel geschikt en sterk genoeg zij. Wij behooren niet langer te zeggen : de ligchamen bezitten dit of dat niet, omdat zij het niet uiten; maar zij uiten het niet, omdat de opwekkende oor-

zaak ontbreekt. Met het werken dier oorzaak, ontstaat ook de vereischte voorwaarde; de sluimerende kracht wordt als uit het diepste der stof te voorschijn geroepen, en er verschijnt, wat wij gewoon zijn *leven* te noemen.

THESES.

1.

Het nederleggen van anorganische stoffen in de planten is niet te vergelijken met het vasthechten van kleurende deelen in gewevene stoffen.

2.

De beweging der Gletschers is in haren aard met die der rivieren te vergelijken.

3.

Er kan geen Hydro-Electrische stroom ontstaan, tenzij, voor het sluiten van den keten, eene chemische verandering in eenen der geleiders heeft plaats gegrepen.

4.

Het is eene dwaling te stellen, dat de temperatuur

der aarde, van de oudste tijden af, alleen ten gevolge van geographische invloeden veranderingen ondergaan heeft.

5.

Het getal houtringen eens boomstams is niet altijd een veilige aanwijzer van deszelfs ouderdom.

6.

Er bestaat geen genoegzame grond, om den tegenwoordigen staat der aarde als eene afzonderlijke Geologische periode te beschouwen.

7.

De theorie der typen, voor zoo verre haar eigendommelijk karakter betreft, heeft minder waarschijnlijkheid dan die der radicalen.

8.

Er bestaat een innig verband tusschen warme bronnen, aardbevingen en de werking van vulkanen.

9.

De excreties der wortels, ook al waren zij voor elke plant verschillend, kunnen geene oorzaak zijn,

waarom eene plant op denzelfden bodem eindelijk niet meer groeijen kan.

10.

De zeolithen worden gevormd door de werking des waters op de rotsen, waarin zij bevat zijn.

11.

De atoomgewigten der ligchamen zijn veelvouden van dat der waterstof.

12.

De, door de Engelschen zoogenoemde, » Erratic » blocks" of » Boulders" zijn meest waarschijnlijk door de kracht des waters voortgestuwd geworden.

13.

Het is onjuist aan te nemen, dat de planten eene functie uitoefenen, die met de ademhaling gelijk te stellen is.

14.

De vulkanische bergen zijn niet gevormd door van tijd tot tijd op elkander volgende uitbarstingen.

15.

De anorganische stoffen der aarde hebben eene natuurlijke neiging om zamengestelde kristalvormen aan te nemen. De enkelvoudige kristallen zijn ontstaan door de werking van verstorende invloeden tijdens derzelver vorming.

16.

Er bestaat geen voldoende grond om te kunnen beweren, dat de oorsprong dier ziekten in planten, welke door het aanwezen van parasieten gekenmerkt zijn, aan den dadelijken invloed der laatsten moet worden toegeschreven.

17.

De leer eener progressieve ontwikkeling der organische wezens op aarde is te verwerpen.

INHOUD.