

## Væxtforsøg i Vand eller vandige Opløsninger.

Af polyt. Råd., Lieutenant Storch.

Det tør vel forudsættes almindelig bekjendt, at Planterne behøve visse mineralste Stoffer for at udvikle sig og bære Frugt eller med faa Ord for at blive ernærede, og det er indlysende, at Landplanterne hente disse mineralste Stoffer fra den Jord, hvori de voxe. Naar man derfor betegner en Jord som frugtbar, maa som en væsentlig Faktor underforstaaes, at den besidder de for Planterne nødvendige Stoffer i en saadan Tilstand, at de ere tilgængelige for Planterødderne, medens en Jord, hvor dette ikke er Tilfældet, er ufrugtbar eller mager. Kun i enkelte Tilfælde kan en Jords Ufrugtbarhed hidrøre fra Stoffer, der ligefrem ere skadelige for Planterne; hvis endelig dens Ufrugtbarhed hidrører fra andre Omstændigheder, saasom en slet Bearbejdning eller for stor Fugtighed, vil som bekjendt denne Ulempe kunne afhjælpes ved mekaniske Midler, Draining og dsl. Hidrører derimod Jordens Ufrugtbarhed fra en Mangel paa de nødvendige mineralste Stoffer, maa disse tilføres den udvendig fra, og dette gjøres ved Gjødsningen, det være sig med Stalbgjødning eller en eller anden kunstig Gjødning. Men det maa være let at indsee, at den virkelige Betydning af en Gjødsning er ikke alene afhængig af, om der ved den tilføres Jorden de Stoffer, den mangler, et ligesaa væsentligt Moment er det ogsaa, om de tilførte Stoffer ere i den rette Tilstand, det vil sige, om de ere lettilgængelige for Planterne. Kun naar denne sidste Betingelse tillige er opfyldt, er man istand til at bedømme en Gjødnings virkelige Værd. Men i hvilken Tilstand skal da de mineralste Næringsstoffer

være tilstede i Jorden for at være let tilgængelige for Planterne? Ja, her staa vi desværre endnu paa et Omraade, hvor vi maa tage Theorien med paa Raad, istedetfor at kunne støtte os til den langt mere solide Kjendsgjerning. Spørgsmaalet bliver afhængig af, ja man kunde sige besvaret med et andet, nemlig: hvorledes optage Planterne deres Næringsstoffer af Jorden? Og det er dette Spørgsmaals Besvarelse eller rettere en Udvikling og Belønning af de opstillede Theorier, som jeg først i Korthed vil prøve at fremstille for Tidsskriftets Læsere, idet jeg tilfulde antager, at et saa vigtigt Punkt af Plante-fysiologien vil kunne gjøre Krav paa almindelig Interesse.

Den ældste Theori, som iøvrigt endnu antages af mange Videnskabsmænd, paaftaaer, at Planterne optage deres mineralste Bestanddele fra Vandet i Jorden, hvori disse nemlig ere opløste, og at dette Vand opses af Planternes Rødder alene ved Hjælp af den Kraft, som den stærke Fordampning fra Bladene fremkalder. Denne Kraft, som allerede i Midten af forrige Aarhundrede er paavist og maalt ved en stor Mængde klassiske Forsøg af Stephan Hales, er nemlig meget betydelig, og den hele Planternæring bliver da yderst let forklaret ved en simpel fysisk-kemisk Virksomhed. Det ligger i Sagens Natur, at alle Næringsstoffer ifølge denne Theori maa være i opløst Tilstand for ved Vandet at kunne føres ind i Planterne, og kun de mineralste Stoffer, som kunne opløses af det i Jorden tilstedebeværende Vand, kunne saaledes bidrage til Jordens Frugtbarhed.

Denne Theori er imidlertid i den nyere Tid bleven forkastet af flere Videnskabsmænd med Liebig i Spidsen. Det er nemlig bevist allerede meget tidligere af de Sausure og senere af Schulz-Fleeth (1854), at Vandet og de mineralste Stoffer ikke optages i samme Forhold i Planterne som det, hvori de vare tilstede i den Jord, hvori Forsøgsplanterne vøgede. Men ifølge den ovennævnte Theori skulde jo Planterne netop optage en Mængde af Mineralstoffer, som svarer til det igjennem Bladene fordampede Vand. Da dette nu

ikke var Tilfældet, maatte Theorien være mangelfuld, og Liebig bragtes derfor til den Anskuelse, at Planterne ikke optog deres mineraliske Næringsstoffer fra en Opløsning i Jorden, men at deres Rødder formaaede ved en eller anden Virksomhed at optage disse umiddelbart fra de dem omgivende Jorddele. Ja, Liebig gif endogsaa saa vidt, at han ansaa det ligefrem for stadeligt for Planterne, naar Næringsstofferne blev dem tilbudt i en Opløsning. Dog ikke alene det ovennævnte Faktum, der var paavist af Sausure og senere bragt frem igjen af Schulz-Fleeth, var tilstrækkeligt til at kuldkaste den ældste Theori. Flere nyere og værdifulde Sagttagelser paa Agrikulturkemiens Omraade lode sig ikke forklare ved denne Theori og gave Liebig nye Beviser ihænde for sin Anskuelse. Saaledes iagttog Wah og senere Liebig, at Jorden optog (absorbere) enkelte Stoffer af visse Saltopløsninger og fastholdt disse, og det var tilmed de vigtigste Næringsstoffer for Planterne saasom Fosforsyre, Kali og Ammoniak, der fornemmelig absorberedes af Jorden. Men i denne Tilstand kunne disse Stoffer jo ikke længere antages at være i opløst Tilstand, og dog formaaede Planterne at udtrække dem igjen af Jorden. Og endnu mere bestyrkedes Liebig i sin Anskuelse ved Analyser af Jordens Vand, der dels vare foretagne med Vandet fra Fraas og Zöller's\*) Lyfimeterforsøg og dels med Drainvandet fra forskjellige Steder. Thi ifølge disse

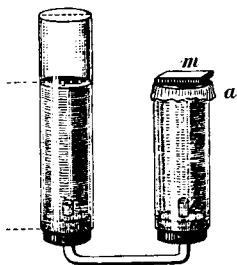
---

\*) Fraas og Zöller anstillede deres saakaldte Lyfimeterforsøg paa følgende Maade. Firkantede Kasser af  $\frac{1}{2}$ —1 Kubikfod i Størrelse nedgraveedes i Jorden saaledes, at Kassens øverste Rand var i Høide med Jordoverfladen. Kassen var forsynet med en gennemhullet Dobbeltbund, hvorpaa Jorden, hvormed Kassen fyldtes, hvilede. Alt Regnvandet, der nu faldt paa Jorden, og som ikke kunde tilbageholdes af den, vilde da trænge igennem Dobbeltbunden og samles i Rummet nedenfor. Det saaledes samlede Vand repræsenterede da den Vandmængde, der i en vis Tid var trængt igennem Jordlaget af en bestemt Udstrækning og Dybde, og heraf lod sig da let beregne den samlede Vandmængde, der i samme Tid havde gennemtrængt Jordlaget af den Mærk, hvori Lyfimeteret var nedgravet.

Analysen beregnede man, at Jordvandet ikke indeholdt en tilstrækkelig Mængde mineraliske Stoffer for de Planter, der voxede i Markerne, hvorfra Vandet var taget.

Men hvorledes skulde man nu forklare efter Liebig's Theori Planternes Evne til at optage deres Næringsstoffer fra Jorddelene? Ja, dette Spørgsmaal blev ubesvaret, indtil Liebig og Heerd iagttog, at Planterne igjennem deres Rødder under visse Forhold udsilte opløsende Stoffer saasom Kulsyre og deslige. Nu siger man da: den af Rødderne udsilte Syre virker opløsende paa de Jorddele, der berøres af Rødtrevlerne samt paa de af Jorden absorbere Stoffer, og herved muliggjøres en direkte Obergang af Næringsstofferne i Planternes Rodceller og deraf i selve Planterne. For at prøve Rigtigheden af denne Liebig's Antagelse forsøgte Schumacher om f. Ex. kulsyreholdigt Vand formaaede at opløse en i Vand uopløselig Forbindelse, som kulsur Kalk (Marmor), naar begge vare afsilte ved en Gelledinde. Han satte nemlig 2 temmelig vide Glasrør, hvoraf det ene var lidt længere end det andet, i Forbindelse med hinanden ved et snevrere Glasrør, der var bopiet i begge Enden, og hvis Enden gik igjennem

Fig. 1.



Korkproppene, som lukkede de nederste Abninger af de 2 Glasrør. Den øverste Abning af det kortere Rør blev dernæst lukket med en Ginde (a), der var fremstillet af Collobium, og begge Rørene fyldtes nu med Vand, indtil dette netop berørte Collobiumhinden. En fletten Marmorplade (m) lagdes ovenpaa Collobiumhinden, og Kulsyre ledtes derpaa i Vandet i det aabne Glasrør. Det viste sig nu, at efter

faa Dages Forløb havde Vandet opløst og optaget en temmelig betydelig Mængde kulsur Kalk igjennem Collobiumhinden. Og overføres da dette Forsøg paa Planterne, da repræsenterer Glasrøret med sin Collobiumhinde en Rodcelle, der jo efter

Liebigs Sagttagelse indeholder Kulshyre, og Marmoret en Jorddel, der kan opløses af kulshyreholdigt Vand. Julius Sachs endelig indesluttede Rødderne af en Maisplante imellem 2 polerede Marmorplader, der sammenbundne bleve nedgravede i Jorden. Ogsaa ved dette Forsøg iagttoges det let, at Rødderne formaaede at opløse den kulsure Kalk, thi Pladerne havde nemlig, overalt hvor Rødderne havde berørt dem, mistet deres Politur og antaget en ru Overflade. Planterøddernes opløsende Virksomhed synes saaledes godtgjort; og uden en saadan Virksomhed kan man da heller ikke forklare sig, at mange lavere Planter, saasom de overordentlig udbredte Lavarter, kunne voxe paa nøgne Stene, hvor ingen Opløsning af deres mineralste Stoffer tilbydes dem.

Men selv om nu Planterødderne formaa at opløse enkelte Bestanddele af Jorden og saaledes umiddelbart at optage disse, er det dermed ikke bevist, at dette skulde være den eneste og almindeligste Maade, hvorpaa Planterne og særlig vore dyrkede Kulturplanter skulde optage deres Næringsstoffer. En nærmere Betragtning af de ovenansførte Beviser for Rigtigheden af Liebigs Theori vil nemlig vise, at disse ingenlunde ere afgjørende. Blandt en af de væsentligste Støtter for Liebigs Anskuelse var, som ovenfor nævnt, den Sagttagelse, at Opløsninger af de vigtigste Næringsstoffer, som Fosforsyre, Ammoniak og Kali, ved at komme i Berøring med Jorddelene afgav disse Stoffer til Jorden, eller som man i Almindelighed udtrykker sig, Jorden absorberede og tilbageholdt disse Stoffer, som nu følgelig ikke længere kunde være i opløst Tilstand i Jorden. Men ved Forsøg af Peters og Knop formaaer en større Mængde Vand alene atter at opløse den største Del af de absorberede Kali- og Ammoniaksalte. Endelig er det jo godtgjort, at Vandet i enhver frugtbar Jord indeholder en rig Mængde Kulshyre, der idelig dannes ved de derværende organiske Stoffers Forraadnelse; og Intet synes da mere rimelig, end at det kulshyreholdige Jordvand maa virke som det vigtigste Oplosningsmiddel for de mine-

ralste Plantenæringsstoffer i Jorden. Naar da de tidligere omtalte Ufimeterforsøg og Drainvandsanalyser skulde bevise, at Vandet i Jorden ikke indeholder en tilstrækkelig Mængde opløste Stoffer for en Plantevæxt, fortjener det nærmere at undersøges, hvorvidt saadanne Beregninger ere fuldkommen rigtige. Efter Schumacher's Opfattelse synes de nemlig at være langt fra Sandheden. Det tør vel ansees for bekendt, at enhver Jord formaaer at optage og fastholde en vis Mængde Vand, uden at dette løber bort. Vi betegne denne Egenstab hos Jorden ved dens vandbindende Kraft, og det kan vel i Almindelighed siges, at en Jords Frugtbarhed staaer i direkte Forhold til Størrelsen af denne Kraft. Nu, siger Schumacher, indeholder Jorden under almindelige Forhold kun fra  $\frac{1}{3}$  til  $\frac{1}{4}$  af det Vand, den virkelig formaaer at tilbageholde. Bliwer derfor en saadan Jord mættet ved en stærk Regn, saa fortyndes jo den tilstedeværende vandige Opløsning til det 5- eller 3dobbelte, og først naar det regner endnu, efter at Jorden er bleven mættet, kan Vandet trænge ned igjennem de omtalte Ufimetres Dobbeltbund og samles i deres nederste tomme Rum. Lad os nemlig tænke os en vis Mængde Jord at blive mættet ved 900 Rumdele Vand, men at den kun indeholder 300 Rumdele deraf. Falder der nu paa denne Jord 700 Dele Vand, saa bliver den oprindelige Opløsning fortyndet fra 300 til 1000 eller  $3\frac{1}{3}$  Gange, og de Stoffer, der derfor vare opløste i de 300 Rumdele Vand, ere nu fordelte i 1000 Rumdele. Af disse blive endelig de 900 tilbageholdt af Jorden, medens kun 100 Dele komme ned i Ufimetret og indeholde saamange Stoffer, som der findes opløste i Jordvandet under en Regn. Men medens Vandet i Ufimetret forbliver usorandret, saa fordamper Opløsningen i Jorden atter til  $\frac{1}{3}$ , hvorved den følgelig bliver saameget mere koncentreret. Heraf fremgaaer det da, at Ufimetervandet ikke kan give os Oplysning om Jordvandets sande Indhold af opløste Mineralstoffer. Og hvad der gjælder om Ufimetervandet, gjælder da ogsaa om Drainvandet. Liebig finder rigtignok en Bestyrkelse af sin Anskuelse ved den ringe

Mængde Fosforfyre og Kali, der er paavist i Drainvandet, og som dog ved sit Indhold af Kulfyre maatte kunne opløse disse Stoffer af Jorden. Men rigtig seet forklares dette Fænomen let, naar man fastholder den allerede antydede Sagtagelse, at netop disse Stoffer absorberes stærkest af Jorden. Drainvandet vil nemlig først vise sig, naar Jorden er overmættet med Vand, ved en forøget Regnmængde, og da desuden dette Vand maa trænge igjennem en betydelig Jordmasse, før det naaer Drainledningen, indsees det ogsaa let, at det er udsat for en større Absorbtionsvirksomhed. Dernæst hidrører meget Drainvand fra Kildevæld, og jo mere Kildevandet har opløst, jo mere vil der altsaa findes i saadant Drainvand. Men Kildevandet kommer sjældent til at indvirke paa Agerjorden i nogen betydelig Grad. Det maa saaledes ansees for afgjort, at man ligesaalidt kan slutte fra Drainvandets som fra Udfimtervandets Sammensætning til Jordvandets virkelige Indhold af Næringsstoffer.

Efter denne Udvikling af Beviserne for Rigtigheden af Liebig's Lære kan man følgerig kun drage den Slutning: at Landplanterne vel ere istand til ved deres Rødder at optage enkelte Næringsstoffer umiddelbart af Jordbunden, men at det ingenlunde endnu er bevist, om denne er den væsentligste og eneste Maade, hvorpaa Landplanterne sætte sig i Besiddelse af deres mineralste Næringsstoffer. Naar endelig Liebig tilmed har paaستاet, at Landplanterne vilde tage Skade, hvis deres mineralste Næringsstoffer tilførtes dem i opløst Form, da synes denne Paastand fuldstændig at være kuldkastet ved de mange og vellykkede Forsøg i den nyeste Tid med at lade Landplanter spire og voxe i Vand eller vandige Opløsninger af deres mineralste Stoffer. Det er rigtignok en bekjendt Sag, at Landplanterne tidligere eller senere ville gaa til Grunde, skjøndt de voxe i frugtbar og dyrket Jord, naar denne stedse holdes fugtig omkring deres Rødder. Rødderne gaa nemlig i saa Tilfælde i Forraadnelse. Og denne simple Kjendsgjerning viser saaledes kun, at Jorden ikke tør indeholde over et vist

Maximum af Vand for at Rødderne skulle vedblive at være funde. Praxis har i Almindelighed i Blomstergartneriet fastsat denne Maximumsgrænse for Vandet ved et simpelt Kunstgreb, nemlig at anbringe et Hul i Bunden af Blomsterpotten, for at det overflødige Vand kan løbe bort; og i Agerbruget spiller den drainede Undergrund den samme Rolle. Under saadanne Omstændigheder tilbageholder Jorden en Vandmængde, som hovedsagelig afhænger af dens fysiske Egenstaber, eller hvad man kalder dens vandbindende Kraft. Vandplanterne trives saaledes kun i en Jord, der ikke stadigt er befugtet over sin vandbindende Kraft, hvilket imidlertid let bliver Tilfældet ved Jorden i en Urtepotte uden Hul i Bunden eller en Agerjord, hvis Undergrund ikke tillader Vandet at trænge igjennem, som altsaa mangler en Draining.

Det er imidlertid ikke engang tilstrækkeligt, at Jorden, hvorpaa Vandplanterne dyrkes, kun er mættet med Vand eller ikke indeholder overflødigt Vand. Der er endnu en væsentlig Betingelse; Jorden tør, engang befugtet med Vand, kun forblive i denne Tilstand i kortere Tid, dersom Vandplanternes Rødder ikke skulle tage Skade. Vandmængden maa nemlig synke raff under det Punkt, hvor Jorden er mættet med Vand, eller Jorden maa udtørre noget. Og denne Udtørring af Jorden er et saa væsentlig Moment for mange Vandplanters Væxt, at en meget stærk Udtørring sædvanlig virker mindre skadelig end for megen Fugtighed. Den gunstigste Fugtighedstilstand for mange Vandplanter er den, som Jorden har ved at være lufttørr, men i denne Tilstand kan den aabenbart ikke siges at indeholde flydende Vand, men kun hvad man sædvanlig kalder hygroskopisk Vand. Naar nu Vandplanterne kunne bringes til at vore i Vand eller vandige Opløsninger samt deri frembringe Blomster og spirekraftige Frø, da lyder det jo mærkværdigt, at de under almindelige Forhold kun kunne trives i Jord, der ikke indeholder flydende Vand. Væxtforsøgene i Vand og vandige Opløsninger, som nu nærmere skulle omtales, kunne derfor tjene til et smukt Bevis for, at Vandplanterne ingenlunde mangle Evne til at op-



tage deres mineralste Bestanddele fra Vandet i Jorden, og at de ene og alene vanskelig trives i Jord, der indeholder flydende Vand, fordi deres Rødder i saadan Jord ville gaa i Forraadnelse.

Men naar saaledes Vandplanterne formaa at optage visse mineralste Stoffer umiddelbart fra Jorden og at trives bedst under almindelige Forhold i Jord, der kun indeholder hygroskopisk Vand, men tillige kunne voxe normalt i Vand eller vandige Opløsninger, da synes mig næsten, at Liebig's Theori er ligesaa lidt fyldestgjørende som den ældre. Thi Resultatet er da nærmest det, at Vandplanternes Rødder formaa at rette (accomodere) sig efter deres Omgivelser, og at det vel egentlig beroer paa Omstændighederne, om Rødderne optage Næringsstofferne direkte eller indirekte fra Jorddelene.

I alle Tilfælde tør man da ogsaa kun ansee de mineralste Stoffer for let tilgængelige for Planterødderne, naar de ere opløselige i Vand eller idetmindste i kulshreholdigt Vand og dsl., thi større opløsende Evne kan man næppe tillægge Planterødderne. Hvor derfor dette ikke er Tilfældet, kan Jorden godt indeholde en rigelig Mængde af alle de nødvendige mineralste Plantenæringsstoffer, uden at disse kunne komme Planterne til Gode. En saadan Jord vil derfor vise sig ligesaa ufrugtbar eller mager, som om den manglede de nødvendige Næringsstoffer. Hvad endelig Gjødningerne angaa, da ligger det nær at ansee de af dem for mest værdifulde, som foruden deres rige Indhold af værdifulde Stoffer tillige besidde disse i den lettest opløselige Tilstand. Den nyere Tids Erfaring ved Anvendelsen af saadanne Gjødninger som sur fosforsur Kalk synes jo bedst at bekræfte denne Udtalelse.

Hvis Vandplanterne virkelig ernære sig ved den i Jorden tilstedeværende Opløsning, som Jordvandet forud har dannet, saa kunde Jorden, som fast Masse betragtet, jo rent udledes, og man kunde tilbyde Planterødderne deres nødvendige mineralste Stoffer opløste i Vand. Det er denne Tante, der rimeligvis har ledet til de mange i den nyere Tid anstillede Væxt-

forsøg i Vand eller vandige Opløsninger. At denne Slags Forsøg ogsaa i flere andre Henseender er af overordentlig Interesse, er let at indsee. Ved dem er det saaledes først bleven muligt at erholde en rigtigere Anskuelse om Betydningen af Planternes Aftebestanddele, og der er et grundet Haab om, at fremtidige Forsøg ville sige os, hvilke Stoffer og hvilke Forbindelser af Stoffer Planterne fordrer, samt hvad Rolle de enkelte Stoffer spille under Planternes Udvikling. Thi om det end nu maa ansees for afgjort, at visse Aftebestanddele nødvendigvis maa tilføres Planterne fra Jorden, for at de kunne trives, saa lære disse Væxtforsøg i Vand tillige, at der iblandt de Aftebestanddele, der optræde i en normal vøgende Plante, ganske sikkert ere nogle, som ere mer eller mindre unødvendige og uden Skade for Planten godt kunne udelades. Det sees nemlig af de vandige Opløsninger, hvori Planter vøge, at ved Anvendelsen af forskjellige Salte i forskjellig Mængdeforhold træde ogsaa foranderlige Mængder af disse over i Planterne og det uden Skade eller Gavn for dem. Dette maa sikkert ogsaa finde Sted til en vis Grad med Planterne, der vøge paa vore Marker. Ere Planterødderne der omgivne med uskadelige Saltopløsninger, da gaa disse i ethvert Tilfælde med ind i Planterne og danne saaledes senere en Del af deres Afte. Endelig kunne saadanne Væxtforsøg muligen give Oplysning om, hvilke mineralske Stoffer der særlig ere nødvendige paa de forskjellige ndprægede Steder af Planternes Væxt, en Opløsning, der kan faae stor Betydning for Anvendelsen af forskjellige Gjødningspaa den mest økonomiske Maade.

En stor Mængde Væxtforsøg have været gjorte saaledes, at man saaede Frøene i Potter, der vare fyldte med et eller andet dødt Materiale som Kvartspulver, glødet Ler, glødet Agerjord og deslige. Dernæst tilsattes Opløsninger af Mineralsalte og nu sluttedes af Jagttagelserne, hvorvidt Planterne vøgede bedre eller slettere ved forskjellige Mængder af ethvert Salt, om dette eller hint Salt var nødvendigt til Plantens Udvikling eller unødvendigt og skadeligt. Smidlertid ere de ved

saadanne Forsøg anvendte Jordmaterialer tilstede i for stor en Mængde, til at man dels kan slutte, at de have været fuldkommen rene, og dels varer saadanne Væxtforsøg for lang Tid, til at Jordmaterialet ikke i den Tid kan have undergaaet en Forvittring og derved bidraget til at forøge Aftebestanddelene i Forsøgsplanterne. Ved Væxtforsøgene i Vand er derimod denne Fare fuldstændig fjernet, thi kun de i Opløsningerne værende Stoffer kunne her blive optagne af Planterne.

Det vil muligen være bekendt, at man kan bringe et Frø til at spire og udvikle Stængel og Blade ja undertiden selv frembringe Blomst i destilleret Vand, hvori det jo aabenbart ikke har kunnet modtage nogensomhelst mineralste Stoffer. Denne Art Væxtforsøg viser imidlertid ikke andet, end at det i Frøet nedlagte Kimitiv kan udvikle sig, selv uden Tilførsel af mineralste Stoffer, men Udviklingen stæer paa Frøets Bekostning og ophører temmelig hurtigt; thi virkelig veiede ved anstillede Forsøg i denne Retning den hele udviklede Plante i tørret Tilstand næppe saameget som det anvendte tørrede Frø. Først de Forsøg med at lade Planter voxe i Vand, som have givet en fremadskridende Væxt, det vil sige en betydelig Forøgelse af Plantemassen i tør Tilstand i Forhold til det saae Frø, samt, hvad der er væsentligt, have givet Planter med veludviklede og spirekraftige Frø, først saadanne Forsøg kunne levere et Bevis for, om Landplanter kunne voxe normalt i slike Opløsninger alene og uden Jordens Tilstedeværelse. Det er mærkeligt, at Væxtforsøg af denne Slags allerede have været anstillede for over 100 Aar siden og først i den nyeste Tid atter ere bragte for Dagen og gjentagne. Navnlig sthyldes den nyere Tids Arbejder i denne Retning Julius Sachs og W. Kunop. Men før jeg imidlertid nærmere udvikler disse Mænds Arbejder og Resultater, vil jeg dog tillade mig i Kort- heds at omtale de Forsøg, som i Midten af forrige Aarhundrede ere udførte af Duhamel du Monceau. De findes udførlig beskrevne i hans Værk: »La Physique des arbres, Paris 1758, Liv. V» og under Capittlet: de l'économie des végé-

taux. Hensigten med disse Væxtforsøg, siger Duhamel, var at undersøge, om det var muligt at bringe Landplanter til at voxe, naar de alene vare henviste til den Røring, som rent Vand kunde give dem. Boyle og Vanhølmont havde nemlig flere Aar forud viist, at tørret Jord, som de vandede med rent Vand, og hvori de havde frembragt meget store Planter, ikke havde tabt nogen kjendelig Mængde i Vægt, saa at Planterne sølgelig ikke maatte have hentet deres Tilvæxt af Plantemasse fra Jorden. Denne Sagttagelse bragte Duhamel til at forsøge at opelske Planter i Mos eller Svampe, som blev tilstrækkelig vandet, og han opnaaede virkelig overrassende Resultater, idet han erholdt flere Planter ligesaa vel udviklede, som om de havde voget i Høvejord. Vignende Forsøg gjentoges paa samme Tid af M. Bonnet i Genf med samme Held, og det viste sig derved, at under visse Omstændigheder var Mosset mere gunstigt for Vegetationen end Jorden. Duhamel anfører endvidere, at for at saadanne Forsøg skulle lykkes, er det kun nødvendigt at anvende saadanne Substantser som Mos eller Svampe, fordi de tilbageholde Vandet og ikke raadne, samt at det er af den sidste Grund, at Hør og Bomuld, som han ogsaa forsøgte at anvende, ikke havde viist sig heldige. Uld, Savspaaner og Bark have viist sig meget uheldige til saadanne Forsøg. Snittebønner, Ærter og Havre voxede udmærket godt og frembragte smukkere Planter i Mos end i Jord. Et Høgforn gav i Jord 32 Frø, medens et andet i Mos frembragte 43. M. Bonnet havde faaet og opelsket Nelliker i Mos, hvis Blomster bleve meget vellugtende, endvidere Narcisser, Hyacinter, Ranunkler og Anemoner, og alle disse Planter bleve mere kraftigt udviklede, end om de vare saaede i Jord. Ligeledes havde Bonnet høstet udmærket Frugt af Træer, som vare plantede i Mos, blandt andet hvide Druer, Reine-Claude og Blommer. Mosset, siger Duhamel, ombannes lidt efter lidt, og efter 2 til 3 Aars Forløb vil det være ubrugbart for Planterne, men han bemærker, at det kun er nødvendigt at sammentrykke Mosset med Haanden 3 til 4

Gange aarligt, for at det stedsø omhyggeligt kan berøre Træets Rødder. Imidlertid raader han til at fornye Mossen, naar det begynder at forværres. „For at være fuldstændig overtydet om, at Mossen egner sig fortrinlig til Plantevæxt, siger Bonnet i et Brev til Duhamel, maa det være nok at vide, at en Vinstof, plantet i Moss, har frembragt i Løbet af nogle Maaneder et mere end 10 Fod langt Skud, der bar 7 til 8 store Druerklaser af en udmærket fin Smag.“

Duhamel mener imidlertid, at den tørrede Jord, som Boyle og Vanhelmont benyttede til deres ovenfor nævnte Forsøg, ligesom Mossen maatte indeholde opløselige Bestanddele, der kunde egne sig til Næring for Planterne. Han besluttede derfor at gjøre nye Forsøg, der bedre kunde vise, hvorvidt rent Vand alene var tilstrækkeligt til at ernære Planterne. Han lod nemlig store Bønner spire imellem fugtige Svampe, og saasnart de unge Rødder vare blevne en god Tomme lange, fastgjorde han Bønnerne i Glasflasker, saaledes at kun Rødderne naaede ned i Vandet. Denne Omstændighed, siger Duhamel, er meget vigtig at iagttage, thi hvis Frøene selv naae ned i Vandet, ville de snart forraadne. Bønnerne frembragte næsten 3 Fod høje Stængler, udviklede Blade og Blomster, af hvilke endog nogle bar Frugt. Han gjentog nu Forsøgene med Valnødder, Mandler og Kastanier og erholdt lignende gode Resultater. Ja, hans indiske Kastanier voxede som om de groede i god Jord, og det tredje Aar efter plantede han dem ud i sin Have, hvor de alle voxede godt. Et Mandeltræ ernærede sig 4 Aar i Vand og visnede kun fordi man havde ladet det mangle Vand. En Eg groede 8 Aar i Vand og gik ud af Mangel paa Vand under Duhamels Fraværelse fra sit Hjem i længere Tid. Duhamel mener rigtignok, at det ikke var sandsynligt, at de nævnte Træer vilde have gjort store Fremskridt mere. De voxede nemlig stærkere i de 2 første Aar, end om de havde groet i god Jord. Det 3die og 4de Aar var Tilvæksten endnu meget smuk, men fra den Tid af formindskedes Væksten mere og mere med hvert Aar og var tilsidst næsten umærkelig,

skjøndt Træerne stedse vedbleve at forsyne sig med nye og smukke Blade. Han tilskriver denne Standsning i Væxt mindre en Mangel paa Næring end Røddernes slette Tilstand. Men desuagtet havde hans Egetræ faaet 5 Grene, der bares af en Stamme fra 19—20 Linier i Omkreds og mere end 18 Tommer i Hvide. Vedet og Barken var meget veludviklet, og Træet fik hvert Aar smukke Blade. „Og dog,“ siger Duhamel, „anvendte jeg kun det reneeste og klareste Vand fra Seinen, der blev filtreret igjennem en Kumme med Sand og opbevaret hele Maaneder igjennem i Kruffer“. Duhamel har selv været meget overrasket ved disse Resultater med Væxtforsøg i Vand, og han slutter sin Beskrivelse af Forsøgene med følgende interessante Ord:

„Jeg tilstaaer, at filtreret Vand ingenlunde er et rent Fluidum eller et elementært Vand, og jeg troer ikke, at det har været mig muligt at forskaffe mig et saadant. Jeg vil indrømme, om man vil, at de saltagtige Dele af det Vand fra Seinen, som jeg har anvendt, have affat sig i Planterne, og at det rene Fluidum er fordampet ved Planternes Transpiration; men da jeg ikke kjender nogen kemisk Proces, ved hvilken det er muligt at tilbageholde de saltagtige Bestanddele af saa rent Vand, som jeg har anvendt, saa fremgaaer det af mine Forsøg, at Naturen ved denne Leilighed gjør en Analyse af Vandet, som langt overgaaer Kunstens Kræfter. Men dersom Hales har fundet, at Luften trænger ind i mange af de Sammensætninger, der frembringes ved menneskelig Kunst og Beregning, samt i flere andre Substantser, saaledes at den bidrager til deres Fasthed og Vægt, er det da mere forunderligt at tro, at Vandet, som Planterne indsuge, og Luften, som omgiver dem, at disse to Fluida, siger jeg, kunde fortættes i deres Organer og der danne Dele af deres Substantser.“

Af denne Udtalelse sees det, at allerede Duhamel har formodet, at Planterne indaandede Luft, og at en Del af denne har maattet bidrage til Dannelsen af selve Plantemassen, men at det var Kulstøven fra Luften, som spillede denne Rolle, blev

først paavist i Slutningen af det 18de Aarhundrede af Senebier.

Mærkeligt er det, at disse interessante Væxtforsøg i Vand, som Duhamel havde gjort, vare aldeles glemte og først et helt Aarhundrede senere bleve paany gjentagne af Sachs, Knop og flere andre. Sa Sachs og Knop synes endog i lang Tid at have været uvibende om, at saadanne Forsøg havde været gjorte langt tidligere.

Knop arbejdede i Begyndelsen med mindre heldige Resultater og han tvivlede endog om, at det var muligt at fremkalde en normal Plantevæxt i Vand eller vandige Opløsninger. Han begyndte med at lade Bønner og Urter voxe i Brøndvand, hvortil der var sat ringe Mængder af forskjellige Salte, navnlig Salpeter og fosforsure Salte. Selve Brøndvandet indeholdt kun 0,3 pro mille af mineralste Bestanddele, hvoraf især Kalk var det mest fremherskende Stof. De benyttede friske og udvalgte Frø lod han først opblødes og spire i destilleret Vand, og saasnart Rod- og Stængelspiren havde udviklet sig, anbragte han Frøene i Halsen af Flaster af hvidt Glas. Flasterne vare fyldte med det ovennævnte Brøndvand og kun Rodspidsen af de spirende Frø neddyppede i Vandet. Af de anvendte Frø vare navnlig Dvergbønnerne villige til at udvikle sig og opnaaede en Stængelhøide af henved 18 Tommer. Deres nederste Blade bleve omtrent 4 Tommer lange og brede, og Planterne bleve tilsyneladende større og fyldigere, end om de vare plantede i Jord. Men Forskjellen viste sig navnlig deri, at de udviklede Planter vare langt mindre fast byggede og Bladene især meget bløde og tynde. Knops Hensigt med disse Forsøg var imidlertid nærmest den at bestemme dels Aftemængden, som saadanne Planter havde optaget af Vandet, og dels den Mængde Vand, som der under Væxtforsøgene fordampede igjennem deres Blade. Han kom til det Resultat, at Planternes Uddunstning beroede paa rent fysiske Betingelser; thi i direkte Solbelysning bortdunstede der en langt større Vandmængde end i Skyggen, og i Lufttræk mere end i rolig

Luft. Endvidere viste det sig, at Planterne temmelig nøie havde optaget saamange Mineralbestanddele af Vandet, som der svarede til det fordampede Vand. Hans Forsøg gave som sagt en tilfyneladende hyppig Vegetation, og Planterødderne bleve snehvide og fuldstændig sunde. Ved Blomstringen bleve de ældste Blade gule, og de frembragte Bælge vare traadagtig tynde og indtørrede uden at sætte Frugt. Planterne havde vel tiltaget i Afkemængde, men deres organiske Stoffer i tør Tilstand var ikke meget større end Vægten af den forud i Frøene tilstedeværende organiske Plantemasse, saa at disse Forsøg ikke kunde siges at have givet en normal Planterægt.

Ved senere Forsøg har Knop imidlertid erholdt langt gunstigere Resultater, og han har af Bønner faaet Planter, der frembragte spirekraftige Frø. Han foreslaaer at benytte en Blanding af 4  $\text{Wkv}$ . Kalisalpeter, 4  $\text{Wkv}$ . Kalksalpeter, 4  $\text{Wkv}$ . svovlsur Magnesia samt noget fosforsur Kali og fosforsur Zern-tveilte, som han tilsatte i en saadan Mængde til Vand, at dette i 1000 Dele omtrent indeholdt 5 Dele af disse Salte. I saadanne Oplosninger har han opnaaet meget gunstige Resultater med Mais, Rug, Hvede og Byg. I Almindelighed synes Knop at have iagttaget, at hvor han erholdt spirekraftige Frø, var stedse Kalisalte tilstede i fremherskende Mængde, saa at disse følgelig maatte antages at være nødvendige for Planternes fuldkomne Udvikling. Knop har endelig iagttaget forskjellige andre Saltets Indvirkning paa Planterækten. Saaledes anfører han, at en yderst ringe Mængde Zernforiltesalt var tilstrækkelig til at dræbe Planterne, medens Zerntveiltesalte ikke viste nogen skadelig Virkning. Ligeledes virkede kaustiske og kulsure Alkalier stedse meget skadelig, men at en ringe Mængde fri Syre, som han ogsaa anfører, skulde være skadelig for Planterne, synes senere Forsøg af Stohmann at modbevise.

Da det saaledes var lykkes for Knop at faae Landplanter til at voxe og bære Frugt i vandige Oplosninger af forskjellige Salte, medens det dog ikke vil lykkes i hvilkensomhelst vilkaarlig Blanding af opløste Mineralstoffer, saa antager han, at saa-



danne Væxtforsøg engang ville føre til at vise, hvilke kvalitative Forbindelser af Syrer og Baser, der ere mest tjenlige for Planterne. Saaledes erholdt han ved Anvendelsen af Ammoniaksalte i Almindelighed ikke bedre Resultater end i Brøndvand alene. Derimod frembragte Bønner steds Frugt i vandige Opløsninger, som indeholdt salpetersure-, svovlsure- og fosforsure Kali- og Kalksalte, hvorfor han mener, at det fornemmelig maa være i saadanne Forbindelser, at Mineralbestanddelene optages af Planternes Rødder fra Jorden. Fremtrædende er nemlig den Kjendsgjerning, at Planterne steds uden Skade taale en forholdsvis stor Mængde salpetersure Salte\*). Knop anseer derfor den Ammoniak, der absorberes og tilbageholdes af Jorden, for en bestandig Kilde til Dannelsen af den ringe Mængde Salpetersyre, som i Forbindelse med den tilstedeværende Kulsyre maa tjene til at opløse og tilføre Planterne deres øvrige mineraliske Næringsstoffer, og han antager, at den Tid maa være temmelig nær, hvor man vil erkjende Trangen til Gjødningsstoffer kun fornemmelig i Form af fosforsur Kalk, Alkalisalte og Ammoniaksalte samt kvælstofholdige organiske Stoffer som salpetersyredannende Materiale, og da lade deres Værdi afhænge af Fosforsyren, Salpetersyren eller Ammoniakken og Alkalierne, da Jorden gjerne indeholder de øvrige Stoffer i tilstrækkelig Mængde. Skulde Jorden trænge til Kalk, da tilføres denne sikkert billigst som saadan og ikke ved Staldgjødning eller kunstig Gjødning, saafom Gibs &c.

Samtidig eller mulig lidt før Knop har, som nævnt, Julius Sachs (1860) begyndt med Væxtforsøg i vandige Opløsninger, og hans Arbejder maa vel ansees for de mest

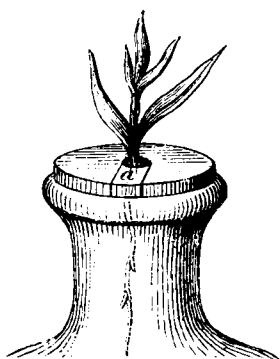
---

\*) Ved Forsøg fandt Knop, at Salpetersyren steds forsvandt af Opløsningerne, medens den Base (Kalk, Magnesia), hvortil den var bunden, forblev tilbage i Opløsningen som kulsur Salt. Bruges en større Mængde Salpeter, end Planten behøver, vil Overfludet optages uforandret.

omfangsrige i denne Retning. Sachs tilskriver de mindre heldige Resultater ved slige Væxtforsøg fornemmelig den Omstændighed, at man ikke altid er omhyggelig nok med Frøenes Spiring og senere Anbringelse i de Opløsninger, hvori de skulle voxe. Han angiver derfor følgende Forsigtighedsregler, som have viist sig nødvendige. De benyttede Frø lader man først spire ved at lægge dem i fugtig Jord, fugtige Savspaaner eller paa en Tallerken med et meget tyndt Vandlag. Frøene tør ikke ligge længere end 24 Timer om Sommeren ved 15—20° Varme, da de ved en længere Henliggen ville afgive en betydelig Mængde opløselige Stoffer til Vandet, hvorved de ikke alene svækkes, men ogsaa blive mere disponible til at raadne. De saaledes gennemtrukne Frø anbringes dernæst saaledes, at de overalt ere omgivne med Luft, hvad der kan skee ved f. Ex. at anbringe dem paa et Metaltraadnet, der er udsæendt over et tomt Glas eller for større Frø ved at anbringe hvert Frø paa en lille Opstander i en Klemme, der dog ikke maa udøve noget skadeligt Tryk paa Frøet. De saaledes anbragte Frø sættes nu under en Glaslokke paa en Tallerken med lidt Vand, for at de kunne befinde sig i Luft, der stadig er mættet med Vanddampe. Det af Frøene opslugede Vand er tilstrækkeligt til at fremkalde Rodspidsen. Skulde det imidlertid vare mere end 1 til 2 Dage, saa maa man af og til løfte Klokken for at indlade frisk Luft eller ogsaa sætte lidt Kalihydrat til Vandet paa Tallerkenen for ved det at bortskaffe den under Spiringen udviklede Kulsyre. Skulde endelig Frøene tørre noget under Spiringen, da sprøites lidt Vand paa dem. Er nu Rodspidsen bleven 1—3 Tommer lang, saa kan man anbringe Frøene i Glas eller Flasker, der ere fyldte med det Vand eller de Opløsninger, hvori de skulle voxe. Men herved maa iagttages, at kun Roden dypper ned i Vandet og ikke Frøet selv. Denne Forholdsregel, vil det erindres, har allerede Duhamel fremhævet som meget væsentlig, da ellers Frøene let ville gaa i Forraadnelse; det er af samme Grund, at mange Landplanter ikke kunne trives i Jord, der stadig er overmættet

med Vand, hvilket allerede ovenfor er omtalt. Ved Kornarter som Rug, Hvede, Mais &c. er det første udviklede Organ helt og holdent virkelig Rod, hvorfor disse Frø kunne stilles saaledes paa Vandet, at den underste Flade af Frøet er umiddelbart over Vandfladen. Ved Leguminoser som Erter, Bønner &c. er derimod kun den nederste Del af den udtrædende hvide Spids den virkelige Rodspids, hvorimod den øverste nærmest Frøet er Stængel, som ikke tør komme under Vandet, da den ellers vil raadne, og Planten saaledes dø bort. Den egentlige Rod er karakteriseret ved sine Rodhaar. Disse begynde ved Rodspidsen og fortsættes opad, idet de stedsvis blive længere og længere, indtil Grændsen imellem Rod og Stængel, hvor de pludselig ophøre. Hertil tør altsaa Roden kun bringes ned i Vandet. Glasfæt, hvori saadanne Frø anbringes, kan være af en hvilken som helst Form f. Ex. en stor Medicinflaske, der kan rumme omtrent en Pot Vand. Hvis Planten skal blive flere Fod høi, maa den befæstes godt, for at den kan sikkes imod Befkadigelse. Frøet maa imidlertid ved Befæstelsen ikke lide noget stærkt Tryk, og Stoffer som Olie og Harpiz tør ikke komme i Berøring med dets Overhud. Ved større Frø, som Maiskorn, kan man med Fordel benytte en Korkprop, hvor-

Fig. 2.



igjennem er boret et Hul af omtrent 3 Gange saa stort et Gjennemsnit som Rodspidsen, og fra hvilket er gjort et Udsnit af samme Brede som Hullet for med Lethed igjennem dette at fjerne Proppen fra Planten. I dette Udsnit anbringes et tilpasset Korkstykke (a), der altsaa kan tages ud, naar man vil fjerne Korkproppen. Den unge Plante med sin Korkprop anbringes paa Halsen af den helt fyldte Flaske (see Fig. 2). Naar de 2 til 3 første Blade ere komne frem, er Rodspidsen temmelig lang og noget forgrenet.

Man tager da Proppen bort og hælber Flaften lidt for at fjerne noget af det øverste Vand (4—5 Kubit Cent.). Dernæst skydes Planten lidt ned, indtil Frøet er umiddelbart over Vandet, og noget tørt Bomuld trykkes nu omkring Planten i Nabningen af Flaskehalsen. Ved Bønner, Lupiner og Erter behøves Proppen ikke, da Frøbladene ere saa store, at Planten kan hvile ved dem paa Kanden af Flaskehalsen. Ved mindre Frø, som Hvede, Raal, Kaps, Tobak ic. kan man anvende en Korkplade af et Par Liniers Tykkelse, hvorigjennem man brænder smaa Huller ( $\frac{1}{2}$  Linie i Gjennemsnit). Igjennem disse Huller stikker man da de fine Rødspidser, og lader nu Korkpladen svømme paa Vandet. Saaledes lader man Planterne voxe, indtil de ere blevne saa store og stærke, at de kunne anbringes og befæstes i Flaster. Rødderne taale ikke Dagslyset længe, da de ellers let overtrækkes med Alger, (en Art lavere Plante, der staaer Lavarterne temmelig nær), som ville fremstynde deres Forraadnelse. Sachs foreslaaer derfor at omgive Flasterne med et Paphylster, der er ligesaa høit som selve Flasterne, thi herved kan Algebannelsen forhindres. At bruge Flaster af mørkt Glas har nemlig den Ulempe, at man under Væxtforsøgene ikke let kan iagttage Røddernes Tilstand og Udvikling igjennem saadant Glas.

Hvad endelig Opløsningerne angaa, hvori man vil lade Planterne voxe, da fremhæver Sachs som en yderst vigtig Betingelse for et godt Resultat, at de opløste Mineralstoffer have det rette kvalitative og kvantitative Forhold. Hans Hovedopgave med Væxtforsøgene gif derfor især ud paa at afgjøre følgende Spørgsmaal:

1) Hvilke Substantier der skulle virke sammen, 2) disses indbyrdes Mængdeforhold, og 3) deres absolute Mængde, det vil sige hele Opløsningens virkelige Styrke eller Concentration.

Hvad de to første Spørgsmaal angaa, da synes Besvarelsen at ligge temmelig nær ved at undersøge de forskellige Planter's Afte og derefter sammensætte Opløsningerne. Men herved viser sig dog en væsentlig Ulempe. Planterens Afte er

nemlig for en stor Del uopløselig i Vand. Ved passende Midler kunne de enkelte Aftebestanddele vel bringes i Opløsning, men blander man nu de neutrale Opløsninger af disse Stoffer sammen, da vil der i Almindelighed stee en Udfældning af enkelte Stoffer, som nu tilbøielig er uopløselig i det tilstedeværende Vand. Herved gaa altsaa enkelte Stoffer for største Delen bort og kunne saaledes ikke længere tjene til Planternes Ernæring. For at undgaa denne Ulempe, har derfor Sachs benyttet en Methode ved disse Væxtforsøg, som han betegner ved: Methoden med fraktionerede Opløsninger. Denne bestaaer hovedsagelig deri, at kun de Aftebestanddele, som ikke vilde bundfælde hverandre, bringes sammen i en Opløsning, medens de andre udelades; disse bringes i Opløsning i et andet Kar, og man faaer saaledes 2 Opløsninger, som tilsammen indeholde alle Aftebestanddelene. Naar da Planten har voget nogen Tid i den ene Opløsning, da vil Manglen af de udeladte Stoffer let give sig tilkjende ved Plantens Udseende og Væxt. Den tages nu op og sættes i den anden Opløsning. Dog for at lære det Mangelfulde ved de enkelte Opløsninger nøiere at kjende, maa man have 3 til 4 Planter, hvoraf 2 voxe stadig i hver sin af de to Opløsninger og de 2 andre afvejlende i begge.

Da nu neutrale, opløselige, fosforsure Salte og opløselige Kalk-, Magnesia- og Jernveilte-Salte ikke kunne existere sammen i een Opløsning, vil følgelig den ene af de ovennævnte to Opløsninger indeholde Fosforsyre, men mangle Kalk, Magnesia &c., medens den anden vil indeholde disse Stoffer, men mangle Fosforsyre. — Opløsningernes Styrke, som var det 3die Hovedspørgsmaal, mente Sachs ved en hel Række af Væxtforsøg at have fundet mest passende 0,2—0,3 pCt., 0: i 100 Dele Vand  $\frac{2}{10}$ — $\frac{3}{10}$  Dele mineralske Stoffer. Han anstillede sine Forsøg fornemmelig med Mais, som han, efterat Spiringen var tilendebragt, stillede i destilleret Vand, indtil det andet Blad var udviklet. 4 af de bedste unge Planter bleve nu udvalgte, og af disse anbragtes de 2 i hver

sin Opløsning, medens de 2 andre skiftevis voxede i begge Opløsninger. De 2 første Planter skulde da nærmest tjene til at vise, hvorvidt de kunde bringes til at udvikle sig dels uden Kalk og Magnesia og dels uden Fosforsyre. Alle Forsøgsplanterne stillede i et Vindue, der vendte imod SØ. og havde direkte Sollys fra Kl. 7—12 Formiddag. Allerede efter 8 Dages Forløb iagttog han en interessant Forskjel imellem de 2 Planter, der voxede i hver sin Opløsning. Planten nemlig, som voxede i Opløsningen, der manglede Kalk og Magnesia, havde et meget blegt og sygeligt Udseende og havde sygelige Rødder, medens den anden Plante, som voxede i Opløsningen, der manglede Fosforsyre, men indeholdt Kalk og Magnesia, saae meget kraftig ud og havde smukke og sunde Rødder.

Den første Opløsning viste sig saaledes aabenbart stadelig, hvorimod den anden var afgjort gunstig for Maisplanterne. Sa selv de 2 Planter, der vekselvis voxede i begge Opløsninger, vare ikke saa kraftige som den Plante, der voxede i Opløsningen med Kalk og Magnesia. Sachs forklarer dette Fænomen derved, at Maiskornene selv indeholde kun lidt Kalk, men megen Fosforsyre, hvilken sidste derfor er tilstrækkelig til Plantens første Udvikling, naar der blot tilføres Kalk udvendig fra. Efter 2 til 3 Ugers Forløb henvisne ogsaa Planten, der voxede i Opløsningen uden Kalk, men de andre 3 vare endnu meget kraftige. — En anden interessant Iagttagelse, anfører Sachs, var den, at alle Planterne, som voxede i Opløsninger, der manglede Jernsalte, fik et bleggrønt Udseende, men at de gjenvandt hurtigt deres friske, grønne Farve, efterat der var tilsat lidt fosforsurt Jernveilt til Opløsningerne. \*)

\*) Om denne Virkning maa tilskrives Jernet, som Sachs mener, eller den med Jernet forbundne Syre, er endnu ikke afgjort; dog tale nogle Forsøg af W. Knop for den Antagelse, at det er Syren i Jernsaltet, som her spiller den vigtigste Rolle, idet den frigjøres fra sin Forbindelse med Jernet. Knop har nemlig viist, at enhver fri Syre fremkalder den samme Virkning.

Med nogen Forandring i Styrke og Sammensætning af de benyttede Opløsninger fortsatte han Forsøgene med de 3 Planter; men efter 7 Ugers Forløb visnede ogsaa Planten, der vokede i Opløsningen uden Fosforsyre. De 2 andre stiftedes jævnlige i de respektive Opløsninger og begge frembragte veludviklede Frø. Dog kom den ene ikke til fuldkommen Modenhed paa Grund af, at der paa dens Rødder havde dannet sig en Del Svovlsjern, som virkede ødelæggende paa den. Den anden frembragte 47 Korn af mørkegul Farve og fuldkommen haarde.

Sachs har foretaget en Mængde andre Væxtforsøg og med forskellige Planter, men stedse erholdt de bedste Resultater ved at anvende stiftetis saadanne 2 Opløsninger. Kun opnaaede han aldrig at faae Bønner til at frembringe Frugt i Opløsninger af Mineralsalte alene, hvad imidlertid, som nævnt, Duhamel har opnaaet alene ved Anvendelse af Vand fra Seinen. Ikke desmindre vise Sachs's Væxtforsøg, at det er muligt at frembringe en temmelig kraftig Vegetation i Opløsninger, der indeholde Planternes Aftebestanddele, og, hvad der er endnu mere væsentligt, paa denne Maade at frembringe modne og spirekraftige Frø.

Vaade Sachs og Knop havde nu givet Impulsen til at arbejde for Løsningen af Spørgsmaalet, om Landplanterne kunne vøge normalt i Opløsninger af deres Aftebestanddele, og efter deres Exempel har ogsaa i den allernæste Tid flere Videnskabsmænd med Iver arbejdet paa saadanne Væxtforsøg og opnaaet overordentlig gunstige Resultater. Sachs's Methode med „fraktionerede Opløsninger“ synes ved første Blik at være en meget smuk og heldig Tanke. Men strængt taget lader den sig egentlig ikke gennemføre. For nemlig at bringe Kulsyre, som jo udgjør en væsentlig Del af mange Planter's Afte, ind i en Opløsning, er det nødvendigt at anvende den i Forbindelse med Kali eller Natron, idet kun det kulsure Kali eller Natron er opløselig i Vand. Men det kulsure Kali (Natron) reagerer selv i saa fortyndede Opløsninger, som

man anvender ved Væxtforsøg, stedse tydelig alkaliske, og i alkaliske Bædster kunne ingen Planter vøxe, som Knop jo har viist. — Sachs brugte derfor ogsaa kun at tilføje Kiselshyre som et geleaagtigt Bundsald, nemlig saaledes som den erholdes ved at udfille den af sine Oplosninger ved en stærkere Syre. Men i denne Tilstand var Kiselshyren jo ikke opløst i hans Forsøgsbædster, ligesaa lidt som den friske fædte kiselure Kalk, som han ogsaa benyttede. Dette bragte Stohmann til at forsøge, om det ikke var muligt at bringe Planterne til at vøxe i svagt sure Oplosninger, hvori alle Aftebestanddele lode sig opløse. Og hans Forsøg overgik virkelig alle Forventninger. Han tilberedte sig nemlig Oplosninger paa denne Maade af alle de Stoffer, som efter en Analyse fandtes i Planteafsten af Mais, og lod spirede Maiskorn vøxe i disse. Herved erholdt han Maisplanter af henved 7 Fods Høide og med fuldkommen normalt udviklede Kolber, hvoraf een endogsaa indeholdt 370 modne og spirekraftige Korn. Den rundne organiske Tørsubstans var ved een Plante 731, ved andre respektive 573, 538, 491, 477 Gange større end Frøets. Stohmann fandt endvidere, at Væxtforsøgene med Mais stedse lyffes, naar Planten blot bliver givet alle Stoffer, som findes i dens Afte, navnlig Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Zern-tveilte, Fosforsyre, Svovlsyre, Klor, Kiselshyre, Salpetersyre og Ammoniak, i svag sur Oplosning, og som paa 1000 Dele Vand indeholder 3 Dele vandfrie Salte af disse Stoffer. Kun maa man passe, at Oplosningerne vedblive at være sure; thi Knop har nemlig iagttaget (1862), at neutrale Oplosninger ved Planternes Livsvirksomhed let blive alkaliske, ja Stohmann fandt endogsaa, at sure Oplosninger bleve alkaliske, naar Maisplanter vøgede i dem i nogen Tid. Man maa derfor stedse prøve sine Oplosninger med Lakmuspapir og enten ombytte dem med friske eller tilføje lidt fri Fosforsyre, saasnart en neutral Reaktion iagttages. Gjøres dette, siger Stohmann, indtræder aldrig Dannelsen af Svovljern, som ved det tidligere



omtalte Forsøg af Sachs, og Væxtforsøgene i Opløsninger ere uden den ringeste Banstikighed.

Ved et Tilbageblik paa de omtalte Væxtforsøg maa man imidlertid komme til den Slutning, at selv om det er lykkedes at frembringe Planter med veludviklede og spirekraftige Frø i Opløsninger af deres Aflebestanddele, saa har man dog ikke opnaaet en saa stor Forøgelse af tør Plantesubstant, som Jorden kan frembringe, og endelig ere disse Væxtforsøg anstillede i Opløsninger, der alle mer eller mindre vare forskjellige fra Jordvandet, baade hvad Indhold og Karakter angaaer. Duhamel, som kun anvendte Vand fra Seinen, maa nærmest være den, der mindst afveg fra de naturlige Forhold; thi Flobvand er dog næppe saa forskjelligt fra Jordvandet som Sachs's 2 Opløsninger eller Knops foreslaaede Opløsning, ja selv som Stohmanns svagt sure Opløsning. Tilmed indeholdt deres Opløsninger en langt større Mængde opløste Stoffer, end der er Sandsynlighed for at være i det Jordvand, som omgive Planterødderne. Det er derfor meget interessant, at Friedrich Nobbe først opnaaede en Plantevæxt i Vand, der endog saa langt overgik Væxten i frugtbar Jord, alene ved, som det synes, at benytte overordentlig tynde Opløsninger af Plantenæringsstofferne i Vand. Nobbe anfører saaledes, at i Aaret 1864 opnaaede en af hans Boghvedeplanter, som voxede i en Opløsning, der indeholdt 0,5 mineralske Stoffer i 1000 Teile Vand, en Høide af  $6\frac{1}{2}$  Fod, havde 17 Stængelled og 4 Grene samt leverede 1130 Gange større tør Plantemasse end et lufttørret Frø. Planten fik endvidere 65 Blomsterklaser, der frembragte 304 smukke, modne Frø og 67 ufuldkommen udviklede Frø, medens en yderst kraftig Boghvedeplante, der voxede i god Havejord i en Urtepotte, kun gav 1000 Gange større Plantemasse end et Frø og frembragte 195 modne Frø. Opløsningen, hvormed han eksperimenterede, bestod af: 4 Ekvivalenter Kloralkalium, 4 Ekv. salpetersur Kalk og 1 Ekv. svovlsur Magnesia, samt ubestemte Mængder af fosforsur Kali og Zerntveiste.

Robbe mener, at Opløsninger, som indeholde 3—5 pro mille mineralste Stoffer, ere for vore Kulturplanter afgjort for stærke, idetmindste hele Væxtperioden igjennem. Han tilskriver derfor de ringe Resultater, som man hidtil har opnaaet ved Vandkulturen, alene en Overmætning af Plantestofferne med Mineralstoffer ved Benyttelse af for stærke Opløsninger, der iøvrigt godt kunne have indeholdt en passende Blanding af Næringsstofferne. Ifølge vundne Erfaringer fra tidligere Forsøg havde han givet sine Opløsninger en Styrke af  $\frac{1}{2}$ —1 Del Salte i 1000 Dele Vand og hyppigt fornøjet dem, for at regulere den ensidige Udtømmelse af Opløsningerne ved Planternes Livsvirksomhed. Paa denne Maade har han erholdt langt større Resultater saavel med Viffer, Smittebonner, Byg og især Boghvede. Hans Hensigt var endogsaa at forthynde Opløsningerne i den Grad, at der kun var Spor af de vigtigste Næringsstoffer i dem, men i det rette Forhold. Ved Hjælp af en Aspirator frembragte han en stadig Fornøelse af Opløsningerne, for saaledes at komme de naturlige Oplosningsforhold i Jorden saa nær som muligt.

Robbes Forsøg ere ikke enestaaende, thi 1865 har Emil Wolff opnaaet et ligesaa stort, om ikke større Resultat baade med Mais, Havre og Vønner. Wolff benyttede til sine Forsøg en Opøsning af Venaste i Salpetersyre, som han tilberedte saaledes, at kun et Minimum af fri Salpetersyre var tilstede i Opøsningen. Hans Opøsningers Styrke var noget nær den samme som Robbes, nemlig fra 0,5—1,0 pro mille, og han erholdt i Løbet af 2½ Maaned Maisplanter, hvis organiske Tørsubstant var 330 Gange større end de saaeede Korn. Endelig gave hans Forsøg med Havre et endnu større Udbytte. Opøsningerne til disse Forsøg havde en Styrke dels af 0,618 pro mille og dels af 1,854 pro mille. I den første Opøsning erholdt han en Havreplante med 262 Korn, i den anden en Plante med 505 Korn, og den hele vundne organiske Plantemasse i tør Tilstand var i første Tilfælde 722, i det andet 1214 Gange større end de saaeede Korn. Wolff

har ved sine Væxtforsøg gjort den samme Erfaring som Knop, at en fremherstende Mængde af salpetersure Salte stedse har viist sig meget gunstig for Plantevæxten.

At Vandplanterne følgerig ikke alene kunne udvikle sig normalt, men endogsaa frembringe en meget hyppig Plantevæxt i Opløsninger af deres Aftebestanddele, er saaledes fuldstændigt godtgjort. Hvad fremtidige Væxtforsøg af denne Art skulle afgjøre, er dels, hvilke Forbindelser af mineralske Stoffer der ubetinget ere de eneste og mest tjenlige for vore Kulturplanter, samt dels hvad Rolle de enkelte Stoffer fornemmelig spille under Planternes Udvikling. Naar disse Spørgsmaal engang blive besvarede, da ville Væxtforsøgene i Vand have ydet ikke alene Vidensstaben, men ogsaa det praktiske Agerbrug en overordentlig Tjeneste, hvis Værd maaske lettest kan opfattes ved at see hen til den store Masse af kunstige Gjøbninger, der for Diebliffet anvendes, men hvis sande Betydning og Værdi i Virkeligheden først da kan bestemmes.

---