

UIT „DEN VOORUITGANG DER LANDBOUW-SCHEIKUNDE VAN M. MAERCKER”.

DOOR

Dr G. DOIJER VAN CLEEFF.

In de laatste jaren worden in de vergaderingen van de *Deutsche chemische Gesellschaft* van tijd tot tijd sprekers uitgenoodigd een algemeen overzicht te geven van een onderwerp, waarmede hun eigen arbeid in nauw verband staat. Die voordrachten worden later in de *Berichte* opgenomen. Op 8 Februari l.l. sprak M. MAERCKER over de veranderingen in de denkbeelden omtrent scheikunde en landbouw in de laatste vijf en twintig jaren. Een paar punten uit die voordracht wenschen wij hier over te brengen.

Proeven, waarbij waterculturen werden gedaan, en dus planten in vloeistoffen van bekende samenstelling het minerale voedsel vonden, en zandculturen, waarbij aan uitgekookt zand de oplossingen der zouten werden toegevoegd, hebben duidelijker geleerd dan vroeger bekend was, welke grondstoffen in het voedsel voor de plant aanwezig behooren te zijn, en welke de beteekenis van bepaalde grondstoffen is.

Phosphorzuur is onmisbaar voor het ontstaan van stikstofhoudende stoffen; eiwitstoffen ontstaan door tussschenkomst van eene phosphorzuurhoudende verbinding; dat het protoplasma steeds lecithine bevat staat hiermede in verband. Daar *ijzer* tot de bestanddeelen van bladgroen en *zwavel* tot die van eiwit behoort, is het duidelijk, waarvoor deze grondstoffen noodig zijn. Omtrent de beteekenis van het *calcium* heeft men lang in het onzekere verkeerd; nieuwere onderzoekingen gaven de verrassende uitkomst, dat calcium geen bestanddeel van eene bepaalde voedingsstof is, maar dat calciumverbindingen eene geneeskrachtige werking hebben. Bij de langzame oxydatie van

koolhydraten ontstaat het vergiftige zuringzuur; komt dit nu met calciumverbindingen in aanraking, dan wordt het onschadelijk gemaakt, omdat het vastgelegd wordt als onoplosbaar calciumoxalaat. Daar de zuringzuurvorming vooral in de bladeren geschiedt, wordt dat calciumoxalaat vooral in deze organen aangetroffen; vroeger had men er eene bepaalde beteekenis voor de werking der bladeren aan toegekend.

Het vermoeden, dat de aanwezigheid van *kalium* voor de vorming van koolhydraten noodig is, is ongeveer drie jaar geleden door HELL-RIEGEL als juist aangetoond. Hij heeft proeven omtrent den groei van suikerbieten genomen. Daarbij bleek, dat de hoeveelheid suiker sterk vermindert, wanneer men aan den grond steeds minder kaliumhoudende stoffen toevoegt en wanneer deze vermindering tot een bepaald bedrag voortgegaan is. Deze werking van kalium is niet de eenige, die voor het leven der plant van groot belang is; het protoplasma bevat altijd belangrijke hoeveelheden kaliumverbindingen en de werkzaamheid van het protoplasma is dus stellig aan de aanwezigheid van kaliumverbindingen gebonden.

De *magnesia* schijnt eene zekere rol te spelen bij de vorming van stikstofverbindingen, daar graankorrels geregeld groote hoeveelheden magnesiumphosphaat bevatten; toch schijnt zij ook voor andere doeleinden te dienen. Welke dit zijn, kan vooralsnog niet gezegd worden.

Dat *stikstof* bepaald onmisbaar in het voedsel voor de plant is, blijkt hieruit, dat eiwitstoffen stikstofverbindingen zijn. Zonder eene voldoende hoeveelheid stikstof kan geen protoplasma ontstaan met stikstofverbindingen van menigerlei soort, waarmede de stofwisseling in de plant begint.

Onverklaard is nog de beteekenis van *chloor* in de plant. Wel heeft men beweerd, dat het noodig is voor de vorming van zetmeel in de bladeren en voor het vervoer daarvan naar andere deelen (bij den aardappel naar de knollen, bij den sagopalm naar den stengel, bij de granen naar de zaadkorrels, enz.), maar onderzoekingen van den laatsten tijd hebben den twijfel aan de juistheid van deze bewering versterkt.

Van ondergeschikt belang schijnen *natrium* en *kieselzuur* in de plant te zijn; het doel, waartoe zij dienen, kan nog niet aangewezen worden, al weet men, waarvoor zij in bepaalde omstandigheden goed zijn. Zoo heeft P. WAGNER bewezen, dat kalium voor een gedeelte door natrium kan worden vervangen; wil men van de plant een zoo groot

mogelijke opbrengst met zoo weinig mogelijk kalium, dan moet de vermindering in kalium vergoed worden door eene zekere hoeveelheid natrium.

Terwijl van verscheidene der genoemde stoffen het nut bepaald kan worden aangewezen, voldoen zij allen te zamen bovendien aan eene behoefte van de plant, die *honger naar minerale stoffen* kan worden genoemd. Een voorbeeld, dat aan proeven van EMIL WOLFF is ontleend, kan duidelijk maken, wat hiermede bedoeld wordt.

WOLFF deed cultuurproeven met haver. Hij bepaalde daarbij hoeveel van eene bepaalde stof in de minerale stoffen aanwezig moet zijn om 100 gram gedroogde haver over te houden, wanneer deze volkomen werd uitgedroogd. Wanneer kalium, calcium, magnesium en zwavelzuur in overmaat voorhanden waren, moesten daartoe minstens 0.5 gram phosphorzuur voorhanden zijn. Voor elk van de vier genoemde stoffen werd eveneens de kleinste hoeveelheid bepaald, die onmisbaar was, terwijl van phosphorzuur en de andere drie eene overmaat voorhanden was.

Uit deze proeven bleek, dat voor de hoeveelheid haver, die na volkomen uitdroging 100 gram woog, noodig waren 0.50 gram phosphorzuur, 0.80 gram kali, 0.25 gram kalk, 0.20 gram magnesia en 0.20 gram zwavelzuur, dus in het geheel 1.95 gram. Wanneer men echter haver verbrandt om in de asch daarvan de hoeveelheid der minerale stoffen te bepalen, dan bleek het, dat 100 gram volkomen uitgedroogde haver nooit minder dan 3 gram asch gaven. De plant heeft dus gemiddeld 1.05 gram meer minerale stoffen gebruikt dan volgens de cultuurproeven noodig waren van de vereischte voedingsstoffen.

Deze 1.05 gram minerale zouten zijn niet voor eene of andere verrichting noodig, zij dienen om aan den *honger naar minerale stoffen* te voldoen. Zij behoeven dus niet in den vorm van phosphorzuur of kaliumzouten of calciumzouten of magnesiumzouten of zwavelzuur opgenomen te worden, maar kunnen uit andere zouten bestaan, die op zichzelf geen bepaalde verrichting bevorderen, en die, en hierop komt het eigenlijk aan, goedkooper dan de zoeven genoemde zouten kunnen zijn. Eene bemesting van den grond met *zuivere* kaliumzouten zou eene verspilling van kapitaal zijn; in de ruwe verbindingen, die goedkooper zijn, komen als bijmengselen natriumzouten en ook wel kiezelzuur voor, die voor den *honger naar minerale stoffen* dezelfde beteekenis hebben.

Het tweede gedeelte uit de voordracht van MAERCKER, waarop hier de aandacht gevestigd wordt, is hetgeen hij mededeelt omtrent de vorming van stikstofhoudend voedsel uit de stikstof der dampkringslicht en omtrent de wijzen, waarop de daarvoor noodige stikstof ten laatste weder in den dampkring terecht komt.

De meeste planten kunnen alleen stikstofverbindingen en geen stikstof verteren. In den dampkring worden betrekkelijk weinig stikstofverbindingen gevormd en evenmin wordt ergens anders in de natuur daartoe veel stikstof gebruikt; uit stikstof gevormde stikstofverbindingen zouden slechts korten tijd kunnen voorzien in de behoefte van mensch en dier aan stikstofhoudend voedsel, tenzij, en hierover zwijgt MAERCKER, onder invloed van de elektriciteit stikstof gebonden wordt.

Daarentegen is er eene groep van planten, de Leguminosen, die vrije stikstof assimileeren en zonder stikstofverbindingen kunnen groeien. Zij heeten *stikstofverzamelaars*, omdat zij den bodem rijker aan stikstofverbindingen laten dan zij hem vonden. Aan de wortels der Leguminosen bevinden zich mikroskopisch kleine knolletjes of grootere knollen. De inhoud hiervan bestaat uit mikro-organismen die men door kweeking zuiver gekregen heeft en waarmede gemakkelijk proeven kunnen genomen worden om door inenting nieuwe knolletjes aan de wortels der Leguminosen te doen ontstaan. Nu is het nog wel niet met zekerheid bewezen, dat juist deze organismen de stikstof uit de lucht assimileeren; er kan echter geen twijfel aan bestaan, of zij staan met de verandering van zuivere stikstof in stikstofverbindingen in nauw verband. Men heeft ten minste nog nooit eene Leguminose gevonden, die wel stikstof gebruikt en geen wortelknolletjes heeft.

HELLRIEGEL geeft van de ontwikkeling van zulk eene plant de volgende voorstelling. Wanneer het zaad uitgezaaid wordt, kan het zich in het begin goed ontwikkelen, omdat het een voorraad van stikstofhoudend voedsel bevat. Als deze voorraad opgebruikt is, komt er een stilstand in de ontwikkeling, in geval de plant in een bodem staat, die arm aan stikstof is; de kleur wordt lichter en allerlei kenteekenen spreken van honger naar stikstof. Na eenige dagen verdwijnen deze kenteekenen; de planten worden weder levendig groen en groeien van dien tijd af krachtig voort. Onderzoekt men de planten op dat oogenblik, dan vindt men aan de wortels talrijke knolletjes en daarin mikro-organismen; de honger naar stikstof is voorbij.

Deze op proeven gegronde voorstelling van HELLRIEGEL heeft eene

vèr reikende beteekenis. Wij hebben den voorraad van stikstof in den grond volkomen in onze macht; door het bouwen van *stikstofverzamelende* stoffen kan een kapitaal aan stikstof worden verzameld, dat door stikstofverterende planten kan worden verbruikt. Bij eene geregelde afwisseling tusschen deze tweeërlei planten kan men ten slotte de bemesting met stikstofhoudende stoffen geheel missen. Een tweede gevolg is dit, dat de stikstofassimileerende mikrogen in zuiveren toestand worden gekweekt om daarmede den groei van elke Leguminose in elken grond mogelijk te maken; het is thans nog niet mogelijk eenigszins te overzien, welke gevolgen het gebruik van dit nitragin¹ voor den landbouw hebben zal.

Waar blijft nu de stikstof, die in deze Leguminosen in stikstofverbindingen vastgelegd is? Zij wordt met het voer in de spijsverteringsorganen van dieren gebracht of gaat later in rotting over. In beide gevallen geven de eiwitachtige stoffen amidoverbindingen, die onder den invloed van het ferment der ammoniak-gisting aanleiding geven tot de vorming van koolzure ammonia of ammoniumcarbonaat.

Maar hiermede zijn de omzettingen in den grond nog lang niet afgelopen. In den grond voorkomende mikrogen maken zich van de ammoniumzouten en misschien ook van de amidoverbindingen meester en zetten ze ten slotte om in salpeter. Dan zijn zij in den toestand overgebracht, die wel het meest geschikt is om aan de planten stikstofhoudend voedsel te verschaffen.

Evenwel niet alle salpeterzure zouten, die aan den grond toegevoegd zijn of door de werking van mikrogen gevormd zijn, kunnen aan de planten ten nutte komen. Een gedeelte valt aan andere mikrogen ten prooi, die men *salpetervreterers* noemen kan, omdat zij nitraten ontleden onder de vorming van zuivere stikstof, die alsnu in den dampkring terug komt. Deze laatste werking kan alleen geschieden wanneer weinig zuurstof aanwezig is; trouwens dit is in den grond, waar de vrije beweging der gassen niet sterk is, dikwijls het geval.

De *salpetervreterende* mikrogen blijven aan het stroo en aan de bladen der planten hangen en komen hiermede in de mest. Wanneer bij eene oplossing van salpeter gehakt stroo of dierlijke mest (paardemest is het meest geschikt voor deze proef) gedaan wordt en dit mengsel van de lucht afgesloten bewaard wordt, begint binnen korten tijd eene sterke gisting onder ontwikkeling van stikstof.

¹ *Album der Natuur*, 1896, 352.

Door zulk eene gisting gaat eene belangrijke hoeveelheid stikstof voor den landbouw verloren. In stalmest bevinden zich zoowel de salpetervormende als de salpetervertende bacillen; dien ten gevolge hangt het van de hoeveelheid lucht af, waarmede de stalmest in aanraking komt, of er salpeter gevormd wordt of verloren gaat. Uit de gedane proeven kan men afleiden, dat groote hoeveelheden stikstof op deze wijze voor de voeding verloren gaan en weder als gasvormige stikstof in de dampkringslucht komen; dit verlies mag in Duitschland, waar ongeveer 20 millioen stuks groot vee zijn, die mest geven, op een schade van verscheidene 100 millioenen Mark worden geschat. Als de stikstof uit de stalmest niet verloren ging en nog vermeerderde ten gevolge van de werkzaamheid der Leguminosen, zou de landbouw eerder over een overvloed aan stikstof moeten klagen dan over een gebrek daaraan. Helaas, het laatste is het geval en daarom moeten millioenen centenaars chilisalpeter worden aangekocht. Wanneer men er in slagen kon de stikstof van de stalmest voor het grootste gedeelte in den vorm van nuttige verbindingen te bewaren, zou de nationale schuld jaarlijks met een aanzienlijk bedrag verminderd zijn. Landbouwschekunde en bakteriologie zijn daarom met allerlei proeven bezig, zoowel om de oorzaken van dat verlies aan stikstof op het spoor te komen als om het te vermijden. Deze vragen zijn nog niet beantwoord, al is het gebleken, dat men de goede richting bij het onderzoek heeft ingeslagen; een volledig antwoord mag men verwachten van voortgezet onderzoek, vooral op bakteriologisch gebied.
