Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

De invloed van temperatuur en narcose op het transport der assimilaten

https://hdl.handle.net/1874/300539

H. Dec. 192. 1931.

DE INVLOED VAN TEMPERATUUR EN NARCOSE OP HET TRANSPORT DER ASSIMILATEN

W. M. KRUSEMAN

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

DE INVLOED VAN TEMPERATUUR EN NARCOSE OP HET TRANSPORT DER ASSIMILATEN

De Invloed van Temperatuur en Narcose op het Transport der Assimilaten

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS JHR. DR. B. C. DE SAVORNIN LOHMAN HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER RECHTSGELEERDHEID VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN OP WOENSDAG 8 JULI 1931 DES NAMIDDAGS TE 4 UUR DOOR

WILLEM MARIUS KRUSEMAN

GEBOREN TE LOENEN

J. MUUSSES
PURMEREND — MCMXXXI

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

Aan de nagedachtenis mijner ouders
Aan mijn oudsten broer

Aan het einde van mijn studietijd gekomen, is het mij een groot genoegen, mijn dank uit te kunnen spreken jegens allen, die tot mijn wetenschappelijke opleiding hebben bijgedragen.

In de eerste plaats jegens U, Hooggeleerde WENT, hooggeachte Promotor. Ik ben U zeer dankbaar voor alles wat Gij tijdens mijn studietijd voor mij zijt geweest. Ik gevoel het als een groot voorrecht, dat ik mijn proefschrift onder Uw leiding heb mogen bewerken. Voor de belangstelling en hartelijkheid, die ik tijdens mijn studietijd van U heb ondervonden, ben ik zeer erkentelijk.

U, Hooggeleerde PULLE, ben ik voor Uw onderwijs zeer dankbaar. Op Uw practica heb ik vooral geleerd hoe belangrijk het goed bekijken van planten voor de wetenschappelijke ontwikkeling is.

Ook U, Hooggeleerde WESTERDIJK, ben ik voor Uw colleges en practica zeer erkentelijk. Gij hebt mij ook duidelijk gemaakt, hoe men door de bestudeering van de plantenziekten een beteren kijk op de physiologie kan verkrijgen.

Hooggeleerde JORDAN, Uw colleges en practica heb ik zeer gewaardeerd. De aantrekkelijke wijze, waarop Gij mij zoowel dierphysiologie als psychologie hebt onderwezen, heeft grooten invloed op mij uitgeoefend.

U, Hooggeleerde NIERSTRASZ ben ik zeer erkentelijk voor de heldere en geestrijke wijze, waarop Gij mij de problemen van de Vergelijkende Anatomie hebt laten zien.

Verder dank ik U, waarde P. A. DE BOUTER en WILLEMSEN voor het vervaardigen van de apparaten, die ik voor mijn onderzoek noodig had.

U, waarde ROMEIJN en VAN STAVEREN ben ik zeer dankbaar voor de wijze, waarop Gij mij bij het kweeken van mijn planten geholpen hebt.

Ook jegens U, waarde A. DE BOUTER, ben ik zeer erkentelijk voor het maken van de keurige teekeningen.

HOOFDSTUK I

LITERATUURBESPREKING

Het onderzoek over het transport der assimilaten van de vormingsplaatsen naar de deelen, waar zij voor den opbouw van het plantenlichaam gebruikt worden (vegetatiepunten, cambia) of waar zij tijdelijk als reservestoffen worden afgezet, heeft de botanici reeds vanaf den tijd van GREW en MALPIGHI bezig gehouden.

Het probleem van het transport is in twee vraagstukken te verdeelen, n.l.:

1e - Langs welke deelen van de plant heeft het transport plaats.

2e - Welke krachten zijn bij dit transport werkzaam.

De oudere onderzoekers hebben zich voornamelijk met het eerste vraagstuk bezig gehouden. GREW (1682) (41) heeft op zeer eenvoudige wijze duidelijk gemaakt, dat er een opgaande en een neerdalende sapstroom moet bestaan. Hij zegt n.l., dat, daar de wortel zelf naar omlaag groeit en de taak heeft, den stam van sap te voorzien, dit sap zich in den wortel zoowel naar omhoog als naar omlaag moet bewegen.

Bij alle oudere onderzoekingen speelde steeds de ringwondproef een groote rol. Deze ringwondproef werd in 1679 door MALPIGHI (66) het eerst uitgevoerd. MALPIGHI verklaarde de callusvorming aan de bovenzijde van de ringwond eenerzijds uit de veronderstelling, dat een in den bast neerdalende sapstroom door de ringwond onderbroken zou worden en dus boven den ring voedingsstoffen zouden wor-

den opgehoopt. Aan de andere zijde nam MALPIGHI echter het bestaan aan van een opstijgenden sapstroom zoowel door het hout als door den bast. Boven de plaats, waar dit transport door den bast was onderbroken, breidt zich de sapstroom plotseling sterk in de breedte uit en ook hieruit zou de sterke callusvorming boven den ring verklaard moeten worden.

CLAUDE PERRAULT (85) beschrijft ook het dikker worden van een tak boven een er vast omheen gelegden band. Hij komt tot dezelfde opvattingen als MALPIGHI.

HALES (43) wordt door vele botanici, o.a. door PFEFFER (86), JOST (54), door SACHS (95) in zijn „Geschichte der Botanik" beschouwd als de onderzoeker, die het eerst de stelling heeft uitgesproken, dat het opstijgende water door het hout gaat en niet door den bast. MÖBIUS (1907) heeft aan de hand van eenige citaten uit de „Statical essays" het mijns inziens zeer aannemelijk gemaakt, dat HALES geloofde, dat het sap zoowel in hout als bast omhoog steeg, terwijl hij het bestaan van een neerdalenden sapstroom bestreed.

DU HAMEL (44) werkte ten deele met oplossingen van kleurstoffen, die hij in het hout liet opstijgen, ten deele ook met ringwondproeven. Hij constateerde, dat een geringde kerseboom vele jaren bleef leven en een nieuwen bast vormde. Hieruit trok hij de conclusie, dat de opstijgende sapstroom door het hout gaat, terwijl hij ook veronderstelde, dat de neerdalende sapstroom door den bast gaat.

Allerlei andere onderzoekers, als MARIOTTE, BLAIR, FAIRCHILD, BROTHERTON, BONNET, enz. hebben de ringwondproeven herhaald en zij komen tot hetzelfde resultaat, n.l. aanzwellen en versterkte secundaire diktegroei van den stam boven de ringwond, hetgeen verklaard kon worden door de veronderstelling, dat een neerdalend voedseltransport

door den bast onderbroken was. Bedekte men de ringwond met aarde, dan ontstonden er wortels, doch slechts boven den ring (POLLINI). Maakte men aan een stam twee overlangsche strooken dusdanig los, dat de eene strook alleen boven, de andere nog alleen onder met de rest van den stam in verbinding bleef, dan groeide alleen de eerste strook verder in de dikte. (BROTHERTON).

KNIGHT verkreeg hetzelfde resultaat met baststrooken. Verder toonde KNIGHT aan, dat het hout boven een ringwond een grooter soortelijk gewicht had, dan het hout er onder. Stekken vertoonden aan hun onderste sneevlak een sterke verdikking van callus, waaruit de wortels te voorschijn kwamen; daarentegen kwamen deze stekken, wanneer zij omgekeerd in den grond gezet waren, zeer moeilijk tot ontwikkeling. Verdere onderzoekingen van KNIGHT leverden het bewijs, dat het in al deze gevallen eigenlijk op den samenhang met de bladeren aankwam. Evenzoo constateerde FEBURIER, dat boomen, die van hun bladeren beroofd waren, niet verder in de dikte groeiden.

KNIGHT toonde ook aan, dat afleggers gemakkelijker wortels vormen als men ze ten deele doorsnijdt. Zij vormen dan steeds wortels boven de plaats, waar zij doorgesneden werden, wat ook weer uit een onderbreking van den neerdalenden sapstroom verklaard moet worden. Aardappelplanten, waarbij de bast beschadigd werd, vormden hoogstens slechts kleine knollen, daarentegen bloeiden zij rijker en gaven meer vruchten. Uit al deze onderzoekingen wordt dus het bestaan van een neerdalenden sapstroom wel zeer waarschijnlijk. Toch is deze opvatting ook reeds door vele oudere onderzoekers bestreden en, zooals wij boven reeds gezien hebben, komt HALES tot een geheel andere theorie.

Van de latere physiologen zijn het vooral TREVIRANUS (1835) (110), MEYEN (1837) (74), VON MOHL (77, 78), e. a. die de boven vermelde opvatting door verdere onderzoekin-

gen hebben bevestigd. SCHULTZ (102) komt daarbij tot zijn opvatting van het „Lebenssaft-Gefäsz-system", hetgeen de theorie over den neerdalenden sapstroom meer kwaad dan goed gedaan heeft. Zijn opvattingen zijn fel bestreden door SCHLEIDEN (97, 98). Deze tracht de heele theorie van den neerdalenden sapstroom door den bast omver te gooien. Door de ringwond zou het transport van het bodemwater onderbroken worden. Daardoor zou het stuk tak boven den ring minder water krijgen, het voedingssap daar geconcentreerder worden en de groei sterker dan onder de ringwond. Schleiden ziet hierbij volkomen over het hoofd, dat het boven de ringwond nooit aan voldoende water ontbreekt, getuige het feit, dat de bladeren steeds turgescent blijven. In dezen tijd kwam de endosmose-theorie van LIEBIG op en de verschillende onderzoekers meenden uit deze theorie de conclusie te moeten trekken, dat transport van verschillende voedingsoplossingen door dicht bij elkaar gelegen weefsels in verschillende richting onder alle omstandigheden verworpen moest worden.

GÖPPERT (40) daarentegen staat op het oude standpunt van den neerdalenden sapstroom, die door den bast zou gaan. Hij toonde aan, dat een baststrook, die over een bepaalden afstand van het hout was losgemaakt, aan zijn binnenzijde nieuw hout vormde. Het benoodigde voedsel moest dus door die baststrook zijn aangevoerd.

Wanneer wij nu de latere literatuur wat uitvoeriger gaan bespreken, dan komen wij in de eerste plaats tot een behandeling van de onderzoekingen van TH. HARTIG (1858) (49). Reeds een vroeger onderzoek van TH. HARTIG (1837) (46) was in verband met den neerdalenden sapstroom van belang, omdat hij in dat stuk voor het eerst de zeefvaten beschreven heeft. Dit onderzoek van HARTIG maakte echter in het begin weinig indruk. In 1853 wees Hartig er nog eens speciaal op, dat deze zeefvaten in geen geval met de melk-

sapvaten verward mochten worden. In 1854 publiceert HARTIG (48) opnieuw een onderzoek over de zeefvaten van Cucurbita Pepo. Op de opvattingen van VON MOHL (1855) (78), die beweerde, dat de poriën in de zeefplaten geen werkelijke doorboringen zouden zijn en die de zeefvaten met den naam „Gitterzellen" bestempelde, willen wij hier niet verder ingaan.

Komen wij dus nu tot HARTIG's onderzoek van 1859 (49). Hierin werd aangetoond dat het wegnemen der bladeren van boomen eerst in het volgende jaar invloed uitoefent op den secundairen diktegroei. Door het aanbrengen van een ringwond werd de secundaire diktegroei onder die ringwond bijna volkomen stil gezet, zelfs wanneer er op het moment, dat de ringwond gemaakt werd, nog voldoende zetmeel in het binnenste van den stam aanwezig was. Ook het afzetten van reservestoffen onder den ring werd al spoedig onmogelijk gemaakt. Daarentegen verdwenen de reservestoffen onder dien ring in het voorjaar even goed als uit intacte boomen. Hartig komt door dit alles tot zijn theorie van den dubbelen omloop der voedingsstoffen. Het door de wortels opgenomen bodemwater met de anorganische zouten stijgt door het hout tot in de bladeren. Hier worden organische stoffen gevormd, die door den bast naar omlaag zouden worden gevoerd. Deze stoffen zouden nu vanuit den bast door de mergstralen naar het hout worden vervoerd, om daar als reservestoffen te worden afgezet. Eerst daarna zouden deze stoffen voor den groei der vegetatiepunten en voor den secundairen diktegroei der cambia gebruikt kunnen worden. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat die stoffen volgens HARTIG steeds door het hout naar de knoppen gaan en, wanneer zij voor den cambiumgroei gebruikt worden, door den bast opnieuw naar het cambium. Nooit echter zouden reservestoffen door de mergstralen direct naar het cambium getransporteerd worden, en dit

zou de verklaring zijn van het feit, dat onder een ringwond de secundaire diktegroei stil staat, ook wanneer er nog voedingsstoffen onder den ring aanwezig zijn.

Van veel belang is nu het onderzoek van HANSTEIN (1860) (45). HANSTEIN werkte met stekken van verschillende planten, die een eindje boven het onderste sneevlak geringd werden. Hij constateerde, dat de wortels voor verreweg het grootste deel niet aan het onderste sneevlak, doch aan den bovenrand van de ringwond uitliepen. Liet HANSTEIN echter een overlangsche bastverbinding staan, dan ontwikkelden zich weer wel wortels aan het onderste sneevlak. Had hij een stek aan het onderste sneevlak wortels laten vormen en bracht hij daarna dicht bij dat sneevlak een ringwond aan, dan hield de ontwikkeling van die wortels op en boven de ringwond ontwikkelden zich nieuwe wortels. Is de afstand van de ringwond tot het onderste sneevlak groot genoeg, dan loopen aan dat onderste sneevlak des te meer wortels uit, naarmate deze afstand grooter is. Deze proeven toonen mijns inziens duidelijk aan, dat de voedingsstoffen, waaruit de jonge wortels zich ontwikkelen, door den bast moeten worden aangevoerd.

HANSTEIN stelde zich nu de vraag, hoe knoppen en bloemen, welke hooger gezeten zijn dan de assimileerende bladeren, hun plastische stoffen toegevoerd krijgen. Om dit vraagstuk op te lossen, werden jonge takken een klein stukje onder den eindknop geringd, terwijl alle bladeren aan het stuk boven de ringwond werden weggenomen. De knoppen van het bovenste stuk ontwikkelden zich niet en het stuk zelf ging te gronde. Bleven er daarentegen boven de ringwond assimileerende bladeren aanwezig, dan ontwikkelden de knoppen zich wel. Dit laatste is eenerzijds te verklaren, door te veronderstellen, dat de knoppen, die door het aanbrengen van de ringwond geen voldoende voedsel meer kunnen krijgen, nu door de bladeren boven den ring van

voelsel worden voorzien. Anderzijds kunnen wij ons echter ook voorstellen, dat indien dit voedsel door het hout moest worden aangevoerd, door het wegnemen der bladeren de noodige zuigkracht daarvoor is gaan ontbreken. Dat dit laatste echter niet het geval is, blijkt uit het feit, dat wanneer de top van een tak ontbladerd werd, doch niet geringd, de knopontwikkeling, zij 't dan ook iets vertraagd, toch verder ging.

In een andere proef werd een bloemdragende tak van Sambucus nigra vlak onder de twee hoogste bladeren geringd. In één geval bleven deze bladeren staan, in een ander geval werden zij weggenomen. Slechts in het eerste geval ging de ontwikkeling der vruchten verder. Deze proeven van HANSTEIN toonen dus aan, dat de organische voedingsstoffen in opwaartsche richting eveneens door den bast getransporteerd worden. HANSTEIN bestrijdt hier dus de ideeën van HARTIG. Tegenwoordig huldigen CURTIS en WEEVERS, wier onderzoekingen wij later bespreken zullen, dezelfde opvatting.

Werden door HANSTEIN in het voorjaar jonge spruiten geringd, dan ontwikkelden de knoppen zich slechts tijdelijk en des te langer naarmate het stuk boven de ringwond langer was.

Verder werd nu nog door HANSTEIN aangetoond, dat het ringen van Monocotylen zeer weinig resultaat gaf (Tradescantia Selloi). Ook het ringen van Piperaceae (met mergstandige vaatbundels) had geen invloed op de wortelontwikkeling, terwijl dit bij planten met intraxylair phloeem al evenmin het geval was (Nerium Oleander, Cestrum nocturnum, Solanum Dulcamara). Over de zeefvaten van de Solanaceae zegt HANSTEIN: „Dergleichen scheinen nun, so weit ich bis jetzt urtheilen kann, bei den Solanaceen stets einen Theil der feinwandigen Bastbündel in Mark und Rinde auszumachen".

Hierbij wijst hij er op, dat zijn proeven over den invloed van het intraxylair phloeem wel heel waarschijnlijk maken, dat de zeefvaten de eigenlijke geleidingsbanen voor het neerdalend saptransport zijn.

HANSTEIN staat nu verder op het standpunt, dat de assimilaten in gemakkelijk oplosbaren vorm door de zeefvaten naar de plaatsen van verbruik diffundeeren. Het lijkt hem niet onmogelijk, dat ook de melksapvaten voor het transport van plastische stoffen kunnen dienen.

Met dit stuk van HANSTEIN zijn nu de onderzoekingen over het vraagstuk of de plastische stoffen door het hout of door den bast gaan, voorloopig van de baan, doch wij zullen zien, hoe deze kwestie later door DIXON opnieuw te berde gebracht is. Voorloopig begint het onderzoek over het stoftransport zich echter te concentreeren om het vraagstuk, door welke weefsels dit transport eigenlijk plaats heeft.

In 1861 volgt dan weer een nieuw onderzoek van HARTIG (50). Hij toont aan, dat wanneer men in den zomer den bast van een boom tot op het cambium insnijdt, er sap uittreedt. Dit sap is zeer zoet en bevat tot 30 % suiker. Snijdt men hooger dan de oude snede den bast opnieuw in, dan treedt weer sap uit. Snijdt men daarentegen lager in, dan niet. Het verschijnsel trad echter alleen bij Robinia Pseudacacia constant op. HARTIG concludeerde uit deze proef, dat het sap in den bast in neerdalende beweging is. In 1862 komt HARTIG opnieuw terug op zijn theorie over den dubbelen sapstroom. Hij bespreekt de proeven van HANSTEIN met takken, die geringd en ontbladerd werden. Deze proeven zouden volgens HARTIG te verklaren zijn uit het stilstaan van de sapbeweging in het hout. Het lijkt mij dan echter moeilijk om in te zien, hoe HARTIG de normale ontwikkeling der knoppen aan ontbladerde, doch niet geringde takken, verklaren wil. HARTIG vond, dat bij Paulownia, Magnolia, Nyssa, Carya en Catalpa de ontwikke-

ling van den knop in het voorjaar door ringen onder den knop niet beïnvloed werd (daarentegen bleven bij Robinia, Fraxinus en Quercus de bladeren bij de geringde knoppen opvallend kleiner). Met stekken van wilgen werd aangetoond, dat wanneer men de stekken spruiten en wortels liet vormen, men zien kon, dat de cambiumwerkzaamheid het sterkst was in de omgeving van de spruit en naar de zijde van de wortels toe geleidelijk afnam. Verder heeft HARTIG in dit onderzoek de beweging van het melksap bestudeerd en hij neemt aan, dat die beweging een rol speelt bij het transport der assimilaten.

In 1862 publiceert SACHS (93) een onderzoek, waarin de verdeeling van koolhydraten en eiwitten in de plant wordt bestudeerd. In het rijpe zaad gaven alle cellen van kiem en endosperm eiwitreactie. Bij het ontkiemen van het zaad was in de zich strekkende parenchymcellen geen eiwit meer aan te toonen (n.l. met C_uSO_4-KOH-behandeling), daarentegen wel in de cotylen en het endosperm zoolang deze nog niet volledig waren leeg gezogen. Ook in de zeefvaten en in de zich deelende cellen van wortel- en stengeltop gaf de reactie op eiwit positief resultaat. Wanneer de plant zelfstandig assimileerde, kon SACHS ook eiwit aantoonen in de cellen van het blad en het vandaar door de zeefvaten naar de vegetatiepunten vervolgen. SACHS trekt uit dit alles de conclusie, dat het eiwit door de zeefvaten (hij spreekt steeds van „Leitzellen") getransporteerd wordt.

Wat betreft het voorkomen van zetmeel in de plant, wijst SACHS er op, dat dit steeds gevonden wordt in het bladparenchym en verder in de laag van parenchymcellen, die direct om die vaatbundel heen liggen en de z.g. zetmeelscheede vormen. Ook in de jongste cellen der vegetatiepunten en in de levende elementen van het hout komen steeds zetmeelkorrels voor, evenals in de reserveorganen. In de cellen van het merg en van de schors treedt zetmeel

onmiddellijk na het ontkiemen op en later weer als de assimilatie aan den gang is. SACHS komt door dit alles tot de opvatting, dat het zetmeel getransporteerd wordt in de z.g. zetmeelscheede, terwijl wanneer er veel zetmeel getransporteerd moet worden, ook het parenchym van schors en merg zou meewerken. Typisch was nu verder, dat suiker en dextrine in de meeste gevallen niet in de zetmeelscheede konden worden aangetoond, wel daarentegen op de verbruiksplaatsen. SACHS stelt zich nu voor, dat de zetmeelkorrels telkens in suiker worden omgezet, doch dat deze suiker zoo snel in de volgende cel weer als zetmeel wordt afgezet, dat ze niet kan worden aangetoond.

In 1863 komt SACHS (94) op ditzelfde onderwerp nog eens terug. Hij spreekt zich scherp uit tegen de opvatting, dat de assimilaten zich door alle weefsels op dezelfde wijze zouden verbreiden, een opvatting, welke onder invloed van de diffusiewetten van GRAHAM, ingang gevonden had. Integendeel, SACHS trekt uit deze wetten juist de conclusie, dat de assimilaten binnen scherp omgrensde banen getransporteerd moeten worden. Verder zegt SACHS, dat uit de ringwondproeven van HANSTEIN niet volgt, dat ook de koolhydraten door de zeefvaten zouden gaan en in het feit, dat zetmeel veel meer in het parenchym van de zetmeelscheede voorkomt, ziet hij een aanduiding, dat de koolhydraten door die scheede getransporteerd zouden worden. Hier is het natuurlijk de groote vraag of men eenvoudig uit de aanwezigheid van bepaalde stoffen in een bepaald weefsel maar concludeeren mag, dat deze stoffen dan ook vervoerd worden. Echter heeft SACHS verder bij de maiskolf aangetoond, dat naarmate zich het zetmeel in de vruchten gaat ophoopen, het uit het parenchym van den steel verdwijnt. De mogelijkheid blijft echter altijd bestaan, dat het zetmeel in dat parenchym slechts tijdelijk is afgezet en dat de eigenlijke transportbanen voor de koolhydraten elders te zoeken

zijn. Verder keert SACHS zich, evenals HANSTEIN, tegen de ideeën van HARTIG omtrent een dubbelen omloop van het sap.

Voorts veronderstelt SACHS, dat de N-vrije assimilaten van den bast door de mergstralen naar het hout getransporteerd worden en daar in het houtparenchym tijdelijk worden afgezet. In het voorjaar zouden die stoffen weer worden opgelost en dan door het hout naar de ontluikende knoppen worden getransporteerd. Wat betreft het transport door de zeefvaten, hierbij denkt SACHS aan een soort persing onder invloed van den turgordruk der omringende cellen. Ook lijkt het hem niet onmogelijk, dat melksapvaten bij het transport van assimilaten een rol spelen. Hoe SACHS zich het transport van zetmeel voorstelde, hebben wij boven reeds gezien.

In 1863 publiceert NÄGELI (83) een onderzoek, waarin hij tot de conclusie komt, dat de zeefvaten, wat hun functie betreft, met de melksapvaten zouden overeenstemmen, d.w.z. dat zij onoplosbare stoffen over zeer lange afstanden door de plant zouden kunnen transporteeren. VON MOHL (1855) (78) en CASPARY (1858) (12) trokken evenals SACHS uit het eiwitgehalte van de zeefvaten de conclusie, dat zij voor de geleiding van proteïne-stoffen zouden dienen. BRIOSI (1873) (10) toonde kleine zetmeelkorrels in de zeefvaten aan en geloofde, dat deze door de poriën van de zeefplaten heen geperst zouden worden. Hij vond, dat men door drukken op den stengel een verplaatsing der zetmeelkorrels door die poriën kon aantoonen.

ALFRED FISCHER (1885) (37) maakte het waarschijnlijk, dat bij het aansnijden van de zeefvaten een strooming naar de wond optrad. Hierbij zouden door de zeefplaten de grofste eiwitdeeltjes worden afgefiltreerd en op deze wijze zouden de typische proppen op de zeefplaten ontstaan. Hij neemt ook aan, dat het uittredende sap niet alleen afkomstig zou zijn van het zeefvat, dat aangesneden was, doch ook

van aangrenzende zeefvaten. Dit zou blijken uit het feit, dat de z.g. „Schlauchköpfe" ook in die zeefvaten ontstonden. Het lijkt mij, dat uit dit onderzoek de mogelijkheid van een strooming door de zeefvaten duidelijk blijkt. In 1884 komt dan een onderzoek van ZACHARIAS (117), die in het sap van de zeefvaten o.a. eiwit en anorganische zouten aantoonde. Waarschijnlijk was ook dextrine aanwezig, doch zetmeel werd niet gevonden. Op dit tijdstip is dus de algemeene opvatting nog steeds die van SACHS, n.l. dat de eiwitachtige stoffen door de zeefvaten, de koolhydraten door de zetmeelscheede getransporteerd zouden worden.

In 1885 werd deze opvatting nu bestreden door HEINE (52). Deze onderzoeker decapiteerde kiemplanten en toonde aan, dat het zetmeel zich niet in de z.g. zetmeelscheede, doch in schors en merg ophoopte (n.l. doordat de verbruiksplaats is weggenomen). Bij andere planten werd door ringen de zetmeelscheede weggenomen (dus niet het phloeem). Er veranderde niets aan deze planten en ook de zetmeelscheede bleef op normale wijze met zetmeel gevuld. Kiemplanten, welke zich in het donker ontwikkeld hadden en dan in het geheel geen zetmeel bevatten, kregen, zoodra zij in het licht gebracht waren, zetmeel in de scheede, ook onder de plaats, waar die scheede was weggenomen. Bij andere planten, die zich in het donker ontwikkeld hadden, werd de stengel over een lengte van 10 cm. met zilverpapier omgeven. Toen de planten daarna in het licht gebracht werden, trad zetmeel in de zetmeelscheede op, behalve in het stuk, dat door zilverpapier was bedekt.

Uit al deze proeven trekt HEINE nu de conclusie, dat het zetmeel in de zetmeelscheede niet getransporteerd wordt, doch uit glucose, welke stof overal in het parenchym aanwezig is, zou worden gevormd. Het transport van de koolhydraten zou volgens hem plaatsvinden in het mergparenchym en wel in den vorm van glucose.

Eveneens in 1885 verschijnt een stuk van SCHIMPER (96) over hetzelfde onderwerp. Met Impatiens parviflora werd de volgende proef genomen: 's avonds werd van één blad een stuk in een vochtige ruimte gebracht, terwijl het andere stuk aan de plant gelaten werd. Daarna werden beide stukken in het donker gebracht. Het bleek nu, dat het zetmeel uit beide stukken ongeveer even snel verdween. Daarentegen gaf de reactie met FEHLING's proefvocht in het stuk los van de plant een veel duidelijker resultaat. In een bepaald stadium was deze reactie het sterkst in de hoofdnerf en werd daarin van de bladbasis naar den bladtop steeds onduidelijker, terwijl zij in het mesophyl negatief resultaat gaf. SCHIMPER trok nu uit deze proef de conclusie, dat het zetmeel in glucose wordt omgezet en dat deze glucose langs de nerven in den bladsteel wordt getransporteerd. Hij wil daar echter nog niet mee zeggen, dat glucose als zoodanig, getransporteerd zou worden (het zou transitorisch in de nerven afgezet kunnen zijn).

Na een microscopisch onderzoek komt hij tot de conclusie, dat de glucose vervoerd zou worden door de z.g. „Leitscheide", d. i. een laag van langgestrekte mesophylcellen, die de vaatbundels begeleidt en niet met de zetmeelscheede verward moet worden.

Verder werd door het fijnwrijven van nerven en bladmoes geconstateerd, dat beide deelen diastase bevatten. Wat betreft de permeabiliteit van het protoplasma voor suiker, wijst SCHIMPER op de proeven van BÖHM (1883) (9), die n.l. aantoonde, dat bladstukken in het donker op suikeroplossingen gelegd, zetmeel vormden.

Dat speciaal de „Leitscheide" als transportbaan zou fungeeren, werd waarschijnlijk gemaakt, door aan te toonen, dat de „Leitscheide" steeds het meeste suiker bevatte, terwijl het wegnemen van den vaatbundel met uitzondering van deze „Leitscheide" geen invloed op het verdwijnen van

het zetmeel zou hebben. Ook bleek, dat de cellen van de „Leitscheide" veel sneller zetmeel vormen. Wat nu betreft dit laatste, geloof ik, dat TOLLENAAR (109) groot gelijk heeft, wanneer hij beweert, dat een weefsel, dat suikers in hooge mate in den vorm van zetmeel vastlegt, juist het minst geschikt is voor transportbaan. Het gaat er immers niet om, om oplosbare stoffen in onoplosbaren toestand vast te leggen, doch juist om hen te transporteeren.

Verder spreekt SCHIMPER de opvatting van HABERLANDT, FAIVRE, TREUB en SCHULLERUS, dat n.l. de melksapvaten een belangrijke rol bij het transport der assimilaten zouden spelen, tegen. Glucose wordt door SCHIMPER als het eerste assimilatieproduct en ook als transportstof beschouwd.

Merkwaardig zijn verder de onderzoekingen van BLASS (1890 en 1891) (7, 8) over de phyiologische beteekenis van den bast. De schrijver verzet zich tegen de opvatting, dat de zeefvaten voor het transport zouden dienen. Hierbij wijst hij er op, dat de zeefvaten in de buurt van de vegetatiepunten geheel ontbreken en het transport daar dus zeker door het parenchym moet plaatsvinden. Dat zegt echter nog in het geheel niet, dat een transport door de zeefvaten in de andere deelen van de plant niet mogelijk zou zijn. Het lijkt BLASS verder zeer onwaarschijnlijk, dat protoplasmadeeltjes door de nauwe poriën tusschen de zeefvaten zouden worden getransporteerd. Hierbij ziet hij natuurlijk over het hoofd, dat de eiwitstoffen best in opgelosten vorm getransporteerd kunnen worden. Verder constateert BLASS bij verschillende planten, dat de ontwikkeling van het phloeem evenredig is met de werkzaamheid van het cambium. Wat betreft het secundaire phloeem lijkt mij dit ook vanzelfsprekend. Het phloeem zou nu volgens BLASS een voedselreservoir zijn, waarvan de voedingsstoffen voor den opbouw van het houtlichaam gebruikt zouden worden. Deze opvatting werd in 1890 ook uitgesproken door

FRANK (39). De functie van den bast zou overeenkomen met de functie, welke HEINE aan de zetmeelscheede toekent (n.l. van voedselreservoir voor den opbouw van den bast). Overigens zijn de opvattingen van BLASS door STRASBURGER (1891) (106) en HABERLANDT (1896) (42) voldoende bestreden.

In hetzelfde jaar 1891 verschijnt in de „Botanische Zeitung" een stuk van KIENITZ-GERLOFF (57) over „Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze". Deze onderzoeker komt tot de conclusie, dat zoowel de protoplasma-verbindingen tusschen parenchymcellen als die tusschen de zeefvaten een rol bij het stoftransport moeten spelen. Hij zegt, dat die protoplasmaverbindingen zeker niet zoo dun zijn als door GARDINER en NOLL aangenomen wordt. Zoo zouden de protoplasmaverbindingen tusschen de parenchymcellen van Nerium zeker niet dunner zijn dan die tusschen de zeefvaten van Pinus.

Min of meer een uitbreiding van het werk van HANSTEIN leveren de onderzoekingen van LECOMTE (1889) (62). Deze onderzoeker ringde Sambucus nigra, Tilia, Vitis en Cissus quinquefolia slechts tot op de sklerenchymlaag, die de vaatbundels omgeeft, zoodat dus het zeefgedeelte intact bleef. De secundaire diktegroei ging nu onder de ringwond gewoon verder, hetgeen dus een duidelijk bewijs was, dat de toevoer van assimilaten niet was onderbroken.

STRASBURGER (106) herhaalde deze proeven en werkte tevens met Abutilon Thompsoni, een object, waarbij dergelijke ringwonden tot op den secundairen bast, waarbij dus de bast zelf intact blijft, gemakkelijk zijn aan te brengen. Bij dergelijke proeven was de secundaire diktegroei onder den ring in 't geheel niet geremd.

Komen wij nu tot het werk van CZAPEK (1897) (19, 20). Deze onderzoeker komt tot de conclusie, dat zoowel eiwitten

als koolhydraten getransporteerd worden door het phloeem en wel door de langgerekte elementen daarvan, de zeefvaten. De begeleidende cellen zouden absorptieorganen zijn, welke tusschen de transportbanen en de als reserveorganen functioneerende bastparenchym- en mergstraalcellen zouden zijn ingeschakeld. Bij Cucurbita Pepo werd aangetoond, dat wanneer men van een bladsteel over een kleinen afstand de helft wegneemt, de bijbehoorende helft van de bladschijf 's nachts minder goed haar zetmeel verliest.

CZAPEK trekt hieruit de conclusie, dat de transportbaan in een weefsel moet liggen, waarvan de cellen in de lengte gestrekt zijn, n.l. het phloeem. In een proef, waarbij een tak van Salix fragilis of Populus canadensis zoodanig geringd werd, dat een ⌐⌋-vormige bastbrug bleef staan, kon aangetoond worden, dat de callusvorming bijna uitsluitend optrad op de plaats, die door een punt is aangegeven. CZAPEK trekt hieruit de conclusie, dat transport in transversale richting uiterst moeilijk plaats vindt. Hieruit besluit hij, dat de transportbaan in die deelen van den bast gezocht zou moeten worden, die sterk in de lengte gestrekt waren, n.l. de zeefvaten. Verder werd in de zeefvaten naast zetmeel, glucose en saccharose aangetoond. Werd een stek geringd dan liepen steeds aan de bovenzijde van den ring wortels, aan de onderzijde daarentegen spruiten uit. De ring maakte dus als 't ware een verdeeling in twee individuen. Liet men een verticale bastbrug staan, dan traden spruiten en wortels in de nabijheid van die bastbrug *niet* op.

Sneed CZAPEK aan een stek het houtlichaam zoodanig door, dat de rechtlijnige continuïteit van den bast niet onderbroken werd, dan liepen op de plaats, waar het hout was doorgesneden, geen wortels of spruiten uit. CZAPEK trekt uit al deze proeven de conclusie, dat het onderbreken van het stoftransport door den bast de prikkel is, waardoor het geïsoleerde stuk zich door knop- en wortelontwikkeling tot

een geheel individu gaat regenereeren. Daar nu in de proef met de twee-maal omgebogen bastbrug op de plaats van sterke callusontwikkeling ook sterke ophooping van zetmeel te constateeren was, trok CZAPEK hieruit de conclusie, dat de zeefvaten ook voor het transport der koolhydraten zouden dienen. In het werk van CZAPEK wordt dus SCHIMPER's opvatting omtrent de beteekenis van de z.g. „Leitscheide" als transportorgaan voor de koolhydraten aangevallen. Reeds eerder was dit door A. MEYER geschied. Deze had n.l. aangetoond, dat bij het uittrekken van den vaatbundel uit het Plantago-blad, de „Leitscheide" bijna steeds beschadigd werd.

CZAPEK merkt verder nog op, dat zijn onderzoekingen alleen beteekenis hebben voor bladsteel en tak, daar hij de bladschijf niet onderzocht heeft. Het lijkt hem niet onwaarschijnlijk, dat in de bladschijf de werking van het phloeem door die van de „Leitscheide" wordt ondersteund.

Wat nu betreft de vraag, of de koolhydraten in de bladschijf ook door de zeefvaten getransporteerd worden, hierover heeft het werk van SCHNEIDER-ORELLI (1909) (100) uitsluitsel gegeven. Deze onderzoeker werkte met appelbladeren, waarin door de larven van Lyonetia clerkella mineergangen waren gemaakt. Deze gangen kruisten op verschillende plaatsen de nerven, waardoor van deze laatsten over korten afstand gedeelten verwijderd werden. Hierdoor ontstonden nu eenerzijds stoornissen in de waterverzorging van het blad, doch anderzijds ook stoornissen in het transport der assimilaten, hetgeen met de Jodium-proef van SACHS aangetoond werd. Zoo werd gevonden, dat de nerven in de bladdeelen boven zoo'n kruisings-plaats na behandeling met Jodium zich donker blauw kleurden, terwijl de grootere nerven van gezonde appelbladeren steeds geel bleven. De afgevoerde suiker zou zich dus bij geremd transport in de bladnerven ophoopen en daar als zetmeel worden afgezet,

hetgeen bij normaal transport nooit in zulke mate geschiedt. De mineergangen doen nu een middel aan de hand om uitsluitsel te krijgen omtrent de banen, waarlangs het stoftransport plaats vindt. SCHNEIDER-ORELLI zegt: „Wir überlassen die schwierigen operativen Eingriffe, welche zur Klarlegung der Verhältnisse nötig sind, den Minierräupchen, welche diese Arbeit viel besser auszuführen verstehen, als die geübteste Hand;....". Bovendien blijft de vochtigheidstoestand van de wond vrijwel onveranderd, daar de epidermis door de rupsjes niet beschadigd wordt. De bladeren werden nu 's morgens vroeg afgeplukt en direct met de Jodium-proef onderzocht. In de grootste zijnerven trad geen zetmeelophooping op, zoolang het zeefgedeelte intact bleef. Het houtgedeelte en het grootste deel van de vaatbundelscheede konden verwijderd zijn, zonder dat ophooping plaats vond. Hoe meer echter het bastgedeelte was beschadigd, des te sterker werd het transport geremd.

Verder werd nu door SCHNEIDER-ORELLI aangetoond, dat bij de kleinere nerven de vaatbundelscheede bij het transport een steeds grootere rol gaat spelen. Dicht bij den rand van het blad wordt het transport geremd, wanneer alleen het bovenste deel van de vaatbundelscheede door de rups vernield is. In de fijnste uiteinden der nerven vinden wij alleen tracheïden en scheede en deze laatste zou dan de functie van het phloeem geheel overgenomen hebben.

Uit dit onderzoek blijkt dus, dat voor het transport der koolhydraten het phloeem de hoofdrol speelt. SCHNEIDER-ORELLI wijst er echter verder op, dat uit zijn proeven niet valt op te maken, of speciaal de zeefvaten, of dat ook andere elementen van het phloeem als transportbaan in engeren zin fungeeren.

Wij gaan nu over tot de behandeling van het onderzoek van DELEANO van 1911. Dit is eigenlijk een herhaling van het werk van CZAPEK, doch het levert er in vele opzichten

critiek op. Wij zullen het hier weer bespreken voor zoover het, in verband met het vraagstuk der transportbaan, van belang is. Het gedeelte, omtrent de wijze waarop het transport in zijn werk gaat, kunnen wij dan voor de tweede helft van dit overzicht bewaren. DELEANO vond nu, dat wanneer een bladsteel van de wijnstok aan één zijde tot de helft werd ingesneden het zetmeel toch uit beide helften van de bladschijf even snel verdween. Dit komt, omdat zich tusschen de vaatbundels anastomosen bevinden. Werden nu echter hoofdnerf en bladsteel over een flinken afstand precies in het midden overlangs gespleten, terwijl daarna in één der beide geïsoleerde steelhelften een flinke insnijding gegeven werd (de groote vaatbundel werd doorgesneden), dan verdween het zetmeel uit de overeenkomstige helft van de bladschijf langzamer. Hieruit trekt DELEANO de conclusie, dat de assimilaten door de vaatbundels getransporteerd worden (geleiding in dwarse richting was in deze proeven door het parenchym mogelijk).

Verder werden ook de ringwondproeven van CZAPEK door DELEANO herhaald. In tegenstelling met de resultaten van CZAPEK schenen DELEANO's proeven er voor te pleiten, dat er een behoorlijk transport in dwarse richting door den bast mogelijk was, hoewel zijn proeven over de verhouding van de transportsnelheden in overlangsche en dwarse richting geen uitsluitsel gaven.

In 1917 verschijnt dan een werk van SCHMIDT (99) over bouw en functie van de zeefvaten. Hoewel dit stuk reeds in 1914 gereed was, kon het in verband met het uitbreken van den wereldoorlog, eerst in 1917 verschijnen. De schrijver geeft een historisch overzicht van de onderzoekingen over de functie der zeefvaten, waarin hij vooral wijst op de groote beteekenis van het werk van SCHNEIDER-ORELLI. Hij bespreekt ook het werk van SCHIMPER en de critiek, die het onderzoek van ARTHUR MEYER (75) in 1893 over Gentiana

lutea daarop leverde. ARTHUR MEYER zegt hierover o.a. het volgende: „Das Vorkommen der Stärkekörner an der be-„sprochenen Stelle (Stärkescheide) bei Gentiana lutea „scheint, wie in allen anderen ähnlichen Fällen, seinen „Grund vielmehr darin zu haben, dasz die groszen Mengen „von Kohlehydraten, die von den Blättern erzeugt werden, „hauptsächlich ihren Weg durch die wenigen Elemente des „Blattspurbündels nehmen müssen, sodasz die denselben „direkt angrenzenden Zellen durch Diffusion einen so „groszen Überschusz von diesen Substanzen erhalten, dasz „sie gezwungen sind, denselben in Form des kondensierten „Reservematerials, der Stärke, niederzulegen. Die Gefäsz-„bündelscheide würde auch nur einen sehr kurzen Leitungs-„weg für die Kohlehydrate bilden, da sie ja nur einen Zenti-„meter lang ist und in den hier und da meterlangen unter-„erdischen Teilen der Pflanze duchaus fehlt".

Verder wijdt SCHMIDT nog eenige beschouwingen aan het parasitisme. Volgens PEIRCE (1893) (84) en STRASBURGER (1901) (107) komen in de z.g. „Senker" van Viscum album geen zeefvaten voor. In tegenstelling hiermede is het feit, dat Cuscuta in zijn haustoriën zeefvaten heeft, die aan de zeefvaten van de voedsterplant aansluiten. PEIRCE toonde aan, dat in die haustoriën gemeenschappelijke zeefvaten aanwezig zijn, doch protoplasmaverbindingen tusschen de zeefvaten van parasiet en voedsterplant konden noch PEIRCE, noch STRASBURGER, noch KIENITZ-GERLOFF (57) aantoonen. THODAY (1911) (108) komt tot de conclusie, dat het transport van voedingsstoffen van voedsterplant naar parasiet door een soort van filtratie plaats heeft. SCHMIDT wijst verder op het werk van J. en W. DOCTERS VAN LEEUWEN-REYNOVAAN (1909) (32), waaruit blijkt, dat in de plantengal de zeefvaten zoodanig verloopen, dat de parasiet het meeste voedsel krijgt. Ook behandelt SCHMIDT het werk van BÜSGEN (1891) (11) (bladluizen zouden hun snuit altijd juist tot in den bast

steken) en dat van SWART en STAHL over het stoftransport in vergelende bladeren in den herfst. SCHMIDT betoogt, dat het transport in dit laatste geval slechts door de vaatbundels kan geschieden, daar de laag van Mohl in dat stadium al ver ontwikkeld is.

SCHMIDT komt ten slotte tot de conclusie: „dasz wir über die Funktion der Siebröhre selbst nicht das geringste aussagen können, dasz aber der ganze Gewebskomplex, in welchen die einzelnen Siebröhren eingebettet sind, wahrscheinlich dem Transporte organischer Reservestoffe dienstbar gemacht wird". Wij kunnen nu dus zeggen, dat op dit tijdstip de algemeene opvatting is, dat het transport der assimilaten door den bast plaats heeft, terwijl men vermoedt, dat de zeefvaten er een groote rol bij spelen; hoewel men over dit laatste punt allerminst zekerheid heeft.

In de daarop volgende jaren is men nu omtrent de beteekenis van den bast voor het transport der assimilaten opnieuw gaan twijfelen en wel voornamelijk onder invloed van het werk van DIXON. Omstreeks dien zelfden tijd is het echter de Amerikaansche onderzoeker CURTIS, die in een lange reeks onderzoekingen de beteekenis van het phloeem voor het transport der assimilaten verdedigt. Deze laatste onderzoeker gaat zelfs zoo ver, het phloeem ook als de transportbaan voor de anorganische zouten te beschouwen.

In een artikel van DIXON en BALL (1922) (28) en later nog eens van DIXON (29, 31) worden de bezwaren tegen een transport door den bast uiteengezet. DIXON berekent de transportsnelheid voor organische stoffen door een stoloon van de aardappelplant, waarbij hij veronderstelt, dat dit transport door den bast geschiedt. Trekt hij het oppervlak der celwanden niet van het totale oppervlak van den bast af en veronderstelt hij, dat het transport plaats vindt in oplossingen van 10 %, dan komt hij tot een transportsnelheid van 50 cm. per uur. Een soortgelijke berekening

voor een bladsteel van Tropaeolum doet hem besluiten tot een transportsnelheid van 140 cm. per uur. DIXON trekt hieruit de conclusie, dat deze snelheden veel te groot zijn, dan dat zij door diffusie door het phloeem verklaard zouden kunnen worden. De mogelijkheid van een transport door den bast anders dan door diffusie, laat hij echter geheel open.

DIXON besluit nu, dat het houtlichaam met zijn open vaten, voor een dergelijk snel transport veel beter geschikt is, dan het phloeem. Om nu te onderzoeken of een transport in neerdalende richting door het xyleem mogelijk is, neemt DIXON met een aardappelplant de volgende proef: De punt van een blad werd onder een oplossing van eosine in water afgesneden en nu werd geconstateerd, dat de kleurstof zich zuiver door de tracheeën snel verplaatste. Nadat de kleurstof zich door bladsteel en stengel in neerdalende richting door de tracheeën had verspreid, werd de oplossing door andere stengels weer in de tracheeën naar boven vervoerd.

In een andere proef werd, bij een blad van Sambucus nigra, over een afstand van eenige cm. de helft van den steel weggenomen. De intacte helft werd in een oplossing van eosine gebracht. Er werd nu geconstateerd, dat de kleurstof na eerst door de nerven van de blaadjes aan de zijde der intacte steelhelft gegaan te zijn, in het eindblaadje kwam en dan weer door de blaadjes aan de andere zijde naar omlaag werd vervoerd.

Uit deze proeven blijkt dus, dat een transport door het hout in dalende richting mogelijk is. Wat nu betreft de vraag of suikers in het hout voorkomen, hierover was in 1916 een publicatie van DIXON en ATKINS (25, 26, 27) verschenen. Trouwens reeds in 1888 had A. FISCHER (38) aangetoond, dat bij een groot aantal boomen suiker in de tracheeën voorkomt. De voornaamste conclusie, welke de schrijvers uit dit onderzoek trokken, was, dat in het vroege voorjaar groote hoeveelheden suikers door het houtparen-

chym en door de mergstraalcellen aan het houtsap worden afgegeven. Gedurende het laatste gedeelte van de lente is het suikergehalte ongeveer de helft van dat in het eerste deel. In altijd groene boomen zijn deze veranderingen minder intensief. Verder was reeds in een vorige publicatie van DIXON en ATKINS (25) aangetoond, dat het sap uit het hout van boomen gedurende het geheele jaar suiker bevat. In 1923 verscheen nu weer een artikel van DIXON en BALL (30) over de banen, waarlangs bij Lodoicea, Phoenix en Vicia het voedsel van het endosperm naar het jonge plantje vervoerd wordt. Uit het feit, dat er in het schildje vaatbundels met houtvaten aanwezig zijn, trekken de schrijvers de conclusie, dat die houtvaten het organisch voedsel naar de kiem zouden transporteeren, daar men in dit geval moeilijk kan veronderstellen, dat zij zouden dienen voor watertransport. Deze redeneering is natuurlijk zuiver teleologisch. Bovendien is het ook zeer onlogisch om te zeggen, dat wanneer een plantendeel een bepaalde functie niet kan hebben, dat het dan wel voor iets anders dienst moet doen. In den steel van de zaadlob bij Vicia Faba treden zeefvaten eerst later op, wanneer al een groot deel van het voedsel getransporteerd is. Op dezelfde wijze trekken de schrijvers hieruit de conclusie, dat de zeefvaten in het algemeen geen rol bij dit transport zouden spelen. Uit het ontbreken van zeefvaten in de kleinste uiteinden der nerven maken zij dezelfde gevolgtrekking. Verder zouden de protoplasmaverbindingen in de zeefvaten voor opgeloste stoffen zeer weinig permeabel zijn.

In 1923 verschijnt opnieuw een publicatie van DIXON (31). Hierin wordt betoogd, dat de invloed, die een ringwond in het voorjaar op de ontwikkeling der knoppen uitoefent, door een beschadiging van de oppervlakkige houtlagen teweeg gebracht zou worden. DIXON geeft toe, dat een beweging van kleurstoffen door afgesneden takken min of meer kunst-

matig is. De proeven van RICCA zouden echter de mogelijkheid aantoonen van het transport van een prikkel door het hout in twee richtingen. RICCA veronderstelt daarbij, dat er een hormoon in het spel is. DIXON redeneert nu verder aldus: wanneer het transport van een hormoon door het hout mogelijk is in twee richtingen, waarom zou dan ook het transport van organische voedingsstoffen niet mogelijk zijn?

Dat een transport door het hout in twee richtingen werkelijk mogelijk is, was trouwens reeds in 1920 aangetoond door de proeven van BICH-HIRSCHFELD (6). Zij bestudeerde de uitbreidingssnelheid van $L_i\ NO_3$ in verschillende weefsels, waarbij het L_i spectroscopisch werd aangetoond. In het parenchym van knollen en merg breidde het zout zich slechts langzaam uit. Typisch was, dat de uitbreidingssnelheid grooter werd, nadat het weefsel gedood was. BIRCH-HIRSCHFELD komt dan ook tot de conclusie, dat het levende protoplasma eigenlijk de uitbreidingssnelheid belemmert. Ammoniumcarbonaat breidde zich iets sneller in het parenchym uit en alcohol, waarvoor het protoplasma in hooge mate permeabel is, nog sneller. Een oplossing van methyleenblauw daarentegen breidde zich slechts zeer langzaam uit. In weefselstukjes, waarin phloeem aanwezig was, was de uitbreidingssnelheid van $L_i\ NO_3$ niet sneller dan in gewone parenchymcellen. Wij zien dus, hoe vooral voor stoffen met een hoog moleculairgewicht zooals methyleenblauw, de uitbreidingssnelheid maar zeer gering is en dit alles brengt dan ook de theorie, dat het phloeem de transportbaan der assimilaten zou zijn, sterk aan het wankelen. Terwijl zij uitging van de veronderstelling, dat de assimilaten alleen door het phloeem getransporteerd werden, berekende BIRCH-HIRSCHFELD nu de transportsnelheid. Zij vond, dat er per tijdseenheid 1000 maal zooveel assimilaten vervoerd moeten worden als er $L_i\ NO_3$ getransporteerd werd. Van een versnellende werking van de protoplasmastrooming op het stof-

transport, zooals DE VRIES en BIERBERG het zich denken, wil de schrijfster niets weten, daar er in haar proeven niets van te bespeuren viel. Het is nu echter bij deze proeven de groote vraag, of men uit de uitbreidingssnelheid van L_i NO_3 en methyleenblauw, stoffen, die in de intacte plant niet voorkomen, zoo maar conclusies mag trekken over het transport der assimilaten.

Echter toonde BIRCH-HIRSCHFELD verder nog aan, dat ook water zich in levende parenchymcellen slechts zeer langzaam uitbreidt. In zijn „Pflanzenphysiologie" Bd. I. 1924, zegt JOST hierover: „Vielleicht könnten die Stoffe, welche in der Pflanze normalerweise wandern, durch eine weit gröszere Diffusionsfähigkeit ausgezeichnet sein, als die in den Versuchen BIRCHS benutzten Stoffe, doch bleibt auch dann die Schwierigkeit, dasz sie nicht schneller wandern dürften als reines Wasser, und dasz selbst die Diffusionsgeschwindigkeit von Stoffen, die dem reinen Wasser nichts nachgeben, nicht ausreichen würde, um die beobachtete Wanderungsgeschwindigkeit der Assimilate zu erklären".

Interessant is nu echter, dat BIRCH-HIRSCHFELD het bestaan van omlaag gerichte stroomingen in het houtlichaam heeft kunnen aantoonen en wel zonder medewerking van lager aan den stam zich bevindende transpireerende bladeren. Wanneer n.l. een sneevlak van een zijtak in een oplossing van L_i NO_3 werd gebracht, dan vond bij krachtige transpiratie van de bladeren boven dien zijtak een neerdalend transport in het onbebladerde deel van den tak plaats. De L_i-reactie was na korten tijd tot in de basis van den stam aan te toonen. Typisch was verder, dat de verschillende waterbanen onafhankelijk van elkaar werkten, zoodat in het houtlichaam tegengesteld gerichte stroomingen gelijktijdig naast elkaar verliepen.

In een onderzoek over de beweging van het sap in Coffea arabica in 1929, komt ARNDT (3) tot dezelfde conclusie. Ook

hij vond, dat de transpireerende werking van lager aan de plant bevestigde bladeren, voor het tot stand komen van een neerdalend saptransport geen vereischte was.

Deze onderzoekingen leveren dus een krachtigen steun voor de theorie van DIXON. Het was nu echter de vraag, hoe deze hypothese te rijmen was met de resultaten van HANSTEIN. Hierover is in 1927 een publicatie verschenen van EMMA KASTENS (55). Tegen het transport van organische stoffen door den bast voert Mejuffrouw KASTENS soortgelijke bezwaren aan als DIXON. De mogelijkheid van stoftransport door het hout in twee richtingen werd aangetoond door een proef met Chrysanthemum fructescens floribunda. De stengel werd aan zijn boveneinde doorgesneden en op dit bovenste sneevlak werd een glazen buisje bevestigd. De stengel werd nu met het onderste sneevlak in een kleurstofoplossing gebracht, terwijl in het glazen buisje een andere kleurstofoplossing kwam. In het midden van den stengel ontstond nu in de vaten een mengkleur.

In een andere proef werd de bovenste kleurstof door den top van een blad aangeboden. Het resultaat was hetzelfde. KASTENS trekt de conclusie, dat in één vat een transport in twee richtingen mogelijk is.

Verder werd nu door Mejuffrouw KASTENS aangetoond, dat bij het aanbrengen van een ringwond, er zich slechts dan nieuwe vaatbundelelementen in het merg ontwikkelden, wanneer het houtlichaam door de ringwond beschadigd was. Een voorzichtig geringde tak, waarbij een vochtige doek om het hout werd gelegd, vormde n.l. geen nieuwe elementen in het merg. KASTENS trekt hier de conclusie uit, dat speciaal de oppervlakkige lagen van het houtlichaam voor het neerdalend transport der assimilaten zouden worden gebruikt. Zij herinnert daarbij aan de proeven van STRASBURGER (1891) (106). Deze onderzoeker werkte met Heracleum Sphondylium. In sommige proeven werd de schermsteel

dicht onder het scherm geringd, in andere proeven met een klem stevig in elkaar gedrukt, in weer andere proeven één of twee maal geknakt. Bij het klemmen werd de steel tot op een dikte van 1 mm. ingedrukt. Toch bleven de inflorescenties frisch en verwelkingsverschijnselen traden slechts dan op, wanneer de vaten dichtgedrukt waren. Het resultaat der proeven was nu, dat noch ringen, noch klemmen of knakken de vruchtvorming geheel verhinderde, hoewel het rijpingsproces sterk vertraagd werd. Door het klemmen was dit des te meer het geval, naarmate de klemmen sterker aangetrokken werden. Wat betreft het transport der organische stoffen naar de rijpende vruchten, zegt STRASBURGER: „Dass nach Bedürfniss aber die Benutzung der Wasserbahnen zu diesem Zwecke möglich ist, geht aus unseren Versuchen bestimmt hervor".

Mejuffrouw KASTENS komt nu tot de conclusie, dat de oppervlakkige lagen van het hout zouden dienen voor het neerdalend transport der assimilaten, terwijl het phloeem van belang zou zijn voor het transport van hormonen, welke bij knopontwikkeling en cambiumwerking een rol spelen. Op deze wijze kan men natuurlijk den vertraagden secundairen diktegroei onder een ringwond zeer goed verklaren, hoewel deze verklaringswijze wel sterk den indruk maakt, bijzonder gezocht te zijn. Zoo voert Mejuffrouw KASTENS b.v. bezwaren aan tegen de opvattingen van QUANJER over de phloeemnecrose van de aardappel. Volgens QUANJER (87, 88, 89) is deze phloeemnecrose (d.i. het opzwellen, geel worden en verhouten van de wanden van zeefvaten en begeleidende cellen, doch niet van het bastparenchym) de oorzaak van de bladrolziekte. De ziekte wordt door QUANJER ook met den naam van phloeemnecrose bestempeld. Bij de zieke planten hoopt zich het zetmeel in de bladeren abnormaal sterk op. Verder bleek, dat de jonge knollen zich slecht ontwikkelden en dat de oude knol in vele gevallen

niet voldoende werd uitgeput. QUANJER trekt uit dit alles de conclusie, dat door de degeneratie van het phloeem het transport der assimilaten sterk belemmerd is. QUANJER staat op het standpunt, dat naast de eiwitstoffen ook de koolhydraten, althans voor een belangrijk deel, door de zeefvaten getransporteerd worden. Hij zegt n.l.: „Dass aber die Kohlenhydrate die Siebröhren durchaus nicht für eine normale Aufwärtswanderung entbehren können, geht aus dem viel besprochenen Ausdauern der Mutterknolle bei den „blattrollkranken" Pflanzen hervor".

Hiertegen voert EMMA KASTENS nu aan, dat door SCHANDER, VON TIESENHAUSEN en NEGER aangetoond zou zijn:

1e - dat ook bij andere ziekten behalve de bladrolziekte phloeemnecrose optreedt;
2e - dat bladrolzieke tomaten geen necroseverschijnselen vertoonen;
3e - dat kunstmatig omvouwen der bladeren die verschijnselen zou doen ontstaan.

Het z.g. „rollen" der bladeren zou ontstaan door ophooping van zetmeel in het blad en dit weer door veranderingen in de hoeveelheid der enzymen. De degeneratie van het phloeem zou dus niet de oorzaak, doch een secundair verschijnsel van de ziekte zijn.

De opvattingen van DIXON en EMMA KASTENS zijn sterk bestreden, eenerzijds door CURTIS, anderzijds door WEEVERS. In een reeks onderzoekingen in de jaren 1920 tot 1929 tracht CURTIS aan te toonen, dat zoowel het transport der assimilaten als het transport van anorganische zouten door het phloeem plaats heeft, terwijl de houtvaten slechts voor het transport van water zouden dienen. In 1920 werden proeven beschreven, waarbij takken in het voorjaar op verschillende afstanden van den eindknop geringd werden. Wanneer de ring werd aangebracht in dat deel van den tak,

dat 5-15 jaar oud was, werd de groei van den jongen tak niet belemmerd. Bij het aanbrengen van een ringwond dichter bij den top werd de groei van het stuk boven den ring wel geremd. Dit toont dus aan, dat er wel voedsel door den bast omhoog gevoerd werd, doch dat dit niet van heel ver betrokken werd. Verder werd aangetoond, dat wanneer de ontwikkeling der nieuwe loten slechts even aan den gang was, zij verder hun voedselverbruik konden dekken, met behulp van hetgeen door de nieuwe bladeren geassimileerd werd. Ook maakt CURTIS het zeer waarschijnlijk, dat het reservevoedsel in de lagere gedeelten van den stam en in de wortels in hoofdzaak voor den groei dier wortels gebruikt zou worden.

In een andere publicatie van 1920 werd aangetoond, dat ontbladerde takken, welke tot op het cambium geringd waren, niet verder groeiden. Hieruit trekt CURTIS de conclusie, dat het xyleem het organische voedsel niet kan transporteeren. Was het stuk boven den ring daarentegen niet van zijn bladeren beroofd, dan vormden die bladeren zelf voldoende voedsel. De koolhydraten in het xyleem onder een ringwond zouden niet door het xyleem naar boven kunnen worden getransporteerd. In een afzonderlijke proef werd aangetoond, dat de koolhydraten in het xyleem tusschen twee ringwonden niet verbruikt werden, ook nadat boven en onder de ringwond reeds alle koolhydraten verdwenen waren. CURTIS concludeert hieruit, dat ook wanneer groote hoeveelheden assimilaten in het xyleem aanwezig zijn, er toch geen longitudinaal transport door het xyleem plaats heeft.

In een publicatie van 1923 werd aangetoond, dat wanneer $NaNO_3$ aan den bodem werd toegevoegd, het N- en aschgehalte der bladeren bij planten, die geringd waren, in veel mindere mate toenam dan bij de contrôle-planten. Er werd tevens aangetoond, dat dit niet kwam, doordat de transpiratie bij de geringde planten geringer was. Volgens CURTIS

zouden stikstof- en asch-bestanddeelen eveneens door het phloeem worden getransporteerd.

Deze proeven zijn in strijd met de resultaten van een onderzoek van HIBINO (53) in 1917 met Cornus controversa Hemsl. Deze onderzoeker vond, dat het proteïne- en aschgehalte in takken, die tot op het cambium geringd waren, boven de ringwond hooger was dan in de contrôle-takken. Werd ook een deel van het hout weggenomen, dan vond HIBINO boven de ringwond hooger proteïnegehalte, doch lager aschgehalte. Tegen dit onderzoek voert CURTIS verschillende bezwaren aan, o.a. dat slechts enkele takken onderzocht werden en dat de samenstelling der takken aan het begin van de proef niet onderzocht werd.

In 1925 komt CURTIS (17) op dit zelfde onderwerp nog eens terug. Nu werd aangetoond, dat het transport van nitraten beter ging door een geïsoleerde baststrook, dan door een geïsoleerde strook hout. Bij deze proeven werd er steeds voor gezorgd, dat het xyleem zoo min mogelijk beschadigd werd, terwijl het met paraffine tegen uitdrogen werd behoed. In een reeks proeven met Philadelphus, Berberis, Rhus, enz. werd aangetoond, dat de lengtegroei van een tak boven een wond veel meer geremd werd door het doorsnijden van het phloeem dan van het xyleem. In één dezer proeven was de verminderde groei te verklaren uit verminderd transport van organische stoffen, doch in een andere proef volgens CURTIS zeker niet.

Uit al deze onderzoekingen blijkt dus duidelijk, welk een overwegende beteekenis CURTIS, wat betreft het stoftransport, aan het phloeem toekent[1]). CURTIS is dan ook te beschouwen als de groote tegenstander van DIXON.

Het is nu WEEVERS (113, 114) geweest, die de juistheid

[1]) Dit blijkt ook uit een publicatie van October 1930, waarin de invloed van een spiraalvormig aangebrachte ringwond op het transport wordt onderzocht.

der opvattingen van deze beide onderzoekers aan nieuwe experimenten getoetst heeft. WEEVERS beschrijft ringwondproeven, waarbij de wond door bestrijken met cacaoboter zorgvuldig tegen uitdrogen werd behoed. Geringd werden jonge stammetjes van Abutilon, oude beuken en ook werd gewerkt met Nerium Oleander. De ringwonden werden zeer voorzichtig aangebracht, zoodat het hout niet beschadigd werd. Er bleek nu, dat beuk en Abutilon na eenigen tijd afstierven. Hierbij bleek duidelijk, dat eerst de wortels te gronde gingen en dat pas daarna de rest van de plant, blijkbaar door watergebrek, afstierf. De geringde exemplaren van Nerium Oleander daarentegen stierven niet af, wat dus blijkbaar in verband gebracht moet worden met het feit, dat deze planten intraxylair phloeem hebben. Deze proeven toonen mijns inziens duidelijk aan, dat het neerdalend transport der assimilaten door den bast gaat en zijn in 't geheel niet te rijmen met de ideeën van DIXON en KASTENS. Bij de bestudeering van het vraagstuk, of de organische voedingsstoffen in de lente door het hout of door den bast naar de knoppen worden vervoerd, moest rekening worden gehouden met het feit, dat de jonge bladeren reeds zeer snel in staat zijn, voor de ontwikkeling van de nieuwe loot voldoende voedsel te leveren. Om deze moeilijkheid te ontgaan, werkte WEEVERS met bonte takken van Acer Negundo en Aesculus Hippocastanum. Deze takken gaven soms door knopvariatie zuiver gele loten, welke niet konden assimileeren en voor de proef gebruikt werden. Al het benoodigde voedsel moest dus van de lagere deelen van den tak worden aangevoerd. Werd nu onder den knop een ringwond aangebracht, dan gingen de knoppen na eenigen tijd, waarschijnlijk ten gevolge van watergebrek, te gronde. WEEVERS denkt, dat dit komt doordat de bonte knoppen door gebrek aan organische stoffen niet genoeg zuigkracht zouden kunnen ontwikkelen. Werd nu echter

dezelfde proef met groene exemplaren van Nerium Oleander in het donker herhaald, dan ontwikkelden de knoppen zich wel. Uit dit alles blijkt dus duidelijk, dat de bast ook voor het opstijgend transport der assimilaten noodzakelijk is. Ook met takken van Betula gaf dezelfde proef hetzelfde resultaat. Hieruit zien wij dus, dat zelfs bij planten, die zeer sterk bloeden, het phloeem voor de knopontwikkeling in het donker intact moet zijn.

De resultaten van WEEVERS, wat betreft het transport der organische stoffen, komen dus geheel met die van CURTIS overeen.

Verder zijn in dit verband nog van belang proeven van COSTER, die in het laboratorium van WEEVERS genomen zijn. Werden n.l. bij wilgetakken baststrooken van het hout losgemaakt, zoodanig, dat zij òf alleen aan den bovenkant, òf alleen aan de onderzijde met de rest van den bast in verbinding bleven, dan kon aangetoond worden, dat dergelijke strooken belangrijk in drooggewicht toenamen en ook duidelijk cambiumwerkzaamheid vertoonden. Dit toont dus aan, dat voedseltransport door geïsoleerde baststrooken mogelijk is en vormt opnieuw een sterk argument tegen de opvattingen van KASTENS.

Omtrent het vraagstuk van het stoftransport zijn verder van veel belang de uitgebreide onderzoekingen, die in de jaren 1928, 1929 en 1930 op Trinidad door MASON en MASKELL zijn uitgevoerd. Gewerkt werd met Gossypium herbaceum. In een onderzoek van 1928 werd telkens na bepaalde tijden het koolhydraatgehalte bepaald van bladeren, bladstelen, hout en bast. Er werd nu aangetoond, dat wanneer wij het koolhydraatgehalte als ordinaat afzetten tegen het tijdstip van den dag als abcis, wij een kromme krijgen, die een duidelijk optimum vertoont. Doen wij dit nu zoowel voor de bladschijf, den bladsteel als voor den bast van den stengel, dan zien wij, dat het optimum van den

bast iets later optreedt, dan dat van den bladsteel en dit weer later dan dat van de bladschijf. Deze variaties in het koolhydraatgehalte kwamen vooral op rekening van de saccharose, zoodat het reeds hierdoor waarschijnlijk werd, dat de koolhydraten in den vorm van saccharose getransporteerd zouden worden. Tevens leveren deze proeven opnieuw het bewijs, dat ook de koolhydraten door den bast worden vervoerd. Ook toonden MASON en MASKELL aan, dat na het aanbrengen van een ringwond, het suikergehalte onder de ringwond verminderde.

Hieruit trokken zij volkomen terecht de conclusie, dat de groeistagnatie onder den ring werkelijk het gevolg is van een tekort aan voedsel en niet, zooals KASTENS beweert, door eventueele onderbreking van een transport van hormonen ontstaat.

Zeer belangrijk is verder, dat beide onderzoekers aantoonden, dat het neerdalend transport van kleurstoffen door het hout door een ringwond niet belemmerd werd. Hieruit blijkt dus duidelijk, dat een dergelijk transport van kleurstofoplossingen niets met het normale transport der assimilaten te maken heeft.

Het lijkt mij nu beter de andere onderzoekingen van MASON en MASKELL te bespreken in het tweede deel van dit overzicht, waar meer speciaal het transportmechanisme behandeld zal worden. Wij kunnen dan nu de bespreking omtrent de banen, waarlangs het transport der assimilaten plaats vindt, besluiten met de behandeling van het onderzoek van SCHUMACHER (103) in 1930. Wij kunnen wel zeggen, dat het deze onderzoeker is geweest, die eindelijk de vraag omtrent de transportbanen definitief tot een oplossing gebracht heeft, d.w.z. voor zoover het betreft het transport van de organische stikstof. Het werk van SCHUMACHER vormt min of meer een uitbreiding van het onderzoek van SCHNEIDER-ORELLI.

Er werd gewerkt met bladstelen van Pelargonium zonale, waarin men behalve een krans van kleinere vaatbundels, één grooten centralen vaatbundel vindt. Het gelukte SCHUMACHER nu om door het wegsnijden van de schors en voorzichtig schaven met een scherp mesje, den centralen vaatbundel over een afstand van 2 à 3 cm. vrij te prepareeren. De wond werd met een mengsel van vaseline en paraffine besmeerd. Dusdanig behandelde bladeren bleven twee weken lang turgescent. Het transport der assimilaten werd nu onderzocht, door het stikstofgehalte van kleine stukjes van één en hetzelfde blad aan begin en einde der proef te bepalen. Hierbij werd het N-gehalte (micro-Kjeldahl) uitgedrukt in procenten van het versch-gewicht, volgens welke wijze ook CHIBNAL (1923) (13) en MOTHES (1926) (79) te werk gingen. De duur der proef was steeds ongeveer 6 tot 8 dagen.

Er werd nu allereerst aangetoond, dat wanneer de verbinding van het blad met de plant alleen door den centralen vaatbundel werd onderhouden, er een intensief transport van stikstof te constateeren viel. Werd het bastgedeelte van den vaatbundel ook weggenomen, dan stond het transport van stikstof stil. SCHUMACHER zegt hierbij, dat het stikstofgehalte van de bladschijf wel is waar geringer werd, doch dat een buitengewoon hoog gehalte aan stikstof van den steel boven de operatieplaats daar tegenover stond. Bleef nu echter het bastgedeelte van den vaatbundel alleen intact, dan had het stikstoftransport met normale snelheid plaats. Met deze proef wordt dus duidelijk bewezen, dat het transport der stikstof-bevattende assimilaten door den bast plaats heeft.

In andere proeven werd nu al het weefsel van den bladsteel weggenomen, met uitzondering van een merg- of van twee schorslamellen. Er bleek nu, dat in dit geval geen stikstof werd afgevoerd.

Bij weer een andere proef liet SCHUMACHER een oplossing van eosine in het blad binnendringen, door den bladtop in een oplossing van die kleurstof af te snijden. Hierdoor trad binnen enkele uren in de zeefvaten sterke callusvorming op. Daarentegen werd het bastparenchym in het geheel niet aangetast. Het gelukte nu om aan te toonen, dat planten, wier zeefvaten op deze wijze waren behandeld, niet in staat waren, om zoowel stikstof-bevattende als stikstof-vrije assimilaten op grooten afstand te transporteeren. Dit pleit er dus voor, dat de zeefvaten werkelijk de transportbanen voor den neerdalenden sapstroom zouden zijn. Verder werd nu de snelheid van dit transport theoretisch berekend. Bij deze berekening zijn de doorsnede van het phloeem, de hoeveelheid stikstof, die vervoerd moet worden en de duur van het transport bekend. Door het aantal begeleidende cellen te tellen, kwam SCHUMACHER tot den indruk, dat ruw geschat, slechts 10 % van de oppervlakte van het phloeem door zeefvaten werd ingenomen.

Rekening houdende met het feit, dat eiwitstoffen en aminozuren slechts voor ca. 16 % uit stikstof bestaan en uitgaande van de veronderstelling, dat deze stoffen in oplossingen van 5 % zouden worden getransporteerd, komt SCHUMACHER tot een transportsnelheid van 27—48 cm. per uur, een waarde, die vrij goed met de berekeningen van DIXON en MÜNCH overeenkomt.

Terwijl wij dus op het oogenblik kunnen zeggen, dat het vraagstuk omtrent de transportbanen, vooral door de onderzoekingen van SCHUMACHER en SCHNEIDER-ORELLI tot een oplossing is gekomen, bestaan er over de vraag, op welke wijze dit transport in zijn werk gaat, nog zeer uiteenloopende opvattingen. Reeds eerder hebben wij gezien, hoe SACHS zich voorstelde, dat het zetmeel in de zetmeelscheede getransporteerd zou worden. Het zetmeel zou telkens in de eene cel in oplosbare verbindingen worden omgezet, om in de andere

cel opnieuw in den vorm van zetmeel te worden gecondenseerd. Ten slotte zijn de meeste onderzoekers het er nu wel over eens, dat het transport onmogelijk door een eenvoudig diffusieproces kan worden verklaard. Het transport der assimilaten is daarvoor veel te snel, zooals uit de berekeningen van DIXON, van MÜNCH en van SCHUMACHER duidelijk blijkt. Dit alles is eigenlijk in 1885 door DE VRIES (112) reeds uitvoerig uiteengezet. DE VRIES wijst daarbij op de proeven van GRAHAM en op berekeningen van STEPHAN over de diffusiesnelheid. Hieruit bleek o.a. dat 1 mg. keukenzout, om zich door diffusie uit een 10 % oplossing in water 1 m. te verplaatsen, 319 dagen noodig had. Om nu uit deze moeilijkheid te geraken, riep DE VRIES de protoplasmastrooming te hulp. Hij toonde aan, dat protoplasmastrooming een zeer algemeen voorkomend verschijnsel is. In het phloeem kon hij protoplasmastrooming aantoonen in de begeleidende cellen en in het bastparenchym, terwijl VELTEN (1872) (111) rotatie heeft waargenomen in de zeefvaten en wel bij Sida Napaea, Arundo donax en Aesculus Hippocastanum. Parenchymcellen vertoonen volgens DE VRIES meestal circulatie, terwijl in de schorscellen die het dichtst tegen de vaatbundels aanliggen en langgerekt zijn, de circulatie in rotatie overgaat. In de cellen der zetmeelscheede voert de protoplasmastrooming de zetmeelkorrels met zich mee. DE VRIES trok uit dit alles de conclusie, dat de protoplasmastrooming een groote rol bij het transport der assimilaten zou spelen. Ook KIENITZ-GERLOFF (1891) (57), die in een artikel in de „Botanische Zeitung" de beteekenis der plasmodesmen voor het stoftransport bepleit, wijst op de protoplasmastrooming als een factor, die het stoftransport in hooge mate kan versnellen. BIERBERG (1909) (5) daarentegen komt tot de conclusie, dat protoplasmastrooming toch niet zoo algemeen voorkomt als DE VRIES en KIENITZ-GERLOFF het voorstellen. De schrijver is het met IDA KELLER

eens, wanneer zij beweert, dat protoplasmastrooming geen normaal voorkomend verschijnsel is, hoewel hij toch ook niet gelooft, dat het een symptoom van afsterven der planten zou zijn. Ook wanneer protoplasmastrooming een pathologisch verschijnsel is, zou zij volgens BIERBERG juist tot versnelling van het stoftransport dienst doen. BIERBERG toonde nu verder aan, dat stoffen met een laag moleculairgewicht door de protoplasmastrooming van cel tot cel getransporteerd werden, terwijl kleurstoffen slechts in één cel werden verspreid. De protoplasmastrooming bewerkte bij stoffen met een laag moleculairgewicht een versnelling van het transport. Bij Vallisneria en Elodea werd n.l. aangetoond, dat het transport ruim 3 maal zoo snel was, wanneer het protoplasma roteerde dan wanneer die rotatie tot stilstand was gebracht. Dit laatste werd n.l. bereikt door in het donker met een geringe concentratie van aether te narcotiseeren.

Het is nu misschien goed in dit verband over te gaan tot de bespreking van de proeven van CZAPEK (1897) (19, 20), omdat ook hier de invloed van narcose op het stoftransport ter sprake komt. CZAPEK vond, dat wanneer een bladsteel van de wijnstok met stoom of met een oplossing van chloroform gedood werd, het transport der plastische stoffen uit de bladschijf stil stond. Door narcose van den bladsteel met een oplossing van chloroform van lagere concentratie, werd het transport sterk vertraagd. Daarentegen had plasmolyse van den bladsteel met een oplossing van KNO_3 of van suiker geen invloed op het transport. Dit alles doet CZAPEK er toe besluiten, dat het mechanisme van het transport in een werking van het levende protoplasma der geleidingsbanen is te zoeken. Een transport enkel en alleen door diffusie acht ook hij volkomen onmogelijk. Hier tegenover stelt hij nu zijn theorie van een actief opnemen en afgeven van de getransporteerde stoffen van zeefvat tot

zeefvat. Dit zou gepaard kunnen gaan met chemische binding en afsplitsing. CZAPEK vergelijkt het met de werking van haemoglobine op zuurstof, terwijl hij in dit verband ook op het nut van den langgerekten vorm der veefvaten wijst. Deze opvatting komt dus in hoofdzaak overeen met de wijze, waarop SACHS zich het transport van zetmeel in de zetmeelscheede dacht. De opvatting is ten slotte in hooge mate hypothetisch, doch behoeft daarom nog absoluut niet onwaarschijnlijk te zijn. Om na te gaan of deze opvatting inderdaad juist is, zal echter een veel dieper doordringen in de chemische physiologie van de cel noodzakelijk zijn.

In 1911 is nu op dit werk van CZAPEK critiek geleverd door DELEANO (23). Deze onderzoeker toonde aan, dat wanneer de bladsteel met stoom gedood was, het zetmeel uit de bladschijf langzamer verdween, dan wanneer de bladsteel intact was, doch sneller dan uit bladstukken, welke met hun bovenzijde op water lagen. Bij quantitatieve bepalingen met de drooggewichts-methode (droog-gewicht berekend per eenheid van versch-gewicht) bleek, dat ook door den gedooden bladsteel assimilaten verdwenen, hoewel minder dan door den intacten steel. Proeven over den invloed van plasmolyse werden door DELEANO niet genomen, daar hij kon constateeren, dat de bladstelen onmiddellijk nadat plasmolyse was ingetreden, afstierven. Verder werden door DELEANO proeven beschreven waarbij hoofdnerf en bladsteel over een bepaalden afstand nauwkeurig in het midden overlangs gespleten werden. De eene helft van de steel werd omgeven met een oplossing van chloroform, de andere met water. DELEANO toonde nu aan, dat het zetmeel door de genarcotiseerde helft iets sneller verdween. In een andere proef werd een deel van een blad met de bovenzijde op een oplossing van chloroform gelegd, terwijl een ander deel op water kwam te liggen. Uit het genarcotiseerde deel verdween het zetmeel sneller.

Ten slotte werd echter met de drooggewichts-methode aangetoond, dat narcotiseeren van den bladsteel met een oplossing van 0.06 % chloroform, de transportsnelheid vermindert.

Wij zien dus, dat DELEANO de resultaten van CZAPEK slechts ten deele kon bevestigen en het was daarom, dat ik besloot opnieuw den invloed van de narcose van den bladsteel op het stoftransport te onderzoeken. Het was nu reeds bij den aanvang van mijn onderzoek, mijn doel, niet alleen den ivloed van narcose, doch ook den invloed van de temperatuur van den bladsteel op het transport der plastische stoffen te bestudeeren. Terwijl ik hiermee bezig was, verscheen in 1929 een stuk van CURTIS (18) over den invloed van het koelen van bladstelen op het transport der assimilaten. In dit onderzoek werden bladstelen van Phaseolus gekoeld door er een buis van caoutchouc omheen te binden, terwijl dan door die buis water van verschillende temperaturen geleid kon worden. CURTIS vond nu, dat wanneer bladstelen gekoeld werden tot een temperatuur beneden 6° C, de afvoer der koolhydraten stil stond of sterk vertraagd werd. Het transport werd eenerzijds gemeten met de Jodium-proef, anderzijds door het suikergehalte te bepalen per versch-gewicht, per droog-gewicht en per eenheid van oppervlakte. Steeds werden twee bladeren van één plant met elkaar vergeleken. Deze proeven hadden echter het nadeel, dat de beide bladeren alleen aan het einde van de proef onderzocht werden, terwijl stilzwijgend werd verondersteld, dat zij aan het begin van de proef even veel koolhydraten bevatten. Ik heb zelf bij mijn proeven de helften der bladeren aan het begin en aan het einde der proef weggenomen, waardoor ik dus een indruk kreeg van de hoeveelheid assimilaten, die verdwenen was, en het bovengenoemde bezwaar dus is ondervangen. CURTIS toonde verder aan, dat temperaturen tusschen 25° C en 6-8° C weinig invloed

op het transport hadden, hoewel de protoplasmastrooming door deze temperaturen sterk vertraagd werd. Ook vond hij, dat koelen tusschen 4° C en 6° C invloed had op het opstijgend transport der voedingszouten. Dit zou dus weer pleiten voor zijn opvatting, dat n.l. het phloeem zoowel voor organische als voor anorganische stoffen de transportbaan is. CURTIS staat nu verder op het standpunt van DE VRIES, dat n.l. de protoplasmastrooming bij het transport een groote rol speelt.

Een merkwaardige theorie over de wijze, waarop het transport der assimilaten zou zijn te verklaren, vinden wij bij RYWOSCH (1909) (92). Het is ook vooral daarom, dat ik deze proeven wensch te bespreken, omdat er door JOST (4) in zijn „Pflanzenphysiologie" nog al veel aandacht aan geschonken wordt. RYWOSCH stelde vast, dat wanneer een dennenaald aan één zijde van zijn cuticula beroofd werd en daarna in een oplossing van suiker gezet, het zetmeel steeds optreedt op dat punt van de zetmeelscheede, dat het verst van de wond verwijderd is. Met een blad van een Hyacinth werd dezelfde proef genomen met hetzelfde resultaat. RYWOSCH neemt nu aan, dat de plant op deze wijze in staat zou zijn om al naarmate het noodig is, een diffusieverval in het leven te roepen. Verder toonde hij aan, dat bij het ontkiemen van zaden, het zetmeel het eerst aan den omtrek van het zaad in suiker wordt omgezet, waardoor ook weer een diffusieverval zou ontstaan. In overeenstemming hiermee zou in het scutellum de hoeveelheid zetmeel naar de zijde van de kiem steeds toenemen.

Wat betreft de plaats, waar in het zaad de diastase gevormd wordt, PFEFFER, HANSTEIN en PURIEWITSCH zoeken deze in het endosperm zelf, BROWN en MORRIS in het scutellum, HABERLANDT (1890) in de aleuronlaag. De opvatting van HABERLANDT past natuurlijk het beste in RYWOSCH' theorie. De diastase zou van de peripherie naar het centrum

diffundeeren en in overeenstemming hiermee, zou de suiker langs een diffusieverval van den omtrek naar het centrum worden getransporteerd. Echter blijkt uit de dissertatie van WIJSMAN (116) dat het cylinderepitheel van het schildje de plaats is, waar het meeste diastase gevormd wordt en dit feit is in het geheel niet met de voorstelling van RYWOSCH in overeenstemming te brengen. De opvatting van RYWOSCH is dus, dat de plant reguleerend in het chemisme zou kunnen ingrijpen. Deze resultaten van RYWOSCH konden echter door TOLLENAAR (109) niet worden bevestigd.

Wat nu verder de chemische zijde van het transport der assimilaten betreft, in dit opzicht zijn vooral van belang de onderzoekingen van RUHLAND, TOLLENAAR en van MASON en MASKELL.

In 1912 publiceerde RUHLAND (91) een onderzoek over de koolhydraatstofwisseling van Beta vulgaris. De schrijver kwam hierin tot de conclusie, dat de koolhydraten naar den wortel in hoofdzaak in den vorm van invertsuiker (misschien speciaal fructose) getransporteerd zouden worden, om eerst in den wortel in rietsuiker te worden omgezet. Op den weg van bladschijf naar bladsteel werd naast invertsuiker ook rietsuiker getransporteerd. In de tweede vegetatieperiode werden de koolhydraten in den wortel als rietsuiker vervoerd om eerst bij het binnentreden in de bladeren gesplitst te worden. In de bloemdragende assen daarentegen, beweegt zich de suiker waarschijnlijk voornamelijk als rietsuiker, om eerst in de jonge bloemen te worden omgezet. De cellen van bladeren en bladstelen bleken voor de meeste suikersoorten min of meer permeabel te zijn. Vooral voor rietsuiker en invertsuiker was de permeabiliteit zeer gering. De zeefvaten bleken voor de verschillende suikersoorten al even weinig permeabel te zijn en zouden volgens RUHLAND geen bijzondere rol bij het transport kunnen spelen. Het is natuurlijk ook een raadsel, hoe suikers in zoo groote hoeveelheden

getransporteerd kunnen worden, terwijl het levende protoplasma toch voor suikers slechts zeer weinig permeabel is. Hierop heeft vooral TOLLENAAR (109) gewezen en hij komt zelfs tot de conclusie, dat er in het geheel geen suiker getransporteerd zou worden. Om dit te bewijzen, beschrijft hij de volgende proef: Een tabaksblad werd gedurende 3 dagen met 24000 MK belicht, terwijl een klein stukje van het blad met zwart papier was donker gemaakt. In dit stukje bevatte slechts het parenchym enkele mm. van het belichte deel verwijderd zetmeel, de rest niet. Dit bewijst dus, dat er in drie dagen zoo goed als geen suiker getransporteerd was. Het lijkt mij echter zeer de vraag, of men uit het feit, dat suiker in een bepaald geval niet van een willekeurig punt van het blad naar een ander willekeurig punt vervoerd wordt, ook maar mag concludeeren, dat transport van suiker bij den normalen afvoer van bladparenchym in nerven ook niet kan plaatsvinden. De proef van TOLLENAAR bewijst alleen, dat het bladparenchym voor suikers heel weinig permeabel is, wat trouwens ook reeds in het werk van RUHLAND tot uiting was gekomen. TOLLENAAR stelt zich voortdurend op het standpunt, dat het transport uitsluitend door diffusie zou plaatsvinden en dat dit onmogelijk is, daarover zijn de meeste onderzoekers het nu wel eens. Trouwens, de onderzoekingen, die in de laatste jaren over dit onderwerp door MASON en MASKELL (67, 68, 69, 70, 71, 72) zijn verricht, hebben mijns inziens duidelijk het bewijs geleverd, dat de koolhydraten in den vorm van suiker worden getransporteerd. In hun eerste publicatie van 1928 toonden deze onderzoekers o.a. aan, dat bij het aanbrengen van een ringwond een hoogere concentratie van suiker in den bast optreedt en dat ook de hoeveelheid suiker in de bladeren toeneemt. Deze laatste waarneming bewijst dus, dat het suikertransport uit de bladeren afhankelijk is van het concentratieverschil tusschen blad en bast. Dit bleek

ook het geval te zijn voor het transport naar de jonge vrucht. Nu werd echter verder gevonden, dat de concentratie der suikers in den bast hooger was dan in de bladeren en er viel toch moeilijk te veronderstellen, dat het transport tegen een concentratieverval in zou verloopen.

In hun tweede publicatie van 1928 beschrijven MASON en MASSKELL (68) nu proeven, waarin het hun gelukte om de normale richting van het transport der assimilaten om te keeren. Van een groot aantal katoenplanten werden n.l. in het midden van den stam over een bepaalden afstand alle bladeren en zijtakken weggenomen. In één groep van planten werden ook alle bladeren boven dit middelste stuk weggenomen; in een andere groep alle bladeren er onder. Er werd nu geconstateerd, dat al naar de plaats, waar de assimileerende bladeren zich bevonden, een suikertransport in het middelste stuk van beneden naar boven of van boven naar beneden plaats vond.

In een andere reeks proeven werd aangetoond, dat terwijl de concentratie van alle suikers te zamen in de binnenste en buitenste deelen van den bast ongeveer gelijk is, de concentratie der reduceerende suikers van buiten naar binnen af, die van saccharose daarentegen juist toenam. Verder werd gevonden, dat wanneer de bladeren werden weggenomen, het saccharosegehalte van het centrale gedeelte van den bast sterk afnam. Deze laatste vermindering was in de lagere deelen van den stam veel grooter dan in de hoogere. Ook werd geconstateerd, dat het concentratieverval der verschillende suikersoorten in den bast in radiale richting veel grooter was dan in longitudinale. Hieruit trekken de schrijvers de conclusie, dat er een sterke belemmering aanwezig moet zijn voor het transport in den eersten zin. Verder werd ook vastgesteld, dat het aanbrengen van een ringwond weinig invloed had op de concentratie der reduceerende suikers in den bast, doch dat de concentratie der saccharose

in het centrale gedeelte van den bast boven de ringwond sterk toenam.

Al deze proeven pleiten er voor, dat de koolhydraten in den vorm van saccharose getransporteerd worden en dat dit transport in hoofdzaak in het centrale deel van den bast plaats heeft. Verder werd door MASON en MASKELL de oppervlakte der zeefvaten in verschillende deelen van den bast gemeten en uitgedrukt in procenten van de totale oppervlakte. Er bleek nu, dat dit percentage van buiten naar binnen regelmatig toenam. Wanneer wij nu veronderstellen, dat de zeefvaten in hoofdzaak saccharose, de bastparenchymcellen daarentegen voornamelijk reduceerende suikers bevatten, dan blijkt, dat de verspreiding der verschillende suikersoorten in den bast zeer goed klopt met de verspreiding van de zeefvaten. Veranderingen in het totale suikergehalte van den bast konden in hoofdzaak op rekening worden gebracht van de saccharose in de zeefvaten, terwijl daarentegen het suikergehalte in het parenchym vrij stabiel was. Ook werd berekend, dat de concentratie van reduceerende suikers in de zeefvaten lager moest zijn dan in de bladschijf. MASON en MASKELL stellen zich voor, dat de koolhydraten in den vorm van reduceerende suiker van het bladparenchym in de zeefvaten zouden worden getransporteerd en dat die reduceerende suiker daar zou worden omgezet in rietsuiker, waarvoor dan misschien het protoplasma der zeefvaten minder permeabel zou kunnen zijn. Wij zien dus, dat hoewel de concentratie van alle suikers te zamen in den bast hooger is dan in het blad, dit nog geen beletsel voor een stoftransport van blad naar bast behoeft te wezen. De transportsnelheid van de suiker in de zeefvaten bleek nu evenredig te zijn met het concentratieverval. Dat echter dit transport veel sneller is dan diffusie, blijkt uit een berekening van de schrijvers. Zij vonden n.l., dat wanneer men het suikertransport als een diffusieproces zou wenschen op

te vatten, de diffusieconstante ongeveer 40.000 maal grooter zou moeten zijn dan de diffusieconstante voor een 2 % oplossing van saccharose in water.

In 1929 worden nu door MASON en MASKELL (69, 70) soortgelijke proeven beschreven over het transport der stikstofbevattende assimilaten. Weer werd aangetoond, dat door het aanbrengen van een ringwond het stikstof-gehalte in bast en hout boven den ring toe, er onder daarentegen afnam. In tegenstelling met de resultaten van CURTIS werd echter gevonden, dat het opstijgend transport van anorganische stikstof niet beïnvloed werd. Door geïsoleerde basstrooken had een neerdalend transport van stikstof plaats. Hoewel het dus wel zeker is, dat de N-bevattende assimilaten evenals de N-vrije door den bast getransporteerd worden, werd gevonden, dat dit N-transport in den bast plaats had tegen een concentratieverval van oplosbare stikstof in (alle stikstof behalve die der eiwitten). De bladeren echter vertoonden in het bovenste gedeelte van de plant wel een hoogere concentratie van stikstof dan in de lagere deelen.

In verband met de richting van het transport zouden wij dus kunnen zeggen, dat er voor stikstof in den bast een negatief concentratieverval bestaat. Dit negatief verval voor de oplosbare stikstof was het grootst in de centrale deelen van den bast, terwijl ook voor asparagine en aminozuren, twee stoffen, die het meest voor transport in aanmerking komen, het verval negatief was.

In 1930 verschijnen nu over het transport der N-bevattende assimilaten, opnieuw twee publicaties van MASON en MASKELL (71, 72), die eigenlijk de verklaring brengen van de wonderlijke verhouding tusschen het concentratieverval en de richting van het transport. Werd door het wegnemen van de bladeren het stoftransport tot stilstand gebracht, dan verdween het positief concentratieverval der koolhydra-

ten, terwijl het negatief verval voor de stikstof nog grooter werd. De schrijvers veronderstellen nu, dat er in den bast een positief concentratieverval zou bestaan voor die N-bevattende assimilaten, die werkelijk getransporteerd worden; dit verval zou echter worden overdekt door een negatief verval van reserve-N, dat steeds aanwezig zou zijn. Deze veronderstelling klopt ook met de waarneming, dat wanneer de richting van het transport op de boven beschreven wijze kunstmatig werd omgekeerd, het concentratieverval van de suikers ook werd omgekeerd, terwijl daarentegen het negatief concentratieverval van de stikstof nog des te grooter werd. Wij moeten ons dus voorstellen, dat het oorspronkelijke concentratieverval van de stikstof, die getransporteerd wordt in een tegengesteld verval verandert en nu het concentratieverval van de reserve-stikstof nog grooter maakt. Daar deze concentratieveranderingen in hoofdzaak beperkt waren tot het binnenste gedeelte van den bast, wordt het vermoeden levendig, dat het positief concentratieverval van de transport-stikstof aanwezig is in de zeefvaten, terwijl daarentegen het negatief verval der reserve-stikstof tot de andere elementen van den bast zou zijn beperkt. In hun tweede publicatie van 1930 wordt deze gedachtengang verder uitgewerkt. Hier komen de schrijvers tot de conclusie, dat waarschijnlijk alle soorten van stikstof-bevattende assimilaten, althans voor een deel, aan het transport zouden deelnemen.

Samenvattende kunnen wij dus zeggen, dat de hoofdinhoud van het werk van MASON en MASKELL tot de volgende resultaten voert:

1e - Zoowel N-bevattende als N-vrije assimilaten worden door de zeefvaten getransporteerd.

2e - In beide gevallen ligt aan dit transport een positief concentratieverval ten grondslag; althans voor zoover deze stoffen werkelijk aan het transport deel-

nemen. Deze proeven toonen opnieuw het onhoudbare van de opvattingen van DIXON aan.

Toch zou ik nog een oogenblik stil willen staan bij de wijze, waarop DIXON zich voorstelt, dat het transport der plastische stoffen in de houtbanen in zijn werk zou gaan. In een publicatie van 1922 zet DIXON (28, 29) zijn opvattingen uiteen. Het hout van de vaatbundels zou door ondoorlaatbare gedeelten in longitudinale strooken verdeeld zijn. Op deze wijze zou in de eene strook een opstijgend transport kunnen plaats hebben, terwijl vlak daarnaast het transport juist in dalende richting zou verloopen. In bladnerven en bladsteel zouden die ondoorlaatbare strooken uit parenchymcellen bestaan. DIXON stelt zich nu voor, dat wanneer de zuigkracht in een vat boven een bepaald maximum stijgt, dit op de cellen van het blad dusdanig prikkelend zou werken, dat hun protoplasma voor opgeloste stoffen plotseling veel meer permeabel zou worden. De zuigkracht der cellen zou zoo sterk verminderen, dat een neerdalende strooming door de houtvaten er het resultaat van zou zijn.

Deze permeabiliteitsveranderingen zouden nu in verband staan met de volumeveranderingen, welke door MALLOCK (1919) en MAC DOUGAL (1921) (33, 34, 35) bij boomen zijn aangetoond. MAC DOUGAL werkte met de z.g. dendrograaf, een toestel, waarmee hij den diktegroei van boomen kon registreeren. Hierbij vond hij, dat de dikte van stam en takken ook aan dagelijksche variaties onderhevig was. De maximum-dikte werd direct na zonsopgang bereikt, een minimum kort na den middag. DIXON stelt zich nu voor, dat het terugstroomen van sap door het houtlichaam met deze volumeveranderingen in verband zou staan.

Wat betreft het voorkomen van suiker in de houtbanen, door de proeven van TH. HARTIG (1858) (49) zou dit volgens DIXON reeds waarschijnlijk zijn geworden.

A. FISCHER (1888) (38) toonde aan, dat suiker gedurende het geheele jaar in het sap van het hout voorkwam, terwijl dit in 1916 door DIXON en ATKINS (25, 26, 27) werd bevestigd.

In een tweede publicatie van 1922 beschrijft DIXON (29) nu de volgende proef: door de bladeren van Sambucus nigra en van Tilia americana aan ca. 30 atmosferen druk bloot te stellen, slaagde DIXON er in om sap uit de stengels te persen. In dit sap konden echter geen koolhydraten worden aangetoond. Werd nu echter in de z.g. drukkamer een klein beetje toluol gebracht, een stof, die de bladcellen meer permeabel maakt, dan zag DIXON, dat reeds bij lageren druk sap uittrad en dat in dit sap wel koolhydraten waren aan te toonen. Wanneer een blaadje van een Sambucusblad aan toluol-damp werd blootgesteld, dan verdwenen de assimilaten snel uit het blad, terwijl later in de houtvaten een bruin sap te vinden was. Hoewel uit deze proeven nu inderdaad blijkt, dat door permeabiliteitsveranderingen gepaard met hoogen druk koolhydraten in de houtbanen kunnen treden en een saptransport in neerdalende richting kan ontstaan, zegt dit nog absoluut niet, dat het transport der plastische stoffen nu in de intacte plant ook zoo gebeuren moet. Trouwens, dat bij permeabiliteitsveranderingen opgeloste stoffen uit de bladcellen naar buiten gaan, is zonder deze proef ook wel in te zien. Voor het overige geloof ik ook, dat de opvattingen van DIXON, KASTENS en BIRCH-HIRSCHFELD, vooral door het werk van MASON en MASKELL en van SCHUMACHER, dusdanig zijn weerlegd, dat het niet noodig is, er hier langer bij stil te staan.

In de laatste jaren is nu echter over het transport der assimilaten nog weer een nieuwe theorie gelanceerd en wel door MÜNCH (80, 81, 82). Deze onderzoeker staat niet op het standpunt dat een transport door diffusie op de een of andere wijze zou worden versneld, doch dat er een strooming van een oplossing door de zeefvaten zou plaatsvinden. In

1926 en 1927 heeft hij zijn ideeën in voorloopige mededeelingen uiteengezet, terwijl er in 1930 een groote publicatie over verschenen is. Zijn theorie komt in hoofdzaak op het volgende neer:

Denken wij ons, dat er tusschen de parenchymcellen van het blad en de zeefvaten een verbinding bestaat, waardoor opgeloste stoffen gemakkelijk heen kunnen, terwijl de rest van het protoplasma dier cel minder permeabel zou zijn, dan zuigt deze cel voortdurend water uit de houtvaten op en perst tegelijkertijd een oplossing in het zeefvat. Dit zeefvat is dan n.l. te vergelijken met de stijgbuis van een osmometer, welke in dit geval natuurlijk naar omlaag gericht is. Dit omlaag persen van oplossing zal zoo lang doorgaan, tot er geen osmotisch werkzame stoffen in de bladcel meer aanwezig zijn. MÜNCH zegt hier nu echter, dat wij voor dit laatste nooit behoeven te vreezen, daar er door de assimilatie voortdurend osmotisch werkzame stoffen in de cel worden geproduceerd. In de cellen van het cambium zou nu een tegengesteld proces plaatsvinden. In deze cellen worden n.l. voortdurend opgeloste stoffen in vaste stoffen (hout, enz.) omgezet. Op gelijke wijze als PFEFFER dit reeds had aangetoond, zou hier water uit de cel worden geperst. Tegelijkertijd zou echter weer oplossing uit de zeefvaten nastroomen. Nu is het echter nog de vraag, waar dit uitgeperste water blijven moet. Volgens MÜNCH zou dit geperst worden naar de plaatsen, waar de geringste druk heerscht, n.l. de houtvaten. De theorie van MÜNCH zou dus eenerzijds een verklaring geven van het ontstaan van den neerdalenden sapstroom, terwijl zij anderzijds zou duidelijk maken, op welke wijze de levende elementen een rol kunnen spelen bij het opstijgend transport van anorganische zouten. MÜNCH gaat zelfs zoo ver, dat hij den worteldruk door een dergelijke uitpersing van water uit de cambiumcellen wil verklaren. Om deze uitpersing aan te toonen, heeft MÜNCH de volgende

proef genomen: Bij een eik werd een baststrook van 7 à 10 cm. breedte en 145 cm. lengte, zoodanig van het hout losgemaakt, dat zij alleen nog aan de bovenzijde met de rest van de plant in verbinding was. Uit zulk een baststrook werd nu in den loop van den zomer in één geval 425 cc., in een ander geval 320 cc. vloeistof opgevangen. Voor deze uitpersing was het echter absoluut noodzakelijk, dat de baststrook levend was en met de rest van den boom in verbinding stond. In een groote publicatie van 1930 wordt deze theorie nu nog eens zeer breedvoerig uiteengezet. MÜNCH zegt daar o.a.: „Die Energie zu diesen Arbeitsleistungen ist die Expansionsenergie der gelösten Stoffe, die im osmotischen System nicht nur als Diffusionsenergie, sondern auch, und zwar in weit wirksamerer Weise, als osmotische Energie zur Wirkung kommt und als solche in mechanischen Druck umgesetzt werden kann". Ook wijst MÜNCH er op, dat de doorsnede van de geleidingsbanen zoo bijzonder klein is, in verhouding tot het aanrakingsoppervlak tusschen bladparenchymcellen en vaatbundels. Hiervoor zegt hij n.l.: „In dieser Weise wird die Anfangsgeschwindigkeit der auswandernden Assimilate, die im assimilierenden Blattparenchym nur wenige μ im Tage beträgt, in den Siebröhren auf das Millionenfache übersetzt". MÜNCH vergeet hier echter geheel, dat wanneer men de snelheid grooter maakt, door de doorsnede der transportbanen kleiner te maken, de transportsnelheid in aantal cc. per eenheid van doorsnede in het geheel niet grooter wordt en eerder nog kleiner door den veel grooteren wrijvingsweerstand. Verder is de veronderstelling, dat de scheidingswand tusschen parenchymcel en zeefvat voor opgeloste stoffen zoo sterk permeabel zou zijn, niet veel meer dan een hypothese, die door geen enkele waarneming wordt gesteund. In dit verband is echter wel merkwaardig, dat MASON en MASKELL tot de slotsom komen, dat de koolhydraten in den vorm van

reduceerende suiker naar het zeefvat getransporteerd worden en in het zeefvat in saccharose zouden worden omgezet. Zij nemen daarbij aan, dat het protoplasma der zeefvaten voor saccharose minder permeabel zou zijn. Men zou zich nu echter kunnen afvragen, of een dergelijke werking als MÜNCH voor de cellen van het bladparenchym beschrijft, dan niet voor de bovenste uiteinden der zeefvaten tot zijn recht zou kunnen komen.

Verder wijst MÜNCH nog op de grootte van den osmotischen druk in verschillende deelen van den stengel. De osmotische druk was het grootste in de assimileerende bladcellen en nam vandaar naar beneden toe in het algemeen regelmatig af. MÜNCH zegt hierover: „Im Wechsel der Assimilation und der Wasserversorgung unterliegt der Druck selbsttätiger Regelung, die in der Wirkung unter das allgemeine „Prinzip des kleinsten Zwanges" einzureihen und die Gleichmäszigkeit der Druckströmung gewährleistet".

Over het algemeen voert MÜNCH echter zeer weinig feiten aan om zijn theorie te staven. Alle opvattingen maken den indruk, sterk theoretisch te zijn. Het zwaartepunt van de theorie ligt eigenlijk bij de veronderstelling, dat de energie voor het transport door de werking der bladcellen en cambiumcellen geleverd zou worden, terwijl de zeefvaten slechts kanalen zouden zijn. Hiertegen pleiten in hooge mate de resultaten van CZAPEK, DELEANO en CURTIS, terwijl ik ook meen te kunnen zeggen, dat mijn eigen onderzoek de juistheid van MÜNCH's theorie niet waarschijnlijker maakt.

Ik zou nu nog even willen noemen een onderzoek van A. S. CRAFTS (Plant Physiology Vol. 6 1931 p. 1), waarin de schrijver de opvatting verdedigt, dat de assimilaten door de celwanden van den bast getransporteerd zouden worden. Deze theorie lijkt mij echter vrij onwaarschijnlijk.

Wanneer wij ten slotte den stand van zaken op het oogenblik zouden willen samenvatten, dan kunnen wij

zeggen, dat vrijwel zeker het bewijs geleverd is, dat de assimilaten door de zeefvaten getransporteerd worden (SCHNEIDER-ORELLI, MASON en MASKELL, SCHUMACHER), doch dat wij wat betreft de wijze waarop een dergelijk snel transport in zijn werk zou kunnen gaan, nog vrijwel volkomen in het duister tasten.

HOOFDSTUK II

TECHNIEK

§ 1 — Materiaal.

Als materiaal voor de proeven, waarbij het transport met de drooggewichts-methode werd bepaald, dienden jonge exemplaren van Phaseolus multiflorus Lmk., de pronkboon. De boonen werden eerst in platte bakken uitgelegd en als zij gekiemd waren, werd elke plant in een pot gebracht. De planten vormden dan een stammetje van ongeveer 1½ dm. lengte, terwijl de beide eerste bladeren, die enkelvoudig zijn en tegenoverstaand, zich uitstekend voor de proef leenen. Van elke plant werd één bladsteel gekoeld of genarcotiseerd, terwijl de andere als contrôle-steel fungeerde. Door den top van den stengel boven dit eerste paar bladeren te verwijderen, ontwikkelden zich beide bladeren bijzonder krachtig. Het was echter niet altijd gemakkelijk om goede planten te krijgen. Vele planten vertoonden n.l. in hun bladeren allerlei kronkels, waardoor het onmogelijk werd om de bladhelften vlak genoeg uit te spreiden om de oppervlakte te kunnen bepalen. De goede exemplaren waren, wanneer zij 3 à 4 weken oud waren, uitstekend voor de proef te gebruiken. In het algemeen vond ik, dat jonge planten hun zetmeel 's nachts sneller verliezen dan oudere. Waarschijnlijk houdt dit echter in hooge mate verband met het feit, dat oudere bladeren veel meer kunnen assimileeren, daar zij per eenheid van oppervlakte veel meer chlorophyl bevatten.

§ 2 — Belichtingswijze.

In enkele proeven, waarbij de planten in plaats van met zonlicht, met kunstlicht moesten assimileeren, werden hiervoor groote Philips-Argon-lampen gebruikt van 1000 K. Deze lampen ontwikkelden buitengewoon veel warmtestralen en werden daarom met behulp van metalen beugels in groote glazen bakken, hangend bevestigd. Door deze bakken werd nu voortdurend koud leidingwater gevoerd, waardoor de warmtestralen voldoende werden weggenomen. Bij de koelproef van 29 April 1930 waren 3 lampen te zamen in een grooten glazen bak gemonteerd, terwijl bij de koelproeven van 5 en 19 November 1930 twee lampen werden gebruikt, welke ieder in een hoogen glazen cylinder bevestigd waren. De planten werden steeds zoo gelijkmatig mogelijk om de lampen geplaatst, en, waar dit noodig was, werd met behulp van spiegels ook van het teruggekaatste licht gebruik gemaakt. Zooals uit een publicatie van Roodenburg (90) van October 1930 blijkt, hebben gloeilampen voor kunstlichtcultuur het bezwaar, dat zij weinig zichtbare en veel warmtestralen uitzenden. Roodenburg vond, dat het gebruik van Neonbuizen sterk was aan te bevelen, omdat deze buizen meer zichtbare stralen geven en het licht tevens gelijkmatiger wordt verdeeld. Om de belichting nog gelijkmatiger te maken, heeft hij ook een specialen reflector geconstrueerd. Daar er echter in mijn onderzoek slechts in enkele gevallen met kunstlicht gewerkt werd en het gebruik van Neonbuizen het bezwaar heeft, dat men een transformator noodig heeft, om de spanning van den stadsstroom tot 5000 Volt op te voeren, heb ik mij voor de enkele proeven, waarbij ik kunstlicht gebruikte, op de boven beschreven wijze beholpen.

§ 3 — Wijze van narcotiseeren.

Het narcotiseeren van den bladsteel gebeurde in een aan-

tal gevallen met aetherdamp, doch meestal werd de steel omgeven met een oplossing van chloroform. Wanneer ik aetherdamp gebruikte, dan werd de bladsteel in een koperen buisje gebracht, hetwelk aan beide zijden open was, terwijl er van boven een reep koper uit was weggenomen om den bladsteel door te laten. De beide uiteinden van het buisje werden met stoppen van caoutchouc gesloten, terwijl deze stoppen zoodanig doorboord waren, dat zij om den steel gebracht konden worden. Door elk van deze stoppen was bovendien een glazen buisje gebracht om den aetherdamp door het koperen kamertje, dat van boven met een dekseltje werd gesloten, heen te kunnen zuigen. Een der glazen buisjes was door middel van een rubberbuis met een kolfje verbonden, in welk kolfje aether aan den kook gebracht kon worden. Het andere glazen buisje werd op gelijke wijze met een waterstraal-luchtpomp in verbinding gebracht. Door nu de aether aan den kook te brengen en de luchtpomp in werking te stellen, kon aetherdamp gedurende eenigen tijd langs den bladsteel worden gezogen. De tijd, gedurende welken gezogen werd, was meestal zeer kort, daar de steel zeer snel haar turgescentie verloor.

Wanneer met een oplossing van chloroform genarcotiseerd werd, dan werd de bladsteel over een bekerglas gelegd, waarin zich watten bevonden, die met een oplossing van chloroform bevochtigd waren. De steel werd steeds van een aantal kleine, oppervlakkig aangebrachte prikjes voorzien opdat het narcoticum beter kon doordringen. De vochtige watten werden over den steel heen gespreid en het geheel met zilverpapier tegen verdamping afgesloten.

§ 4 — Het verwarmen en koelen van den bladsteel.

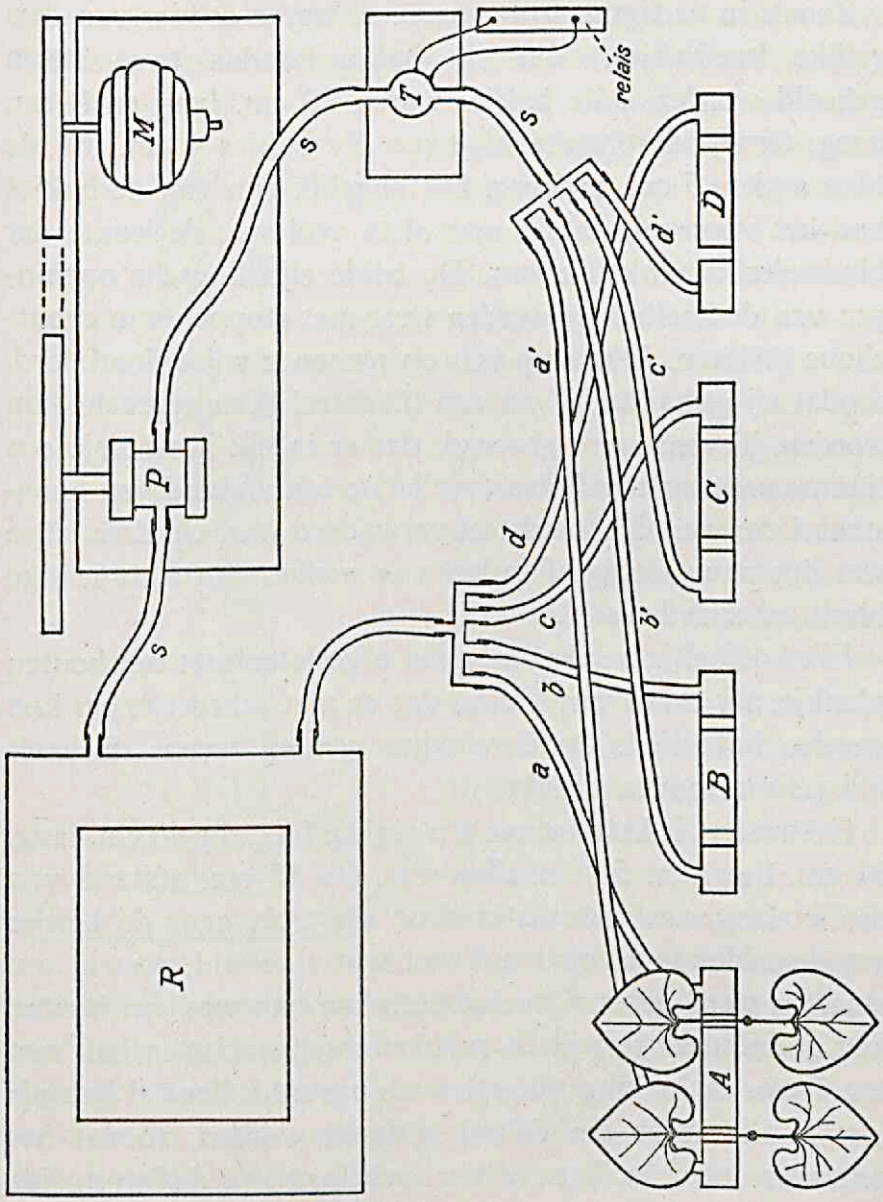
Voor het verwarmen van den bladsteel werd een zinken bak gebruikt, die van boven open was. Boven in dezen bak was een koperen buis gesoldeerd, waarin de bladsteel kwam

te liggen. De bladsteel bevond zich dus in lucht binnen in de koperen buis. Het water in den bak werd door middel van een thermoregulator op constante temperatuur gehouden. Op deze wijze namen buis en bladsteel, die aan alle zijden door dit water omgeven waren, spoedig deze temperatuur aan. De buis kon aan de zijkanten met stoppen van caoutchouc, van boven met een koperen dekseltje worden afgesloten.

In de gevallen, waarin de bladsteel met behulp van leidingwater werd gekoeld, werd een soortgelijke bak gebruikt, die dan echter van boven gesloten was. Aan dezen bak was tevens een toevoer- en een afvoerbuisje gesoldeerd, zoodat hij voortdurend met leidingwater kon worden doorstroomd.

Ten slotte wil ik van de wijze, waarop de bladsteel tot temperaturen beneden 10° C gekoeld werd, nog een korte beschrijving geven aan de hand van figuur 1. A, B, C en D zijn koelbakjes, die op dezelfde wijze zijn ingericht als degene, die voor het koelen met leidingwater werden gebruikt. Met elk bakje konden twee bladstelen gekoeld worden. Door deze bakjes werd nu met behulp van de pomp P zoo lang ijswater gezogen, totdat de bladstelen de gewenschte temperatuur verkregen hadden. Op dat tijdstip werd met behulp van de thermoregulator T en een relais de motor automatisch uitgeschakeld, waardoor de pomp tot stilstand werd gebracht. Zoodra de temperatuur van het water in de koelbakjes te hoog werd, werden pomp en motor weer automatisch in werking gebracht.

Het koelwater werd nu vanuit het reservoir R door de buizen a, b, c en d naar de koelbakjes A, B, C en D gezogen. Vervolgens stroomde het water door de buizen a^1, b^1, c^1 en d^1 naar de buis S, vanwaar het in reservoir R terugkeerde. In de buis S zijn de thermoregulator T en de pomp P ingeschakeld. Alleen voor koelbakje A is schematisch in de


M
P
T
relais
s
s
s
R
a
b
c
d
a'
b'
c'
d'
A
B
C
D

figuur aangegeven, op welke wijze de bladstelen in de koperen buisjes kwamen te liggen.

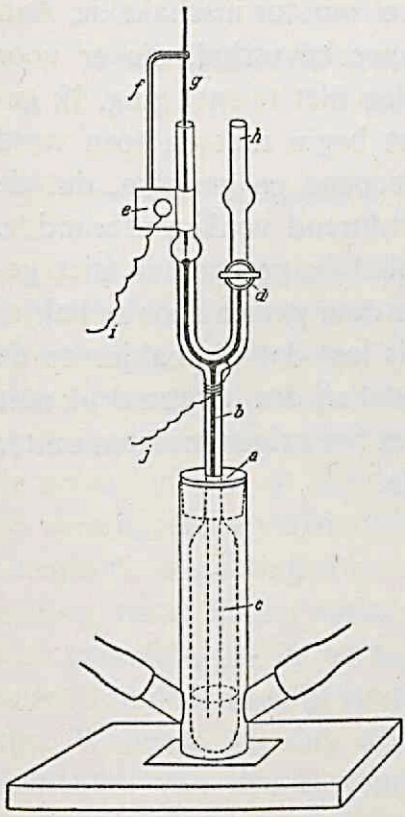
Zooals in de figuur is aangegeven, waren er vier van dergelijke koelbakjes. Met elk bakje konden twee stelen gekoeld worden. Alle bakjes waren 30 cm. lang en 8 cm. hoog, terwijl de breedte bij twee der bakjes 4 cm., bij de twee andere 5 cm. bedroeg. Dit ongelijk zijn van de bakjes had het voordeel, dat ik niet al te veel van de lengte der bladstelen afhankelijk was. De beide zijdelingsche openingen van de koelbakjes werden weer met stoppen van caoutchouc gesloten. Elke stop was op passende wijze doorboord, zoodat zij gemakkelijk om den bladsteel heen gebracht kon worden. Tevens werd gezorgd, dat er in elk koelbuisje een thermometer aanwezig was, welke op een afstand van hoogstens 1 cm. van den bladsteel verwijderd was. Op deze wijze was dus nauwkeurig af te lezen op welke temperatuur elke bladsteel zich bevond.

Elk koelbakje werd van boven afgesloten met een houten plankje, ter dikte van 1 cm., dat er met schroefjes op kon worden bevestigd. Op deze wijze werden tevens de koelbuisjes van boven bedekt.

Het reservoir bestond uit een zinken bak, die 40 cm. lang, 31 cm. breed en 50 cm. diep was. Op 15 cm. afstand van den bodem werd het water door een buis naar de bakjes gezogen. Het reservoir werd met water gevuld, waarin een staaf ijs werd gezet. Om dezen zinken bak was een houten kist getimmerd, terwijl de ruimte tusschen kist en bak met een 7 cm. dikke laag zaagsel was opgevuld. Zoowel bak als kist konden met een deksel gesloten worden, zoodat het reservoir door een 7 cm. dikke luchtlaag aan de bovenzijde werd geïsoleerd.

Ten slotte kunnen wij aan de hand van figuur 2 nog een korte beschrijving geven van den thermoregulator. Deze bestond uit een koperen buis, die op een plankje verticaal

bevestigd was en van boven met een stop van caoutchouc gesloten kon worden. Deze koperen buis was 12,5 cm. lang en had een middellijn van 2 cm. Van onderen waren er twee zijbuisjes aan bevestigd, door het eene stroomde het ijswater binnen, terwijl het door het andere weer via de pomp naar het reservoir terugkeerde. Door de rubberstop *a* was een glazen buis *b* aangebracht, welke van onderen in een gesloten reservoir *c* uitliep. Van boven was op de glazen buis een U-vormig gebogen stuk bevestigd. Beide beenen van dit stuk hadden een bolvormige verwijding, terwijl in het eene been een kraan *d* was ingeschakeld. Beide beenen waren van boven open. Verder was om het bovenste stuk van het andere been een koperen klem *e* gemonteerd, die met een schroefje stevig kon worden vast gezet. Deze klem liep in een beugeltje *f* uit, dat van boven een opening had, waardoor de metalen naald *g* hooger en lager bevestigd kon worden. Deze naald had van onderen een punt van platina. Door de opening *h* werd nu het heele apparaatje met kwik gevuld. Met behulp van de kraan *d* kon er voor worden gezorgd, dat het kwik in het andere been de vereischte hoogte kreeg, waarna de kraan gesloten werd.



Door middel van de geleidingsdraden *i* en *j* was de regulator met een relais verbonden. De draad *i* was aan de klem *e*

bevestigd, terwijl het uiteinde van de draad *j* in de buis *b* was ingesmolten. Wanneer de temperatuur van het water in de groote koperen buis te hoog werd, dan steeg het kwik en maakte contact met de onderste punt van de naald *g*. Hierdoor werd een electrische stroom gesloten, die via het relais den stroom van den electromotor inschakelde. Aan het relais was een z.g. oliedemper bevestigd, die er voor zorgde, dat het in- en uitschakelen niet te snel ging. Ik gebruikte dezen oliedemper in het begin niet en toen werd de stroom zoo snel achtereen geopend en gesloten, dat de punt van naald *g* door het voortdurend vonken afbrandde.

Het water werd door de koelbakjes gezogen en niet geperst. In het begin, toen het water door persen door de bakjes werd gedreven, had ik n.l. steeds last dat die bakjes op de soldeerplaatsen lek werden, doordat zij den hoogen druk niet konden weerstaan. In verband met het zuigen moesten echter alle rubberbuizen dikwandig zijn.

HOOFDSTUK III

ONDERZOEK MET DE JODIUM-PROEF VAN SACHS

§ 1 — Het vraagstuk.

Het doel van dit onderzoek was, na te gaan of het koelen (respectievelijk het verwarmen) en het narcotiseeren van den bladsteel op het transport der assimilaten van invloed is. Hierbij is het echter noodzakelijk, om uitsluitend den steel te behandelen. Wanneer men n.l. behalve den bladsteel ook de bladschijf aan de lagere temperatuur blootstelt, kunnen de verschijnselen vertroebeld worden, doordat men met de chemische omzettingen in de schijf te maken krijgt. Wij hebben reeds in het eerste hoofdstuk gezien, hoe MÜNCH zich voorstelt, dat de oorzaken van het stoftransport in de cellen van de bladschijf en in die van het cambium te zoeken zijn. Wanneer wij dus willen onderzoeken of de levende elementen van den transportbaan bij den afvoer een rol spelen, dan is het zaak om ons onderzoek tot den bladsteel te beperken.

Verder is uit den aard der zaak van temperatuursverlaging meer invloed te verwachten dan van temperatuursverhooging.

Stellen wij ons b.v. met DE VRIES op het standpunt, dat het stoftransport zou berusten op een diffusieproces, dat in hooge mate door protoplasmastrooming zou worden versneld, dan kunnen wij alleen van temperatuursverlaging, dus van vertraging der protoplasmastrooming invloed ver-

wachten. Immers alleen in geval van temperatuursverlaging zal het stoftransport in het behandelde steelstuk als limiteerende factor gaan werken en alleen dan zal ophooging van assimilaten in de bladschijf het resultaat zijn. Uit deze ophooping kunnen wij weer omgekeerd besluiten, dat de temperatuur op het stoftransport van invloed is. Wel is waar kunnen wij ons voorstellen, dat temperaturen in de buurt van het maximum ook remmend op het transport werken, doch daar krijgen wij al spoedig met sterke beschadiging van het levende weefsel te maken.

§ 2 — De invloed van de temperatuur van den bladsteel op den afvoer der assimilaten.

Hoewel dus van koelen der bladstelen het meeste te verwachten was, werd toch ook in een aantal proeven met verhoogde temperatuur gewerkt. Zoowel de wijze, waarop de bladstelen gekoeld als verwarmd werden, is in hoofdstuk II beschreven, zoodat wij er hier niet verder over behoeven uit te wijden.

Wij kunnen dus nu tot de beschrijving der afzonderlijke proeven overgaan.

Proef van 14 Juni 1928.

Om 4 u. 30 n.m. werd een kastanje-tak van buiten in de donkere kamer gebracht en in water gezet. Eén bladsteel kwam in het verwarmingstoestel (temp. 31° C), de andere bleef op kamertemperatuur (22° C). In het begin kleurden zich beide bladeren met de J-proef even blauw. Den volgenden morgen bevatte het contrôle-blad nog eenig zetmeel, terwijl uit het andere zoo goed als alles verdwenen was.

Proef van 15 Juni 1928.

Om 10 u. 45 v.m. werd weer een kastanje-tak in de donkere

kamer gebracht. De temperatuur van den verwarmden bladsteel was 31° C, die van den contrôle-steel 22° C. Het blad, waarvan de bladsteel op kamertemperatuur bleef, kleurde zich bij het begin met de J-proef iets donkerder. 's Middags om 4 u. 30 en den volgenden morgen om 9 u. 30 werden de bladeren opnieuw met de J-proef onderzocht. Van eenig verschil in blauwkleuring viel niets te bespeuren.

Proef van 18 Juni 1928.

Een kastanje-tak werd 's middags om 4 u. 30 in het donker gebracht. Beide bladeren bevatten evenveel zetmeel. De temperatuur van den eenen bladsteel werd op 29.5° C gebracht, terwijl de contrôle-steel op kamertemperatuur bleef. Den volgenden morgen om 10 u. 45 bevatte het contrôle-blad het minste zetmeel. Om 12 u. 30 bevatten geen der bladeren meer zetmeel.

Bij een aantal andere proefjes werd nu de eene bladsteel verwarmd en de andere gekoeld.

Proef van 27 Juni 1928.

Om 12 uur v.m. werd een kastanje-tak in het donker gebracht. Van twee tegenoverstaande bladeren werd één steel in het verwarmings-, de andere in het koelapparaat gebracht (temperaturen respectievelijk 27.5 en 14° C). Bij het begin van de proef gaf het blad, waarvan de steel verwarmd zou worden, met de J-proef de duidelijkste blauwkleuring. Om 1 uur n.m. waren de temperaturen constant en was de kamertemperatuur 21° C. 9 uur, 18½ uur en 25 uur na het begin der proef werden opnieuw bladstukjes met de J-proef onderzocht en nu was duidelijk te zien, dat het verschil in blauwkleuring tusschen beide bladeren steeds onduidelijker werd. 44½ uur na het begin der proef was er zelfs een verschil in tegengestelde richting te constateeren.

Proef van 9 Juli 1928.

's Middags tusschen 2 en 3 uur werd een kastanje-tak in de donkere kamer gebracht en de eene bladsteel op ruim 28° C, de andere op 14° C gebracht. Beide bladeren kleurden zich met de J-proef ongeveer even blauw. 's Avonds om 10 uur waren de temperaturen der beide stelen respectievelijk 31.5 en 14° C. (Kamertemperatuur 21.5° C). 's Avonds om 10 uur en ook den volgenden morgen om 11 uur gaven de J-proefjes voor beide bladeren geen verschil te zien.

Proef van 19 Juli 1928.

Een afgesneden tak van Juglans regia werd om 11 u. 20 v.m. in het donker gebracht. Van twee bladeren werden behalve het eindblaadje alle blaadjes verwijderd. De eene bladsteel werd in het koelapparaat gebracht, terwijl de andere bij kamertemperatuur bleef. De J-proefjes aan het begin der proef gaven voor beide bladeren vrijwel gelijke blauwkleuring, doch de hoeveelheid zetmeel was niet heel groot.

's Middags om 2 uur was de temperatuur van den gekoelden steel 15.5° C, de kamertemperatuur 27° C. 's Avonds om 10 uur was er met de J-proef een duidelijk verschil te constateeren, want terwijl het contrôle-blad vrijwel geen zetmeel meer bevatte, kleurde het andere zich met Jodium duidelijk blauw.

Proef van 18 Juli 1928.

's Morgens werd bij een afgesneden tak van Juglans regia, één bladsteel op 15.5° C gebracht, terwijl de andere bij kamertemperatuur bleef (26° C). Het blad, waarvan de steel op kamertemperatuur bleef, bevatte bij het begin iets meer zetmeel. 's Avonds bleek dat de steel die bij kamertemperatuur gebleven was, het meeste zetmeel had afge-

voerd. Den volgenden morgen om 9 u. 30 was dit verschil nog duidelijker.

Proef van 25 Juli 1928.

Een tak van Carya cordiformis werd 's morgens afgesneden en van twee bladeren die min of meer tegenover elkaar lagen, werden behalve het eindblaadje en de 2 daarop volgende bladjukken, alle blaadjes verwijderd. De eene bladsteel werd op 15° C gebracht, terwijl de andere bij kamertemperatuur bleef (22.5° C). De J-proefjes aan het begin der proef gaven voor beide bladeren ± hetzelfde resultaat. 's Avonds vertoonden de blaadjes van het bovenste bladjuk met de J-proef verschil in blauwkeuring tusschen het gekoelde en het contrôle-blad (het contrôle-blad was n.l. lichter). Bij de blaadjes van het onderste juk was geen verschil te constateeren.

Proef van 26 Juli 1928.

Van een afgesneden tak van Juglans regia werd 's morgens weer één bladsteel in het koelapparaat gebracht (15.5° C), terwijl de contrôle-steel bij kamertemperatuur bleef (24° C). Om 1 u. 30 n.m. waren de temperaturen constant. Met de J-proef was er aan het begin der proef een gering verschil in blauwkleuring tusschen beide bladeren te constateeren, doch het stukje, waarvan de bladsteel bij kamertemperatuur bleef, was het donkerst. Den volgenden morgen om 9 u. 30 bleek, dat de contrôle-steel het meeste zetmeel had afgevoerd.

Wij zien dus, dat in de 9 proeven, waarbij met afgesneden takken werd gewerkt, in 6 gevallen de afvoer door het koelen vertraagd werd. In 2 gevallen was er geen verschil te constateeren, terwijl er in één proef een verschil in tegengestelde richting gevonden werd.

Verder werd nu in een aantal proeven gewerkt met afgesneden stengels van Tropaeolum majus.

Proef van 6 Sept. 1928.

's Morgens werd een stengelstuk van Tropaeolum majus afgesneden en in de donkere kamer gebracht. De steel van één blad werd op 14.5° C gekoeld, terwijl de steel van het contrôle-blad op kamertemperatuur bleef (22° C). Om 12 u. 40 n.m. waren de temperaturen constant. Beide bladeren kleurden zich aan het begin met de J-proef ongeveer even blauw. Om 4 u. 20 n.m. kleurde zich het contrôle-blad met de J-proef het donkerst. Om 10 u. 15 n.m. was het zetmeel uit beide bladeren verdwenen.

Proef van 7 Sept. 1928.

Van een stuk stengel van Tropaeolum majus, dat 's morgens in het donker was gebracht, kwam één bladsteel op 14.5° C, terwijl de andere bij 21.5° C (kamertemperatuur) bleef. Om 10 u. 25 v.m. waren de temperaturen constant. 's Middags om 3 u. 30 en om 4 u. 30 opnieuw onderzocht, kleurde het contrôle-blad zich met Jodium het donkerst.

Proef van 11 Sept. 1928.

Twee afgesneden stengels van Tropaeolum majus werden 's morgens naar binnen gebracht. Van één spruit werd een bladsteel op 15° C gekoeld, terwijl de bladsteel van een andere spruit op kamertemperatuur bleef (22.5° C). Beide bladeren kleurden zich aan het begin met Jodium even blauw en om 12 u. 15 n.m. waren de temperaturen constant. Om 3 u. 35 n.m. vertoonde het gekoelde blad met Jodium de donkerste kleur, om 4 u. 10 n.m. was dit resultaat juist tegengesteld, doch om 4 u. 20 n.m. werden nog eens twee groote bladstukken onderzocht en was het resultaat hetzelfde als om 3 u. 35.

Proef van 12 Sept. 1928.

's Morgens werden weer twee verschillende stengels van Tropaeolum majus afgesneden en naar binnen gebracht. Van den eenen stengel werd een bladsteel op 14.5° C gekoeld, terwijl een blad van den anderen stengel als contrôle diende (kamertemp. 21.5° C). Om 12 u. 15 n.m. waren de temperaturen constant. Beide bladeren bevatten in het begin even veel zetmeel. Om 3 u. 15, om 4 u. 15 en om 10 u. 22 n.m. werden opnieuw bladstukjes met de J-proef onderzocht en toen kleurde het contrôle-blad zich het donkerst. Deze proef geeft dus weer een volkomen negatief resultaat. Nu was echter het blad, waarvan de steel gekoeld werd, veel hooger aan den stengel bevestigd, dan het contrôle-blad. Wanneer nu de opvatting van W. G. Alexandrow (1926) (2) juist was, en de hooger aan den stengel bevestigde bladeren 's nachts assimilaten uit de lagere bladeren wegzogen, dan zou ook daarom het resultaat van deze proef tegengesteld moeten uitvallen. Zelf heb ik verschillende malen kunnen waarnemen, dat van een aantal bladeren van één stengel van Tropaeolum majus 's morgens steeds het blad, dat het hoogst aan den stengel was bevestigd, het meeste zetmeel bevatte. Het leek mij daarom goed met deze mogelijkheid rekening te houden.

Proef van 13 Sept. 1928.

's Morgens werden twee stengels van Tropaeolum majus afgesneden en in de donkere kamer gebracht. Weer kwam een blad van den eenen stengel in het koelapparaat bij 14.5° C, terwijl een blad van den anderen stengel als contrôle-blad diende (kamertemp. 21° C). Beide bladeren kleurden zich met de J-proef ongeveer even donker. Nu werden van elken stengel bijna alle andere bladschijven onder water afgeknipt en de toppen der bladstelen van de grootste bladeren in buisjes met water gebracht. Dit ge-

beurde, om te verhinderen, dat het eene blad gedurende den nacht van het andere blad assimilaten zou wegzuigen. Om 10 u. 45 v.m. waren de temperaturen constant. 's Middags om 3 u. 40 en om 4 u. 10 werden beide bladeren opnieuw met de J-proef onderzocht en beide keeren was het contrôle-blad duidelijk lichter.

Proef van 13 Sept. 1928.

Op 13 September om 11 u. 15 v.m. werden bij een spruit van Tropaeolum majus 4 bladeren op hun zetmeel-gehalte onderzocht. Te beginnen met het laagst bevestigde blad gaven de bladeren naar boven toe met de J-proef een steeds duidelijker blauwkleuring te zien. Nu werd de top van de spruit en ook de schijf van één der hoogst gezeten bladeren afgesneden en de stengel omgekeerd in een buisje met water gezet. 's Middags om 4 u. 15 werden alle bladeren opnieuw met de J-proef onderzocht. Van een terugzuigen der assimilaten was echter niets te bespeuren.

Proef van 14 Sept. 1928.

Twee spruiten van Tropaeolum majus werden 's morgens in het donker gebracht. Van één spruit werd een bladsteel gekoeld (14.5° C) van de andere diende een bladsteel als contrôle (kamertemp. 20° C). Om 12 uur was de temperatuur van het koelapparaat constant. Weer werden van de meeste andere bladeren de schijven afgeknipt en de toppen der bladstelen in buisjes met water gebracht. Om 4 u. 30 n.m. werden beide bladeren opnieuw met de J-proef onderzocht en toen vertoonde het contrôle-blad de duidelijkste blauwkleuring.

Proef van 17 Sept. 1928.

Van twee afgesneden spruiten kwam één bladsteel bij 14.5° C, terwijl een blad van de andere spruit als contrôle

fungeerde. (20° C). Weer werden de meeste andere bladschijven verwijderd. Aan het begin der proef vertoonden beide bladeren dezelfde blauwkleuring, terwijl om 3 u. 2 n.m. het contrôle-blad zich met Jodium het donkerst kleurde.

Proef van 19 Sept. 1928.

Weer werden twee spruiten van Tropaeolum majus 's morgens in de donkere kamer gebracht. Van één spruit werd een bladsteel in het verwarmingsapparaat gebracht, terwijl een bladsteel van de andere spruit gekoeld werd. Om 11 u. 45 v.m. waren de temperaturen respectievelijk 26° C en 14° C (kamertemp. ca. 20° C). In het begin kleurden beide bladeren zich met Jodium even blauw. Van het resultaat aan het einde der proef (10 u. 20 n.m.) viel niets met zekerheid te zeggen.

Proef van 20 Sept. 1928.

Ook deze proef werd met twee afgesneden stengels van Tropaeolum majus genomen, die 's morgens in het donker waren gebracht. De temperaturen waren in deze proef respectievelijk 14° C, 28° C en 19° C (kamertemperatuur). Van de meeste andere bladeren waren de schijven afgeknipt. 's Avonds om 10 u. 15 bevatte het blad van den gekoelden steel het meeste zetmeel.

Proef van 25 Sept. 1928.

De inrichting der proef was weer hetzelfde. De temperaturen waren 35.5° C, 13° C en 15.5° C (kamertemperatuur). 's Avonds om 10 u. 12 kleurde het blad van den verwarmden steel zich met Jodium het donkerst.

Proef van 26 Sept. 1928.

De inrichting der proef was evenals die op 25 September. 's Morgens om 11 u. 45 waren de temperaturen 12.5° C,

33.5° C en 15.5° C (kamertemperatuur). 's Middags om 4 u. 10 en om 4 u. 25 bleek, dat door de gekoelde bladstelen het minste zetmeel was afgevoerd.

Proef van 27 Sept. 1928.

De proefinrichting was weer hetzelfde. Om 12 uur v.m. waren de temperaturen 12° C, 31.5° C en 15.5° C (kamertemperatuur). 's Middags om 4 u. 15 bleek, dat door den gekoelden steel het minste zetmeel was afgevoerd.

Proef van 28 Sept. 1928.

Proefinrichting als op 27 September. Om 11 u. 50 v.m. waren de temperaturen 35° C, 12° C en 15.5° C (kamertemperatuur). 's Middags om 4 u. 12 was er met de J-proef slechts een gering verschil tusschen beide bladeren te constateeren en wel bevatte het blad, waarvan de steel verwarmd was, het meeste zetmeel.

Proef van 1 Oct. 1928.

De inrichting der proef was weer hetzelfde. Om 1 u. 40 n.m. waren de temperaturen 13.5° C, 35.5° C en 14.5° C (kamertemperatuur). Den volgenden morgen om 9 u. 15 kleurde het blad, waarvan de steel de hoogste temperatuur had gehad, zich met Jodium het donkerst.

De proeven, waarbij stengels van Tropaeolum majus als proefobject zijn gebruikt, geven dus een veel minder duidelijk resultaat. Al werd verschillende malen gevonden, dat het transport door het koelen geremd werd, vaak werden zelfs tegengestelde resultaten verkregen. Ik geloof dan ook, dat wij bij de koelproeven van de J-proef van Sachs weinig heil verwachten kunnen.

§ 3 — De invloed van het narcotiseeren van den bladsteel op het transport der assimilaten

In de twee eerste proeven, die in deze § beschreven worden, werd aetherdamp als narcoticum gebruikt. De wijze, waarop het narcotiseeren in dit geval werd uitgevoerd, is in het hoofdstuk „Techniek" beschreven.

1 ste Proef:

Een exemplaar van Phaseolus multiflorus werd gedurende 1½ dag met 3 lampen van 1000 K. belicht. Beide bladeren der plant namen, nadat zij met de Jodium-proef onderzocht waren, een donker blauwe kleur aan. Om 10 uur v.m. werden de lampen uitgeschakeld. De ééne bladsteel werd vervolgens tot 4 u. 30 n.m. aan den aetherdamp blootgesteld, terwijl de andere intact bleef. Na behandeling met Jodium was er op dat tijdstip tusschen beide bladeren geen verschil in kleur te onderscheiden. Het narcotiseeren van den bladsteel werd nu gestaakt en de plant tot den volgenden morgen in het donker gelaten. Op dat tijdstip werden opnieuw bladstukjes met de J-proef onderzocht en toen bevatte het blad van den genarcotiseerden steel het meeste zetmeel. Deze steel was echter dood genarcotiseerd.

2 de Proef:

Een ander exemplaar van Phaseolus multiflorus was 2½ dag met 3 lampen van 1000 K. belicht. 's Middags om 4 u. 30 werden de lampen uitgeschakeld, waarna de plant tot den volgenden morgen in het donker bleef. Beide bladeren der plant bevatten toen nog vrij veel zetmeel. Om 10 u. v.m. werd de ééne bladsteel, door behandeling met aetherdamp gedurende enkele minuten, genarcotiseerd. 's Middags om 5 uur werden beide bladeren opnieuw met de J-proef op hun zetmeelgehalte onderzocht. Het blad, dat bij den genarcotiseerden steel behoorde, bevatte het meeste

zetmeel. Deze steel was iets slap, doch gaf niet den indruk dood te zijn.

3 de Proef:

Vier exemplaren van Phaseolus multiflorus waren van 30 April 1930 3 u. n.m. tot 2 Mei 1930 10 u. 45 v.m. met 3 lampen van 1000 K. belicht. Daarna werd het belichtingsapparaat uitgeschakeld. Van plant No. 1 werden om 2 u. n.m. (2 Mei 1930) beide bladeren met de J-proef op hun zetmeel-gehalte onderzocht. Beide bladstukjes kleurden zich donker blauw. Om 3 u. 15 n.m. werd toen de steel van het ééne blad genarcotiseerd, door hem gedurende 1 minuut met aetherdamp te behandelen. De achter gebleven aetherdamp werd met de waterstraal-luchtpomp weggezogen. Daarna werd de steel van het buisje bevrijd en werd de plant in het donker gebracht. De steel was geheel turgescent. Plant No. 2 werd om 3 u. 20 gedurende 1½ minuut met aetherdamp behandeld. Hier was de steel op één punt slap. Van de beide bladeren van plant No. 2 bevatte het blad, dat bij den genarcotiseerden steel behoorde, het meeste zetmeel. Een derde plant (No. 3) werd om 4 uur n.m. op gelijke wijze behandeld. De beide bladeren dezer plant bevatten even veel zetmeel (zij kleurden zich na behandeling met Jodium donker blauw). De tijd, gedurende welken genarcotiseerd werd, bedroeg bij plant No. 3, 1 minuut.

Op 3 Mei 1930 tusschen 1 uur en 2 u. 30 n.m. werden de bladeren opnieuw met de J-proef onderzocht. Bij plant No. 1 was er een gering verschil in kleur te constateeren en wel bevatte het blad van den genarcotiseerden steel het minste zetmeel. Bij plant No. 3 was er ook een gering verschil en weer was het blad, behoorende bij den genarcotiseerden steel, het lichtst. Bij plant No. 2 bevatte het blad van den genarcotiseerden steel bij den aanvang der proef veel meer zetmeel. Bij het einde der proef was er nog slechts

een gering verschil te constateeren. Ook dit schijnt op een versnelling van het transport door de narcose te wijzen. De steel van plant No. 2 was op één punt slap.

Er werden nu ook een aantal proeven genomen, waarbij de narcose niet met aetherdamp, doch met een oplossing van chloroform in water werd tot stand gebracht. Op deze wijze had CZAPEK en in navolging van hem DELEANO, den bladsteel genarcotiseerd. Hierbij bereidden zij een oplossing, die per l. 6 cc. chloroform bevatte. Deze oplossing werd dan weer verdund en daarbij noemden zij een oplossing, welke b.v. 2 deelen chloroform-oplossing 0,6 % bevatte tegen 8 deelen water, een oplossing van 1 : 5. Voor het gemak zal ik nu verder spreken van chloroform-water en steeds deze uitdrukkingswijze van CZAPEK en DELEANO gebruiken. De wijze waarop de bladsteel met dit chloroform-water genarcotiseerd werd, is reeds in hoofdstuk II besproken. Ik wensch alleen nog te vermelden, dat de oplossing van chloroform van tijd tot tijd ververscht werd.

4 de Proef:

Op 2 Mei 1930 werden tusschen 7 uur en 8 uur n.m. 3 exemplaren van Phaeseolus multiflorus in het donker gebracht. Van elke plant werd één bladsteel met chloroform-water 1 : 5 genarcotiseerd, terwijl de andere steel intact bleef. Omstreeks 8 u. 30 n.m. werden van alle bladeren kleine stukjes met de J-proef onderzocht. De stukjes kleurden zich zonder onderscheid met Jodium donker blauw. Den volgenden morgen om 6 uur werden van beide bladeren van plant No. 1 opnieuw stukjes met de J-proef onderzocht. Beide stukjes bevatten nog vrij veel zetmeel. In den loop van dien dag tusschen 1 uur en 2 u. 30 n.m. werden opnieuw van alle planten bladstukjes met de Jodium-proef onderzocht. Bij de planten No. 1 en No. 3 bevatten de bladeren

der genarcotiseerde stelen het minste zetmeel. Bij plant No. 2 daarentegen lag het verschil juist in tegengestelde richting. Wij vinden dus dat bij 2 planten het transport, gemeten met de J-proef van SACHS, door narcose van den steel met chloroform-water 1 : 5, versneld wordt.

5 de Proef:

Op 3 Juni 1930 werden 6 exemplaren van Phaseolus multiflorus om 8 uur n.m. in de donkere kamer gebracht. Van alle planten werd weer de ééne bladsteel genarcotiseerd, terwijl de andere intact bleef. Bij de planten No. 1, No. 2 en No. 3 werd de steel over een lengte van 7 cm., bij No. 4, No. 5 en No. 6 over een lengte van ruim 3 cm. genarcotiseerd. De planten No. 1 en No. 4 werden genarcotiseerd met chloroform-water 1 : 5, No. 2 en No. 5 met 1 : 3 en No. 3 en No. 6 met 1 : 2. In plaats van zilverpapier gebruikte ik hier voor het afsluiten der narcose-vloeistoffen, stukjes rubber. Hierna werden weer alle bladeren met de J-proef op hun zetmeel-gehalte onderzocht. Alle bladeren kleurden zich donker blauw. Den volgenden morgen werden de planten No. 1, No. 2, No. 3, No. 5 en No. 6 tusschen 10 uur en 12 u. 30 met de J-proef onderzocht (dit gebeurde voor plant No. 4 iets later, en wel 's middags om 2 uur). Bij de planten No. 1, No. 2 en No. 3 waren de bladeren correspondeerende met de genarcotiseerde stelen het donkerst gekleurd. Bij plant No. 4 was er hoogstens een klein verschil in tegenovergestelde richting te constateeren, terwijl er bij de planten No. 5 en No. 6 geen verschil viel op te merken. In den loop van den dag werden nu alle stelen van nieuw chloroform-water voorzien. Den volgenden morgen, dus op 5 Juni 1930, werden van 11 uur tot 1 u. 30 opnieuw alle bladeren op hun zetmeel-gehalte onderzocht. Bij de planten No. 1 en No. 2 bevatten de bladeren der genarcotiseerde stelen het meeste zetmeel, bij plant No. 3 was er geen verschil

te constateeren, terwijl er bij de planten No. 4, No. 5 en No. 6 nu eens een verschil in de eene, dan weer een verschil in de andere richting te bemerken was. Bij geen der stelen had het narcoticum het weefsel gedood, daar alle stelen er normaal gezond en turgescent uitzagen.

Uit de proeven, waarbij de invloed van narcose op het transport met behulp van de J-proef van SACHS werd onderzocht, valt dus te concludeeren, dat deze J-proef hier evenmin als bij het koelen, van het transport een duidelijk beeld vermag te geven. Dit was eigenlijk al vooruit te verwachten, daar het, wanneer de bladeren zich bij het begin der proef na behandeling met Jodium even donker kleuren, nog heelemaal niet gezegd is, dat er ook evenveel zetmeel in aanwezig is.

Het is n.l. zeer waarschijnlijk, dat wanneer het zetmeel zich tijdens de assimilatie in een blad gaat ophoopen, het resultaat van de Jodium-proef zich op een gegeven moment niet verder meer wijzigt. Waarschijnlijk is op deze wijze het verschijnsel te verklaren, dat twee bladeren, welke zich met de Jodium-proef even donker kleuren, vaak na zeer verschillende tijden hun zetmeel verliezen. Echter kunnen hier natuurlijk ook verschillen in transportsnelheid een rol spelen.

Uit de laatste proef valt op te maken, dat, wil men van de narcose op het transport invloed vinden, het zaak is, een zoo groot mogelijk deel van den bladsteel te behandelen.

De voornaamste conclusie, die uit hoofdstuk III getrokken kan worden, is dus, dat de Jodium-proef van SACHS, bij proeven over het transport der assimilaten, onbruikbaar is.

HOOFDSTUK IV

QUANTITATIEF ONDERZOEK MET DE DROOGGEWICHTS-OPPERVLAKTE-METHODE

§ 1 — Methode

Aangezien uit de resultaten van hoofdstuk III gebleken is, dat de Jodium-proef van SACHS voor het onderzoek over het transport der assimilaten niet bruikbaar is, heb ik verder gewerkt met de drooggewichts-oppervlakte-methode. Hierbij werden steeds helften van bladeren bij het begin en bij het einde der proef met elkaar vergeleken. Van de bladhelften werden afdrukken gemaakt op z.g. lichtdrukpapier. De helften werden daartoe zoo vlak mogelijk op het papier uitgespreid en met een glazen plaat bedekt. Vervolgens werd het papier belicht, waarbij de onbedekte deelen zich blauw kleuren. Door het papier daarna met water af te spoelen, werden de aldus verkregen afdrukken der bladhelften gefixeerd. Men kan de afdrukken het snelste maken met direct zonlicht, doch ook met kunstlicht waren zeer goede resultaten te verkrijgen. Ik gebruikte daartoe een groote lamp van 1000 K. Door deze lamp geleidelijk vlak boven het papier te verschuiven, verkreeg ik zeer goede afdrukken. Vaak waren deze afdrukken zelfs scherper dan degene, die met zonlicht verkregen waren; hoewel de belichtingstijd aanmerkelijk langer was (ongeveer 3 minuten). Verschillende onderzoekers bepaalden de oppervlakte der bladhelften, door de zoo vervaardigde afdrukken uit te knippen, te drogen en te wegen. Door te deelen door het

gewicht van een bekend oppervlak, is dan de oppervlakte der bladhelften te berekenen. Om te zien, of deze methode bruikbaar was, heb ik stukjes papier van 2 dm.² uitgeknipt, gedroogd en gewogen. De gewichten dier stukjes stemden echter niet voldoende overeen en daarom heb ik de oppervlakte van de afdrukken bepaald met den planimeter. Telkens werd elke afdruk twee maal met de punt van den planimeter omschreven en van de gevonden waarden werd het gemiddelde genomen. De afwijking van dit gemiddelde bedroeg op zijn hoogst 0.5 %.

De bladhelften werden bij ongeveer 50° C onder vacuum tot constant gewicht gedroogd. Door bij betrekkelijk lage temperatuur te drogen, werd vermeden, dat er onder invloed van de temperatuur allerlei ongewenschte omzettingen in het blad plaats vonden.

Nu hebben CZAPEK en DELEANO behalve met de Jodiumproef van SACHS ook reeds den invloed van narcose op het transport trachten na te gaan met behulp van droog-gewichts-bepalingen. Het droog-gewicht werd door hen berekend in procenten van het versch-gewicht. Daar nu echter het versch-gewicht een uit den aard der zaak zeer wisselende factor is, zou men de snelheid van het transport het beste kunnen meten door zetmeel en suiker quantitatief te bepalen en de verandering van het gehalte aan koolhydraten te berekenen per 1 g. droge stof. Bij het begin van dit onderzoek heb ik dan ook getracht het zetmeel- en suiker-gehalte der gedroogde bladeren te bepalen. Ik ben daarbij echter op groote moeilijkheden gestuit. Men kan n.l. de hoeveelheid zetmeel berekenen, door de bladporties nadat zij 3 uur met 2½ % HCl gekookt zijn, te extraheeren en de gevormde suiker volgens de methode van SCHOORL te bepalen. Hierbij doet zich het bezwaar voor, dat een deel der oorspronkelijk aanwezige suikers wordt omgezet (voornamelijk de fructose). Ook kan men het zetmeel omzetten met diastase, doch hier-

bij vond ik steeds, dat het zetmeel slechts ten deele werd gesplitst. Nu wordt echter in den laatsten tijd bij onderzoekingen over de stofwisselingsphysiologie van bladeren, steeds meer de methode toegepast, waarbij het gehalte van het blad aan een bepaalde stof niet per eenheid van drooggewicht, doch per eenheid van oppervlakte wordt berekend. Deze methode is o.a. ook aangewend door KEULEMANS (56) en verder door CURTIS (18). Het droog-gewicht is n.l. een factor, die zelf door transport en ademhaling aan schommelingen onderhevig is, terwijl dit met de oppervlakte van het blad in veel mindere mate het geval is.

In verband met de bovenstaande moeilijkheden bij de zetmeel- en suikerbepalingen, heb ik verder bij al mijn proeven het transport bepaald uit de verandering van het drooggewicht per eenheid van oppervlakte. Trouwens, waar het bij het onderzoek omtrent den invloed van het koelen en het narcotiseeren van den bladsteel op het transport gaat om het transport van alle plastische stoffen, moeten de bepalingen met de drooggewichts-oppervlakte-methode van dat transport een duidelijk beeld geven. Deze methode heeft ook het voordeel, dat er met de bladporties weinig manipulaties behoeven te worden uitgevoerd, waardoor er dus minder foutenbronnen kunnen ontstaan.

Bij het onderzoek van CURTIS over den invloed van het koelen van den bladsteel op het transport, werd die invloed nagegaan, door vast te stellen of er aan het einde der proef verschil bestond tusschen het droog-gewicht per dm.^{2} van het blad, waarvan de steel gekoeld werd en het contrôleblad. Hierbij werd dus steeds voorop gesteld, dat de gewichten der gedroogde bladeren per dm.^{2} bij het begin der proef gelijk waren. Daar het gekoelde en het contrôle-blad twee tegenoverstaande bladeren van één plant waren, was deze veronderstelling ook niet onwaarschijnlijk. Bij mijn proeven heb ik echter verschillende malen gevonden, dat het droog-

gewicht per dm.² van twee dergelijke bladeren, aan het begin van de proef niet gelijk was. Daarom leek het mij beter, de eene helft van een blad aan het begin, de andere helft aan het eind der proef weg te nemen. Wij krijgen op deze wijze dus de bladhelften-methode van SACHS gecombineerd met de oppervlakte-methode. Bij deze werkwijze gaan wij niet uit van de veronderstelling, dat het droog-gewicht per dm.² in twee bladeren van één plant, maar in twee helften van één blad gelijk is.

Verder werd van de bladporties ook steeds het verschgewicht bepaald (het transport werd n.l. ook bepaald uit de verandering van het droog-gewicht per 1 g. verschgewicht). Hierna werden de bladporties fijn geknipt en in de weegfleschjes gebracht. Vervolgens werd elke portie met kokende 96 % alcohol overgoten en in de droogstoof gezet. Dit overgieten met 96% alcohol had ten doel, de enzymen van het blad onwerkzaam te maken, opdat er geen verdere omzettingen meer zouden kunnen plaatsvinden. De bladporties werden nu eerst in een droogstoof bij 40° C gedroogd en daarna bij 50° C onder vacuum verder gedroogd, totdat het gewicht der porties constant was geworden.

§ 2 — De invloed van het koelen van den bladsteel op het transport der assimilaten

In verband met het feit, dat koelen tot ongeveer 12° C weinig resultaat had opgeleverd (zie hoofdstuk III), besloot ik om bij het quantitatief onderzoek de temperatuur der stelen zoo laag mogelijk te maken. Daartoe werd in plaats van met leidingwater, met ijswater gekoeld. De wijze, waarop dit geschiedde, is in hoofdstuk II uitvoerig beschreven, evenals de voordeelen, die deze methode heeft boven de werkwijze van CURTIS (18). In de vorige paragraaf is reeds gewezen op een ander verschil in werkwijze met

die van CURTIS, n.l. dit, dat deze laatste de bladeren alleen aan het einde der proef onderzocht. Wij kunnen dus nu overgaan tot het beschrijven der afzonderlijke experimenten.

Experiment I

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus werden op 29 April 1930 's middags om 4 uur in de donkere kamer gebracht. Op 30 April 1930 werd van elke plant één steel in een buisje van het koelapparaat gebracht, terwijl om 3 uur n.m. het belichtingsapparaat werd ingeschakeld. Dit apparaat bestond uit 3 lampen van 1000 K. Bij de belichting werd door het aanbrengen van spiegels zooveel mogelijk naar een gelijkmatige verdeeling van het licht gestreefd, hoewel dit laatste zeer moeilijk was, daar de planten, welke reeds van te voren in het toestel gebracht waren, aan bepaalde plaatsen waren gebonden. Op 30 April en op 1 Mei 1930 wisselde de temperatuur van de donkere kamer tusschen 21 en 22° C. Bij de proef diende één der planten (No. 1) om er de bladstukjes voor de J-proef van te knippen, zoodat er 7 planten overbleven voor de drooggewichtsbepalingen. Het koelapparaat werd nu op 2 April 1930 's morgens om 9 u. 55 in werking gebracht. De bladhelften werden om 10 u. 40 v.m. afgeknipt en de lampen van het belichtingsapparaat om 10 u. 45 v.m. uitgeschakeld. De fijn geknipte bladporties werden met kokende 96 % alcohol, waaraan een druppel NH_4OH was toegevoegd, overgoten, waarna zij in weegfleschjes in de droogstof werden gezet. De temperaten van de verschillende koelbuisjes en van de donkere kamer, welke van uur tot uur werden gecontroleerd, zijn in achterstaande lijst opgegeven.

Temperatuurlijst 1

	2 April 1930.											3 April
Thermom.	10 u. 30	11 u. 45	12 u. 50	3 u. 10	4 u. 10	5 u.	6 u.	7 u. 5	8 u. 5	8 u. 55	10 u.	10 u. 50	1 u. 20
1	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
2	6	5+	5+	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
3	5.5	5+	5+	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
4	5.5	5	5	5+	5+	5+	5.5	5+	5	5+	5+	5.5	5.5
5	5.5	5	5+	5+	5	5	5.5	5+	5+	5+	5.5	5.5	5.5
6	5.5	5	5	5	5	5	5.5	5.5	5+	5	5.5	5+	5
7	5.5	5+	5+	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
8	5+	5	5	5+	5+	5+	5+	5	5	5+	5+	5+	5+
Kamer	20.5	—	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

Om 1 u. 15 n.m. en om 2 u. 30 n.m. werden van plant No. 1 bladstukjes met de J-proef onderzocht. Geen der stukjes bevatte noemenswaard zetmeel, waarschijnlijk doordat deze plant vrij ver van de lampen af stond. Tusschen 1 en 2 uur 's nachts werden weer eenige bladstukjes met de J-proef onderzocht, doch op het resultaat was in het geheel geen peil te trekken. Om 2 uur 's nachts (3 April 1930) werden de bladhelften, die aan de plant gebleven waren afgeplukt en op gelijke wijze als die aan het begin van de proef verder behandeld. Het oppervlak der bladporties werd met den planimeter gemeten en hiervoor werden de volgende waarden gevonden:

Portie 1. Bladhelften der gekoelde st. Aanv. Proef 586.06 cm².
„ 2. „ „ contrôle- „ „ „ 609.63 „
„ 3. „ „ gekoelde „ Eind „ 599.73 „
„ 4. „ „ contrôle- „ „ „ 631.73 „

Voor de droog-gewichten der bladporties (na drogen onder vacuum bij 50° C) werden de volgende waarden gevonden:

Portie 1. 1.1081 g.
„ 2. 1.3415 „
„ 3. 1.0730 „
„ 4. 1.2570 „

Berekenen wij nu het droog-gewicht per dm.², dan vinden wij:

Portie 1	189.1 mg.	Portie 2	219.9 mg.
„ 3	178.8 „	„ 4	198.9 „
Afvoer gekoelde st.	10.3 mg.	Afvoer contrôle-st.	21.0 mg.

Wij vinden dus, dat de bladstelen, die op ca. 5.5° C gekoeld zijn, 49.0 % afvoeren vergeleken met hetgeen de contrôle-stelen bij 19.5° C transporteeren. Vatten wij de verkregen resultaten in een tabel op blz. 83 samen:

Experiment II.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus, welke ca. 5 weken oud waren, werden op 21 Juli 1930 's avonds om 8 uur in de donkere kamer gebracht. De planten hadden buiten geassimileerd en het weer was dien dag sterk betrokken geweest, terwijl het zoo nu en dan had geregend. Toch was er met de J-proef behoorlijk wat zetmeel aan te toonen.

Nadat de stelen in de koelbuizen gebracht waren, werd om 8 u. 30 n.m. de motor ingeschakeld, terwijl de bladporties voor de drooggewichts-bepalingen om 9 uur n.m. werden afgeplukt. Om 9 u. 15 n.m. werden van plant No. 1 bladstukjes met de J-proef op hun zetmeelgehalte onderzocht. Beide stukjes kleurden zich flink blauw. De bladporties voor de drooggewichts-bepalingen werden weer eerst fijn geknipt en daarna met kokende 96 % alcohol en een druppel NH_4 OH overgoten, waarna zij in de droogstof werden gezet.

Van de temperaturen der koelbuisjes en van die der donkere kamer geeft onderstaande lijst een overzicht.

Tabel 1.

Porties	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per dm².	Afvoer per dm².		Afvoer in % per dm².	
1	1.1081 g.	586.06 cm².	189.1 mg.				
2	1.3415 „	609.63 „	219.9 „	gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
3	1.0730 „	599.73 „	178.8 „	10.3 mg.	21.0 mg.	49.0 %	100 %
4	1.2570 „	631.73 „	198.9 „				

Temperatuurlijst 2.

Th.	9 u.	9,50	10.50	12.15	1 40	2.50	3.40	5.30	7 u.	8.50	9.50	10.40	12 u.	12.40	2.5	4 u.	1.10	1.50	2.30	3.30	4.30	6.30	7.30	8.30	9.30	3.30	4.40	8 u.	8.40	1.5	3 u.	8.20
1	5	4⁻	4⁻	4.5	4⁻	4	5⁻	4⁻	5	4⁺	3.5	4⁺	7	3⁺	3.5	3.5	7	4.5	3⁺	3.5	3.5	3⁺	4.5	3⁺	3.5	3⁺	3⁺	3⁺	3.5	4⁻	3⁺	13⁺
2	5	3	3.5	4.5	3⁺	4⁻	4.5	3.5	5⁻	4⁺	3⁺	4⁻	7	3	3⁺	3⁺	7	4⁺	3⁺	3⁺	3⁺	3⁺	4.5	3⁺	3⁺	3	3	3	3⁺	4⁻	3⁺	13.5
3	5⁺	4⁻	4	5	4⁻	4⁺	5⁻	4	5⁺	4⁺	3.5	4⁺	7⁺	3.5	3⁺	3.5	7	4.5	3⁺	3⁺	4⁻	3.5	4.5	3.5	4⁻	3⁺	3⁺	3⁺	3.5	4	4⁻	13⁺
4	5⁺	4⁺	4⁺	5	4	4⁺	5	4	5.5	5⁻	4⁻	4.5	7⁺	3.5	3.5	4⁻	7⁺	5⁻	3.5	4⁻	4	4⁻	5	4⁻	4	4	4⁻	3.5	4⁻	4⁻	4	13
5	5	3.5	3.5	4.5	3⁺	3.5	4.5	3.5	5	4	3⁺	4	7	3	3	3	7⁻	4⁺	3	3	3.5	3⁺	4⁺	3⁺	3.5	3	3	3	3⁺	4⁻	3.5	13⁻
6	5	3.5	4⁻	4.5	3⁺	4⁻	4.5	4⁻	5⁻	4	3⁺	4⁻	7	3⁺	3⁻	3⁺	7⁻	4⁺	3⁺	3⁺	4⁻	3⁺	4.5	3⁺	3.5	3⁺	3⁺	3⁺	3⁺	4⁻	3⁺	13
7	6⁻	4	4⁺	5.5	4	5⁻	5⁺	4⁺	5⁻	5	4	4.5	7⁺	4⁻	4⁻	4⁻	7⁺	5	4⁻	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4⁺	4	13
8	5⁺	3.5	4⁻	5⁻	3⁺	4⁻	5⁻	4⁻	5⁻	4⁺	3⁺	4⁺	7	3⁻	3	3	7	4	3	3⁺	4⁻	3	4.5	3⁺	3⁺	3⁺	3⁺	3⁺	3⁺	4	3⁺	13
K.	16.5	17.5	17.5	17.5	17⁺	17⁺	17⁺	17	17	16.5	16.5		16.5	16.5	16.5	16.5	16	16⁺	16	16	16⁻	16⁻	16⁻	16⁻	16⁻	16⁺	16⁻	16⁻	16	16⁻	16⁻	16⁺

21 Juli '30. | 22 Juli '30. | 23 Juli '30. | 24 Juli '30.

Op 22 Juli 1930 werden 's morgens om 6 uur stukjes van den top der bladeren van plant No. 1 met de J-proef onderzocht. Dit gebeurde dien morgen om 9 u. 40 opnieuw, waarbij de stukjes zich nog donker blauw kleurden, terwijl er geen verschil in kleur tusschen beide stukjes te constateeren viel. Op 23 Juli 1930 werden om 4 u. 40 n.m. weer bladstukjes met de J-proef onderzocht. Er was in beide stukjes nog veel zetmeel aanwezig. Op 24 Juli 1930 werden 's morgens om 1 u. 20 van de planten No. 1 en No. 2, om 1 u. 55 van de planten No. 3 en No. 4 en iets later nog van plant No. 5 bladstukjes met de J-proef onderzocht. In 3 van de 5 gevallen bevatten de contrôle-bladeren duidelijk minder zetmeel, in één geval leek het er op of het contrôle-blad zich iets donkerder kleurde, doch in dit, evenals in het 5de geval, bevatten de bladeren nog zoo veel zetmeel, dat er eigenlijk niets met zekerheid te constateeren viel.

Op 24 Juli 1930 's morgens om 8 u. 20 werden de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen geoogst. De proef had toen in totaal 59 uur en 20 minuten geduurd. Vóór de versch-gewichten bepaald werden, werden de bladporties met water afgespoeld en met een doekje weer voorzichtig droog gemaakt (ook bij de helften, die aan het begin der proef waren weggenomen, was dit zoo gebeurd). Ook hier werden de porties met kokende 96 % alcohol, dat eenig NH_4OH bevatte, overgoten, alvorens zij in de droogstof kwamen. Voor de versch-gewichten der bladporties werden de volgende waarden verkregen:

Portie	5.	Bladhelften	der	gekoelde st.	Aanv. Proef	17.590 g.
„	6.	„	„	contrôle- „	„ „	16.660 „
„	7.	„	„	gekoelde „	Eind „	15.080 „
„	8.	„	„	contrôle- „	„ „	15.500 „

Voor de droog-gewichten werd gevonden:

Portie 5	2.7645 g.
„ 6	2.7053 „
„ 7	1.9885 „
„ 8	2.0856 „

Voor de oppervlakte der bladporties werden de volgende waarden gevonden:

Portie 5	496.1 cm².
„ 6	453.8 „
„ 7	428.35 „
„ 8	456.65 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 5	157.2 mg.	Portie 6	162.4 mg.
„ 7	131.9 „	„ 8	134.6 „
Afvoer gekoelde st.	25.3 mg.	Afvoer contrôle-st.	27.8 mg.

Wij vinden dus hier, dat de gekoelde stelen 91.0 % afvoeren, wanneer men de hoeveelheid, welke de contrôle-stelen transporteeren, 100 % noemt.

Berekenen wij nu het droog-gewicht per dm²., dan vinden wij:

Portie 5	557.4 mg.	Portie 6	595.9 mg.
„ 7	464.6 „	„ 8	456.4 „
Afvoer gekoelde st.	92.8 mg.	Afvoer contrôle-st.	139.5 mg.

Wij zien dus, dat de gekoelde stelen, berekend per dm². 66.5 % afvoeren vergeleken met hetgeen de contôle-stelen transporteeren. Vatten wij weer alles in tabel 2 op blz. 86 samen:

Ook in deze proef zien wij dus duidelijk, dat de afvoer door het koelen geremd wordt.

Tabel 2.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
5	17.590 g.	2.7645 g.	496.1 cm².	157.2 mg.	557.4 mg.	p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
6	16.660 „	2.7053 „	453.8 „	162.4 „	595.9 „	gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
7	15.080 „	1.9885 „	428.35 „	131.9 „	464.6 „	25.3 mg.	27.8 mg.	91.0 %	100 %
8	15.500 „	2.0856 „	456.65 „	134.6 „	456.4 „	per dm².		per dm².	
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
						92.8 mg.	139.5 mg.	66.5 %	100 %

Temperatuurlijst 3.

Th.	9 u.	10.30	11.10	12.20	1.40	2.30	4.30	5.15	7.20	9.15	10.50	12.30	1.50	2.55	4 u.	5.15	6.45	7.45	8.55	9.45	9.55	10.55	11.20	2.15	2.30	4.40	6.5
1	8	7.5	10+	6+	8-	8-	11-	8-	8	13	16+	7.5	7+	7.5	7+	7.5	7+	7+	7+	6+	7	6-	7.5	15+	8	8	8+
2	7	7-	10-	5+	6.5	6.5	10-	7-	7-	12	15+	6+	6	6+	6	6+	6	6+	6+	5	6-	5	6+		7-	7-	7+
3	7+	7+	10+	6	7+	7+	10.5	7.5	7+	13-	15.5	7+	6.5	7	7-	7-	7-	7-	7-	6-	7-	5+	7		7.5	7.5	8
4	8-	8-	10+	6+	7+	7+	11-	8-	7+	13-	15+	7+	7-	7+	7	7+	7	7	7+	6+	7	6-	7+		8	8-	8+
5	7	7	10	6	7+	7+	10+	7.5	7	12.5	15	7	7-	7	7	7	7	7	7	5.5	6.5	5	7		7.5	7.5	8
6	7-	7+	10+	6+	6.5	7-	10.5	7+	6.5	12.5	15+	6+	6+	6.5	6+	6+	6+	6+	6.5	5+	6+	5-	6+		7+	7+	7+
7	9	9	11+	7.5	8-	8-	11	8	8-	13	15+	7.5	7+	8-	7.5	7.5	7	7.5	7.5	7-	7.5	6	8-		8.5	8.5	8.5
8	6.5	6+	9.5	5	6-	6	10-	6+	6	12	14-	5+	5-	5-	4	4+	4-	4+	4	3-	3.5	2+	4		6-	5+	5.5
K.	24	24	24-	24-	24.5	24	24-	24	23.5	23.5	24	24	24-	24.4	24.2	24.4	24.5	24.5	24.6	25	25	24.7	25.2		25.2	24.7	24.6
	27 Aug. 1930			28 Aug. 1930.																				Alle temperaturen tehoog	29 Aug.		

Experiment III.

Op 27 Augustus 1930 werden 8 exemplaren van Phaseolus multiflorus, die buiten geassimileerd hadden, in de donkere kamer gebracht (Plant No. 1 diende voor de J-proef). Nadat de stelen in de koelbuisjes gebracht waren, werd om 8 u. 37 n.m. de motor ingeschakeld en werden om ca. 9 uur n.m. de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen afgeknipt. De fijn geknipte bladporties werden weer met kokende 96 % alcohol overgoten en daarna gedroogd. Om 9 u. 30 n.m. werden van plant No. 1 stukjes voor de J-proef geknipt, welke stukjes zich donker blauw kleurden.

Op 28 Augustus 's middags om 3 uur gebeurde dit opnieuw. Beide stukjes kleurden zich eveneens donker blauw. 's Avonds om 9 u. 45 was dit ook het geval, doch misschien was toen het contrôle-stukje iets lichter (beide stukjes waren van den top van het blad genomen). Op 29 Augustus 's morgens om 6 uur was het bladstuk van den gekoelden steel wederom donkerder en om 7 u. 50 v.m. was het verschil nog duidelijker. Ook de J-proefjes van 8 u. 30 v.m. gaven hetzelfde resultaat.
Met de J-proef kon dus een duidelijk verschil tusschen het gekoelde en het contrôle-blad worden aangetoond. Geven wij nu weer lijst 3 van de temperaturen op blz. 86:

Op 29 Augustus 1930 werden de bladporties voor de drooggewichts-bepalingen 's morgens tusschen 6 uur en 6 u. 30 geoogst. De versch-gewichten der bladporties waren:

Portie	9.	Bladhelften	der gekoelde st.	Begin Proef		9.870 g.
„	12.	„	„ contrôle- „	„	„	9.340 „
„	11.	„	„ gekoelde „	Eind	„	10.140 „
„	10.	„	„ contrôle- „	„	„	10.250 „

Tabel 3.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer	Afvoer in %
9	9.870 g.	1.6090 g.	400.6 cm².	163.0 mg.	401.2 mg.	p. 1 g. versch-gew.	p. 1 g. versch-gew.
10	9.340 „	1.5146 „	382.7 „	162.2 „	395.5 „	gekoeld | contrôle	gekoeld | contrôle
11	10.140 „	1.4220 „	418.8 „	140.3 „	339.4 „	22.7 mg. | 22.3 mg.	101.8 % | 100 %
12	10.250 „	1.4337 „	426.65 „	139.9 „	335.8 „	per dm².	per dm².
						gekoeld | contrôle	gekoeld | contrôle
						61.8 mg. | 59.7 mg.	103.5 % | 100 %

Temperatuurlijst 4.

Therm.	9.45	10.45	11 u.	11.40	1 u.	1.45	3.45	4.50	7.10
1	8⁻	7⁺	8⁻	8⁻	8⁻	8	7.5	8⁻	8⁺
2	7⁻	6⁺	6.5	7⁻	7⁻	7⁻	6⁺	6.5	7⁺
3	7⁺	7⁻	7⁺	7⁺	7⁺	7⁺	7	7	8⁻
4	7⁻	6⁺	7⁻	7⁻	7⁻	7	6⁺	6⁺	7⁺
5	7⁺	7	7.5	7.5	7.5	7.5	7⁺	7.5	7.5
6	7⁺	7⁻	7	7	7⁺	7⁺	7	7⁺	7.5
7	7.5	7⁺	7.5	7.5	7.5	7.5	7⁺	7⁻	8⁻
8	7⁺	7⁻	7⁺	7⁺	7⁺	7⁺	7	7⁻	7⁺
K.	16.5	14.5	16.5	16⁺	16⁻	16⁻	16⁻	15.5	16⁻

Voor de droog-gewichten werden de volgende waarden gevonden:

Portie	9	1.6090 g.
„	10	1.5146 „
„	11	1.4220 „
„	12	1.4337 „

Voor de oppervlakte der bladporties vond ik:

Portie	9	400.6 cm².
„	10	382.7 „
„	11	418.8 „
„	12	426.65 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie	9	163.0 mg.	Portie	10	162.2 mg.
„	11	140.3 „	„	12	139.9 „
Afvoer gekoelde st.		22.7 mg.	Afvoer contrôle-st.		22.3 mg.

Op gelijke wijze vinden wij voor het droog-gewicht per dm².:

Portie	9	401.2 mg.	Portie	10	395.5 mg.
„	11	339.4 „	„	12	335.8 „
Afvoer gekoelde st.		61.8 mg.	Afvoer contrôle-st.		59.7 mg.

Wij zien hier dus, dat in beide gevallen de gekoelde stelen nog iets meer afvoeren dan de contrôle-stelen. Alles in tabel 3 samengevat, geeft het volgende overzicht: (zie bladz. 88).

Experiment IV.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus, die buiten geassimileerd hadden, werden op 24 September 1930 des avonds om 7 u. 30 in de donkere kamer gebracht. Om 7 uur

werden de stelen in de koelbuisjes gebracht en tusschen 8 u. 45 en 9 u. 45 n.m. werden de bladhelften afgeknipt. Bij dit afknippen werden afwisselend linker- en rechterhelften genomen. Plant No. 8 diende voor de J-proef. Weer werden de bladporties met kokende 96 % alcohol overgoten voordat zij in de droogstof werden gezet. Om 10 uur 's avonds werden van plant No. 8 stukjes met de J-proef onderzocht, welke stukjes zich donker blauw kleurden. Van de temperaturen geef ik op blz. 88 lijst 4.

Om 10 u. 45 n.m. werd voor de kamertemperatuur 14.5° C afgelezen. Dit is echter een onjuiste aflezing, daar de thermometer toevallig vlak naast een buis van het koelapparaat lag.

Den volgenden morgen werden om 5 uur, 5 u. 20 en 7 u. 10 v.m. bladstukjes met de J-proef onderzocht. De stukjes der gekoelde bladstelen kleurden zich duidelijk donkerder dan de contrôle-stukjes. Tusschen 5 u. 30 en 6 uur werden de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen geoogst en de bladporties met kokende 96 % alcohol overgoten.

Voor de versch-gewichten der bladporties werden de volgende waarden gevonden:

Portie 13.	Bladhelften	der	gekoelde st.	Aanv. Proef	7.220 g.
„ 14.	„	„	contrôle- „	„ „	7.470 „
„ 15.	„	„	gekoelde „	Eind „	7.220 „
„ 16.	„	„	contrôle- „	„ „	7.660 „

Voor de droog-gewichten werd gevonden:

Portie 13	0.8139 g.
„ 14	0.8571 „
„ 15	0.7709 „
„ 16	0.8108 „

Voor het oppervlak werd gevonden:

Portie 13	398.45 cm².
„ 14	418.95 „
„ 15	400.35 „
„ 16	420.55 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 13	112.7 mg.	Portie 14	114.7 mg.
„ 15	106.8 „	„ 16	105.9 „
Afvoer gekoelde st.	5.9 mg.	Afvoer contrôle-st.	8.8 mg.

Berekenen wij hetzelfde per dm²., dan vinden wij:

Portie 13	204.5 mg.	Portie 14	204.6 mg.
„ 15	192.7 „	„ 16	192.6 „
Afvoer gekoelde st.	11.8 mg.	Afvoer contrôle-st.	12.0 mg.

Vatten wij alle resultaten in tabel 4 op blz. 92 samen:

Wij zien dus, dat, speciaal, wanneer wij het droog-gewicht berekenen per 1 g. versch-gewicht, er een gering verschil in transport te constateeren valt.

Experiment V.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus, die ca. 6 weken oud waren, werden op 6 Oct. 1930 's avonds om 6 uur uit den hortus in de donkere kamer gezet en nadat de stelen in de koelbuisjes gebracht waren, werd de motor om 7 u. 45 n.m. ingeschakeld. Om 8 u. 15 n.m. werden de bladhelften voor de droog-gewichtsbepalingen afgeknipt (om en om linker- en rechterhelften).

Bij de bepaling van de gewichten der versche bladporties werden de bladhelften zoo goed mogelijk schoon gewreven

Tabel 4.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer p. 1 gr. versch gewicht.		Afvoer in % per 1 g. versch gewicht.	
						p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
13	7.220 g.	0.8139 g.	398.45 cm².	112.7 mg.	204.5 mg.	gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
14	7.470 „	0.8571 „	418.95 „	114.7 „	204.6 „	5.9 mg.	8.8 mg.	67.0 %	100 %
15	7.220 „	0.7709 „	400.35 „	106.8 „	192.7 „				
16	7.660 „	0.8108 „	420.55 „	105.9 „	192.6 „	per dm².		per dm².	
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
						11.8 mg.	12.0 mg.	98.3 %	100 %

Temperatuurlijst 5.

Therm.	8.40	10.5	11.5	12.20	2 u.	3.55	7.30
1	9+	10+	10.5	10.5	10.5	11+	11
2	9-	9+	10-	10-	10-	10+	10+
3	9	9.5	10	10+	10+	11-	10+
4	9	9+	10-	10-	10	10+	10+
5	9	10	10+	10	10	10+	10.5
6	9+	10-	10+	9.5	10-	10+	11-
7	9.5	10-	10	9+	9.5	10	10.5
8	9.5	9.5	10	9	9	9.5	10.5
K.	18+	17-	17+	20-	20-	20-	—

terwijl slechte stukjes verwijderd werden. De temperaturen van koelbuisjes en donkere kamer zijn op pag. 92 in lijst 5 opgegeven.

Met behulp van een electrisch kacheltje werd gezorgd, dat de temperatuur van de kamer niet te laag werd. Van één plant werden weer bij het begin van de proef stukjes met de J-proef onderzocht (weinig zetmeel). Den volgenden morgen om 4 uur werden alle bladhelften voor de droog-gewichts-bepalingen geoogst. Tevens werden toen van 4 planten kleine stukjes voor de J-proef afgeknipt. Deze J-proefjes gaven een gering verschil in blauwkleuring en wel bevatten de stukjes der gekoelde stelen het meeste zetmeel. De verschillen waren echter uiterst gering.

De versch-gewichten der bladstelen waren:

Portie 17.	Bladhelften	der	gekoelde st.	Aanv. Proef	7.230 g.
„ 18.	„	„	contrôle-„	„	„ 7.130 „
„ 19.	„	„	gekoelde „	Eind	„ 7.030 „
„ 20.	„	„	contrôle-„	„	„ 6.860 „

Op gelijke wijze werden voor de gewichten der droge bladporties de volgende waarden gevonden:

Portie 17	0.9152 g.
„ 18	0.8833 „
„ 19	0.8444 „
„ 20	0.8302 „

Voor de oppervlakte der bladporties werd gevonden:

Portie 17	368.15 cm².
„ 18	368.2 „
„ 19	356.55 „
„ 20	345.1 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 17	126.6 mg.	Portie 18	123.9 mg.
„ 19	120.1 „	„ 20	121.0 „
Afvoer gekoelde st.	6.5 mg.	Afvoer contrôle-st.	2.9 mg.

Berekenen wij hetzelfde per dm².:

Portie 17	248.7 mg.	Portie 18	240.0 mg.
„ 19	236.5 „	„ 20	240.6 „
Afvoer gekoelde st.	12.2 mg.	Contrôle-stelen geen afvoer.	

Wij zien dus, dat er zeer weinig is afgevoerd en dat er van een remming door het koelen geen sprake is. Vatten wij alles in tabel 5 op blz. 95 samen:

Experiment VI.

Op 13 Oct. 1930 was het weer den geheelen dag zonnig. Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus hadden weer den geheelen dag buiten geassimileerd. Omstreeks 6 u. 15 werden de planten in de donkere kamer gebracht en nadat weer van elke plant één steel in een koelbuisje gebracht was, werd om 7 u. 15 n.m. de motor van het koelapparaat ingeschakeld. Om 7 u. 25 n.m. werden de bladhelften (7 stuks per portie) voor de drooggewichts-bepalingen afgeknipt. Om 7 u. 40 n.m. werden van de plant, die voor de J-proef gebruikt werd, bladstukjes onderzocht.

Om 2 u. 45 v.m. en 6 u. 30 v.m. werden opnieuw bladstukjes van die plant op hun zetmeel-gehalte onderzocht. Er was een duidelijk verschil in blauwkleuring te constateeren en wel bevatte het bladstukje van den gekoelden steel het meeste zetmeel. Om 6 u. 50 v.m. werden van plant No. 2 zeer kleine stukjes met de J-proef onderzocht. Hier bevatte echter juist het stukje van den contrôle-steel

Tabel 5.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
17	7.230 g.	0.9152 g.	368.15 cm².	126.6 mg.	248.7 mg.	p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
18	7.130 „	0.8833 „	368.2 „	123.9 „	240.0 „	gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
19	7.030 „	0.8444 „	356.55 „	120.1 „	236.5 „	6.5 mg.	2.9 mg.	224.1 %	100 %
20	6.860 „	0.8302 „	345.1 „	121.0 „	240.6 „	per dm².			
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
						12.2 mg.	—	—	—

Temperatuurlijst 6.

Th.	8.15	8.45	9.45	11.30	12.30	1.30	2.40	3.50	5.25	6.30	7.30	8.40
1	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5.5	5.5	5.5	6-	9.5	6+
2	5-	5-	4+	4+	4.5	5-	4.5	5-	5-	5-	8-	5+
3	5	5	5-	5-	5-	5	5-	5	5	5	9	6-
4	5	5+	5	5	5+	5+	5+	5.5	5.5	6-	9+	6+
5	5	5	5	5-	5	5	5	5+	5	5+	8.5	5.5
6	5+	5+	5-	5-	5-	5	5	5+	5+	5+	8.5	6-
7	5+	5+	5+	5	5+	5+	5+	5.5	5.5	5.5	9+	6+
8	5+	5+	5-	5-	5	5	5+	5.5	5.5	5.5	8.5	6
K.	18	17	16.5	16+	17	17.5	18	18+	18+	18+	19-	19-

het meeste zetmeel. 's Morgens om 8 u. 50 werden de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen afgeknipt.

Voor de versch-gewichten der bladporties werden de volgende waarden gevonden:

Portie 21.	Bladhelften	der	gekoelde st.	Aanv.	Proef	7.730 g.
„ 22.	„	„	contrôle- „	„	„	6.815 „
„ 23.	„	„	gekoelde „	Eind	„	8.010 „
„ 24.	„	„	contrôle- „	„	„	7.450 „

Voor de droog-gewichten werd gevonden:

Portie 21	0.9121 g.
„ 22	0.8057 „
„ 23	0.8466 „
„ 24	0.7898 „

Voor de opervlakte der bladporties werd gevonden:

Portie 21	394.8 cm².
„ 22	346.25 „
„ 23	406.75 „
„ 24	383.45 „

Berekenen wij nu het droog-gewicht per 1 g. verschgewicht, dan vinden wij:

Portie 21	117.9 mg.	Portie 22	118.2 mg.
„ 23	105.7 „	„ 24	106.0 „
Afvoer gekoelde st.	12.2 mg.	Afvoer contrôle-st.	12.2 mg.

Berekenen wij nu weer hetzelfde per dm.²:

Portie 21	230.9 mg.	Portie 22	232.9 mg.
„ 23	208.0 „	„ 24	206.2 „
Afvoer gekoelde st.	22.9 mg.	Afvoer contr.-st.	26.7 mg.

Geven wij weer lijst 6 op blz. 95 van de temperaturen van koelbuisjes en kamer:

Ten slotte kunnen wij de resultaten in tabel 6 op blz. 97 samenvatten:

Tabel 6.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
21	7.730 g.	0.9121 mg.	394.8 cm².	117.9 mg.	230.9 mg.	p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
22	6.815 „	0.8057 „	346.25 „	118.2 „	232.9 „	gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
23	8.010 „	0.8466 „	406.75 „	105.7 „	208.0 „	12.2 mg.	12.2 mg.	100 %	100 %
24	7.450 „	0.7898 „	383.45 „	106.0 „	206.2 „	per dm².		per dm².	
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
						22.9 mg.	26.7 mg.	85.8 %	100 %

Temperatuurlijst 7.

Therm.	11.45	12.50	2.45	3.45	4.45	5.35	7.7	8.15	8.55	11.50	12.30	12.45	2.40	4.5	6 u.	8.10	8.43
1	4+	4+	5-	4+	5-	4.5	4+	4.5	4+	12-	5.5	4+	4+	4.5	4+	5+	9+
2	4-	4-	4+	4-	4	4	4-	4	4-	11+	5-	4-	4-	4-	4-	4+	9-
3	4	4	4+	4	4+	4+	4	4+	4	12-	5	4	4	4+	4	5-	9
4	4+	4+	4.5	4+	4.5	4.5	4+	4.5	4+	12	5+	4+	4+	4+	4+	5	9+
5	4	4	4+	4	4+	4	4	4+	4-	11+	5-	4-	4-	4	4	5-	8.5
7	5-	5-	5	5	5	5	5	5	5-	12.5	5.5	5-	5-	5-	5-	5.5	10-
8	4.5	4.5	5-	4.5	4.5	5-	4.5	5	4.5	12.5	5+	4.5	4.5	5-	5-	5.5	10-
K.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	18	20	21	21	21	21	21

Wij zien dus, dat indien wij den afvoer berekenen per 1 g. versch-gewicht, wij geen verschil vinden tusschen de gekoelde en de contrôle-stelen, terwijl wanneer wij den afvoer berekenen per dm^2., wij een geringe remming door het koelen der stelen op 5° C kunnen constateeren.

Experiment VII.

Op 3 November 1930 's avonds om 9 u. 15 werden een aantal exemplaren van Phaseolus multiflorus in de donkere kamer rondom een belichtingsapparaat opgesteld. Dit apparaat bestond uit 2 lampen van 1000 K elk, iedere lamp gemonteerd in een glazen cylinder, welke voortdurend met koud water kon worden doorstroomd. Ook werd om 9 u. 15 n.m. een electrisch straalkacheltje ingeschakeld. 's Avonds om 10 u. 40 was de temperatuur in de buurt van de lampen tot 22.5° C opgeloopen en toen werd het straalkacheltje weer uitgeschakeld. Met twee kleine onderbrekingen van ca. 30 minuten elk, bleven de lampen branden tot 5 November 1930 10 uur v.m. De temperatuur wisselde in de buurt van de lampen steeds tusschen 19.5 en 22.5° C, doch was een maal gedurende korten tijd hooger. Zoo nu en dan werd in het vertrek water gesprenkeld om te zorgen, dat de vochtigheidstoestand niet te laag werd.

Op 5 November 1930 werden de bladstelen 's morgens in de koelbuisjes gebracht en om 10 u. 56 v.m. werd de motor van het koelapparaat ingeschakeld. Om 11 uur v.m. werden de bladhelften (7 stuks) voor de drooggewichtsbepalingen afgeknipt en om 11 u. 26 v.m. werden van plant No. 1, (die voor de J-proef bestemd was), 2 bladstukjes onderzocht. Beide stukjes kleurden zich donker blauw.

Ook tijdens het koelen werd zoo nu en dan water in de proefkamer gesprenkeld. Om 7 u. 30 n.m. (5 Nov. 1930) en den volgenden morgen om 6 u. 15 werden van plant No. 1

weer kleine bladstukjes voor de J-proef genomen, doch de contrôle-stukjes kleurden zich het donkerst. Om 6 u. 30 v.m. werden de bladhelften (afwisselend linker en rechter) afgeknipt en verder op de bekende wijze behandeld. Geven wij nu op blz. 97 een lijst van de temperaturen:

De versch-gewichten der bladhelften waren:

Portie 25.	Bladhelften	der	gekoelde st.	Aanv. Proef	6.160 g.
„ 26.	„	„	contrôle- „	„	„ 4.720 „
„ 27.	„	„	gekoelde „	„	„ 6.220 „
„ 28.	„	„	contrôle- „	„	„ 6.270 „

De gewichten der gedroogde bladporties waren:

Portie 25	0.8355 g.
„ 26	0.6156 „
„ 27	0.7491 „
„ 28	0.7572 „

Op gelijke wijze werd voor de oppervlakte der bladporties gevonden:

Portie 25	279.0 cm².
„ 26	208.45 „
„ 27	278.8 „
„ 28	274.7 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 25	135.6 mg.	Portie 26	130.4 mg.
„ 27	120.4 „	„ 28	120.8 „
Transport gek. st.	15.2 mg.	Transport contr.-st.	9.6 mg.

Tabel 7.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
						p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
25	6.160 g.	0.8355 g.	279.0 cm².	135.6 mg.	299.5 mg.	gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
26	4.720 „	0.6156 „	208.45 „	130.4 „	296.0 „	15.2 mg.	9.6 mg.	158.3 %	100 %
27	6.220 „	0.7491 „	278.8 „	120.4 „	268.5 „				
28	6.270 „	0.7572 „	274.7 „	120.8 „	275.3 „	per dm².		per dm².	
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
						31.0 mg.	20.7 mg.	149.8 %	100 %

Temperatuurlijst 8.

Therm.	11.50	12.50	1.25	2.55	4.15	5.15	8.15	8.40	9.50	11.10	12.30	1.50	2.40	4.40	6.5	7.50
2	7	5	5+	5+	5+	5-	19-	5-	5+	5+	8-	5	5	5	5+	16.5
3	7+	5+	5.5	5.5	5.5	5	18+	5+	5.5	5.5	8+	5+	5+	5.5	6-	16+
4	7+	5+	6-	6-	6	5+	18+	5+	6-	6-	8	5+	5+	5.5	6-	16+
5	6.5	4.5	5-	5-	5-	4+	17.5	4+	5	5	7	4.5	4.5	5-	5	15.5
6	7.5	5	5.5	5.5	5.5	5	17.5	5	5.5	5.5	7.5	5.5	5.5	5.5	6	15.5
7	7.5	5.5	6-	6-	6	5.5	18	5.5	6	6-	8	6	6-	6-	6	16
8	7.5	5.5	6+	6+	6	5.5	18.5	5.5	6+	6	8	5.5	6-	6-	6+	16.5
K.	23-	23.5	23	23	23	23	24-	24	23+	23.5	24-	24-	23	24	23.5	24

Op dezelfde wijze vinden wij voor het droog-gewicht per dm².:

Portie 25	299.5 mg.	Portie 26	296.0 mg.
„ 27	268.5 „	„ 28	275.3 „
Afvoer gekoelde st.	31.0 mg.	Afvoer contr.-st.	20.7 mg.

Vatten wij de resultaten in tabel 7 op blz. 100 samen:

Wij komen hier dus tot een resultaat, dat in het geheel niet strookt met de resultaten der vorige experimenten.

Experiment VIII.

Op 18 November 1930 werd het belichtingsapparaat 's morgens om 10 u. 45 aangestoken, waardoor 8 exemplaren van Phaseolus multiflorus zoo gelijkmatig mogelijk belicht werden. Weer werd zoo nu en dan het electrisch straalkacheltje ingeschakeld en water in de donkere kamer gesprenkeld opdat temperatuur en vochtigheidstoestand niet te laag zouden worden. De lampen bleven nu tot den volgenden morgen 10 u. 7 branden, gedurende welken tijd de temperatuur van de donkere kamer wisselde tusschen 21 en 22.5° C. Van 7 planten werden nu weer op de bekende wijze de stelen in de koelbuisjes gebracht (van deze 7 planten diende er één voor de J-proef). Om 11 u. 7 v.m. werd de motor van het koelapparaat ingeschakeld en om 11 u. 15 v.m. werden de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen afgeknipt (plant No. 8 diende voor de J-proef, terwijl van de planten No. 2, No. 3, No. 4, No. 5, No. 6 en No. 7 afwisselend linker- en rechterhelften verzameld werden). De bladstukjes voor de J-proef die om 11 u. 15 v.m. afgeknipt werden, kleurden zich met Jodium intensief blauw (het contrôle-stukje werd iets donkerder).

De temperaturen van de kamer en van de koelbuisjes zijn in temperatuurlijst 8 op blz. 100 aangegeven.

Alle temperatuursverhoogingen van de tabel komen voort uit het weigeren van het toestel. Wat betreft de verhooging van 12 u. 30 n.m., moet nog opgemerkt worden, dat de motor om 12 uur nog liep, dus dat het toestel slechts gedurende zeer korten tijd niet gewerkt heeft. Tusschen 12 u. 30 en 1 u. 50 (20 Nov. v.m.) ben ik aldoor met het toestel bezig geweest en toen wisselde de temperatuur iets, doordat de thermoregulator niet goed werkte.

Weer werd zoo nu en dan in de donkere kamer water gesprenkeld en ook werden de planten begoten.

Op 19 November 1930 's avonds om 10 u. 25 werden weer bladstukjes voor de J-proef afgeknipt. Er was weinig verschil in blauwkleuring te constateeren. Op 20 Nov. 1930 's morgens om 2 u. 50 en om 5 u. 40 werden van plant No. 8 opnieuw bladstukjes met de J-proef onderzocht. Er was een zeer duidelijk verschil in blauwkleuring te constateeren en wel was het stukje behoorende bij den gekoelden steel het donkerst. Om 5 u. 50 v.m. werden van plant No. 2 kleine bladstukjes met de J-proef onderzocht. Het stukje van den gekoelden steel kleurde zich duidelijk donkerder.

Om 6 u. 5 werden ook van plant No. 3 bladstukjes voor de J-proef afgeknipt, waarbij hetzelfde resultaat verkregen werd. Om 6 u. 10 werden de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen afgeknipt en op de bekende wijze verder behandeld.

Voor de versch-gewichten der bladporties werden de volgende waarden gevonden:

Portie 29.	Bladhelften	der	gekoelde	st.	Aanv. Proef	4.085 g.
„ 30.	„	„	contrôle-	„	„ „	4.325 „
„ 31.	„	„	gekoelde	„	Eind „	4.605 „
„ 32.	„	„	contrôle-	„	„ „	4.275 „

Op gelijke wijze werd voor de gewichten der gedroogde bladhelften gevonden:

Portie 29	0.4285 g.
„ 30	0.4474 „
„ 31	0.4140 „
„ 32	0.3911 „

Voor de oppervlakte der bladporties werd gevonden:

Portie 29	275.46 cm².
„ 30	293.55 „
„ 31	318.27 „
„ 32	287.35 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 29	104.9 mg.	Portie 30	103.4 mg.
„ 31	89.9 „	„ 32	91.5 „
Afvoer gekoelde st.	15.0 mg.	Afvoer contr.-st.	11.9 mg.

Op dezelfde wijze vinden wij voor het droog-gewicht per dm.²:

Portie 29	155.8 mg.	Portie 30	152.2 mg.
„ 31	130.2 „	„ 32	136.3 „
Afvoer gekoelde st.	25.6 mg.	Afvoer contr.-st.	15.9 „

De resultaten van experiment VIII zijn in tabel 8 op blz. 104 samen gevat.

Tabel 8.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
						p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
29	4.085 g.	0.4285 g.	275.46 cm².	104.8 mg.	155.8 mg.	15.0 mg.	11.9 mg.	126.1 %	100 %
30	4.325 „	0.4474 „	293.55 „	103.4 „	152.2 „				
31	4.605 „	0.4140 „	318.27 „	89.9 „	130.2 „				
32	4.275 „	0.3911 „	287.35 „	91.5 „	136.3 „				
						per dm².		per dm².	
						gekoeld	contrôle	gekoeld	contrôle
						25.6 mg.	15.9 mg.	161.0 %	100 %

Wat betreft de resultaten van alle proeven over den invloed van verlaagde temperatuur, zien wij dus, dat in de twee eerste proeven, waarbij met temperaturen van 5.5° C en 3.5° C gewerkt werd, een vertraging van het transport kon worden aangetoond. Bij 7° C was misschien nog eenige invloed te constateeren, bij 10° C in het geheel niet meer.

In experiment 6 vonden wij eveneens, dat afkoelen van den bladsteel tot op 5° C het transport vertraagde. Daarentegen vallen de uitkomsten van experiment 7 en 8 geheel en al buiten het schema. [1]) Ik kan dan ook uit deze proeven niet tot een invloed van het koelen op het transport der assimilaten besluiten. De resultaten van dit deel van mijn

[1]) In verband hiermee is misschien een artikel van Tschesnokov en Bazyrina (Planta Bd II 1930) van belang, waarin de schrijvers constateeren dat de afvoer, vooral 's nachts, zeer onregelmatig kan zijn.

Tabel 9.

Begin datum.	Begin tijd.	Koel- en Kamer-temp.	Belicht. wijze.	TRANSPORT.					
Transp. tijd.				p. 1 g. versch-gewicht.			per dm².		
				Gekoelde stelen.	Contrôle-stelen.	Gek. in % van contr.	Gekoelde stelen.	Contrôle-stelen.	Gek. in % van contr.
29-4-30	10 u. 40 v.m.	5.5° C	Kunstlicht				10.3 mg.	21.0 mg.	49.0 %
16 uur		19.5° C	3×1000 K.						
21-7-30	9 uur n.m.	3.5° C	Zonlicht.	25.3 mg.	27.8 mg.	91.0 %	92.8 „	139.5 „	66.5 %
59 1/3 uur		17° C							
27-8-30	9 uur n.m.	7° C	Zonlicht.	22.7 „	22.3 „	101.8 %	61.8 „	59.7 „	103.5 %
33 1/4 uur		24.5° C							
24-9-30	8 u. 15 n.m.	7° C	Zonlicht.	5.9 „	8.8 „	67.0 %	11.8 „	12.0 „	98.3 %
9 1/2 uur		16° C							
6-10-30	8 u. 15 n.m.	10° C	Zonlicht.	6.5 „	2.9 „	224.1 %	12.2 „	—	—
7 3/4 uur		18° C							
13-10-30	7 u. 20 n.m.	5° C	Zonlicht.	12.2 „	12.2 „	100 %	22.9 „	26.7 „	85.8 %
13 1/2 uur		17.5° C							
5-11-30	11 uur v.m.	4° C	Kunstlicht.	15.2 „	9.6 „	158.3 %	31.0 „	20.7 „	149.8 %
19 1/2 uur		20° C	2×1000 K.						
19-11-30	11 u. 15 v.m.	5.5° C	Kunstlicht.	15.0 „	11.9 „	126.1 %	25.6 „	15.9 „	161.0 %
19 uur		23.5° C	2×1000 K.						

onderzoek zijn in strijd met die van CURTIS. In verband hiermede lijkt het mij zeer onwaarschijnlijk, dat protoplasmastrooming bij het transport een dusdanig groote rol zou spelen, als CURTIS en DE VRIES veronderstellen. Ter verduidelijking zijn verder alle resultaten van deze paragraaf in Tabel 9 op blz. 105 samengevat.

§ 3. De invloed van narcose op het transport

Ten slotte werden nog een aantal proeven genomen, waarbij de invloed van het narcotiseeren van den bladsteel op het transport der assimilaten werd onderzocht. Van elke plant werd één bladsteel genarcotiseerd, terwijl de andere intact bleef. Het narcotiseeren gebeurde met een oplossing van chloroform, op de wijze, zooals dit in het hoofdstuk „Techniek" beschreven is. Gaan wij nu over tot het beschrijven der afzonderlijke experimenten.

Experiment I.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus werden 's avonds om 8 uur (5 Juni 1930) uit de kas van het laboratorium in de donkere kamer gebracht. Van elke plant werd één bladsteel over een lengte van 6 cm. met chloroformwater 1 : 2 genarcotiseerd. De narcosebakjes werden om het verdampen tegen te gaan, met rubber bedekt. Tusschen 10 en 11 uur 's avonds werden van alle bladeren de rechterhelften verzameld en wel de rechter-helften der genarcotiseerde stelen tot portie 33, die der contrôle-stelen tot portie 34. Bovendien werden bij 4 planten van de rechter-helften nog kleine stukjes met de J-proef onderzocht. Deze stukjes kleurden zich met Jodium donker blauw tot zwart. De temparatuur in de donkere kamer was aan het einde van den avond 23.5° C. Den volgenden dag werden 's middags opnieuw bladstukjes met de J-proef onderzocht. Van 5 plan-

ten werden kleine stukjes afgeknipt. In de meeste gevallen was er geen verschil tusschen twee stukjes van één plant te constateeren, doch in één geval bevatte het blad, behoorende bij den genarcotiseerden steel, duidelijk meer zetmeel dan dat van den contrôle-steel. Van 3—4 uur 's middags (dus 17 uur na het begin van de proef) werden van alle bladeren de linkerhelften geoogst en verzameld to de pories 35 (der genarcotiseerde stelen) en 36 (der contrôlestelen).

Van de vervaardigde afdrukken was de oppervlakte respectievelijk:

Portie 33.	Bladhelften der	genarc.	„Aanv. Proef	661.7	cm.²
„ 33.	„	„ contrôle-	„ „	„	720.8	„
„ 35.	„	„ genarc.	„Eind	„	716.95	„
„ 36.	„	„ contrôle-	„ „	„	760.2	„

De droog-gewichten der porties waren:

Portie 33	1.4465 g.
„ 34	1.6320 „
„ 35	1.5176 „
„ 36	1.5748 „

De versch-gewichten der bladporties waren:

Portie 33	10.911 g.
„ 34	12.475 „
„ 35	12.705 „
„ 36	13.430 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 33	132.7 mg.	Portie 34	132.7 mg.
„ 35	119.5 „	„ 36	117.5 „
Afvoer genarc. st.	13.2 mg.	Afvoer contr.-st.	15.2 mg.

Tabel 10.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
33	10.911 g.	1.4465 g.	661.7 cm².	132.7 mg.	218.5 mg.	p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
34	12.475 „	1.6320 „	720.8 „	132.7 „	226.4 „	narc.	contrôle	narc.	contrôle
35	12.705 „	1.5176 „	716.95 „	119.5 „	211.7 „	13.2 mg.	15.2 mg.	86.8 %	100 %
36	13.430 „	1.5748 „	760.2 „	117.5 „	207.2 „	per dm².		per dm².	
						narc.	contrôle	narc.	contrôle
						6.8 mg.	19.2 mg.	35.4 %	100 %

Tabel 11.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer		Afvoer in %	
37	12.090 g.	1.8270 g.	456.9 cm².	151.1 mg.	399.8 mg.	p. 1 g. versch-gew.		p. 1 g. versch-gew.	
38	11.780 „	1.7658 „	438.1 „	149.9 „	403.2 „	narc.	contrôle	narc.	contrôle
39	12.510 „	1.6397 „	454.1 „	131.1 „	363.4 „	20.0 mg.	23.7 mg.	84.4 %	100 %
40	11.910 „	1.5031 „	445.6 „	126.2 „	337.0 „	per dm².		per dm².	
						narc.	contrôle	narc.	contrôle
						36.4 mg.	66.2 mg.	54.9 %	100 %

Wanneer wij hetzelfde berekenen per dm.², vinden wij:

Portie 33	218.5 mg.	Portie 34	226.4 mg.
„ 35	211.7 „	„ 36	207.2 „
Afvoer genarc. st.	6.8 mg.	Afvoer contr.-st.	19.2 mg.

Wij zien dus, dat berekend per dm.² de genarcotiseerde stelen slechts 35.4% afvoeren van hetgeen de contrôle-stelen transporteeren. Vatten wij de resultaten van experiment 1 in tabel 10 op blz. 107 samen, dan krijgen wij het volgende overzicht:

In bovenstaande tabel zien wij, hoe de droog-gewichten per dm.² aan het begin *niet* gelijk zijn, doch vrij behoorlijk verschillen. Hier gaat dus de veronderstelling, welke CURTIS bij zijn proeven maakte, niet op. Wel zijn de droog-gewichten per 1 g. versch-gewicht gelijk, doch het versch-gewicht is uit den aard der zaak een minder betrouwbare factor, zoodat hier waarschijnlijk toeval in het spel is.

Experiment 2.

Op 9 Juli 1930 werden 's avonds om 7 uur 8 exemplaren van Phaseolus multiflorus uit de kas in de donkere kamer gebracht. Van 8 tot 9 uur 's avonds werden de bladhelften van 7 planten afgeplukt en die der genarcotiseerde stelen verzameld tot portie 37, die der contrôle-stelen tot portie 38. De achtste plant werd gebruikt om er de bladstukjes voor de J-proef van te knippen. Van 9 uur tot 9 u. 45 n.m. werd van elke plant één steel, met chloroform-water 1 : 2 genarcotiseerd. (Aanvangstijd der proef 9 uur n.m.) Om 10 uur 's avonds werden van de beide bladeren van plant No. 8 bladstukjes met de J-proef op hun zetmeel-gehalte onderzocht. Beide stukjes kleurden zich donker blauw. Om 10 uur n.m. was de temperatuur in de donkere kamer 23° C.

Toen den volgenden dag om 11 uur en om 11 u. 20 v.m. en om 1 u. 20 n.m. bladstukjes van plant No. 8 met de J-proef onderzocht werden, bevatten zij vrijwel geen zetmeel meer. Om 11 u. 45 v.m. werden toen van de 7 andere planten de rechter-bladhelften afgeknipt. De rechter-bladhelften der genarcotiseerde stelen werden verzameld tot portie 39, die der contrôle-stelen tot portie 40. Voor de versch-gewichten der bladporties, die evenals in experiment 1 zoo snel mogelijk na het afknippen bepaald werden, werden de volgende waarden gevonden:

Portie 37.	Bladhelften der	genarc.	st.	Aanv. Proef	12.090 g.
„ 38.	„	„ contrôle-	„	„ „	11.780 „
„ 39.	„	„ genarc.	„	Eind „	12.510 „
„ 40.	„	„ contrôle-	„	„ „	11.910 „

Voor de droog-gewichten der bladporties vond ik respectievelijk:

Portie 37	1.8270 g.
„ 38	1.7658 „
„ 39	1.6397 „
„ 40	1.5031 „

Voor de oppervlakte der afdrukken werd gevonden:

Portie 37	456.9 cm.²
„ 38	438.1 „
„ 39	454.1 „
„ 40	445.6 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 37	151.1 mg.	Portie 38	149.9 mg.
„ 39	131.1 „	„ 40	126.2 „
Afvoer genarc. st.	20.0 mg.	Afvoer contr-st.	23.7 mg.

Berekenen wij hetzelfde per dm.²:

Portie 37	399.8 mg.	Portie 38	403.2 mg.
„ 39	363.4 „	„ 40	337.0 „
Afvoer genarc. st.	36.4 mg.	Afvoer contr.-st.	66.2 mg.

Wij vinden dus, dat berekend per dm.², de genarcotiseerde stelen 55% afvoeren van hetgeen de contrôle-stelen transporteeren. Wanneer wij weer alles in tabel 11 op blz. 108 samenvatten, dan krijgen wij het volgende overzicht:

Experiment 3.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus hadden den geheelen dag buiten geassimileerd. Gedurende den loop van dien dag (15 Juli 1930) was het weer eerst zeer bewolkt geweest, doch daarna 's middags en 's avonds zonnig. 's Avonds om 8 uur werden de planten naar binnen gebracht in de donkere kamer. Van de 8 planten diende er weer één voor de J-proef. Om 9 uur n.m. werden de stelen met chloroform-water 1 : 2 genarcotiseerd en werden de bladhelften afgeplukt. De temperatuur van de donkere kamer was toen 20.5° C. De bladstukjes voor de J-proef werden om 9 u. 45 n.m. afgeknipt (twee stukjes van de rechter-helften der bladbasis). Beide stukjes kleurden zich met Jodium zwart. Om 11 u. 20 was de temperatuur in de donkere kamer 19.5 C. Den volgenden morgen om 5 u. 45 werden opnieuw bladstukjes voor de J-proef afgeknipt. Beide stukjes kleurden zich nog donker blauw. De temperatuur in de donkere kamer was toen 20° C. Om 10 u. 55 v.m. (16 Juli 1930) werden opnieuw twee bladstukjes van den top van het blad met de J-proef onderzocht. Beide stukjes kleurden zich met Jodium wel iets lichter, doch nog zeer blauw en even intensief. De temperatuur in de donkere kamer was op dit tijdstip 19.5° C. Om 5 uur en om 9 uur n.m. werden van plant No. 8 weer bladstukjes met de J-proef onderzocht.

Beide stukjes bevatten nog zeer veel zetmeel en er was geen verschil te constateeren. 's Avonds om 7 u. 30 werden toen de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen afgeknipt (Temperatuur van de donkere kamer 19.5° C).

De versch-gewichten der bladporties waren:

Portie 41.	Bladhelften der	genarc. st.	Aanv.	Proef	15.480 g.
„ 42.	„	„ contrôle-	„	„	16.940 „
„ 43.	„	„ genarc.	„ Eind	„	17.800 „
„ 44.	„	„ contrôle-	„	„	16.820 „

Voor de droog-gewichten der 4 bladporties werd gevonden:

Portie 41	2.5040 g.
„ 42	2.8911 „
„ 43	2.6019 „
„ 44	2.3653 „

Voor de oppervlakken der bladporties werden de volgende cijfers verkregen:

Portie 41	474.95 cm.²
„ 42	503.2 „
„ 43	519.95 „
„ 44	522.8 „

Berekenen wij nu het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 41	161.7 mg.	Portie 42	170.7 mg.
„ 43	146.2 „	„ 44	140.6 „
Afvoer genarc. st.	15.5 mg.	Afvoer contr.-st.	30.1 mg.

Berekenen wij ook weer het droog-gewicht per dm.², dan vinden wij:

Portie 41	527.2 mg.	Portie 42	574.5 mg.
„ 43	500.4 „	„ 44	452.4 „
Afvoer genarc. st.	26.8 mg.	Afvoer contr.-st.	122.1 mg.

Wij vinden hier dus, dat berekend per dm.² de genarcotiseerde stelen slechts 21.9% afvoeren van hetgeen de contrôle-stelen transporteeren (zie tabel 12 op blz. 114).

Experiment 4.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus werden 's avonds om 7 u. 30 (31 Juli 1930) uit den hortus in de donkere kamer gebracht. Nadat de stelen met chloroform-water 1 : 4 genarcotiseerd waren, werden om ongeveer 8 uur n.m. de bladporties afgeknipt (plant No. 8 diende alleen voor de J-proef). Om 10 uur n.m. werden van plant No. 8 bladstukjes voor de J-proef afgeknipt, welke zich beide donker blauw kleurden. Gedurende den avond was de temperatuur van de donkere kamer met behulp van een electrisch straalkacheltje op 22.5° C gebracht. Om 11 u. 15 n.m. werd toen het kacheltje uitgeschakeld. Verder werd er wat water in het vertrek gesprenkeld opdat de vochtigheidstoestand niet te laag zou zijn. Den volgenden morgen om 10 uur was de temperatuur in de proefkamer 19.5° C. Het straalkacheltje werd toen weer ingeschakeld en de narcose-vloeistof ververscht. Om 10 u. 45 v.m. werden van de bladtoppen van plant No. 8 stukjes voor de J-proef afgeknipt. Beide stukjes kleurden zich flink blauw. 's Middags om 5 uur was de temperatuur van de kamer 23.5° C, waarna het kacheltje weer afgezet werd.

's Avonds om 8 uur werd het chloroform-water opnieuw ververscht. Om 8 u. 30 n.m. was de temperatuur ruim 21° C. En werd opnieuw wat water in het vertrek gesprenkeld en het kacheltje werd weer ingeschakeld. Om 9 u. 50 n.m. was toen de temperatuur ruim 23° C. Den volgenden morgen (2 Aug. 1930) werden om omstreeks 10 u. 30 de narcose-oplossingen opnieuw ververscht. Om 10 u. 40 v.m. werden weer bladstukjes met de J-proef onderzocht. De temperatuur van de donkere kamer was toen 21° C. Het kacheltje werd

Tabel 12.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer	Afvoer in %
41	15.480 g.	2.5040 g.	474.95 cm².	161.7 mg.	527.2 mg.	p. 1 g. versch-gew.	p. 1 g. versch-gew.
42	16.940 „	2.8911 „	503.2 „	170.7 „	574.5 „	narc. | contrôle	narc. | contrôle
43	17.800 „	2.6019 „	519.95 „	146.2 „	500.4 „	15.5 mg. | 30.1 mg.	51.5 % | 100 %
44	16.820 „	2.3653 „	522.8 „	140.6 „	452.4 „		
						per dm².	per dm².
						narc. | contrôle	narc. | contrôle
						26.8 mg. | 122.1 mg.	21.9 % | 100 %

Tabel 13.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer	Afvoer in %
45	16.750 g.	3.0420 g.	472.8 cm².	181.6 mg.	643.1 mg.	p. 1 g. versch-gew.	p. 1 g. versch-gew.
46	16.600 „	2.9946 „	452.4 „	180.4 „	662.5 „	narc. | contrôle	narc. | contrôle
47	17.740 „	2.6460 „	500.05 „	149.2 „	529.2 „	32.4 mg. | 33.8 mg.	95.9 % | 100 %
48	17.220 „	2.5248 „	478.35 „	146.6 „	528.2 „		
						per dm².	per dm².
						narc. | contrôle	narc. | contrôle
						113.9 mg. | 134.3 mg.	84.8 % | 100 %

tot 12 u. 40 n.m. ingeschakeld, op welk tijdstip de temperatuur 23.5° C was. 's Middags om 2 uur werden er weer bladstukjes met de J-proef onderzocht. De J-proef had in het algemeen weinig resultaat. Het zetmeel verdween uiterst langzaam en er waren geen verschillen waar te nemen. Om 2 uur n.m. werden toen de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen geoogst.

Voor de versch-gewichten der bladporties werd gevonden:

Portie 45.	Bladhelften der	genarc.	st.	Aanv.Proef		16.750 g.
„ 46.	„	„ contrôle-	„	„	„	16.600 „
„ 47.	„	„ genarc.	„	Eind	„	17.740 „
„ 48.	„	„ contrôle-	„	„	„	17.220 „

Op gelijke wijze vond ik voor het droog-gewicht der bladporties:

Portie 45	3.0420 g.
„ 46	2.9946 „
„ 47	2.6460 „
„ 48	2.5248 „

Voor de oppervlakte der bladporties werden de volgende waarden gevonden:

Portie 45	472.8 cm.²
„ 46	452.4 „
„ 47	500.05 „
„ 48	478.35 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 45	181.6 mg.	Portie 46	180.4 mg.
„ 47	149.2 „	„ 48	146.6 „
Afvoer genarc. st.	32.4 mg.	Afvoer contr.-st.	33.8 mg.

Berekenen wij ook het droog-gewicht per dm.², dan vinden wij:

Portie 45 643.1 mg.	Portie 46 662.5 mg.
„ 47 529.2 „	„ 48 528.2 „
Afvoer genarc. st. 113.9 mg.	Afvoer contr.-st. 134.3 mg.

Vatten wij de resultaten in tabel 13 op blz. 113 samen. Wij vinden dus, dat berekend per dm.², de genarcotiseerde stelen 84.8% afvoeren van hetgeen de contrôle-stelen transporteeren.

Experiment 5.

Acht exemplaren van Phaseolus multiflorus, die buiten geassimileerd hadden, werden 's avonds om 8 uur in de donkere kamer gebracht (9 Sept. 1930). Van elke plant werd weer één steel genarcotiseerd (met chloroform-water 1 : 4), terwijl de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen om 10 u. 15 n.m. afgeknipt werden. Van plant No. 8 werden om 11 u. 20 n.m. bladstukjes met de J-proef onderzocht. (De temperatuur van de kamer was om 11 u. 45 n.m. 19.5° C). Den volgenden morgen werd het chloroform-water tusschen 10 uur en 11 uur ververscht. Om 10 u. 55 v.m. was de temperatuur van de kamr 19° C. Om 3 uur en om 7 u. 30 n.m. werden weer bladstukjes van plant No. 8 met de J-proef onderzocht. 's Avonds om ongeveer 8 uur werd het chloroform-water opnieuw ververscht. Om 8 u. 20 was de temperatuur van de kamer 20° C.

Op 11 Sept. 1930 werd 's morgens om 9 u. 30 van plant No. 8 de 4de J-proef genomen. De J-proef gaf in het algemeen duidelijke verschillen te zien, waarbij de stukjes der genarcotiseerde stelen zich het donkerst kleurden. 's Middags om 3 uur werd opnieuw een J-proef genomen en toen waren deze verschillen nog duidelijker. Op 11 Sept. 1930

werden de bladhelften voor de drooggewichts-bepalingen om 11 u. 15 v.m. geoogst.

Voor de versch-gewichten der bladporties werd gevonden:

Portie 49. Bladhelften der genarc. st. Aanv. Proef 7.675 g.
„ 50. „ „ contrôle- „ „ „ 6.890 „
„ 51. „ „ genarc. „ Eind „ 8.280 „
„ 52. „ „ contrôle- „ „ „ 6.690 „

De droog-gewichten waren respectievelijk:

Portie 49	1.4179 g.
„ 50	1.2767 „
„ 51	1.3432 „
„ 52	1.0637 „

Voor het oppervlak werd gevonden:

Portie 49	316.45 cm.²
„ 50	293.45 „
„ 51	337.0 „
„ 52	288.55 „

Berekenen wij het droog-gewicht per 1 g. versch-gewicht, dan vinden wij:

Portie 49	184.7 mg.	Portie 50	185.3 mg.
„ 51	162.2 „	„ 52	158.9 „
Afvoer genarc. st.	22.5 mg.	Afvoer contr.-st.	26.4 mg.

Berekenen wij hetzelfde per dm.²:

Portie 49	448.7 mg.	Portie 50	435.7 mg.
„ 51	398.6 „	„ 52	368.1 „
Afvoer genarc. st.	50.1 mg.	Afvoer contr.-st.	67.6 mg.

Vatten wij alle resultaten van experiment 5 in tabel 14 op blz. 118 samen, dan krijgen wij het volgende overzicht.

Wij vinden hier dus, dat berekend per dm.² de genarcotiseerde stelen 74.1 % afvoeren van hetgeen de contrôle-stelen transporteeren.

Tabel 14.

Porties.	Versch-gew.	Droog-gew.	Oppervl.	Droog per 1 g. versch	Droog per dm².	Afvoer p. 1 gr. versch gewicht.	Afvoer in % per 1 g. versch gewicht.
49	7.675 g.	1.4179 g.	316.45 cm².	184.7 mg.	448.7 mg.	p. 1 g. versch-gew.	p. 1 g. versch-gew.
50	6.890 „	1.2767 „	293.45 „	185.3 „	435.7 „	narc. | contrôle	narc. | contrôle
51	8.280 „	1.3432 „	337.0 „	162.2 „	398.6 „	22.5 mg. | 26.4 mg.	85.2 % | 100 %
52	6.690 „	1.0637 „	288.55 „	158.9 „	368.1 „	per dm².	per dm².
						narc. | contrôle	narc. | contrôle
						50.1 mg. | 67.6 mg.	74.1 % | 100 %

Tabel 15.

Begin datum.	Begin tijd.	Sterkte narcoticum.	Belicht. wijze.	TRANSPORT.					
Transport tijd.				per 1 g. versch-gewicht.			per dm².		
				Genarcot. stelen.	Contr. stelen.	Gen. in % van contr.	Genarcot. stelen.	Contr. stelen.	Gen. in % van contr.
5-6-30 17 uur.	10 u. 30 n.m.	0.3 %	Zonlicht.	13.2 mg.	15.2 mg.	86.8 %	6.8 mg.	19.2 mg.	35.4 %
9-7-30 ruim 15 uur.	8 u. 30 n.m.	0.3 %	„	20.0 „	23.7 „	84.4 %	36.4 „	66.2 „	54.9 %
15-7-30 22½ uur.	9 uur n.m.	0.3 %	„	15.5 „	30.1 „	51.5 %	26.8 „	122.1 „	21.9 %
31-7-30 42 uur.	8 uur n.m.	0.15 %	„	32.4 „	33.8 „	95.9 %	113.9 „	134.3 „	84.8 %
9-9-30 37 uur.	10 u. 15 n.m.	0.15 %	„	22.5 „	26.4 „	85.2 %	50.1 „	67.6 „	74.1 %

Wij zien dus, dat van de narcose-proeven in het algemeen het volgende gezegd kan worden: De J-proef gaf vrijwel nooit een duidelijk verschil en het lijkt mij daarom foutief om uit de kleuringsverschijnselen conclusies omtrent het stoftransport te willen trekken, zooals dit trouwens reeds aan het einde van hoofdstuk III werd betoogd. Daarentegen hebben de proeven met de drooggewichtsmethode in alle gevallen een duidelijk verschil in transportsnelheid aan het licht gebracht. Vatten wij alle resultaten in dit hoofdstuk verkregen samen, dan krijgen wij het overzicht van tabel 15 op blz. 117.

Uit deze tabel zien wij, dat het transport van de genarcotiseerde stelen uitgedrukt in procenten van het transport der contrôle-stelen, steeds veel hooger is, wanneer wij dit transport berekenen per 1 g. versch-gewicht, dan per dm.^{2}. Dit verschil moet ongetwijfeld te verklaren zijn uit de wijze, waarop het versch-gewicht bepaald werd. Deze is meestal tamelijk onzuiver. Hoe het echter komt, dat dit verschil steeds in één bepaalde richting uitvalt, lijkt mij moeilijk te verklaren.

Uit dit laatste deel van mijn onderzoek blijkt dus, dat het narcotiseeren van den bladsteel met oplossingen van chloroform van 0.15 en 0.3% op het transport van invloed is. Dit pleit er dus voor, dat bij het transport de levende elementen van de transportbaan een rol zouden spelen. In verband met de resultaten van de koelproeven kan er echter niet aan protoplasmastrooming worden gedacht. Het lijkt mij het waarschijnlijkst, dat het transport der assimilaten berust op een ingewikkeld chemisch proces, waarbij aan de elementen van het phloeem een soort van resorbeerende en secerneerende werking zou kunnen worden toegekend, op ongeveer gelijke wijze als Czapek het zich voorstelde.

HOOFDSTUK V

OVERZICHT DER VERKREGEN RESULTATEN.

Aan het einde van mijn onderzoekingen gekomen, zou ik de verkregen resulaten nog eens in het kort willen bespreken.

Uit hoofdstuk III blijkt, dat men bij onderzoekingen over het transport der assimilaten van de Jodium-proef van SACHS weinig heil kan verwachten. Dit komt omdat men niet de volle zekerheid heeft, dat twee bladeren, welke zich aan het begin van de proef met de Jodium-methode even donker blauw kleuren, ook werkelijk evenveel zetmeel bevatten. In proeven, waarbij men met stengels werkt, die vele bladeren dragen, heeft men rekening te houden met de mogelijkheid, dat 's nachts de hooger aan den steel gezeten bladeren assimilaten van de lager bevestigde bladeren wegzuigen.

In het hoofdstuk „Techniek" werd een toestel beschreven met behulp waarvan men bladstelen op elke gewenschte temperatuur boven 0° C kon afkoelen. Deze methode berust daarop, dat de stelen zoo lang met ijswater omspoeld worden, totdat zij de gewenschte temperatuur hebben aangenomen. Op dit tijdstip wordt de motor automatisch uitgeschakeld.

Reeds in een voorloopig onderzoek, dat in hoofdstuk III beschreven is, en waarin met afgesneden takken werd gewerkt, werd in sommige gevallen met de Jodium-proef een vertraging van het transport door den gekoelden steel geconstateerd. In verband met hetgeen boven reeds over de Jodium-proef gezegd is, werden hierbij echter tamelijk

tegenstrijdige resultaten verkregen. Ook uit de narcose-proeven van hoofdstuk III viel weinig omtrent een eventueele vertraging van het stoftransport op te maken.

Over het algemeen gaven dan ook de proeven, waarbij het transport bepaald werd met de drooggewichts-oppervlakte-methode betere resultaten, zooals uit hoofstuk IV blijkt.

Bij de koelproeven, waarbij de snelheid van het transport op deze laatste wijze bepaald werd, kon ik in drie gevallen, waarbij de bladstelen respectievelijk op 3.5° C, 5° C en 5.5 C° gekoeld werden, een remming van het transport constateeren. Daarentegen oefende het koelen van den bladsteel op 7° C en op 8° C geen merkbaren invloed op het transport uit. Echter werden in de experimenten VII en VIII resultaten verkregen, die geheel met het bovenstaande in strijd waren.

Samenvattend zou ik dus kunnen zeggen, dat ik in tegenstelling met hetgeen CURTIS gevonden heeft, geen merkbaren invloed van het koelen op het transport kon constateeren. Dit pleit dus tegen de opvattingen van DE VRIES en van CURTIS, dat n.l. protoplasmastrooming bij dit transport een groote rol zou spelen. Trouwens, ook het feit, dat CURTIS vertraging van het transport eerst bij temperaturen beneden 7° C kon aantoonen, pleit al tegen deze opvatting.

In het tweede gedeelte van hoofdstuk IV werden nu proeven beschreven, waarin de invloed van narcose op het transport met behulp van de drooggewichts-oppervlakte-methode werd onderzocht. Zooals uit het literatuuroverzicht blijkt, had DELEANO de oude onderzoekingen van CZAPEK slechts ten deele kunnen bevestigen.

Uit mijn onderzoek bleek nu, dat bij een duur der proef, die wisselde tusschen 15 en 42 uur, de afvoer der assimilaten door het narcotiseeren van den bladsteel werd geremd. In deze proeven werd de bladsteel genarcotiseerd

met oplossingen van chloroform van 0.15 en 0.3%. Uit dit laatste deel van het onderzoek kan ik dus besluiten, dat de levende elementen van den bladsteel invloed hebben op het transport der assimilaten. Ik zou mij dus het beste kunnen aansluiten bij de opvattingen van CZAPEK, hoewel mij de wijze, waarop deze laatste zich van dien invloed een voorstelling tracht te maken, voorloopig nog zeer hypothetisch lijkt.

LITERATUUR

1. Ahrns. Abhängigkeit der Kohlenhydrate vom Wassergehalt. Bot. Archiv. Bd. 5, 1924, S. 234.
2. Alexandrov, W. G. Über tägliche Veränderungen des Stärkegehalts in Blättern. Ber. d. D. B. Ges. Bd. 44, 1926, S. 217.
3. Arndt, C. H. The movement of sap in Coffea arabica L. Amer. Journ. of Bot. Vol. XVI, 1929, p. 179.
4. Benecke-Jost. Pflanzenphysiologie. Bd. I, Vierte Aufl. 1924.
5. Bierberg, W. Die Bedeutung der Protoplasmarotation für den Stofftransport in den Pflanzen. Flora Bd. 99, 1909, S. 52.
6. Birch-Hirschfeld, Luise. Untersuchungen über die Ausbreitungsgeschwindigkeit gelöster Stoffe in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 59, 1920, S. 171.
7. Blass, J. Untersuchungen über die physiologische Bedeutung des Siebtheils der Gefässbündel. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. VIII, 1890, S. 56.
8. ——, Untersuchungen über die physiologische Bedeutung des Siebtheils der Gefässbündel. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXII, 1891, S. 253.
9. Boehm, J. Ueber Stärkebildung aus Zucker. Bot. Ztg. Bd. XLI, 1883, S. 33 en 49.
10. Briosi, G. Ueber allgemeines Vorkommen von Stärke in den Siebröhren. Bot. Ztg. Bd. XXXI, 1873, S. 305.
11. Büsgen, M. Der Honigtau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Jena 1891.
12. Caspary, R. Die Hydrilleen. Jahrb. für wiss. Bot. Bd. I, 1858, S. 377.
13. Chibnal, A. C. Diurnal Variations in the Total Nitrogen Content of Foliage Leaves. Annals of Bot. Vol. XXXVII, 1923 p. 511.
14. Curtis, O. F. The upward translocation of foods in woody plants I. Amer. Journal of Bot. Vol. VII, 1920, p. 101.
15. ——, The upward translocation of foods in woody plants. Amer. Journ. of Bot. Vol. VII, 1920, p. 286.

16. Curtis. The effect of ringing a stem on the upward transfer of nitrogen and ash constituents. Amer. Journal of Bot. Vol. X, 1923, p. 361.
17. ——, Studies on the Tissues concerned in the Transfer of Solutes in Plants. Annals of Bot. Vol. 39, 1925. p. 573.
18. ——, Studies on solute translocation in plants. Amer. Journ. of Bot. Vol. XVI, 1929, p. 154.
19. Czapek, F. Zur Physiologie des Leptoms der Angiospermen. Ber. d. D. B. Ges. XV, 1897, S. 124.
20. ——, Leitungswege der organischen Baustoffe. Sitz. ber. Akad. Wien 1897.
21. Dastur, R. H. Water Content, a Factor in Photosynthesis. Annals of Bot. Vol. XXXVIII, 1924, p. 779.
22. ——, The Relation between Water Content and Photosynthesis. Annals of Bot. Vol. XXXIX, 1925, p. 769.
23. Deleano, N. T. Über die Ableitung der Assimilate durch die intakten, die chloroformierten und die plasmolysierten Blattstiele der Laubblätter. Arbeit aus dem bot. Inst. der Univ. Marburg. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLIX, 1911, S. 129.
24. Dixon, H. H. Vitality and the transmission of water through the stems of plants. Notes from the Bot. School of Trinity College, Dublin. Vol. 2, 1909, p. 5.
25. Dixon, H. H. and Atkins, W. R. G. Osmotic Pressures in Plants. Notes from the Bot. School of Trinity College, Dublin. Vol. 2, 1916, p. 275.
26. ——, Osmotic Pressures in Plants. Notes from the Bot. School of Trinity College, Dublin. Vol. 2, 1916, p. 335.
27. ——, Osmotic Pressures in Plants. The Scientif. Proc. of the Royal Dublin Societ. Vol. XV, 1916—1920, p. 51.
28. Dixon, H. H. and Ball, N. G. Transport of Organic Substances in Plants. Nature Vol. 109, 1922, p. 236.
29. Dixon, H. H. Transport of Organic Substances in Plants. Nature Vol. 110, 1922, p. 547—551.
30. Dixon, H. H. and Ball, N. G. On the channels of Transport from the Storage Organs of the Seedlings of Lodoicea, Phoenix, and Vicia. The Scient. Proc. of the Royal Dublin Soc. Vol. XVII, 1922—24, p. 185.
31. Dixon, H. H. Thansport of Organic Substances in Plants. British Assoc. for the Advancement of Science 1923.

32. Docters v. Leeuwen Reijnvaan, J. en W. Kleinere cecidologische Mitteilungen. Ber. d. D. B. Ges. Bd. XXVII, 1909, S. 572.
33. Dougal Mac, D. T. Growth in Trees. Carnegie Institution of Washington, 1921.
34. ——, Reversible Variations in Volume, Pressure and Movement of Sap in Trees, Carn. Inst. of Washington 1925.
35. ——, The Hydrostatic System of Trees. Carnegie Inst. of Washington, 1926.
36. Fischer, A. Untersuchungen über das Siebröhren-System der Cucurbitaceen. Berlin, 1884.
37. ——, Ueber den Inhalt der Siebröhren in der unverletzten Pflanze. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. III, 1885, S. 230.
38. ——, Glucose als Reservestoff der Laubhölzer. Bot. Ztg. Bd. XLVI, 1888, S. 405.
39. Frank. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin, 1890. S. 162 en 163.
40. Göppert. Ueber die Existenz eines absteigenden Saftes in unseren einheimischen Bäumen. Verhandl. des schles. Forstvereins. 1852, S. 355.
41. Grew, N. J. The Anatomy of Plants. 1682, p. 17, § 30.
42. Haberlandt, G. Physiologische Pflanzenanatomie, 1918, S. 365.
43. Hales, D. La Statique des Végétaux, et celle des Animaux. Fransche vertaling 1779.
44. Hamel, du La Physique des arbres, 1758.
45. Hanstein, J. Ueber die Leitung des Saftes durch die Rinde, Jahrb. f. wiss. Bot. 1860.
46. Hartig, Th. Vergleichende Untersuchungen über die Organisation des Stammes der einheimischen Waldbäume. Jahrb. über die Fortschr. der Forstwissensch., Berlin, 1837, S. 186.
47. ——, Über die Entwicklung des Jahresringes der Holzpflanzen. Bot. Ztg. Bd. XI, 1853, S. 553.
48. ——, Über die Querscheidewände zwischen den einzelnen Gliedern der Siebröhren von Cucurbita Pepo. Bot. Ztg. Bd. XII, 1854, S. 51.
49. ——, Ueber die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. Bot. Ztg. 1858, S. 329—337.
50. ——, Ueber die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. Bot. Ztg. Bd. XIX, 1861, S. 17.

51. Hartig, Th. Ueber die Bewegung des Salftes in den Holzpflanzen. Bot. Ztg. Bd. XX, 1862, S. 73 enz.
52. Heine, H. Ueber die physiologische Function der Stärkescheide. Ber. d. D. B. Ges. Bd. III, 1885, S. 189.
53. Hibino, Shin-Ichi. Effekt der Ringelung auf die Stoffwanderung bei Cornus controversa. Hemsl. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 39, 1—40 pls. 1,2, 1917.
Naar een referaat in The Bot. Gazette, Vol. LXIV 1917, p. 524.
54. Jost, L. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie.
55. Kastens, E. Beiträge zur Kenntnis der Funktion der Siebröhren. Mitt. aus dem Inst. f. allg. Bot. in Hamburg. Bd. 6, 1927, S. 35.
56. Keulemans. Die Produkte der Kohlensäureassimilation bei Tropaeolum majus, eine quantitatieve Untersuchung mit bioch. Methoden. Rec. d. T. b. N. 1929.
57. Kienitz-Gerloff, F. Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. Bot. Ztg. Bd. XLIX, 1891, S. 1, 17, 33, 49, 65.
58. Kluijver, A. J. Biochemische Suikerbepalingen. Diss. Delft, 1914.
59. Knight, T. A. Sechs Pflanzenphysiologische Abhandlungen. Ostwald's Klassiker, Nr. 62.
60. Kostytschew. (Kudriavzewa, Moissejewa, Smirnowa). Der tägliche Verlauf der Photosynthese bei Landpflanzen. Planta Bd. I, 1926, S. 679.
61. Kostytschew. (Soldatenkow). Der tägliche Verlauf und die specifische Intensität der Photosynthese bei Wasserpflanzen. Planta Bd. 2, 1926, S. 1.
62. Lecomte, H. Contribution à l'étude du Liber des Angiospermes. Annals des Sciences nat. sept. série 1889, p. 193.
63. Lepeschkin, W. W. Untersuchungen über das Frühlingsbluten der Birke und des Ahorns. Planta Bd. 4, 1927, S. 113.
64. ——, The protective action of some substances on protoplasm. Amer. Journ. of Bot. Vol. XVI, 1929, p. 207.
65. Mallock, A. Growth of Trees. Proc. of the Royal Soc. of London B. Vol. XC, 1919, p. 186.
66. Malpighi. Anatome Plantarum, 1679. Bearbeitung in Ostwalds Klassikern. S. 118—119.
67. Mason, T. G. and Maskell, E. J. Studies on the Transport

of Carbohydrates in the Cotton Plant. Annals of Botany. Vol. 42, 1928, p. 189.
68. ——, Studies on the Transport of Carbohydrates in the Cotton Plant. Annals of Botany, Vol. 42, 1928, p. 571.
69. ——, Studies on the Transport of Nitrogenous Substances in the Cotton Plant. Annals of Bot. Vol. XLIII, 1929, p. 205.
70. ——, Studies on the Transport of Nitrogenous Substances in the Cotton Plant. Annals of Bot. Vol. XLIII, 1929, p. 615.
71. ——, Studies on the Transport of Nitrogenous Substances in the Cotton Plant. Annals of Bot. Vol. XLIV, 1930, p. 1.
72. ——, Studies on the Transport of Nitrogenous Substances in the Cotton Plant. Annals of Bot. Vol. XLIV, 1930, p. 233.
73. Maximow en Krasnosselsky-Maximow. Schwankungen im Verlauf der Photosynthese. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. XLVI, 1928, p. 383.
74. Meyen. Neues System der Pflanzen-Physiologie, Berlin, 1837.
75. Meyer, A. Über Gentiana lutea und ihre nächsten Verwandten. Archiv. d. Pharm. XXI, 1883, S. 28.
76. Möbius, M. Historisches über den Ringelungsversuch. Beihefte zum Bot. Centralblatt Bd. XXI, Erste Abt. 1907, S. 42.
77. Mohl, Hugo von Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle, Braunschweig, 1851, S. 71.
78. ——, Einige Andeutungen über den Bau des Bastes. Bot. Ztg. Bd. XIII, 1855, p. 873.
79. Mothes, Kurt. Die Bedeutung der Säureamide für den Stickstoffwechsel der höheren Pflanze. Planta Bd. I, 1926, p. 317.
80. Münch, Ernst. Dynamik der Saftströmungen. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 44, 1926, S. 68.
81 ——, Versuche über den Saftkreislauf. Ber. d. D. B. Ges. Bd. 45, 1927, S. 340.
82. ——, Die Stoffbewegungen in der Pflanze. Jena, 1930.
83. Nägeli. Über die Siebröhren von Cucurbita. Bot. Mitteil. I, 1863, S. 1.
84. Peirce, G. J. On the Structure of the Haustoria of some Phanerogamic Parasites. Annals of Bot. Vol. VII, 1893, p. 291.
85. Perrault, Claude Oeuvres de physique et de méchanique, I, 90.
86. Pfeffer. Pflanzenphysiologie. Bd. I, 1897, S. 195.
87. Quanjer, H. M. Die Nekrose des Phloëms der Kartoffelpflanze,

die Ursache der Blattrollkrankheit. Mededeel. van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool. Deel VI, 1913, p. 41.

88. ——, Aard, verspreidingswijze en bestrijding van Phloeemnecrose (bladrol-) en verwante ziekten. Mededeel. van de R. H. Land-, Tuin- en Boschbouwschool, Wageningen, 1916, DeelX, p. 1.
89. ——, Sur la fonction du tissu criblé. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool, Wageningen, 1919, Deel XVI, Afl. IV en V, p. 95.
90. Roodenburg, J. W. M. Kunstlichtcultuur. Landbouwhoogeschool te Wageningen (Nederland) No. 14, Oct. 1930.
91. Ruhland, W. Untersuchungen über den Kohlenhydratstoffwechsel von Beta vulg. (Zuckerrübe). Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. L, 1912, S. 200.
92. Rywosch. Über Stoffwanderung und Diffusionsströme in Pflanzenorganen. Zeitschr. f. Bot. Bd. I, 1909, S. 571.
93. Sachs, J. Mikrochemische Untersuchungen. Flora Bd. 45, 1862, S. 289.
94. ——, Ueber die Leitung der plastischen Stoffe durch verschiedene Gewebeformen. Flora Bd. 46, 1863, S. 33.
95. ——, Geschichte der Botanik. S. 523.
96. Schimper, A. F. W. Ueber Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Laubblättern. Bot. Ztg. Bd. XLIII, 1885, S. 737 enz.
97. Schleiden. Grundzüge der wissensch. Bot. II, S. 511 (3e Aufl.).
98. ——, Physiologie der Pflanze und Thiere und Theorie der Pflanzencultur. S. 123.
99. Schmidt, E. W. Bau und Funktion der Siebröhren der Angiospermen. Jena, 1917.
100. Schneider-Orelli. Die Miniergänge von Lyonetia clerkella und die Stoffwanderung in Apfelblättern. Zentralbl. f. Bakt. II, Ab. XXIV, 1909, S. 158.
101. Schroeder und Horn. Das gegenseitige Mengenverhältnis der Kohlenhydrate im Laubblatt in seiner Abhängigkeit vom Wassergehalt. Bioch. Zeitschr. 1922, S. 165.
102. Schultz, C. H. Die Cyclose des Lebenssaftes in den Pflanzen. 1841.
103. Schumacher, W. Untersuchungen über die Lokalisation der

Stoffwanderung in den Leitbündeln höherer Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 73, 1930, S. 770.

104. Stănescu, P. P. Les variations quantitatives des produits de la photosynthèse dans les feuilles des plantes vertes pendant un jour (vingt-quatre heures). 1927.

105. ——, Contribution à l'étude de la Photosynthèse. Ann. scient. de l'Université de Jassy, 1927.

106. Strasburger, E. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena, 1891, S. 900.

107. ——, Über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXVI, 1901, S. 493.

108. Thoday, M. G. On the Histological Relations between Cuscuta and its Host. Annals of Botany Vol. XXV, No. XCIX, 1911, p. 655.

109. Tollenaar, D. Omzettingen van Koolhydraten in het blad van Nicotiana Tabacum. L. Diss. 1925.

110. Treviranus. Physiologie der Gewächse. Bonn, 1835.

111. Velten, W. Ueber die Verbreitung der Protoplasmabewegungen im Pflanzenreiche. Bot. Ztg. Bd. XXX, 1872, S. 645.

112. de Vries, H. Ueber die Bedeutung der Circulation und der Rotation des Protoplasmas für den Stofftransport in der Pflanze. Bot. Ztg. Bd. XLIII 1885.

113. Weevers, Th. Ringwondproeven en hun Betekenis voor het stofvervoer in de Plant. Vakblad voor Biologen No. 7, Maart 1928.

114. ——, Die Ergebnisse einiger Ringelungsversuche und ihre Bedeutung für die Stoffwanderung. Rec. d. trav. botan. néerl. Vol. XXV A, 1928, p. 461.

115. Winterstein, H. Die Narcose. 1919,

116. Wijsman, H. P. De diastase, beschouwd als mengsel van maltase en dextrinase. Diss. Amsterdam, 1889.

117. Zacharias, E. Ueber den Inhalt der Siebröhren von Cucurbita Pepo. Bot. Ztg. Bd. XLII, 1884, S. 65.

J.5873

STELLINGEN

I

Voor de bestudeering van het transport der assimilaten is de Jodium-proef van SACHS onbruikbaar.

II

Door het narcotiseeren van den bladsteel wordt het transport der assimilaten geremd.

III

Het geo-electrische verschijnsel is van beteekenis voor het tot stand komen van de geotropische kromming.

Brauner en Büning: Ber. d. D. Bot G. **48** 1930 p. 470

IV

Stengels en bladeren der Angiospermen zijn morphologisch gelijkwaardig.

Arber: The New Phyt. Vol **29**. 1930 p. 297

V

De theorie van het polymorphisme der vruchtbladen is onjuist.

Eames: Am. Journ. of Bot. Vol. **18**. 1931. p. 147

VI

Dat Adelopus balsamicola (Peck) Theiss. een gevaarlijke parasiet zou zijn voor Pseudotsuga Douglasii is niet bewezen.

Gaümann: Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen 1930 p. 63

VII

De opvatting van ADRIAN, dat de eindorganen der sensibele zenuwen het zenuwstelsel voor een te groote prikkelfrequentie zouden behoeden, is onjuist.

Adrian: The basis of Sensation

VIII

Terecht beweert GUNN, dat de luchtzakken van insecten het soortelijk gewicht dier dieren niet beïnvloeden.

IX

Het is niet bewezen, dat het Foramen Panizzae der Crocodilia een rol speelt bij het duiken dier dieren.

X

Het is wenschelijk, dat er in de hoogere klassen der middelbare scholen meer lesuren voor het onderwijs in de Natuurlijke Historie beschikbaar worden gesteld.