

## Kulstoffet i dets Forhold til Plante- og Dyrlivet.

(Efter en Afhandling af Prof. **Stöckhardt** ved Apotheker **G. G. Bartholdy**.)

**V**i vide, at Kulstoffet udgjør en meget stor Deel af saavel Plante- som Dyrlegemerne, noget der viser sig tydeligt nok ved den Måske af Kul som disse Legemer efterlade ved Forbrænding under sparsom Tilgang af Luften. Det er alene Kulstoffet som Dyr- og Plantelegemerne have at takke for Form og Fasthed; thi de væsentligste af disse Legemers andre Grundstoffer: Ilt, Brint og Qvælstof, ere alle Lustarter, der kun i Forbindelse med Kulstoffet kunne gaae over i fast Form. Nærmere at belyse Kulstoffets Betydning for Plante- og Dyr- livet, er Hensigten med denne lille Afhandling.

Kulstoffet og de levende Planter. Kulstyren i den atmosfæriske Luft er den egentlige Kilde, af hvilken Planterne drage det Kulstof, som er nødvendigt til deres Fremvæxt. Denne Sætning er beviist ved mange videnskabelige Forsøg. Ved en overfladisk Betragtning vil det synes Mange, og fornemmelig de Landmænd, der dyrke en feed og humusriig Jord, som om Jorden meget mere maatte være den, der leverede Planterne deres Kulstof. Den Landmand derimod, der dyrker en mager, sandet Jord, vil snarere føle sig overbevist om Sandheden af fornævnte Sætning; thi han vil let bemærke, at i mange Tilfælde maatte en saadan muldfattig Jord, til

en eller faa Afgrøder, have afgivet mere Kulstof, end den selv besad og dertil være bleven berøvet sin Humus, imedens Erfaringen viser ham, at den meget mere er bleven rigere paa Humus ved Dyrkningen. I Skoven have vi et slaaende Beviis for Sætningens Rigtighed. Vi berøve den Aar for Aar Mængder af Kulstof i det Træ vi bortføre, Skovbunden faaer ingen anden Erstatning end det Løv, som Træerne aarlig tabe og som kun indeholder høist ubetydeligt Kulstof, i Sammenligning med det, som hele Træmassen indeholder, og dog bliver Skovbunden ikke kjendelig fattigere paa Humus. Det samme Beviis leverer Engen os; ogsaa den berøve vi Aar for Aar Mængder af Kulstof i det Høe, som vi bortføre af den, uden at Engbunden derved er bleven fattigere paa Humus.

Skov og Eng, som man ikke gjøder, faae altsaa deres Kulstof udelukkende af Luften; dens Kulshyre indsjuges deels igjennem Bladene og føres deels ved Regn, Dug og Sne ned i Jorden til Planternes Rødder.

Landmanden, der gjøder sin Jord med en kulstoffriig Substantz (Staldgødning), Forstmanden, der lader det affaldne Løv blive paa Skovbunden, gjøre begge deres Jord til en stærkere, længere vedholdende Kulshyrefilde, idet det Kulstof, som disse Substantzer indeholde, ved den forraadnende Gjæring, d. v. s. ved Paavirkningen af Fugtighed og Lustens Ilt, omdannes til Kulshyre, der ligesaavel kommer Planternes Rødder, som deres Blade tilgode. Sidstnævnte idet den dannede Kulshyre blander sig med den atmosfæriske Luft og derved kommer i Berøring med Bladenes underste Flade, der i Reglen besidder en langt større Sugkraft end den øverste.

Rogle af Boussingault og Levy i den seneste Tid anstillede Undersøgelser af den Luft, der er indesluttet i Jordbunden indtil en Dybde af 13—14 Tommer, bevise paa det bestemteste, at Jorden besidder en mærkbarlig stærk Evne til at optage Kulshyre; thi de fandt denne Luft 20 indtil over 100 Gange rigere paa Kulshyre end Atmosfæren. De beregnede den i en Tønde Land fundne Kulshyremængde saaledes:

I den sandede Undergrund af en Skovbund til	590	Potter.
" en leret " " " " "	1700	"
" en sandet, fast Skovbund . . . . .	3100	"
" en sandet Agerjord, der var gjødet Aaret tilforn . . . . .	5100	"
" en leret Engbund . . . . .	8500	"
" sandet, friskjødet Jord (9 Dage efter Gjødningens Redpløjning) . . . . .	17000	"
" samme Jordbund efter en 3 Dages Regn "	66800	"
" en meget humusriig Høvejord . . . . .	45000	"

Det videnskabelige Beviis for at Luftens Kulisyre bliver optagen af Planterne igjennem deres Blade, og at de deraf fastholde og anvende Kulstoffet til deres Fremvæxt, er allerede for over 80 Aar siden leveret af en Række udmærkede Naturforskere (Bonnet, Priestley, Senebier, Perceval, Saussure) idet de ved Forsøg have godtgjort, at de grønne Plantedele i Daglyset indsuge Kulisyre og udaande Ilt. Kulsyrens Kulstof fastholde og anvende de til Dannelsen af deres Stammer, Stængler, Blade, Blomster og Frø. Iltten give de tilbage til Atmosfæren og erstatte den paa denne Maade, hvad den er bleven berøvet, ved Menneskers og Dyr's Aandedræt, ved gjærende og forraadnende Plante- og Dyrstoffer. — Vi see saaledes Kulstoffet i et uafslædt Kredsløb. Ved Hjælp af Ilt løsrives det sig af døde Dyr- og Plantestoffer fra Jorden, blander sig med Atmosfæren, og af denne bliver det igjen uddraget ved de levende Planter for at gaae over i fornyet Plantemasse og videre i Dyrmasse.

De ved Plantedyrkning og Frugtvext gjorte Erfaringer tale for, at de Planter, som have mange, store og bløde Blade, f. Ex. Kloverarterne, Urter oc., besidde den Evne at kunne indsuge Kulisyre og andre Næringsstoffer af Luften i en langt høiere Grad end de Planter, som kun ere sparsomt forsynede med Blade og hvor Bladene ere smalle, haarde og stive, f. Ex. hos Kornarterne. Ved fuldstændige Forsøg er dette vel endnu ikke beviist; men Praxis lader ikke dette

Spørgsmaal være synderlig tvivlsomt, thi vi have Erfaringer nok for, at de bløddbladede Planter: Klover, Urter 2c. ere Jorden mere berigende og skaanende, end Kornarterne. som angribe og udtomme den. Viſt er det, at de ſaakaldte berigende Planter efterlade Jorden et betydeligt ſtørre Humusmateriale i deres ſtærkere og mere forgrenede Rødder, og altſaa gjøre den rigere paa Kulſtoſ (og tillige paa Qvælſtoſ) end Kornarterne. I diſſes ſidſte Væxtperiode tabes ogſaa endeel mere Kulſyre ved Uddunſtning af Jorden, der er ſtillet mere blot for Solvarmens Paavirkning under Kornarterne, end den er det under det beſkyggende Plantedække af Klover, Lucerne 2c.

Planternes Hovedmaſje beſtaaer fornemmelig af Plante-trævler (Cellevæv), Stivelse, Gummi, Sukker, Stilm 2c.; alle diſſe Subſtansjer (Kulhydrater) kunne dannes alene af Kulſyre og Vand, naar Kulſyrens Elementer: Kulſtoſ og Ilt, forbinde ſig kemisk med Vandets Brint. Skeer dette, da maa nødvendigviis Vandets Ilt frigjøres.

Af

Kulſyre = Kulſtoſ, Ilt

og

Vand = . . . . . Brint, Ilt  
dannes Kulſtoſ, Ilt, Brint + . . . . . Ilt

(Plantetrævler, Sukker,

(frigjort).

Stivelse 2c.)

Hvorledes det gaaer til med Dannelsen af de enkelte Beſtanddele i de levende Planter og diſſes mangfoldige Om-dannelſer, derom vide vi endnu kun lidet. I følgende Sammenſtilling er Indholdet af Ilt og Brint beregnet paa 100 Kulſtoſ (i afrundede Tal); ved den valgte Rækkefølge vil man kunne danne ſig en Foreſtilling om, hvorledes der af Kulſyre, ved ſuccesſiv Udſkilning af Ilt og ſtigende Optagning af Vandets Brint, kan dannes forſt organiſke Syrer, derefter Kulhydrater, Fedt, Olie, Harpix 2c.

	Ilt.	Kulstof.	Brint.
Kulsyre . . . . .	266	100	—
Suurfleversyre . . . . .	200	100	—
Myresyre . . . . .	190	100	8
Viinsyre og Druesyre . . . . .	160	100	8
Åblesyre og Citronsyre . . . . .	135	100	8
Kulhydrater (Gellevæv, Stivelse, Gummi, Sukker &c. . . . .	115	100	12
Garvestof . . . . .	90	100	8
Bitterstoffer og Farvestoffer . . . .	40	100	10
Fedtarter og fede Olier . . . . .	13	100	15
Flygtige Olier og Harpikarter . . . .	12	100	13
Plantevov . . . . .	9	100	16
Terpentinolie og andre iltfrie Olier	—	100	14

Lil Dannelsen af de af fire Grundstoffer bestaaende Plantesubstantier saasom: Plantestilm, Planteæggehvide, Casein &c. udfordres endnu en optagelig Dvælstofforbindelse. De vilddogende Planter tage Dvælstoffet af Ammoniak og Salpetersyre i Atmosfæren, de cultiverede Planter tage det desuden af den tilførte Gødning, der tillige forsyner dem for endeel med de til deres Fremvæxt fornødne Mineralstoffer.

Kulstoffet og det dyriske Liv. I Dyrlegemerne optræder vel et mineralsk Stof — den med Phosphorsyre og Kulsyre forbundne Kalk, Beenmassen — som den Substant, der giver dem Form og Holdning, men denne Beenmasse er ingenlunde fri for Kulstof, dette indeholdes endogsaa i en saadan Mængde i Benenes Limsubstant og Fedt, at det udgjør 15 til 20 Procent af Massen i Knogler, Tænder og Hjortetaf. Med de dyriske Bløddele derimod, det egentlige Kjød og de i de dyriske Bødder, Blodet, Galden, Melken &c., opløste Stoffer, ligesom ogsaa med Horn- og Haarsubstantien, forholder det sig ligesom med Plantedelene, de have alle deres faste Grundlag i Kulstoffet; kun i Forbindelse med dette

kunne deres andre tre Grundstoffer, Kvælstof, Ilt og Brint, antage en fast Form. Kulstofmængden udgjør 50—55 Proc., ja i Fedtarterne, Talg, Hvalrav, Olie 2c. stiger den endog til 75—80 Procent.

De nødvendige Materialier til Legemets Bedligholdelse og Væxt drager en Glassee af Dyrene alene af Planteriget. Planterne formaae at tilegne sig deres Grundstoffer af de uorganiske Forbindelser: Kulshyre, Vand, Ammoniak eller Salpetershyre; Dyrene kun af de Produkter, som Planterne have dannet af disse deres Næringsmidler. Planternes saakaldte Kulhydrater saasom Cellestof, Stivelse, Gummi, Sukker og fede Olier ere fortrinsviis de Stoffer, som forsyne Dyrelegemerne med deres Kulstof; Kvælstoffet bliver dem tilført ved Planteæggehvide, Plantecasein og Planteliim (paa hvilke Stoffer især Planternes Frø ere rige). Hos de kjødædende Dyr bestaaer Næringen af de samme Stoffer, kun omdannede i et andet Dyrlegeme.

Mennesker og varmbloedige Dyr ere knyttede til en bestemt høiere Temperatur; i det sunde Legeme vedligholdes denne derved, at en vis Deel af Næringen, eller den af denne dannede dyriske Stoffer, forbinde sig med Ilt, eller hvad der er det samme, undergaae en langsom Forbrænding, ved hvilken der udvikler sig en stadig Varme.

Uf Næringsmidlernes Grundstoffer er det især Kulstoffet, der i denne Hensigt tjener ligesom til Brændemateriale. Den nødvendige Ilt til Forbrændingen bliver tilført Legemet ved den indaandede Luft. Blandingen af begge stæer i Lungerne, i hvilke det paa Kulshyre rige Venesblod, efter at det først har optaget den af Fødemidlerne dannede Næringsaft, bliver bragt i den inderligste Berøring med den indaandede Luft; af denne optager det endeel af Ilten og afgiver, istedetfor dette, en næsten ligesaa stor Mængde Kulshyre, der udaandes. Blodet, som efter at have optaget Ilt, er blevet lysrødt, strømmer nu igjennem Arterierne i alle Legemsdele lige indtil

de fineste Capilarnet, i hvilke, saavel som i selve Organernes Bæv, Iltten forbinder sig med Næringsstoffens Kulstof, samt med de udfilte Legemsdele til ny Kulshyre, medens der ved denne langsomme Forbrænding udvikles Varme overalt i hele Legemet.

Et voxent Menneske indaander i 24 Timer omtrent  $1\frac{1}{2}$  Pd. Ilt og udaander i samme Tid Kulshyre, hvori omtrent  $\frac{1}{2}$  Pd. Kulstof. I eet Aar vilde saaledes det ved Lungerne af Legemet udfilte Kulstof udgjøre omtrent 180 Pd. I det denne Mængde Kulstof forbinder sig med Ilt, udvikles en Varmesum, der tilnærmelsesviis kan sættes lige med den Varme, som 400 Pd. godt udtørret Træ formaaer at levere ved Forbrænding.

Et fuldkommen udvoxt Dyrlegeme behøver daglig Tilførsel af en bestemt Mængde Kulstof, saameget nemlig som der udfordres til Vedligeholdelsen af den dyriske Varme og til Fornyelse af de afbenyttede og fraskilte Legemsdele. Et ungt Dyr maa foruden dette endnu have en Tilgift af saameget, som der udfordres til Forstørrelse og Uddannelse af dets Legemsdele. En tilfugtet Forøgelse af Kjød og Fedtmaße samt Melkeproduktion betinger naturligviis en dertil svarende Forøgelse af Materialierne til deres Dannelse. Det samme gjælder en tilfugtet Forøgelse af Kraft. Disse Fordringer gjælde naturligviis ikke Kulstoffet alene, men alle de Grundstoffer, der ere fornødne til Legemets Dannelse. Af disse andre Grundstoffer fortjener især Kvælstof og Phosphor Opmærksomhed, idet de ofte sparsomt nok tildeles Dyrene i den Føde, vi sædvanligst give dem. Det vil sjældent hændes, at Dyrene komme til at mangle Kulstof, naar de da ellers blive mattede.

Kulhydraterne, d. v. s. de Plantestoffer, som kun bestaae af Kulstof, Ilt og Brint, finde i Dyrlegemet kun Anvendelse til Vedligeholdelse af Vandedrættet, Legemets Varme og til Dannelsen af Fedt. De kunne ikke danne Blod, Kjød, Melk

og Beenmasse, dertil mangle de det nødvendige Kvælstof og Phosphor.

Fødemidler, i hvilke Kulhydraterne (Guldstof, Stivelse, Sukker, Olie &c.) ere de fremherskende, ernære slet naar de anvendes alene for sig, og producere lidet. Til disse høre Halmen af vore Sædarter, overmodent Hø og tildeels Rodfrugter.

Proteinstofferne, de Plantestoffer som foruden Kulstof, Ilt og Brint, endnu indeholde en anseelig Mængde Kvælstof og derhos altid noget Phosphor og Svovl, have i sig alle de til Dannelsen af Blod, Kjød og Mælk &c. fornødne Grundstoffer, ja som oftest endog i samme Mængdeforhold, som disse sidste. Meget rige paa saadanne kjøddannende og kraftgivende Stoffer, ere alle Blad- og Roddannelse i ung Tilstand (ungt Græs, ung Klover, Maltkimer &c.) alle Frøarter og Frøaffald, som Olieager, Majs, Klid o. fl.

Alene disse Proteinstoffer ere istand til at danne nye Legemsdele og til at erstatte hvad der ved Dyrenes Livsproces omdannes og opløses af disse.

Efter den Righed i Egenskaber og Sammensætning, som visse for Dyr- og Planteriget fælles Stoffer have, kunne vi i enkelte Tilfælde forestille os Ernæringsprocessen saa ligefrem som om f. Ex. Blodæggehviden umiddelbart dannedes af Planteæggehvide, Dyr-caseinen (Ostestof), af Plante-casein o. s. v.

Vi see af det Foregaaende, at Ernæringsøhensigten kun opnaaes fuldstændigt, naar vi til den kvælstoffrie Deel af Foderet (Rodfrugter, Halm), der sædvanlig udgjør Hovedmassen, sætte det nødvendige Quantum af kvælstofholdigt Foder. Først ved Anvendelse af dette sidste i et rigtigt Forhold ( $\frac{1}{4}$  til  $\frac{1}{2}$ ) bevirkes den fordeelagtigste Anvendelse af det første, der, uden en saadan Tilfætning, for endeel vil gaae uforsøiet igjennem Kreaturene. Ved Fodring alene med Kartofler eller Runkelroer og Halm kan saaledes bevirkes store



Tab, der kunde have været undgaaede ved Tilfætning af Olie-  
lager, Sæd eller andet kvælstofholdigt Foder.

Lader man et Dyr hungre, da vil først Kulstoffet af  
Fedtdele, senere Kulstoffet af Kjøddelene blive forbrugt til  
Bedligeholdelse af Vanddrættet; (Dyret udaander saa at sige  
sig selv, for at holde sig varmt) medens Kvælstoffet bortgaaer  
med Urinen som Urinstof.

---