

32/433(49)

1977

1513 587

HOE CONSTANT IS ONS KLIMAAT?

door

prof.dr. F.H. Schmidt

ZAAI ROGGE IN HET STOF

door

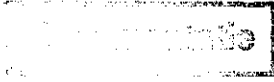
prof.dr.ir. W.H. van der Molen

redes

uitgesproken ter gelegenheid van
de 59e Dies Natalis
op 9 maart 1977

7 APR. 1977

LSN 326509*



HOE CONSTANT IS ONS KLIMAAT ?

door

dr. F.H. Schmidt

directeur wetenschappelijk

onderzoek van het K.N.M.I.,

buitengewoon hoogleraar in de

dynamische en fysische meteorologie

aan de Rijks Universiteit Utrecht

Dames en Heren,

Onder het klimaat van een plaats of gebied verstaat men het gemiddelde weer van die plaats of van dat gebied, veelal gekarakteriseerd door gemiddelde waarden en de normale fluctuaties van temperatuur en neerslag - de enige elementen waarvan men i.h.a. over lange reeksen van waarnemingen beschikt. Meestal baseert men de beschrijving van een klimaat op waarnemingen verricht gedurende een periode van 30 jaar, overigens een vrij willekeurige keuze.

Het beantwoorden van de vraag die wij ons vandaag stellen: "In hoeverre is het klimaat op aarde constant?", is noodzakelijkerwijs gebaseerd op de ervaringen opgedaan in het verleden. Dat verleden kan zich - al naar de beschikbare informatie - over geheel ongelijke periodes uitstrekken. Grijpen wij terug naar hetgeen bekend is over de oudste geschiedenis van onze aarde, dan kunnen wij stellen, dat gedurende de paar miljard jaren die de natuur en met name de levende natuur nodig heeft gehad om de thans aanwezige atmosfeer op te bouwen, geen klimatologische omstandigheden hebben beheerst die ook maar enigszins met de tegenwoordige kunnen worden vergeleken. Een beschouwing over de klimatologische historie van onze aarde krijgt dus pas zin wanneer wij deze op zijn vroegst enige honderden miljoenen jaren geleden laten aanvangen.

Het is echter duidelijk dat bijv. de landbouw niet primair is geïnteresseerd in een klimatologische historie die zich uitstrekt over duizenden of miljoenen jaren, dus niet in de grote ijstijden, maar vooral in de historie van ons klimaat die zich in tientallen jaren of hoogstens enige eeuwen heeft voltrokken.

Dat variaties in het klimaat op een schaal als hier bedoeld plaatsvinden, variaties die althans voor zover wij dat op het eerste gezicht beoordelen kunnen, uitgaan boven de toevallige fluctuaties van jaar tot jaar, is uit velelei gegevens bekend. Blijkbaar is het klimaat niet absoluut constant.

Zo kan uit de dikte van de afzettingen langs de oevers van meren in Zuid-Europa worden geconcludeerd, dat er in historische tijden belangrijke fluctuaties zijn geweest in de neerslaghoeveelheden die in dat gebied zijn gevallen. Volgens sommigen kan worden aangetoond, of althans waarschijnlijk gemaakt, dat periodes van voorspoed bijv. in het Romeinse Rijk samenvielen met periodes met boven-normale neerslaghoeveelheden, op zich misschien niet verwonderlijk in een gebied waar de neerslaghoeveelheden marginaal zijn. Zo zou voorts de trek van de Arabieren naar het westen reeds voor het optreden van Mohammed zijn begonnen in een periode van grote droogte omstreeks zes eeuwen na het begin van onze jaartelling, een droogte die zich op het Arabisch schiereiland extra sterk deed gevoelen.

En de bloei van de steden in Italië viel in een periode met opnieuw overvloedige neerslag.

Het is goed nu een beetje systematischer te werk te gaan en ons af te vragen hoe het klimaat in West- en Zuid-Europa heeft gefluctueerd of gevarieerd sinds de ijstijd.

De laatste belangrijke ijslaag verdween uit Scandinavië samen met de gletsjers van de Britse eilanden en elders in West-Europa ongeveer 8000-7000 jaar voor het begin van onze jaartelling. Tussen 4000 en 2000 waren de temperaturen 2 tot 3°C hoger dan nu. In deze periode vond een snelle uitbreiding van de bossen in Europa plaats.

Na het jaar 2000 kwam er een geleidelijke verslechtering van het klimaat en omstreeks 2500 jaar geleden begon een regenachtige, koele periode. Het water in het Bodenmeer steeg ongeveer 10 m. De Alpengletsjers, die zich in de voorafgaande periode hadden teruggetrokken, breidden zich weer uit en sloten een aantal passen af. Sommige daarvan kwamen eerst omstreeks 700 na het begin van onze jaartelling weer open voor het verkeer. De neerslag was maximaal omstreeks 400 voor het begin van onze jaartelling en nam daarna langzaam af, zowel in het Middellandse Zeegebied als op onze breedte, zij het met onderbrekingen.

Een volgend klimatologisch optimum deed zich ongeveer twaalf eeuwen later voor, tussen de jaren 400 en 1200 met

de top tussen 800 en 1000. Het betreft hier een betrekkelijk droge, warme periode waarin het ijs op hoge breedte zich terug trok en die bovendien op onze breedte opvallend stormvrij was: het tijdperk van de Viking reizen, o.a. naar IJsland en Groenland. Merkwaardig is hoe in Groenland graven uit die tijd zijn gevonden, diep in de bodem, die nu permanent bevroren is. In 1087 wordt in het Domesday Book het bestaan van tientallen wijngaarden in Engeland gemeld.

Daar staat tegenover dat er een paar merkwaardige berichten zijn over incidentele strenge vorst in het Middellandse Zeegebied. De Tiber en de Nijl zouden één of twee maal dichtgevroren zijn, en ook was het noordelijk deel van de Adriatische zee in de winter van het jaar 860 bevroren. Al deze gegevens doen denken aan een noordwaartse verplaatsing van de subtropische hoge-druk gordel en een toestromen van koude continentale - wellicht Siberische lucht - naar het Middellandse Zeegebied; dus kennelijk aan een enigszins gewijzigde algemene circulatie.

Na 1200 krijgt het klimaat in West-Europa een opvallend onstabiel karakter met volgens de kronieken zowel droogteperiodes als overstromingen, met zachte zowel als met strenge winters. Er zijn veel meer berichten over stormen dan in de voorgaande twee eeuwen en de uitgestrektheid van de ijsvelden rond Groenland en IJsland neemt weer toe. Het contact tussen Scandinavië en Groenland wordt er door verbroken. Het circulatiepatroon wordt blijkbaar weer normaal.

Tussen 1400 en 1550 vond er enig herstel plaats, de temperaturen namen weer iets toe en opnieuw werd in Engeland aandacht besteed aan de druiventeelt. Het is niet ondenkbaar dat de grote ontdekkingsreizen in de jaren na 1400 mede mogelijk zijn gemaakt door de afgenomen stormfrequentie, al hadden ook toen Kaap de Goede Hoop en Kaap Hoorn een slechte naam.

Teneinde misverstanden te voorkomen, is een opmerking hier wellicht op zijn plaats. Men moet zich als meteoroloog natuurlijk in zoverre onder controle houden dat men niet alles wat op sociaal en cultureel gebied plaats vindt, uitsluitend tracht in verband te brengen met de atmosferische circulatie. De ontdekkingsreizen zouden vermoedelijk ook bij ongunstiger weersomstandigheden zijn uitgevoerd, zij het wellicht ook moeizamer.

De periode van 1550 tot ongeveer 1850 wordt wel de kleine ijstijd genoemd. De gletsjers in Europa breidden zich verder uit dan ooit sedert de grote ijstijd het geval was geweest. Het is in dit verband onthullend oude foto's van bijvoorbeeld de Rhône-gletsjer te vergelijken met de situatie van vandaag. En denkt u maar aan de kostelijke ijstaferelen die geschilderd werden door Aart van der Neer en Hendrick Avercamp.

De periode na 1850 kan geheel worden bestudeerd aan de hand van instrumenteel bepaalde waarden van luchtdruk,

temperatuur en neerslag. Waarnemingen die met behulp van instrumenten zijn verricht, zijn trouwens reeds sedert het midden van de zeventiende eeuw beschikbaar, zij het ook in zeer beperkte mate.

Op grond van vrijwel van de gehele aarde afkomstige gegevens, kan worden gesteld, dat er sprake is van een min of meer geleidelijke klimaatverandering in de periode na 1850, althans tot omstreeks 1940, een verandering die, afgezien van een korte onderbreking in de jaren rond 1890, o.a. tot uiting komt in de op gematigde en hoge breedte gestegen temperaturen. Op hoge breedte nam daardoor de uitgestrektheid van de ijsvelden in de oceanen in sterke mate af en de temperaturen begonnen er enige gelijkenis te vertonen met die gedurende de warme periode uit de Middeleeuwen. De sterkte van de circulatie boven de noordelijke Atlantische Oceaan nam toe, met name in het winterhalfjaar. Een vergelijking van de zeewatertemperaturen uit de periode 1780-1820 - dus in de laatste fase van de kleine ijstijd verkregen, en redelijk betrouwbaar te achten - met de tegenwoordige, laat zien dat de warme golfstroom omstreeks het jaar 1800 ca. 5° zuidelijker stroomde dan thans, terwijl de zeewatertemperaturen op onze breedte het gehele jaar door 1 tot 2°C lager waren. Het zal duidelijk zijn dat ook hier sprake is van een verandering in de algemene circulatie.

Hoe manifesteerde zich een en ander in Nederland? De

wintertemperaturen, genomen van 1741 af en telkens gemiddeld over 30 jaren, vertonen na de jaren rond 1800 een langzame stijging, van 1.4°C in de periode 1801-1830 tot 2.8°C voor de jaren 1911-1940, om vervolgens weer af te nemen tot 2.0°C in de daarop volgende 30 jaar. Voor de gemiddelde jaartemperaturen vinden we voor dezelfde groepen van 30 jaar resp. 8.8; 9.2 en 9.2°C . De lagere wintertemperaturen in de laatste periode werden dus blijkbaar gecompenseerd door hogere temperaturen in het warme jaargetijde. Een en ander duidt op een afzwakking van de circulatie op onze breedte omstreeks 1940, gepaard gaande met een aantal koude winters met gemiddeld ruim 14 ijsdagen in de periode 1941-1970 tegen gemiddeld 10 in de 90 jaar van 1851 tot en met 1940. Een ijsdag heeft een maximum temperatuur beneden het vriespunt.

Na 1970 is het aantal ijsdagen weer afgenomen en bedraagt het, gerekend tot en met winter 1976-1977, gemiddeld nog geen 6 per jaar. Overigens zegt een resultaat verkregen met betrekking tot zo'n korte periode natuurlijk weinig, gezien de grote verschillen die van jaar tot jaar kunnen voorkomen in de strengheid van de winters.

Sterke fluctuaties kwamen voor in de neerslag. Sedert de waarnemingen in 1849 te Utrecht - De Bilt begonnen, viel de droogste 10-jaar periode tussen 1861 en 1870 met een jaargemiddelde van 654 mm en de natste, precies een eeuw later, tussen 1961 en 1970 met een jaargemiddelde van

888 mm, dat is 36% meer. Afwijkingen naar weerszijden van de afzonderlijke jaren kunnen veel groter zijn. Zowel in 1965 als in 1966 viel meer dan 1100 mm neerslag tegen een veeljarig gemiddelde van iets minder dan 750 mm. Dergelijke grote neerslaghoeveelheden zijn trouwens sedert 1735 ook vijfmaal voorgekomen op het waarnemingsstation Zwanenburg.

Interessant is het gedrag van de zomerneerslag die ik wil betrekken op de periode april tot en met augustus. Het veeljarige gemiddelde bedraagt in De Bilt voor deze vijf maanden 315 mm. In de hiervoor genoemde regenrijke jaren 1965 en 1966 viel in dezelfde maanden 180 resp. 164% van dat veeljarige gemiddelde. Vergelijk daarmee de zomer van 1976, die nog vers in ons geheugen ligt, met nog geen 150 mm, niet meer dan 47%. Trouwens, ook het gemiddelde lag over de zes jaar na 1970 met 281 mm, d.i. 89%, lager dan het veeljarig gemiddelde.

Het zal uit de hier gegeven voorbeelden duidelijk zijn, dat er fluctuaties voorkomen in het klimaat die van belang kunnen zijn voor het maatschappelijk bestel en met name voor de landbouw, de bosbouw, de veeteelt.

De vragen die zich nu voordoen zijn velerlei. Ik geef een paar voorbeelden:

1. Is er sprake van algemene langdurende veranderingen in het klimaat - bijv. op gematigde breedte - of gaat het

om periodieke schommelingen of fluctuaties?

2. Zo er langdurende veranderingen zijn, m.a.w. er een trend kan worden aangewezen, kan dan een uitspraak worden gedaan voor de toekomst?
3. Hangt zo'n trend samen met natuurlijke oorzaken of is er sprake van menselijke invloed?
4. Zo er geen langdurige trend is maar gedacht moet worden aan klimaatfluctuaties kunnen dan de - naar we mogen aannemen - natuurlijke oorzaken voor deze fluctuaties worden aangegeven en kan op grond dáárvan een voorspelling worden gedaan?

Het is bijzonder moeilijk een antwoord te geven op de vraag of de veranderingen welke in historische tijden in het klimaat hebben plaatsgevonden moeten worden opgevat als al dan niet toevallige fluctuaties dan wel of er sprake is van een trend. Het zal duidelijk zijn, dat dit antwoord veelal betrekkelijk subjectief zal zijn. Voor ons is de kleine ijstijd een fluctuatie in het klimaat geweest, zij het ook een van betrekkelijk lange duur. De bewoners van West-Europa die na het midden van de 16e eeuw de wintertemperaturen min of meer geleidelijk zagen dalen en de gletsjers en het arctische ijs zich zagen uitbreiden, zullen de optredende veranderingen eerder als een trend hebben gewaardeerd - gesteld althans, dat het begrip trend met betrekking tot het klimaat voor hen betekenis had.

Maar een onderzoek op het K.N.M.I. uitgevoerd heeft aangetoond, dat de temperatuurfluctuaties die sedert het

midden van de 17e eeuw in Europa zijn waargenomen, niet wezenlijk afwijken van hetgeen in een toevalsreeks kan voorkomen. Hetgeen op zichzelf nog niet bewijst, dat er geen natuurlijke oorzaken zouden zijn aan te wijzen voor deze fluctuaties!

De overvloedige zomerneerslag in ons land gedurende de tien jaren van 1961 tot en met 1970 zien wij - terecht - als een fluctuatie. Zijn we ook zo zeker van de verminderde zomerneerslag sinds 1970? Ik ben zonder meer van mening dat de zomerneerslag wel weer op het normale niveau zal komen of erboven, maar u heeft aan die uitspraak niet veel want ik weet niet wanneer dat het geval zal zijn.

Men kan stellen dat het bij een trend, d.w.z. een verandering in het klimaat - hetzij in de temperatuur, hetzij in de neerslag of in welk ander element ook - gaat om processen in onze dampkring die onomkeerbaar zijn, althans quasi-onomkeerbaar, waaronder ik dan wil verstaan processen die vele tientallen jaren of misschien eeuwen lang in dezelfde richting werken. Nu is het merkwaardig, dat men werkelijk onomkeerbare invloeden de laatste 40 of 50 jaar eigenlijk uitsluitend aan menselijke activiteiten heeft toegeschreven. Ik geef twee bekende voorbeelden.

Tengevolge van het gebruik van fossiele brandstof is sedert 1880 het kooldioxyde-gehalte van onze atmosfeer geleidelijk toegenomen, en wel van 295 delen per miljoen

tot 330 thans, een toename derhalve met ca. 12%. Nu is CO_2 naast waterdamp het bestanddeel van onze dampkring waardoor de door het aardoppervlak uitgezonden infrarode straling in belangrijke mate wordt geabsorbeerd. Vergroting van het CO_2 -gehalte van de lucht betekent derhalve, dat de temperatuur van de aarde moet stijgen, omdat de totale door het oppervlak en de benedenste luchtlagen uitgestraalde energie moet toenemen, wil het evenwicht tussen in- en uitstraling behouden blijven. Berekeningen van het effect van een toegenomen CO_2 -gehalte op de temperatuur leiden tot uiteenlopende resultaten, al naar de neveneffecten die men in de beschouwingen betreft.

Zo zouden hogere temperaturen de verdamping kunnen bevorderen, met twee elkaar tegenwerkende gevolgen: enerzijds versterking van de absorptie van de uitgaande straling door het toegenomen waterdampgehalte, anderzijds wellicht toenemende bewolking waardoor de hoeveelheid door de atmosfeer doorgelaten zonlicht zou afnemen hetgeen tot een vermindering van de temperatuurstijging zou leiden. In ieder geval zou een temperatuurstijging tot gevolg hebben dat de ijs- en sneeuwvelden op hoge breedte in omvang zouden afnemen en daarmee de reflectie van zonnestraling. Sneeuw en ijs reflecteren namelijk in sterke mate. Verwacht moet daarom worden dat de temperatuurstijging op hoge breedte groter zal zijn dan op gematigde of lage breedte.

In werkelijkheid zijn de temperaturen van 1880 tot 1940

gestegen, de jaargemiddelden tussen 0.5 en 1^oC, en men schreef deze temperatuurstijging veelal toe aan het toegenomen CO₂-gehalte. De temperatuurstijging was op hoge breedte het grootst.

Edoch, terwijl het CO₂-gehalte nog steeds toeneemt, begonnen na 1940 de temperaturen te dalen en zoals wij aan de gegevens van De Bilt zagen werden vooral de winters kouder. Opnieuw nam men zijn toevlucht tot verklaringen op grond van menselijke activiteiten. Het stof, door de mens in de atmosfeer gebracht, zou de reflectie van zonnestraling zodanig vergroten, dat gerekend zou moeten worden met een langzame temperatuurdaling. IJs en sneeuwvelden op hoge breedte zouden zich uitbreiden, hetgeen een nog sterkere reflectie van zonnestraling zou veroorzaken waardoor de temperatuur nog verder zou dalen en het ijs zich verder zou uitbreiden en tenslotte zou - indien het ijs op beide halfronden tot een breedte van 50^o zou zijn doorgedrongen, het afkoelingsproces niet meer tot staan komen en de gehele aarde zou met ijs worden overdekt. Daarmee zou een einde komen aan het leven op onze planeet.

Twee onomkeerbare processen derhalve, ingeleid door de mens, met geheel verschillend gevolg.

De werkelijkheid is ingewikkelder - misschien ook minder angstaanjagend. Er is nog zo iets als de algemene circulatie die al een paar maal zijdelings ter sprake is

gekomen, de algemene luchtbeweging welke een uitwisseling van warmte tussen hoge en lage breedte bewerkstelligt. Een sterke afkoeling op hoge breedte zal zeker leiden tot een verhoogde uitwisseling; bij een temperatuurstijging, met name op hoge breedte, zal de warmteuitwisseling zwakker worden hetgeen o.a. betekent, dat de bijdrage van deze uitwisseling tot de temperatuurstijging op hoge breedte minder wordt.

Uit een en ander volgt dat de processen, die leiden tot klimaatwijzigingen gecompliceerd zijn, dat daarbij allerlei effecten op elkaar inwerken en dat er terugkoppelingen plaatsvinden, zodat betrekkelijk eenvoudige redeneringen als hiervoor toegepast bij het schatten van de gevolgen van een toename van het CO₂-gehalte of van het stofgehalte weinig kans bieden het probleem van de klimaatveranderingen op afdoende wijze op te lossen.

Het fluctueren of het veranderen van het klimaat is een zaak van atmosferische dynamica die slechts zal kunnen worden aangevat middels methodieken die het gehele atmosferische gebeuren zo veel als mogelijk is, in aanmerking nemen. Een beter inzicht in de fluctuaties die het klimaat ondergaat, vereist het toepassen van gecompliceerde atmosferische modellen die slechts met behulp van grote rekenautomaten kunnen worden gehanteerd.

Daarbij kan het effect van veranderingen in de van de zon

afkomstige straling, hetzij electromagnetisch, hetzij corpusculair, niet buiten beschouwing worden gelaten. Er zijn aanwijzingen voor een 80 à 90 jarige periode in het klimaat, samenhangend met fluctuaties in het voorkomen van zonnevlammen. Na een dergelijk verschijnsel heeft de circulatie op gematigde breedte de neiging meridionaal te worden hetgeen een verzwakking van de westelijke circulatie betekent. De periode tussen ca. 1940 en ca. 1960 is gekenmerkt door een boven normaal aantal zonnevlammen.

Volgens sommigen moet ook rekening worden gehouden met een periode van acht à negen eeuwen in het West-Europese klimaat. De vraag in hoeverre hier van externe invloeden sprake is dan wel of in de koude periodes door verhoogd vulkanisme de straling van de zon in sterkere mate door stof werd gereflecteerd dan gedurende de warme periodes moet voorlopig onbeantwoord blijven.

Het merkwaardige is dus dat we weten dat er ijstijden zijn geweest en dat daar ook verklaringen voor zijn gegeven. En we weten dat gedurende miljoenen jaren voor deze ijstijden de temperaturen op aarde hoger waren dan thans. Maar het vóórkomen van klimaatfluctuaties binnen tientallen jaren of hoogstens enige eeuwen stelt ons in vele opzichten nog voor raadsels, raadsels waarvan wij moeten hopen dat zij door veel inspanning en met name door grondige fysische beschouwingen stapje voor stapje tot een oplossing zullen kunnen worden gebracht.

En dat betekent dat het antwoord op de vraag in hoeverre ons klimaat constant is, helaas niet op korte termijn in het vooruitzicht kan worden gesteld, toch eigenlijk een teleurstellend resultaat, zowel voor u als voor mij!

Ik wil dit overzicht besluiten met twee voorbeelden van lokale gevolgen van ingrepen door de mens, die laten zien hoezeer men rekening dient te houden met de natuurlijke omstandigheden.

In de eerste plaats een bepaalde opvatting m.b.t. de Sahel catastrofe. Men kan hierbij natuurlijk denken aan het effect van fluctuaties in de algemene circulatie, die immers ook op gematigde breedte aanwijsbaar zijn en die vermoedelijk een rol spelen bij de veranderde omstandigheden in het Sahel-gebied. Ook vroeger zijn in hetzelfde gebied droogte-periodes voorgekomen en er zijn berichten die erop wijzen dat de laatste jaren de neerslaghoeveelheden weer iets zijn toegenomen.

De opvatting waar ik op doelde gaat er echter van uit dat door overgrazing, een gevolg van uitbreiding van de kuddes, de vegetatie ter plaatse zodanig is verminderd, dat de reflectiecoëfficiënt van de kaal of althans kaler geworden bodem is toegenomen. Er komt daardoor minder energie aan die bodem ten goede, waardoor deze ten opzichte van de omgeving relatief kouder - minder warm - wordt. Dit leidt tot dalende luchtbewegingen, vermindering van relatieve vochtigheid en het uitblijven van de toch al spaarzame

buien. Voor wie dit onwaarschijnlijk lijkt, moge dienen, dat uit satelietwaarnemingen is gebleken dat ook de Sahara ten opzichte van de omgeving zo'n gebied is met - gemiddeld over het etmaal genomen - lagere temperaturen.

Het tweede voorbeeld heeft eveneens betrekking op Afrika en wel op het woestijngebied van zuidelijk Tunesië. Hoewel de hoeveelheid neerslag in dit gebied, zoals in alle droge gebieden, grote verschillen toont van jaar tot jaar, is er geen duidelijke aanwijzing, dat sedert het begin van deze eeuw de neerslaghoeveelheid is toegenomen of afgenomen. Niettemin daalt de stand van het ondergrondse water met enige millimeters per jaar, zonder twijfel een gevolg van de toegenomen evapotranspiratie van het door de mens steeds verder uitgebreide in cultuur gebrachte areaal rond de oases. Dit betekent dat o.a. door het gebruik van artesische putten, de verhouding tussen neerslag en verdamping steeds ongunstiger wordt. Bovendien wordt ook hier de natuurlijke vegetatie tussen de oases aangetast als gevolg van overgrazing. En tussen de oases door kruipt de Sahara langzaam verder naar het noorden.

Beide voorbeelden laten zien hoe pogingen van de mens om zijn materiële omstandigheden te verbeteren op lokale schaal kunnen leiden tot verslechtering van het milieu met alle gevolgen van dien.

Uiteraard is dit geen pleidooi om dergelijke pogingen tot

materiële verbetering nu maar verder achterwege te laten. Wel houden de voorbeelden een waarschuwing in: men trachte bij het treffen van maatregelen die effect zouden kunnen hebben op de omgeving, steeds zoveel mogelijk alle gevolgen van die maatregelen te voorspellen opdat men niet voor onaangename verrassingen komt te staan. Een waarschuwing die u hier in Wageningen niet vreemd in de oren zal klinken.

Ik dank u allen voor uw aandacht.

Proefschrift

ZAAI ROGGE IN HET STOF

door

dr.ir. W.H. van der Molen

hoogleraar in de agrohydrologie

aan de Landbouwhogeschool

Dames en Heren,

De landbouw heeft zich vanouds steeds aangepast aan de omstandigheden. Werkmethoden, die niet voldeden, werden verlaten, andere, welke met meer succes werden bekroond, verder ontwikkeld. Daarnaast zien wij ook het omgekeerde: de omstandigheden worden opzettelijk gewijzigd teneinde aan de verlangens van de telers tegemoet te komen. Het meest uitgesproken vinden wij deze handelwijze in de moderne glastuinbouw, waar alle factoren temperatuur, vochtigheid, water, voedingsstoffen, koolzuur op bijna industriële wijze worden beheerst en waar alleen ten aanzien van de factor zonlicht nog aarzeling bestaat.

De beide aspecten, de aanpassing van de landbouw en het ingrijpen in de omstandigheden zou ik vandaag - in aansluiting op hetgeen door de vorige spreker naar voren is gebracht - willen toepassen op de gevolgen van klimaat-schommelingen.

De mens heeft sinds het begin van zijn optreden met dergelijke schommelingen te kampen gehad: sommigen beweren zelfs dat de ijstijden de evolutie van een primate met meer hersens dan de meeste van zijn soortgenoten sterk heeft bevorderd. Hoe dit zij, het staat buiten twijfel, dat de rendierjagers in Nederland hun arbeidsplaatsen verloren toen de laatste ijstijd ten einde liep en dat zij dus - wilden zij hun beroep blijven uitoefenen - hun kampen aan de Tjonger voor noordelijker oorden moesten verwisselen. Overigens maakt dit trekken voor nomaden

deel uit van hun normale levenspatroon.

De gezeten landbouwers van later tijden, die aan huis en hof gebonden zijn, zullen echter hun werkwijze moeten aanpassen, zowel aan het fysieke klimaat als aan de bodemgesteldheid en aan het economisch klimaat. Dan eens overheerst het ene aspect, dan weer het andere.

In Nederland, waar het klimaat tamelijk uniform is en de bodemgesteldheid zeer gevarieerd, is het patroon van het landgebruik tot op de huidige dag beïnvloed door de bodemgesteldheid; nog steeds bepaalt deze in grote trekken de aanwezigheid van bouwland en grasland, van bossen en tuinbouwgebieden. Komt men daarentegen in gebieden met vrij uniforme bodemgesteldheid, maar met overgangen in klimaat, dan valt het bijvoorbeeld op, dat bij het afnemen van de regenval het aantal verbouwde gewassen afneemt en dat tezelfder tijd de voorraadschuren bij de boerderijen opvallender worden. In sommige streken worden deze bewaarplaatsen steeds fraaier versierd naarmate het klimaat droger is. In deze richting nemen de gemiddelde opbrengsten af, hetgeen gecompenseerd wordt door een toenemende bedrijfs-grootte, maar tevens neemt de onzekerheid van de oogst in sterke mate toe. Voorraadvorming wordt onder deze omstandigheden van levensbelang voor mens en vee. Tenslotte wordt de grens van het landbouw-areaal bereikt en wordt alleen nog nomadische veeteelt uitgeoefend.

Zoals er een vage droogtegrens bestaat, zo bestaat er een koudegrens, welke evenmin scherp te karteren valt. Ook hier neemt nabij deze grens de oogstzekerheid af: op

IJsland was hongersnood voor mens en vee, veroorzaakt door koude zomers, in vroeger tijden evenzeer bekend als de hongersnood die tot op heden in droge streken optreedt na jaren met falende moessonregens. Op IJsland gingen deze slechte tijden gepaard met de aanwezigheid van ijs nabij de kusten, een verschijnsel, dat in de voor de landbouw gunstige periode 1900-1965 vrijwel niet voorkwam.

Daarvóór en daarna ondervond de graslandcultuur op IJsland schade in koude zomers, een schade die veroorzaakt wordt door het optreden van kale plekken in intensief gebruikt grasland. Dit verschijnsel, kal genoemd (een IJslands woord voor koude), nam na 1965 een grote omvang aan, maar is sinds 1970 wederom sterk verminderd. Waarschijnlijk hangt deze verbetering samen met een verschuiving in de grens van het pakijs; lag deze in het voorjaar van 1969 nog dicht bij IJsland's noordkust, thans ligt deze ijsgrens - evenals in de jaren vóór 1965 - veel verder noordwaarts.

Het spreekt vanzelf dat eventuele klimaatschommelingen zich het sterkst in dergelijke grensgebieden zullen manifesteren, waar elke kleine verandering de grenzen met honderden kilometers zou kunnen opschuiven. Historische gegevens, hoewel niet altijd betrouwbaar, geven toch wel aanwijzingen voor dergelijke schommelingen met name voor een koelere periode tussen de 16e en de 19e eeuw, bekend staande als de "kleine ijstijd". Daarnaast treden kleinere schommelingen op, waarin sommigen periodiciteiten menen te

herkennen, anderen een geleidelijke verandering en verschuiving, terwijl weer anderen van mening zijn dat het klimaat in de laatste 150 jaar constant is gebleven, maar wel onderhevig is aan variaties van toevallige aard.

Zijn er in de landbouw aanpassingen bekend aan dergelijke veranderingen? Zijn de schommelingen - indien zij niet toevallig zijn - te voorspellen, zodat men tijdig maatregelen kan nemen?

In ieder geval kunnen plotselinge veranderingen, zoals het optreden van een reeks van droge jaren grote wijzigingen teweeg brengen, vooral in de grensgebieden.

Voorbeelden daarvan zijn vanouds bekend uit de gebieden met moessonklimaten. In de droge gedeelten van India treedt nog in de huidige tijd na een reeks droge jaren, als de voorraden zijn uitgeput, massale migratie op, waarbij de bevolking wegtrekt om elders een moeizaam bestaan te zoeken. Nog vers in het geheugen ligt de rampzalige droogte in het gebied ten Zuiden van de Sahara. Aanpassing is dan niet mogelijk: men moet wegtrekken of omkomen.

Zelfs als er wat voorraad is, dan zal de tijd, waarbinnen men de beslissing moet nemen niet meer zijn dan 2 à 3 jaar.

Ook het economisch klimaat kan trouwens plotseling zodanig veranderen, dat bepaalde cultures onmogelijk worden en in korte tijd worden opgegeven. Door de productie van synthetische kleurstoffen verdween in de vorige eeuw de meekrap-cultuur in W.Europa binnen enkele jaren, iets later

geschiedde hetzelfde met de verbouw van indigo in tropische landen. Bij dergelijke catastrofale veranderingen zou men dus kunnen spreken van een noodgedwongen aanpassing met een karakteristieke tijd van de orde van 1 à 2 jaar.

Hoe verder men van de grenzen van het landbouw-areaal verwijderd is des te minder zal een kleine verandering zijn invloed uitoefenen en hetzelfde geldt veelal ook naarmate de mens intensiever heeft ingegrepen in de natuurlijke situatie. Degenen, die stellen, dat het menselijk ingrijpen heeft geleid tot instabiliteiten hebben weinig recht van spreken voor zover het de opbrengsten betreft. Deze waren immers vroeger meer afhankelijk van schommelingen in het weer dan thans het geval is.

Een voorbeeld daarvan geeft het materiaal over opbrengsten in de 18e en het begin van de 19e eeuw dat door Baars uit gegevens over de tienden in de Hoekse Waard is afgeleid. Er traden aanzienlijke schommelingen op, die in dit zee-kele gebied vooral samenhangen met de natheid van de winters: natte winters werden gevolgd door geringe oogsten. Bij verbetering van de afwatering trad daarin wel verbetering op, maar nog steeds geldt voor akkerbouwgewassen op zeeklei, dat droge jaren meestal betere oogsten geven dan natte. Ongeveer 15 jaar geleden zijn door Van der Pauw deze schommelingen uitvoerig geanalyseerd. Zij bleken fluctuaties te vertonen, welke in verband konden worden gebracht met variaties in de neerslag. Ook hier gingen natte jaren

samen met lage opbrengsten.

Destijds is een uitvoerige en een felle discussie gevoerd over het al dan niet reëel zijn van periodieke schommelingen in deze cijferreeksen. Deze discussie kan thans wel als afgesloten worden beschouwd en de vermeende periodiciteiten als een product van het toeval, maar toch volgde uit dit onderzoek een zeer belangrijke conclusie: het nadelige effect van regenrijke jaren werd niet zozeer veroorzaakt door slechte ontwatering (zoals in de 18e eeuw in de Hoekse Waard), maar door uitspoeling van nitraten in natte winters. Het leidde tot de thans geldende adviesbasis voor stikstofbemesting, waarbij met deze uitspoeling rekening wordt gehouden. Deze vondst maakt het mogelijk een betere dosering van stikstofmeststoffen te bereiken waardoor de schommelingen in de opbrengsten thans ten dele kunnen worden vermeden.

De landbouw is dus in staat zich aan kleine schommelingen aan te passen. Wellicht is het mogelijk, hoewel enigszins speculatief, na te gaan welke verschuivingen in de laatste jaren in de Nederlandse landbouw zijn opgetreden en in hoeverre deze door weer en klimaat beïnvloed kunnen zijn. In de zandgebieden zag men in de jaren zestig sterke uitbreiding van grasland ten koste van bouwland, tot op de hooglegen enkeerdgronden, de oude essen, toe. In belangrijke mate was dit een gevolg van een gunstig economisch klimaat: de rundveehouderij, waarvoor dit grasland werd

gebruikt gaf financieel betere uitkomsten en met de toename van de rundveestapel nam ook de behoefte aan ruwvoeder toe. Maar ook het fysisch klimaat was gunstig: de overwegend natte tot zeer natte jaren van deze periode - soms met een jaarlijkse neerslag van meer dan 1000 mm - maakten dat de nadelen van dit bodemgebruik, met name de sterke teruggang van de grasgroei in de zomer, veel minder tot uiting kwamen dan in de voorgaande decennia, toen deze gronden vooral werden gebruikt voor de teelt van rogge, gevolgd door stoppelknollen. De rogge liep in deze periode zeer sterk in oppervlakte terug, eensdeels door een te laag opbrengstniveau, anderzijds door lage prijzen en zeker niet in de eerste plaats door omstandigheden van klimatologische aard.

Sinds 1970 ondergaat op de zandgronden de teelt van mais een bijzonder opvallende uitbreiding. De mais verkeert in ons land aan de grens van zijn verbredingsgebied als cultuurgewas. Vele jaren geleden ingevoerd en als korrelmais sterk gepropageerd, werd het zelfs in Noord-Groningen door een enkele enthousiaste teler op grote schaal verbouwd. Later verdween het gewas vrijwel uit het bouwplan, totdat het in recente tijd als snijmais aan onze zandstreken een geheel ander visueel aspect heeft gegeven. Verbeteringen in oogst- en teelttechnieken, samen met de economische omstandigheden, bevorderden deze ontwikkeling, het weer werkte niet tegen. De vaak warmere en drogere zomers droegen bij tot de ontwikkeling van een gewas dat

zijn oorsprong vindt op lagere breedten. Toch bleek in de zomer van 1976 de snijmais, waarschijnlijk door zijn lange groeiduur, op weinig vochthoudende gronden bijzonder gevoelig te zijn voor de droogte. Gewassen met korte groeiduur, zoals rogge of gerst, zijn hier in het voordeel, omdat daarbij de rijping reeds optreedt, voordat de vochtvoorraad van de grond geheel is uitgeput. Het eind van het groeiseizoen is daardoor bij droogte een kritische periode, waarin gewassen met voor de omstandigheden te lange groeiduur een ontijdig einde kunnen vinden.

Een andere kritische periode is de tijd van opkomst. "Zaai rogge in 't stof", zegt men, maar deze zaai valt bij ons in een tijd dat spoedig de herfstregens verwacht mogen worden, zodat de uitdrukking wel eerder zal slaan op de droogteresistentie van het gewas en dus op de groeiplaats dan op de opkomst. Nog wonderlijker is het vervolg van de uitspraak: "en zaai tarwe in het slijk", omdat veruit de meeste tarwe verbouwd wordt in vrij droge streken. In vele gebieden mag zelfs na de inzaai niet meer op regen worden gerekend, zodat daar niet de rogge, maar de tarwe in het stof gezaaid wordt. Niet breedwerpig uiteraard, maar in vele landen sinds onheuglijke tijden met een soort zaaimachine, waarbij het zaad op enige diepte in de nog vochtige grond wordt gebracht.

Er zijn zeer oude afbeeldingen bekend van deze werkwijze, die erop duiden dat het zaaien met magisch ritueel was omgeven.

Wil men fijnere zaden tot ontkieming brengen - zoals de oliezaden van het geslacht Brassica - dan voldoet deze methode niet, omdat de zaaidiepte te groot is. In dat geval worden ruggen gemaakt, waarbij in de vochtige grond, die in de voren te voorschijn komt, gezaaid wordt. In Nederland zouden bij drogere voorjaren dan de huidige dergelijke technieken zeker opgang gaan maken.

Ook thans laat soms in het voorjaar, vooral op de klei, de opkomst te wensen over, maar het verschijnsel is te weinig frequent om er speciale technieken voor te ontwikkelen.

Hetzelfde geldt eigenlijk voor de moeilijkheden met de oogst van aardappelen, uien en bieten in extreem natte herfstten. Ook hier is de frequentie van een toestand, zoals die eind 1974 voorkwam te gering om oogstmachines op luchtkussens te ontwikkelen en in de praktijk in te voeren. Men behelpt zich thans met vrijwilligers, militairen en middelbare scholieren en vergeet de moeilijkheden al spoedig.

De oorzaak van de moeilijkheden lag vooral daarin, dat in de genoemde herfst nauwelijks droge dagen zijn voorgekomen. Ook goed ontwaterde kleigronden bleven daardoor zo nat dat het berijden van de grond met machines niet mogelijk bleek. Door Wind is met behulp van een simulatiemodel aannemelijk gemaakt, dat in genoemde herfst de vochtspanning in de grond bij voortdurende beneden de vereiste grens van omstreeks 100 cm onderdruk is gebleven. Een tijdige voorstelling van een dergelijke situatie zou bijzonder

waardevol kunnen zijn; men kan zich dan aanpassen door vroegtijdig met de oogst te beginnen.

Technisch zou men dus verder kunnen gaan dan economisch verantwoord zou zijn. Dit maakt dat de technische en economische grenzen van bepaalde werkwijzen, van bepaalde gewassen en zelfs van de landbouw als geheel niet samenvallen. Het tussenliggende gebied heeft daarbij de neiging breder te worden naarmate de ontwikkeling van de landbouw voortschrijdt. Daarom zijn het in ons land eerder de economische dan de technische mogelijkheden, die de verbreding beperken, met name van die welke een antwoord zijn op weinig frequent voorkomende weersgesteldheden.

Maar laat ons terugkeren naar ons eigenlijke onderwerp en als tweede factor de invloed van de temperatuur op onze breedten eens nader onder ogen zien.

De temperatuur bepaalt vooral de duur van het groeiseizoen; in Engeland rekent men bijvoorbeeld dat de groei van het gras begint op het tijdstip waarop de bodemtemperatuur - gemeten op 30 cm diepte - boven de 6°C stijgt, en eindigt wanneer zij beneden deze grens daalt. Door te meten op enige diepte heeft men een mechanisme ingeschakeld, dat de dagelijkse schommelingen van de luchttemperatuur en ook de toevallige schommelingen van dag tot dag dempt en een soort gewogen gemiddelde oplevert; men verwerkt als het ware de luchttemperaturen met een model, maar dan een analoog model-in-situ.

Voor Engeland blijkt, dat men in de kuststreken zeker 250 à 300 km noordelijker moet gaan om een verlaging van de gemiddelde temperatuur met 1 graad Celcius te vinden. Voor de gemiddelde temperatuur in Nederland geldt eveneens een verschil van één graad tussen Zeeland en het noorden van Groningen.

Een veel sterkere invloed heeft de hoogteligging, in de orde van één graad daling per 200 m hoogte. Men zou dus de invloed van een klimaatsverandering kunnen nagaan door het vergelijken van landbouwsystemen op verschillende breedtegraad, maar ook door een vergelijking tussen hogere en lagere gebieden. In beide gevallen blijkt een aanzienlijke invloed op de duur van het groeiseizoen: dit wordt bij daling van de temperatuur met één graad op onze breedte bekort met één tot anderhalve maand.

Voor verschillende jaren wordt de vergelijking moeilijker. Droge zomers zijn vrijwel altijd tevens warm en zonnig, waardoor de factoren vocht en temperatuur vrijwel niet te scheiden zijn. Toch zijn er duidelijke aanwijzingen voor temperatuursinvloeden. Bezieet men bijvoorbeeld de opbrengsten van akkerbouwgewassen op de zeeklei, dan vindt men kenmerkende verschillen tussen Noord-Nederland en het zuid-westen; vrijwel steeds zijn in het zuid-westen de opbrengsten hoger en bij suikerbieten is dit verschil zelfs zeer aanzienlijk.

In de natte, koele jaren 1965-1969 waren de verschillen tussen Noord en Zuid evenwel groter dan in de periode 1970-1974; eenzelfde tendens blijkt indien men vroegere perioden beschouwd.

Toch kan ook hier het klimaat slechts een gedeeltelijke verklaring leveren; immers het centrale kleigebied waarvan de Zuiderzeepolders een belangrijk deel vormen levert steeds de hoogste opbrengsten. Hier doen blijkbaar de uniform gunstige bodemgesteldheid en de goede cultuurtechnische omstandigheden hun invloed gelden.

Aanpassingen in teelttechniek, in werktuigen, in bouwplan vergen in de landbouw niet meer dan enkele jaren. De karakteristieke tijd waarin de landbouw op kleine veranderingen reageert zouden wij dus - schattenderwijs - kunnen stellen op ten hoogste 4-5 jaar, in sommige gevallen (bijv. bij rassenkeuze) nog minder. Hier bestaat het gevaar van "achter het weer aanlopen", zoals vroeger voorkwam, toen de meest productieve rassen van wintertarwe niet voldoende wintervast waren: na strenge winters werd het volgend jaar een wintervast, maar minder productief ras uitgezaaid, dat meestal al weer was verlaten wanneer enkele jaren later een volgende strenge winter volgde.

Langer duurt de aanpassing van de omstandigheden aan de wensen van de teler. Na natte jaren steeg de belangstelling voor ontwatering, na het laatste droge jaar neemt de kunstmatige beregening zeer sterk toe. De maatregelen op het bedrijf zelf, zoals drainage of het aanschaffen van een

regeninstallatie verlopen hier vaak veel sneller dan de ontwikkeling van de bijbehorende grotere werken. Zo kan men slechts met goed gevolg draineren indien ook de afwatering in orde is, terwijl voor beregening de wateraanvoer verzekerd moet zijn.

Zijn er belangrijke werken van deze aard noodzakelijk dan is zeker met karakteristieke tijden van 10 - 20 jaar te rekenen. Zo zijn werken van wateraanvoer in Noord-Limburg, die waren ontstaan onder invloed van de droge jaren 1947 en 1949 nog juist op tijd gereed gekomen om in de afgelopen jaren hun diensten te kunnen bewijzen. Is er een ander klimaat op til, dan zouden dus degenen die dergelijke grote werken moeten ontwerpen, daarover gaarne als eersten geïnformeerd worden.

Tenslotte nog een wens. Het klimaat van Nederland, hoewel niet ongunstig voor de landbouw, is toch niet ideaal. Dit maakt dat de potentiële opbrengsten die hier verkregen zouden kunnen worden, gegeven de bodemgesteldheid en het klimaat, maar ook met alle verbeteringen die de mens redelijkerwijs in het open veld kan aanbrengen, aanzienlijk ligt beneden het potentiële niveau van gebieden waar het groeiseizoen langer is en de hoeveelheid zonnestraling hoger, zoals o.a. door De Wit is berekend. Een verschuiving naar wat lagere breedtegraad zou dus zeker gewenst zijn, maar het lijkt mij van de vorige spreker te veel gevraagd, te onzen behoeve de stand van de aardas te wijzigen. Mocht dan tevens de afvoer van Rijn en Maas tot nog geringere

waarden dalen dan in de afgelopen zomer - hetgeen al zeer waarschijnlijk is - dan kon deze maatregel er wel eens toe leiden dat het opbrengstniveau in werkelijkheid door watergebrek zover beneden het veelbelovende potentieel zou komen te liggen dat ook wij elders een nieuw bestaan zouden moeten opbouwen.

Dames en Heren,

Het weer is grillig, het klimaat is eigenlijk merkwaardig constant. Het is nauwelijks mogelijks uit het meer dan overvloedige cijfermateriaal dat ons over meer dan een eeuw ter beschikking staat een systematische verandering, zelfs maar een betrouwbare periodiciteit af te leiden. De enige, systematische verandering ligt buiten de eigenlijke meteorologie: een zwakke maar geleidelijke toeneming van het gehalte aan kooldioxide in de atmosfeer als gevolg van menselijke activiteit.

Kijken wij naar de landbouw dan zien wij eveneens grillige schommelingen, maar daarnaast ook een spectaculaire toeneming van de opbrengsten, voor Nederland bijvoorbeeld een verveelvoudiging sinds 1900. Dit wordt niet direct veroorzaakt door toeneming van het CO_2 -gehalte - al zal dat niet ongunstig zijn - maar wel door menselijke activiteit.

De mensheid is erin geslaagd vele problemen tot een

redelijke graad van oplossing te brengen. Laat ons niet teveel twifelen aan de onzekerheden van de toekomst en mochten wij twifelen, dan bij voorkeur aan onszelf, aan het vermogen onze activiteiten in de juiste richting te leiden, aan ons vermogen tot het scheppen van het juiste klimaat voor onderlinge samenwerking.

Ik dank u.

Hoe constant is ons klimaat?

Enige literatuur:

1. H.H. Lamb, The Changing Climate, 1966.
2. C.J.E. Schuurmans, The Influence of Solar Flares on the Tropospheric Circulation, Mededelingen en Verhandelingen K.N.M.I., No. 92, 1969.
3. S.F. Singer, Global Effects of Environmental Pollution, 1970.
4. Massachusetts Institute of Technology, (SMIC) Inadvertent Climate Modification, M.I.T. No. 201, 1971.
5. H. Flohn, Étude des conditions climatiques de l'avance du Sahara tunisien. W.M.O. No. 279, Technical Note No. 116, 1971.
6. M.I. Budyko, Climate and Life, 1974.
7. Int. Council of Scientific Unions/World Meteorological Organization, The Physical Basis of Climate and Climate Modelling, GARP Publications Series No. 16, 1975.
8. World Meteorological Organization, Proceedings of the WMO/IAMAP Symposium on long-term climatic fluctuations, WMO No. 421, 1975.
9. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Droogte van 1976. Publicatie No. 154, 1976.

Zaai rogge in het stof.

Enige literatuur

1. Agriculture and Sunspots, Nature, 252. Nov. 1, 1974.
2. Andreae, B., 1976. Räumliche Grenzen des Nahrungsspielraumes. Naturwiss. Rundschau, 29, 393 - 400.
3. Baars, C., 1973. De geschiedenis van de landbouw in de Beijerlanden. Diss. Wageningen. Pudoc.
4. Kwantitatieve Akkerbouwinformatie. Publ. 23. PAW, Lelystad.
5. Sitcoulon, J., 1976. Les données hydropluviométriques de la sécheresse récente en Afrique intertropicale. Comparaison avec les sécheresses "1913" et "1940". Cahiers ORSTOM, Sér. Hydrologie 13, 75 - 174.
6. Slicher van Bath, B.H., 1960. De agrarische geschiedenis van West-Europa. Aula 32.
7. Smith, L.P., 1976. The Agricultural Climate of England and Wales. Techn. Bull. 35. Min. of Agriculture, Fisheries and Food.