

De almindeligste Betingelser for Plantelivet og Agerjordens Forhold til Næringsstoffet for vore Culturplanter.

Af Justus Liebig *).

Planterne bestaae, som bekendt, af brændbare og usforbrændelige Bestanddele. Disse sidste, der blive tilbage i Asken naar en Plante brændes, bestaae væsentligst af Phosphorsyre, Kali, Kiselsyre, Svovlsyre, Kalk, Magnesia, Jern og Kogsalt (Chlor-natrium).

Det kan nu betragtes som en ubestridelig Kjendsgjerning, at Bestanddelene af Asken ere Næringsmidler, og som Følge deraf ere de uundværlige for Planterne. Den forbrændelige Deel af Planterne bestaaer af Kulsyre, Vand og Ammoniak, de ere som Næringsmidler ligesaa uundværlige.

Af alle disse Bestanddele dannes Plantelegemet ved selve Plantens Livsvirksomhed. Intet eneste af disse Stoffer have fortrinsviis nogen større Værdi for Planterne end de øvrige, de ere alle lige uundværlige, og mangler kun et eneste af dem, da ere de andre ganske uden Nytte. Først naar det manglende Stof bringes tilveie vil Landmanden kunne vente sig Afgrøde af Jorden, og kun naar alle disse Stoffer ere tilstede i en

*) Uddrag af en Afhandling i „Dinglers polyt. Journal“ Marts 1858.

passende Mængde og Form og i det rigtige Forhold, vil Landmanden kunne vente sig rige Afgroder.

Kulshyre, Vand og Ammoniak ere altid tilstede i Atmosfæren og optages af Planterne igjennem Bladene; de ere desuden hyppig Bestanddele af Jorden og blive da optagne igjennem Planternes Rødder.

Alle de øvrige Stoffer høre til Mineralriget.

De luftformige Næringsmidler ere ifølge deres Natur bevægelige og kunne, i Modsætning til de mineraliske, forlade det Sted, hvor de ere fremkomne. Der voger Planter i Egne af Syd-Amerika, hvor der ofte ikke falder Regn i flere Aar, de optage der deres brændbare Bestanddele umiddelbart af Luften og Duggen; dette afgiver et tilstrækkeligt Beviis for, at Luften kan indeholde tilstrækkeligt deraf til Planternes fuldstændige Udvikling.

Den Mængde, som Luften indeholder af disse Næringsmidler er, sammenlignet med Luftmassen, meget ringe.

Naar man tænker sig al den Kulshyre, som er i Atmosfæren, samlet i et ublandet Luftlag tæt omkring Jorden, saa vilde dette kun have en Mægtighed af noget over 8 Fod. Ammoniakgassen, samlet paa samme Maade, vilde neppe udgjøre 2 Linier; begge optages de uafslædig af Planterne, og Atmosfæren vilde snart blive udtømt, naar Skaberens ikke havde sørget for, at disse uundværlige Stoffer for det organiske Liv ligesaa hurtigt bleve fornyede.

Alle organiske Væsener havø kun en forbigaaende forholdsviis kort Bestaaen; Mennesker og Dyr leve af Planteliv, og ved Livsprocessen forvandles disse igjen til hvad de oprindeligt vare; samme Forandring lide alle Dyr- og Planteliv efter deres Død; deres forbrændelige Bestanddele føres alle tilbage til Kulshyre og Ammoniak, begge disse ere efter deres Natur luftformige og vende tilbage til Atmosfæren, hvor de tjene til Udvikling af nye Slægter.

Det organiske Livs vedblivende Bestaaen er, som man sees, med Hensyn til de forbrændelige Stoffer, af hvilke Plante-

og Dyrlivet danner sig, knyttet paa det inderligste til disse Stoffers Tilbagevenden; for denne har Skaberens indrettet et stort Kredsløb, som fortsættes uden Menneskets Medvirkning, men hvortil han dog kan medarbejde.

Overalt hvor Næring i Form af Korn eller Markfrugter vøjer paa Jorden, er der Mennesker eller Dyr tilstede, som fortære den, og ved den tvingende Naturlov føre den tilbage til de oprindelige luftformige Næringsstoffer. Luften er aldrig rolig, om end ikke den mindste Vind rører sig, er den i op- eller nedstigende Bevægelse; hvad Planterne det ene Dieblif berøve den, modtager den strax paa et andet Sted af den altid rige Kilde.

Disse Forhold gjøre det indlysende, at Landmanden kun sjelden kommer i det Tilfælde, at maatte sørge for at skaffe de luftformige Næringsmidler tilveie for sine Culturplanter; en stor Naturlov har draget Omjerg for at levere disse Stoffer saavel til Agerbrugeren, som til Forstmanden, paa hvis Jord der aarlig ophober sig ofte langt flere brændbare Plantestoffer, end Landmanden kan høste paa lige Areal, uden at han i mindste Maade behøver at bryde sin Hjerne dermed.

Naar Landmanden iagttager, at hans Sæd og hans Roer ikke ville lykkes, saa maa han derfor ikke troe, at Grunden hertil ligger i en Mangel paa Kulshyre og Ammoniak, og Beviset for at han deri ikke feiler, findes let naar han kun har god Villie til at søge den sande Grund, thi et Blik paa de næste Agre viser ham, at Kløveren f. Ex. der lykkes ret godt, hvilket den ikke kunde naar den ikke sandt tilstrækkelig Næring; man kan umulig forudsætte, at Luftsoilen over Sædmarken og Kløvermarken skulde kunne byde Kløveren mere Kulshyre og Ammoniak end Kornet, og ganske det samme finder Sted for Jordbunden; den Jordbund, paa hvilken Landmanden høstede et kun ringe Udbytte af kul- og gvalstofholdige Stoffer i Sæd og Straa, vilde, selv uden Gjødning, have givet ham det 4—6 dobbelte Udbytte, naar han havde dyrket en Foderplante paa den.

Rilden som har leveret disse Stoffer var lige aaben for begge Slags Planter; at Kornet mislykkedes ligger altsaa ikke i en Mangel paa luftformige Næringsstoffer; tvertimod, der var af disse saameget tilstede, at Kornet vilde have kunnet optage 4—6 Gange saameget, men dette Overskud var uden Nytte.

Et Næringsstof er uden Virkning naar et eneste af de andre Næringsstoffer mangler; det manglede ikke paa luftformige Næringsstoffer, og at Kornet mislykkedes maa altsaa have en anden Grund; denne søge vi nærmest i Jordbunden. — Foderplanterne og Kornplanterne behøve begge ganske de samme mineralske Næringsstoffer, men i meget ulige Forhold. At Foderplanten lykkedes beviser, at den havde fundet tilstrækkelig Mængde af alle, saavel luftformige, som mineralske Næringsstoffer. At Kornet mislykkedes peger hen paa, at der maa have manglet noget i Jordbunden. I ethvert Tilfælde maa Grunden til at en Culturplante mislykkes, søges i Jordbunden og ikke i Mangel paa luftformige Næringsmidler.

Hvorledes virker Jordbunden, og paa hvilken Maade tager den Deel i Vegetationen?

Dette Spørgsmaal ville vi her underkaste en nærmere Undersøgelse.

Ernæringsprocessen beroer paa en Tilboielighed hos Stofferne til at slutte sig sammen efter visse i Naturen bestemte Regler. Af Kulsyre danner der sig saaledes f. Ex. Sukker, Kulsyren bliver til en Bestanddeel af Straaet, Kali er i Plantens Saft, Phosphorsyre, Kali, Kalk og Magnesia blive til Bestanddele af Frøet.

I et Næringsstofs Virksomhed maa man skjelne imellem dets Hurtighed og dets Bedholdenhed i Virkning.

I Almindelighed afhænger Virkningen af Summen af de tilstedevarende virkende Dele, i Forhold til den Mængde, som overhovedet kan optages, og bliver optaget, af Planterne i een Vegetationsperiode; en Mangel formindsker Høstudbyttet, men et Overskud forhøier det ikke udover en vis Grændse.

Overskuddet virker i den næste Vegetationsperiode; det vedvarende Udbytte retter sig efter den Rest af Næringsstoffer, som efter hver Vegetationsperiode bliver tilbage i Jorden; er denne Rest 10 Gange større end den fulde Afgrøde behøver, saa er den tilstrækkelig for 10 fulde Afgrøder i 10 Aar.

Et Legeme, f. Ex. et Stykke Sukker, opløser sig saameget hurtigere i en Vædske, jo finere det er pulveriseret: ved Fiindelingen bliver dets Overflade og Antallet af dets Smaadele forstørret, som i en given Tid komme i Berørelse med Vædsken, der opløser det; i enhver saadan kemisk Virksomhed gaaer Virkningen ud fra Overfladen, hvad der ligger under denne er uden Virkning i Dieblikket, fordi det ikke er opløseligt; jo mere en Plante kan optage deraf i en given Tid, jo virksommere er det i denne Tid. 15 Pd. fintmalede Knogler kunne i eet Aar virke ligesaameget som 100—200 eller 300 Pd. grovknuste Knogler, de sidste ere ikke uden Virkning, men for at kunne virke maae de først opløse sig, dertil bruge de længere Tid; deres Virkning er langsommere, men holder længere ud.

For rigtig at forstaae Jordens og dens Bestanddeles Virkning paa Vegetationen, maa man holde fast for Die, at de derivarende Næringsmidler bestandig ere stikkede til at virke, hvorvel ikke altid virksomme: de ere altid rede til at træde ind i Kredsløbet, som en Pige til Dands, men der behøves en Dandsfer.

8 Stoffer behøver Landmanden i sin Agermark, naar alle hans Planter skulle trives og Agrene give det største Udbytte. Mange af disse, men ikke alle, ere bestandig og i Mængde tilstede i Jorden, 3 Stoffer ere som oftest kun laante til Agrene. — 8 ere Ringene i Rjæden; er een af dem svag, saa brister Rjæden snart, den manglende er altid Hovedringen, uden hvilken Maskinens Hjul ikke bevæger sig.

Vi have hidtil antaget, at Planterne optage deres Næring af en Opløsning; at Næringsens Hurtighed i Virkning stod i det nærmeste Forhold til dens Opløselighed. Ved Regnvandet

i Forening med Kulsyren bleve de virksomme Bestanddele af Jorden tilført Planternes Rødder. Planten var som en Svamp, der stod halvt i Luften, halvt i den fugtige Jord; hvad Svampen tabte ved Fordampning i Luften, indsugede den uophørlig igjen af Jorden. Gjennem Bladene bortdampede det ved Rødderne optagne Vand, Rødderne optog det tabte Vand igjen af Jorden; hvad der var opløst i Vandet gik med dette over i Rødderne, Planterne tilegnede sig det Opløste ved Ernæringsprocessen, Jord og Planter vare begge passive.

Vi have lært at et Næringsstof, selv fjernet fra Rodtrævlerne, vilde kunne ernære Planten, naar der imellem Rodtrævlerne og Næringsstoffet fandtes Vanddele, som kunne opløse dette. Ifølge Fordampningen igjennem Bladene indsugede Rødderne Vanddelene, der paa denne Maade modtog en Bevægelse henimod Rodtrævlerne, og med disse Vanddele fulgte de opløste Stoffer. Vandet var, saaledes troede vi, den Karre, som bragte de fjernere Jordbestanddele i umiddelbar Berøring med Planten.

Naar 4000 Pd. Korn og 10,000 Pd. Straa behøve 100 Pd. Kali og 50 Pd. Phosphorsyre til sin Udvikling og en Hectare Land (14½ Skpr.) indeholdt disse 100 Pd. Kali og 50 Pd. Phosphorsyre i opløselig Tilstand, saa var dette Quantum tilstrækkeligt til denne Afsgrøde; indeholdt Jorden dobbelt eller 100 Gange saameget, saa ventede vi to eller 100 saadanne Afsgrøder, saaledes have vi lært.

Alt dette har været en stor og stabelig Vildfarelse.

Af den Virkning, som Vand og Kulsyre udøve paa Stenene, have vi sluttet os til begge Virkning paa Agerjorden, men denne Slutning er falsk.

Der gives i Chemien intet saa vidunderligt Phænomen, intet som i den Grad bringer den menneskelige Indsigt til at forstumme, som det Forhold en for Plantevæxt velskiftet Ager eller Havejord frembyder.

Ved de meest letudførlige Forsøg kan enhver overbevise sig om, at Regnvandet ved at filtrere igjennem en saadan

Ager- eller Havejord ikke opløser Spor af Kali, af Ammoniak, af Kiseltsyre eller af Phosphorsyre, at Jorden ikke har afgivet den mindste Deel af alle de Plantenæringsstoffer, som den indeholder, til Vandet, at Vandet intet bortfører af disse. Den meest vedholdende Regn formaaer ikke at udtrække de frugtbare Stoffer af Jorden, kun ved den mekaniske Bortstyllen kan den berøve Jorden noget af disse.

Men Agerjorden holder ikke alene fast paa de Plantenæringsstoffer, som den har i sig, dens Kraft til at forstæffe Planterne de Stoffer, som de behøve, rækker endnu langt videre. Naar Regn eller andet Vand, som indeholder opløst Ammoniak, Kali, Phosphorsyre eller Kiseltsyre, bringes sammen med Agerjord, saa forsvinde disse Stoffer næsten øjeblikkelig af Opløsningen, Agerjorden trækker dem ud af Vandet. Og kun saadanne Stoffer blive fuldstændig indslugede af Jorden, som ere uundværlige Næringsmidler for Planterne, de andre vedblive ganske eller for størstedelen at være opløste i Vandet.

Fylder man en Tragt med Agerjord og gyder derpaa en Opløsning af kiselns Kali (Kalivandglas), saa vil man i det gennemfiltrerede Vand ikke finde Spor af Kali, og kun under visse Omstændigheder vil man deri finde Kiseltsyre.

Opløser man frisk fældet phosphorsuur Kalk eller phosphorsuur Magnesia i Vand, som er mættet med Kultsyre, og lader denne Opløsning filtrere igennem Agerjord, paa samme Maade, saa indeholder det gennemskydte Vand ikke Spor af Phosphorsyre. En Opløsning af phosphorsuur Kalk i fortyndet Svovlsyre eller af phosphorsuur Magnesia-Ammoniak i kulsuurt Vand, forholde sig paa samme Maade, Phosphorsyren af det første, og Phosphorsyre og Ammoniak af det sidste blive tilbage i Jorden.

Kul forholder sig lignende til mange opløste Salte; det optager Farvestof og Salte af Bædtsen; det ligger nær, at søge Grunden til begge Birkning i een Aarsag; ved Kullet er det en kemisk Tiltrækning, som udgaaer fra Overfladen,

men ved Agerjorden tager dennes Bestanddele Deel i Virkningen, og denne er desaaarsag i mange Tilfælde en ganske anden.

Kali og Natron staae, som bekjendt, hinanden overordentlig nær i kemiske Forhold, og ogsaa deres Salte have mange Egenskaber tilfældes med hinanden. Chlorkalium f. Ex. har samme Krystalform som Kogsalt (Chlornatrium), i Smag og Oploselighed ere de meget lidet forskjellige. En Uovet vil neppe kunne skjelne imellem begge, men Agerkorpen skjelner dem fuldkommen.

Naar man filtrerer en Kogsaltopløsning igjennem Agerjord, saa gaaer denne Opløsning fuldstændig igjennem, uden at Jorden optager noget deraf; en Chlorkalium-Opløsning derimod adskilles, Kalium bliver tilbage i Jorden, Chlor kommer med Vandet igjennem Jorden som Chlorcalcium (det har ved Filtreringen afgivet sit Kalium og i dettes Sted mættet sig med endeel af Jordens Kalk). Ved Kalium fandt en Udvejling Sted, ved Natrium ikke. Kali er en Bestanddele af alle vore Landplanter, Natron findes kun undtagelsesviis i Planternes Afte. Ved svovlsuurt og salpetersuurt Natron, bliver af Jorden kun optaget Spor af Natron. Ved svovlsuurt og salpetersuurt Kali bliver alt Kaliet tilbage i Jorden. Forsøg, som ere udførte udtryffeligt i dette Niemed, have viist, at 1 Litre *) = 1000 Cubik Centimer Havejord kan optage Kaliet af 2025 Cubik Centimer kiseluur Kaliopløsning, som paa 1000 Cubik Centimer indeholdt 2,78 Gram **) Kiselure og 1,166 Gram Kali. Det lader sig deraf beregne, at 1 Hectare Land (14½ Skpr.) af samme Beskaffenhed, paa 10 Tommers Dybde, vil af en lignende Opløsning kunne optage 10,000 Pd. Kali, og fastholde dette til Brug for Planterne. Et paa samme Maade anstillet Forsøg med phosphorsuur Magnesia-Ammoniak opløst i fulsuurt Vand

*) 1 Litre = 2 Pd. 3 Lod dansk Vægt eller omtrent en dansk Pot.

**) 1 Gram er $\frac{1}{500}$ af et dansk Pund eller omtrent $\frac{1}{4}$ Dvintin.

viste, at 1 Hectare Land vilde af en saadan Oplosning kunne uddrage 5000 Pd. af dette Salt. En Leerjord (fattig paa Kalk) forholdt sig paa samme Maade.

Heraf kunne vi gjøre os et Begreb om den mægtige Kraft, med hvilken Jorden tiltrækker og fastholder 3 af vore Culturplanters vigtigste Næringsstoffer, der paa Grund af deres lette Oploselighed snart vilde udvaskes af Jorden, naar den ikke besad denne fastholdende Egenskab.

Uf raadden Urin, Aile eller af en Oplosning af Guano i Vand optager Jorden alt det deriværende Ammoniak, alt Kali, al Phosphorsyre, og er der Jord nok tilstede, da vil det gjennemløbne Vand ikke indeholde Spor af disse Stoffer.

Denne Agerkorpens Egenskab, saaledes at optage Ammoniak, Kali, Phosphorsyre og Kiselhyre, er dog begrundet; enhver Jordart besidder sin egen Kapacitet; bringer man den i Bevægelse med de nævnte Oplosninger, saa mætter Jorden sig med det opløste Stof, og er der Overflod af dette, da bliver det tilbage i Vandet og kan estervises ved de sædvanlige Reagentier. Sandjord optager ved lige Rumfang mindre end Mergeljord, denne igjen mindre end Leerjord, men Usvigelsen i den optagne Mængde er ligesaa stor som Forskjellen imellem selve Jordarterne. Man veed, at ingen af dem er den anden liig; det er ikke usandsynligt, at visse Eiendommeligheder i Landhuusholdningen staae i bestemt Forhold til den ulige Kraft, med hvilken de forskjellige Jordarter optage de nævnte Stoffer, og det er ikke umuligt, at vi, ved at komme til nærmere Kundskab om disse Forhold, ville vinde nye og uventede Holdpunkter ved Bedømmelsen af vore Agress Værd og Godhed.

Mærkværdig er den Virkning, som en Jord, der er riig paa organiske Stoffer, udøver paa disse Oplosninger. En paa disse Stoffer fattig Leer- eller Kalkjord optager baade alt Kali og al Kiselhyren af Kalivandglasoplosningen; den paa organiske Stoffer (Humus) rige Jord optager alene Kali og lader al Kiselhyren tilbage. Dette Forhold erindrer uvilkaar-

lig om den Virkning, som visnede Planterester i Jorden udøve paa de Planter, som behøve en stor Mængde Kiselshyre til deres Udvikling, som f. Ex. Siv og Skavgræs, der isærdeleshed trives paa saakaldte sure Eng- og Mosejorder; bliver en saadan Jord merglet, da forsvinde disse Planter og give Plads for bedre Foderplanter.

Forsøget viser, at den paa humose Stoffer rige Have- og Skovjord, som ikke optager Kiselshyren af bemeldte Oplosning, siebliffelig vinder denne Egenkab, naar den blandes med lidt lædsket Kalk, førend man bringer den sammen med Oplosningen; den optager da baade Kiselshyre og Kali.

Men naar Jorden udtrækker Ammoniak, Phosphorsyre, Kali og Kiselshyre af deres Oplosninger, saa er det umuligt, at Regnen, som falder paa Agrene, kan udtrække disse Stoffer af Jorden. Jorden indeholder disse Stoffer i en uopløselig, men tillige i en for Optagelse i Planterødderne velskiftet Tilstand; Rodtrævlerne angribe umiddelbart Stenene og Jorddelene. Ved Rodtrævlerne erholde de i Algeren værende Næringsstoffer den dem manglende Oploselighed; den Form, der gjør dem skikkede til at gaae over i Planten.

I disse Kjendsgjerninger see vi een af de mærkværdigste Naturlove. Det organiske Liv skal udvikle sig i den yderste Jordskorpe, og den viseste Indretning giver dets Levninger den Egenkab, at samle og fastholde alle de Næringsstoffer, som ere Betingelsen for selve det organiske Liv. Denne Egenkab bevarer den frugtbare Jord, selv under tilsyneladende ugunstige Forhold, de i den indeholdende eller givne Betingelser for dens Frugtbarhed. I Omegnen af München f. Ex. have Tusinder af Tønder Land en kun 6 Tommer dyb Agerkorpe paa en Undergrund af Kullesteen, der lader Vandet gaae igjennem sig, som igjennem en Sigte. Være nu Jordens og den givne Gjødnings Bestanddele opløselige i Regnvandet, saa vilde disse forlængst have været udvaskede; uden denne

Egenskab vilde Jordens Bestanddele være udfikede til at modstaae Atmosfærens og Regnens opløsende Kraft.

Modtogte Planterne deres Næring igjennem en Opløsning, saa maatte de ifølge Jordampningen igjennem Bladene optage, ikke hvad de behøvede, men hvad Opløsningen indeholdt og tilførte dem; deres Ernæring vilde være ganske afhængig af ydre Årsager. Det er nu mere end sandsynligt, at Størstedelen af vore Culturplanter ere henvisse til at tage deres Næring umiddelbar af de Dele, med hvilke deres sugende Rodtrævler komme i Berøring, og at de døe, naar Næringen tilføres dem i opløst Tilstand. Den Virkning af concentrerede Gjødningsmidler, ved Anvendelse af hvilke Landmanden siger, at Sæden forbrænder, synes at staae i Forbindelse hermed.

Af alle disse Agerjordens Forhold fremgaaer det tydeligt, at Planten selv maa spille en Rolle ved Optagelsen af dens Næring; Jordampningen igjennem Bladene medvirker utvivlsomt, men i Jorden bestaaer et Politi, som beskytter Planterne for skadelige Tilførseler. Hvad Jorden byder kan gaae over i Planten, naar en indre i Roden virksom Årsag medvirker. Til Vandet alene afgiver Jorden Intet; hvad der er Årsagen og paa hvilken Maade den virker maa enduu undersøges nærmere; Forsøg, som ere anstillede i dette Dømed vise, at Haveplanter, som man har optaget, saameget som muligt uden at beskadige deres Rodder, og som man har ladet vegetere i en neutral Lakmustringtur, farver denne Rødske rød — Rodderne afgive altsaa en Syre, ved Røgning bliver den rødblevne Tinctur atter blaa, — den Syre, som Rodderne have afgivet, maa altsaa være Kulshyre.