

DE ENERGIESTRALING DER ZON EN HARE BETEKENIS VOOR DEN MENSCH

REDE UITGESPROKEN OP DEN 9^{EN}
MAART 1920 TER GELEGENHEID VAN
DEN TWEEDEN VERJAARDAG
DER LANDBOUWHOOGESCHOOL
DOOR DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. D. VAN GULIK



WAGENINGEN - H. VEENMAN - 1920

DE ENERGIESTRALING DER ZON EN HARE BETEKENIS VOOR DEN MENSCH.

REDE UITGESPROKEN OP DEN 9EN MAART 1920 TER GELEGEN-
HEID VAN DEN TWEEDEN VERJAARDAG DER LANDBOUWHOOGE-
SCHOOL DOOR DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. D. VAN GULIK.

*Mijne heeren curatoren, professoren en lectoren
der Landbouwhoogeschool, dames en heeren assis-
tenten en studenten en voorts gij allen, zeer ge-
waardeerde toehoorderessen en toehoorders!*

Waar wij hier heden zijn samengekomen ter herdenking van den 9en Maart 1918, dien stralenden, zonnigen lentedag, wil ik eenige oogenblikken Uwe aandacht vragen voor een korte behandeling van de energiestraling der zon en hare beteekenis voor het leven op aarde, meer in het bijzonder dat van den mensch.

Hoezeer zich reeds in vroegere eeuwen de menschheid in haar bestaan volkomen afhankelijk wist van de levenwekkende straling der zon, herinneren ons hare zonnevereering, de zonnediens der oude Oostersche volkeren, alsook in Noord-Europa bepaalde oud-Germaansche feestdagen, welke zich — in gekerstenden vorm — nog heden ten dage doen gelden. Grootendeels sproot deze zonnevereering der oudheid voort uit de ervaring van den natuurmensch, ten deele ook was zij van religieuzen, intuïtief gevoelden aard.

De wetenschap van thans heeft intusschen deze hooge waardering van de weldaden der dagvorstin volkomen gerechtsvaardigd. De vorige eeuw toch, die de wetten onthulde van het arbeidsvermogen, de energie, der stof, zij schonk ons een helder inzicht in de overheerschende beteekenis der zonnestraling voor het onderhouden van alle verkeer op aarde, niet het minst

ook van de levensfuncties van plant, dier en mensch. Elke verandering in ons zelve en om ons heen toch steunt op omzetting van arbeidsvermogen van den eenen vorm in een anderen vorm; en wanneer wij deze transformaties in chronologisch omgekeerden zin vervolgen, voert dit ten slotte steeds terug tot denzelfden gemeenschappelijken oorsprong, tot de groote centrale bron van licht en warmte, van groei en bloei, en van alle beweging en organisch leven op aarde: de zon.

Om enkele voorbeelden te noemen.

De wind, de natuurkracht, die de molens doet draaien en in de zeilen der schepen blaast, ontstaat door ongelijke verwarming van den dampkring en deze vindt haar oorzaak in de zonnestraling. Zoo ontleenen windmolen en zeilschip hun arbeidsvermogen aan de zon.

De turbine en het waterrad, zij worden gedreven door de kracht van het neerstortende water, ten koste van diens arbeidsvermogen van plaats. Het water zal dit later herwinnen bij het weder omhoog stijgen, als het verdampt, terwijl dan de zon het hiervoor benoodigde arbeidsvermogen levert. De zon onderhoudt dus ook de beweging van watermolen en turbine.

De stoommachine werkt ten koste van warmte, die verkregen wordt door het verbranden van steenkool, in welke stof een groote voorraad scheikundig arbeidsvermogen zetelt. Dit heeft zich daarin opgehoopt in lang vervlogen eeuwen, toen de steenkool van thans nog levend hout was, door de straling der zon.

Mensch en dier, wier denken en doen met verbruik van energie gepaard gaat, moeten om te leven dit onderhouden door het opnemen van voedsel, waarvan — zoo het plantaardig is — het arbeidsvermogen rechtstreeks door de zon is opgebouwd en — voorzoover van dierlijken oorsprong — middellijk toch evenzeer aan haar te danken is.

Zoo zien wij, dat in de zonnegave twee zaken te onderscheiden zijn. In de eerste plaats waarborgt zij ons bij voortduren een rijk *inkomen*, en voorts stelt zij daarenboven een reusachtig *kapitaal* van arbeidsvermogen tot onze beschikking. Dit laatste ligt voornamelijk opgehoopt in de steenkolenvelden der aarde; en de hooge waarde van dit bezit wordt wel in deze jaren, nu de samenleving zich door eigen toedoen in het gebruik ervan bekort ziet, duidelijker dan anders in nijverheid en industrie en in ruimen kring daarbuiten gevoeld. Het is een deel der zonne-energie, die onze planeet in zuiniger eeuwen heeft overgespaard.

Het tegenwoordig levende geslacht gedraagt zich daarentegen als slechte economen en teert het geërfde kapitaal op onverantwoordelijke wijze in. Hoelang deze, weliswaar enorme, voorraad

nog strekken kan is moeilijk te ramen, en hangt veel af van hetgeen China zal kunnen leveren, het land, waar men ná de Vereenigde Staten de grootste kolenvelden aanwezig acht. Maar eens zal zeker de voorraad van deze „fossiele zonneënergie” een eind nemen, en lang van te voren, vooral in Europa, hinderlijke sporen van uitputting vertoonen.

Ter verontschuldiging van dit economisch wanbeheer zijn echter twee argumenten aan te voeren. In de eerste plaats is met eenig optimisme te wijzen op het schier onuitputtelijke arbeidsvermogen, dat men binnen de atomen van alle stof denkt opgehoopt te zijn. Gelijk wij, bij vele chemische processen (bijv. verbranding), arbeidsvermogen kunnen vrijmaken tengevolge van veranderingen der constellatie binnen het molecuul, zoo heeft men reden te verwachten, dat een wijziging der constellatie van de deeltjes, die tezamen het atoom vormen, een nieuwe bron van energie zal doen vloeien. Inderdaad stellen de meest gecompliceerde atomen, die der radioactieve elementen, hunne schatten reeds spontaan ter beschikking, zij het ook uiterst langzaam. Overigens staan wij echter, ook na RUTHERFORD's geslaagde transmutatie van het stikstofatoom, voorloopig nog volkomen hulpeloos bij het pogen om deze bron te openen, en de intra-atomistische krachten in het garf te spannen.

Een andere verontschuldiging is gelegen in de verwachting, dat het nageslacht, veel beter dan wij, het zooeven in de eerste plaats genoemde inkomen zal leeren gebruiken. Want de onafgebroken stralingsstroom van energie zou — gelijk wij straks nader zullen zien — inderdaad toereikend zijn om aan al onze moderne eischen en behoeften overvloedig te voldoen, als wij dezen stroom maar voor een grooter deel wisten te vatten. Hoeveel toch blijft niet ongebruikt van wind en zeestroomen, golfslag en rivieren, en wat gaat er voor den mensch niet te loor, waar de zon hare gaven verspilt aan de onmetelijke woestenijen der aarde. Voor een klein deel moge dit aan de temperatuur van aarde en dampkring ten goede komen, grootendeels echter straalt de aarde het terug in de wereldruimte, van waar het gekomen is.

Het is alzoo niet alleen een kwestie van astrophysischen en van meteorologischen aard, maar een fundamenteel vraagstuk der natuurwetenschap, dat der bepaling van het bedrag van ons inkomen, d.w.z. het equivalent van de energie der zonne-straling.

Deze bepaling nu lijkt in beginsel niet moeilijk uitvoerbaar

te zijn. Immers, men heeft slechts de zonnestraling op te vangen in een specialen calorimeter, pyrheliometer, genaamd, die zoodanig is geconstrueerd, dat de invallende straling er volkomen wordt geabsorbeerd. De opgenomen warmte-hoeveelheid is dan op de gewone wijze te bepalen. Maar nu spreekt het vanzelf, dat de uitkomst van zulk een meting in hooge mate afhankelijk is, zoowel van de doorschijnendheid der lucht, alsook van de zonshoogte, d.w.z. hiervan of de stralen, alvorens het instrument te bereiken, een dikkere of een dunnere luchtlaag hebben moeten doorboren.

Om van deze grillige factoren onafhankelijk te zijn, moet de kwestie meer principiëel gesteld en behandeld worden en vraagt men naar de zuivere, de onverminkte zonnestraling, gelijk zij zich buiten den dampkring aan onze planeet heeft aangeboden. Deze zuivere zonnestraling nu, loodrecht opgevangen en berekend per c.m.² en per minuut, wordt *zonneconstante* geheeten.

Deze benaming wil echter geenszins uitdrukken, dat zij een onveranderlijk constante grootheid voorstelt; het tegendeel zal spoedig blijken het geval te zijn.

Nu doet zich bij de bepaling van de waarde dezer zonneconstante de groote moeilijkheid voor, dat wij niet in staat zijn den pyrheliometer buiten den dampkring der aarde op te stellen, wat intusschen onvermijdelijk schijnt, aangezien zelfs bij volmaakt helderen hemel de straling niet zonder een belangrijke verminking het aardoppervlak bereikt.

De Fransche natuurkundige POUILLER was de eerste, die een oplossing van het vraagstuk beproefde en werkelijk een benaderde waarde voor de zonneconstante heeft gevonden. Door, op de zooeven aangeduide wijze, aan het aardoppervlak een reeks van metingen met den pyrheliometer te verrichten, bijv. in de morgenuren, vond hij natuurlijk, naar mate de zon steeg, elke volgende maal een grooter bedrag. Uit de aldus verkregen serie van waarden was nu door extrapolatie de waarde buiten den dampkring te berekenen. Voor dit extrapolereen maakte hij gebruik van de wet van BOUGUER.

Terecht werd hierop echter de aanmerking gemaakt, dat deze wet niet geldig is voor een complex van stralen met uiteenloopende eigenschappen, gelijk in de zonnestraling is vervat. Deze overweging heeft toen achtereenvolgens een aantal mannen van verschillende nationaliteit (FORBES, RADAU, VIOLE, CROVA, ÅNGSTRÖM) naar verbetering doen streven. Zij verfijnden het meetapparaat en trachtten de extrapolatieformule, door het invoeren van meer absorptie-constanten, beter toepasselijk te maken.

Er is echter ook een andere, en betere oplossing mogelijk. De eenvoudige wet van BOUGUER geldt n.l. wél voor elk der stralingssoorten (golflengten) afzonderlijk. Hieruit volgt, dat het gestelde doel te bereiken zal zijn, door eerst de zonnestraling in een volledig — licht en donker — spectrum te ontleden en dan, golflengte voor golflengte de geschetste methode volledig toe te passen. De uitvoering der proefneming is dan echter onvergelykelyk veel moeilijker en kostbaarder. Hier staat evenwel tegenover, dat het resultaat, behalve zekerder, ook meer volledig is, want men leert aldus niet alleen de waarde der zonneconstante kennen, maar tevens de wijze waarop deze grootheid over het spectrum is verdeeld, alsook de transmissie-coëfficiënt voor elke golflengte afzonderlijk.

Het is de verdienste geweest van LANGLEY en van zijne opvolgers ABBOT, FOWLE en ALDRICH, om met het rijke instrumentarium der Smithsonian Institution (standaard-pyrheliometer, coelostaat, registreerende spectrobolometer enz.) na jarenlange arbeid en met buitengewone experimenteele vaardigheid de waarde der zonneconstante volgens deze methode te hebben vastgesteld. Hunne bepalingen hebben een gemiddeld bedrag van 1,93 gramcalorie opgeleverd; zoodat achterna is gebleken, dat POUILLET, door het toeval gediend, reeds een vrij benaderd getal (n.l. 1,79) gevonden had. De thans aangenomen waarde is, ondanks de kritiek van BIGELOW en VERY (die een heel wat hooger bedrag waarschijnlijk achtten), als voldoende gefundeerd te beschouwen. Zeer juist merken dan ook ABBOT c.s. in hun verweer tegen genoemde opposanten het volgende op: „It seems to us that, with the complete accord now reached „between solar-constant values obtained by the spectro-bolometric method of LANGLEY, applied nearly 1000 times in 12 „years, at four stations, ranging from sealevel to 4420 m. and „from the Pacific Ocean to the Sahara-desert, with airmasses „ranging from 1,1—20, with atmospheric humidity ranging „from 0,6—22,6 m.m. of precipitable water, with temperatures ranging from 0° to 30° C., with sky-transparency „ranging from the glorious dark blue above Mount-Whitney „to the murky whiteness of the vulcanic ash, filling the sky „above Bassour in 1912, it was superfluous to require additional „evidence.”

Toch zijn deze Amerikaansche onderzoekers niet in gebreke gebleven nog een „additional evidence”, en wel een dubbele aan hunne resultaten toe te voegen. In de eerste plaats werd n.l. een nieuwe zonneëxpeditie uitgerust naar het (voor dit doel) bij uitstek gunstige klimaat van Calama in Chili, met een onge-

kend groot aantal wolkenlooze dagen en twee jaren lang zonder eenigen regenval.

In de tweede plaats hebben zij nog een rechtstreeksche bepaling buiten de atmosfeer zoo goed mogelijk willen benaderen door te Ohama een registreerenden pyrheliometer met behulp van drie, met waterstof gevulde, ballons te doen opstijgen tot de enorme hoogte van 22 K.M., waar de luchtdruk is gedaald tot drie c.m., d.i. niet meer dan 4 % van zijn bedrag aan het oppervlak der aarde.

De resultaten dezer voortgezette onderzoeken zijn, hoewel die te Calama nog niet zijn afgesloten, voorshands met de reeds verkregene geheel verenigbaar gebleken.

Ook de door hen ontdekte, zeer groote schommelingen der zonneconstante, welke in den tijd van enkele dagen tot niet minder dan 10 % kunnen oploopen, mogen, na een reeks van in Californië en in de Sahara gelijktijdig verrichte waarnemingen wel worden aanvaard. Dit evenzeer ondanks eenige bestrijding o.a. van de zijde van den Berlijnschen astronoom GUTHNICK, die de afspiegeling zulker schommelingen niet kon terugvinden als helderheidsvariatiën der groote planeten, Jupiter en Saturnus.

Op het eerste gezicht moge het optreden van dergelijke schommelingen bevreemding wekken, deze verdwijnt als men bedenkt, dat volgens de wet van STEFAN de stralingsenergie evenredig is met de vierde macht van de absolute temperatuur der stralingsbron, en dat derhalve — de effectieve temperatuur der photosfeer op 7000° gesteld — reeds een temperatuursverandering van 150° de gevonden variatiën van 10 % verklaart. Gezien de groote veranderingen, die op de zonnenschijf zijn waar te nemen, als zonnevlekken en protuberanten, zal men dan eerder geneigd zijn zich over het betrekkelijk constante der straling te verbazen. Dit feit, dat de straling zoo buitengewoon sterk reageert op relatief kleine veranderingen der zonnetemperatuur is voor SCHEINER aanleiding geweest een lans te breken voor de theorie van den Amsterdamschen hoogleraar E. DUBOIS, volgens welke de klimatologische excessen van den voortijd, de ijstijden, aan langzame zonnevariatiën zouden zijn toe te schrijven.

Na de oplossing van het probleem der zonneconstante komt de vraag naar de verandering, die de zonnestraling ondergaat bij het doordringen van onzen dampkring; een belangrijke vraag, omdat het tenslotte deze verminkte straling is, die het aardoppervlak en dus den aardbewoner bereikt. De invloed der atmosfeer nu is, gelijk reeds gezegd werd, zelfs bij helder weer zeer aanzienlijk. Hij is tweeledig; in de eerste plaats ver-

oorzaakt de nimmer ontbrekende waterdamp en het koolzuurgas een aanmerkelijke absorptie, vooral van bepaalde gedeelten der donkere stralen van het ultra-rood. En verder treedt, tengevolge van buiging der straling door uiterst fijne stofjes en door luchtmoleculen een verstrooiing op, die volgens RAYLEIGH omgekeerd evenredig is met de vierde macht der golflengte en zich derhalve voornamelijk aan het andere uiteinde van het spectrum, dat der korte golven, openbaart.

Het gevolg van een en ander is, dat de directe zonnestraling bij helderen hemel en hoogen zonnestand reeds tot ongeveer de helft der zonneconstante is ingekrompen.

Van de daareven genoemde gebogen stralen komt echter een belangrijk deel, langs een omweg, toch op de aarde terecht. Deze gebogen stralen zijn het, die het hemelblauw veroorzaken; en dat haar lichtkracht niet te onderschatten is, volgt reeds uit de overweging, dat zij overdag de maanschijf geheel doet verbleeken. Afgezien van het kleurverschil, weegt dus de lichtstraling der maan vrijwel op tegen die van het kleine schijfje hemelblauw dat zij bedekt. De lichtstraling van het gansche hemelgewelf moet dan van dezelfde orde zijn, als ware het uitspanseel geheel belegd met volle manen, honderdduizend in getal.

De sterkste aardbestraling heeft intusschen toch niet plaats bij volkomen helder weer, maar bij gedeeltelijk bewolkte lucht, op oogenblikken, dat de straling der zon, tusschen zware cumuluswolken door, het aardoppervlak kan bereiken, en ondersteund wordt door reflectie tegen deze witte wolkengevaarten.

Bij zwaar bewolkte en betrokken lucht zijn de omstandigheden geheel anders. Dan heeft in de eerste plaats tegen de wolkenmassa's een zoo belangrijk verlies door terugkaatsing plaats, dat onze planeet hieraan voornamelijk haar albedo van een half te danken heeft. Verder treedt in de drupjes en in den verzadigden waterdamp der wolken een krachtige absorptie op, die de straling ten slotte reduceert tot het minieme bedrag van het diffuse daglicht.

Het heeft, naar wij zooeven zagen, niet ontbroken aan velerlei pogingen om de zonneënergie, voorzoover deze dan het oppervlak der aarde bereikt, rechtstreeks of indirekt in 's menschen dienst te stellen op steeds betere, of althans minder onvolkomen, wijze. Terloops moge hier een enkel woord worden gezegd van de zonnemachines, die in haar ouderen vorm de zonnestrallen door groote brandspiegels concentreerden op het keteltje eener kleine stoommachine, terwijl bij het Amerikaansche systeem-

Shuman het warme reservoir zich bevindt binnen een soort van broeikas met dubbele of driedubbele glasbedekking. De temperatuur kan hier aanmerkelijk boven 100° C. oploopen, waarmee de voorwaarde voor een stoommachine van lagen druk is vervuld. Dat men deze toepassing in zonnige landen heeft beproefd is begrijpelijk als men bedenkt, dat bij een tot de helft gereduceerde zonneconstante een stralenbundel van slechts één vierkanten meter doorsnee reeds aequivaleert met een paardekracht. Wegens het geringe nuttig effect der lage-druk-machines en om andere voor de hand liggende redenen, wordt er echter voor elke effectieve paardekracht op 16 M.² gerekend. De geringe bedrijfszekerheid dezer, op volle zonnenschijn berekende, zonne-machines in een klimaat als het onze en dat van het overgrootste deel der aarde, behoeft geen betoog.

Als een meer universeel en beter bruikbaar hulpmiddel om de zonneënergie in den mechanischen vorm om te zetten, noemde ik reeds de wind- en watermolens. Eerstgenoemde zijn in deze landen sedert eeuwen alom toegepast en hebben aan onze voorouders onschatbare diensten bewezen. Niettemin verdwijnen de windmolens in ons land van lieverlede en wel dermate, dat hierdoor het aspekt van bepaalde streken in de laatste jaren geheel veranderd is. Weliswaar heeft de ijzeren windmotor hier en daar de toepassing van windkracht eenigszins doen stijgen, maar het totaal bedrag aan deze natuurkracht ontleend, blijft van geheel ondergeschikte beteekenis. Ook de aanvankelijk niet zonder succes gebleven poging van den Deenschen natuurkundige LA COUR, om den windmolen in eere te herstellen en hem als drijfkracht te gebruiken van kleine electrische installaties te platten lande, is als niet geslaagd te beschouwen.

Daarentegen neemt het gebruik van waterkracht in sterke mate toe. In plaats van aan stroomende lucht onttrekt men hier het arbeidsvermogen aan stroomend water, dat niet de luimen van den wind vertoont en de energie in veel compacteren vorm herbergt en aanbiedt. In vele landen heeft deze toepassing reeds een zoodanige beteekenis gekregen, dat de „witte steenkool” (term ontleend aan de kleur van het schuimende, bruischende water) er voor een goed deel den zwarten steenkool heeft vervangen. Volgens een recente opgave in Nature toch wordt 12 % van de ongeveer 120 millioen P.K., welke de gezamenlijke fabrieken der aarde verbruiken, door waterkracht geleverd. De Vereenigde Staten van Noord Amerika onttrekken aan stroomend water reeds 25 % en Duitschland niet minder dan 43 % der beschikbare energie. In Noorwegen overtreft het verbruik van witte steenkool dat der zwarte reeds eenige malen, wat nauw

verband houdt met een landbouwbelang, n.l. de toenemende luchtstikstof-industrie daar te lande.

Ofschoon dus de waterkracht reeds een reuzenarbeid voor ons verricht en nog vele malen meer kan, en in de toekomst ook ongetwijfeld zal verrichten, overschatte men toch deze natuurkracht niet. Want nimmer zal zij, waar onlangs nog SCHROEDER de aandacht op vestigde, zelfs bij benadering kunnen leveren, wat heden ten dage door opoffering van steenkool wordt verkregen.

De meest directe en verreweg de meest intense methode van opnemen en vastleggen van de stralingsenergie der zon is wel de fotosynthese der plantenwereld. Door bemiddeling van de chlorophylkorrels worden n.l. in de groene plantendeelen uit stoffen van een kleineren energie-inhoud (kooldioxyd en water) verbindingen van grooteren energie-inhoud (koolhydraten) opgebouwd. De onmisbare rol der zonnestraling hierbij is deze, dat zij het tot stand komen dezer verbindingen mogelijk maakt, door het deficit aan arbeidsvermogen bij te passen. Dit bekende proces der koolstofassimilatie is een chemische reductie, en de hierdoor gevormde verbindingen zijn beschikbaar voor het tegenovergestelde oxydatieproces, waarbij dan de opgenomen energie weer vrij zal komen. Ten deele heeft deze teruggang reeds plaats tijdens den groei der plant ten behoeve van hare levensverrichtingen (ademhaling), grootendeels echter blijft de gevangen energie ter beschikking, desnoods jaren lang. De eerste die zich hiervan een duidelijk denkbeeld heeft kunnen vormen is wel ROBERT MAYER geweest, de vader van de wet van het Behoud van Arbeidsvermogen, de hoofdwet, die alle natuurwetenschap verbindt. „Die Pflanzenwelt”, schrijft hij o.a. „bildet ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixiert und zur Nutzniessung geschickt, niedergelegt werden.”

Mijn ambtsvoorganger sprak in zijn diërede van het wonder, dat het nietige zaadje opgroeit tot een plant; en wees onder meer de herkomst aan van het materiaal, dat dit groeiende individu voor zijn opbouw zelf vergaart. Nu leeren wij in de zon den onvermoeiden werker kennen, die uit de verzamelde bouwstoffen het natuurmonument doet verrijzen.

Het is derhalve ook krachtens de hulp van dit hemellicht, dat de landbouw in staat is zijn zegenrijke en buitengewoon belangrijke rol te vervullen; de landbouw in den ruimsten zin, die zich immers in de eerste plaats ten doel stelt langs den weg der fotosynthese de zonneënergie te binden, met de vooropgestelde bedoeling, dat de verkregen produkten bovenal voe-

dingsmiddelen zijn. Dit wil zeggen, dat het vergaarde arbeidsvermogen zal dienen, niet voor drijfkracht van allerlei machinerieën, maar om de levensfuncties te onderhouden van mensch en dier. En dan wel zeer in het bijzonder van die van eerstgenoemde, omdat het cultiveeren van het dier in den landbouw, de veeteelt, in hoofdzaak toch evenzeer de voedselvoorziening van den mensch beoogt.

Zoo is in beginsel het koornveld, de weide, de boomgaard, niet anders dan een accumulator voor zonneënergie, of ook een zonnemachine door welker bemiddeling de mensch zijn arbeidsvermogen aan de zon ontleent.

Vraagt men nu naar het nuttig effect van deze machine, d.i. naar het percentage van de energie der op een akker vallende zonnestraling, dat werkelijk door de erop groeiende planten gebonden wordt, dan is het antwoord, dat de hiervoor gevonden getallen, hoewel niet zeer eensluidend, toch in zooverre overeenstemmen, dat het bedroevend klein is en tot een enkel percent beperkt. *De koornoogst van een heel jaar is de zonneoogst van een enkelen zomerdag.*

Zoo is het ten minste bij cultures in het open veld. Waar bijv. onder boomen en in kassen, een betrekkelijke schaarschte van licht bestaat, kan het percentage iets gunstiger zijn. De beste wijze verdeeling der beschikbare stralingsenergie in kassen is trouwens een punt van voortdurend onderzoek. Maar hoogst onvolkomen blijven in dit opzicht onze meest intensieve cultures, zoowel in onze streken alsook — naar GILTAY heeft aangetoond — in de tropen. En het ergste hierbij is, dat het gebrek, dat haar aankleeft, van principiëelen aard is.

Voor een deel is het hieraan te wijten, dat de plant bij haar transpiratie zooveel water moet verdampen, dat de hiertoe benoodigde verdampingswarmte een zeer groot, zoo niet het grootste, deel der zonneënergie verbruikt, zonder dat hiervan iets in de plant behouden blijft.

Verder hangt de gebrekkige energieopname der plant samen met de zeer onvolkomen absorptie van het chlorophyl. Dit toch slorpt van de energische donkere zonnestralen van het ultrarood slechts een onbeduidend klein kwantum op, en draagt bovendien ook ten opzichte van de lichtabsorptie een selectief karakter; het weet zich m.a.w. ook in dit gebied slechts van bepaalde kleuren meer in het bijzonder meester te maken.

De vraag dringt zich op, of mogelijk dit laatste gebrek eenigszins te verhelpen zou zijn door een cultuurveredeling in dien zin, dat er gewassen te kweken waren, waarvan het chlorophyl, of meer algemeen de chromophyllen, een uitgebreider absorptie-

gebied zouden beheerschen. Op het eerste gezicht lijkt het misschien niet onwaarschijnlijk, dat op deze wijze de photosynthese, juist omdat zij zoo hoogst onvolkomen is, belangrijk zou zijn te verhoogen, zoodat evenzeer de productie in den landbouw tot een veel hooger bedrag kon worden opgevoerd. Bij nadere beschouwing blijkt evenwel een dergelijk optimisme aanstonds misplaatst. Zoo is al dadelijk te wijzen op WILLSTÄTTER's onderzoekingen, welke zeer aannemelijk hebben gemaakt, dat het chlorophyl een bepaalde chemische verbinding is, of liever uit twee zulke componenten bestaat, die elk hun eigen, geheel bepaald, absorptiespectrum bezitten. En dat de verhouding, waarin deze beide componenten voorkomen, hoewel in het algemeen vrij constant, in bijzondere gevallen de grootste afwijkingen kan vertoonen, biedt al evenmin uitzicht op belangrijke variaties in de totale chlorophylabsorptie, omdat de absorptiespectra der beide componenten in hoofdtrekken geheel hetzelfde beeld vertoonen.

Wel kan nu van den anderen kant de opmerking volgen, dat het nog een open vraag is, of de koolstofassimilatie wel zoo absoluut star aan het absorptiespectrum van chlorophyl alleen gebonden is, en of niet ook andere pigmenten tot dit proces kunnen bijdragen. Hierop schijnt immers het klassieke voorbeeld van de — door gele pigmenten veroorzaakte — afwijkende kleur van bepaalde wieren wel te wijzen, bijv. de bruinwieren, die onder diep water gebrek lijden aan het (door chlorophyl zoo begeerde) roode licht. Dit zou dan een geval van natuurlijke pigmentkeuze of chromatische adaptatie beteekenen. En ter versterking van deze theorie waren aan te voeren de proeven van ENGELMANN en GAIDUKOV, over den invloed der kleur van het bestralende licht op de kleur dezer wieren, alsook die over den samenhang van de assimilatie-curve met de bladkleur.

Maar, daargelaten nog dat deze laatste resultaten ook een andere verklaring toelaten (MAGNUS en SCHINDLER; BORESCH), moet hier bovenal in het oog worden gehouden, dat de onderzoekingen van Engelsche plantkundigen (BLACKMAN en MATTHAEI, BROWN en ESCOMBE) hebben aangetoond, dat de door het chlorophyl vermeersterde energie — zij moge dan *relatief* klein zijn — desondanks voldoende is om het aangevoerde kooldioxyd volkomen te assimileeren en (zeer warme dagen uitgezonderd) zelfs bij sterk getemperd daglicht. Een verbetering van de zonnevank der plant zou daarom nog van geen invloed zijn op hare photosynthese, als zij niet gepaard ging met een vergrooting van den toevoer van het koolzuurgas binnen hare bladeren.

Deze laatste opmerking moge nu de kans eener veredeling door pigmentselectie vrijwel hebben te niet gedaan, zij brengt daartegenover de hoogst bevredigende conclusie mede, dat dan blijkbaar reeds een gedeelte der geabsorbeerde straling, d.i. een fractie van een fractie der beschikbare zonneënergie, in staat is de gewone oogsten op te leveren; opbrengsten, die — zoolang niet de volkeren zelve belemmerend ingrijpen — voor het onderhoud van het menschelijk bestaan steeds ruim toereikend zijn gebleken en die bovendien langs de wegen, welke de landbouwwetenschap aanwijst, nog voor groote verbetering vatbaar zijn.

Het moet dan wel zeer rijk zijn, het inkomen aan energie, waarvan wij ons door den gloed van het zonnevuur verzekerd weten.

Dames en heeren, is het te verwonderen, dat de mensch, waar hij zoo onnoemelijk veel te danken heeft aan de zon, ook een overdrachtelijke (en dan steeds een gunstige) beteekenis aan dit woord en zijne afgeleiden heeft toegekend. Het was dan ook niet uitsluitend in den letterlijken zin bedoeld, toen ik in den aanhef den openingsdag der hoogeschool een stralenden, zonnigen dag noemde; en bovendien een lentedag, tijd van de stijgende zon als symbool van onweerstaanbaar groeiende kracht.