

Carolinae? 22.6.95

NN02963.674

rd  
d  
ou  
w  
uni  
versiteit

weer-amateurs,  
meteorologen,  
en beunhazen

door prof. dr. J. Wieringa

# WEER-AMATEURS, METEOROLOGEN, EN BEUNHAZEN

door prof.dr. J. Wieringa



Inaugurele rede uitgesproken op 22 juni 1995 bij de  
aanvaarding van het ambt van hoogleraar in de  
Meteorologie aan de Landbouwniversiteit te  
Wageningen

## WEER-AMATEURS, METEOROLOGEN, EN BEUNHAZEN

*Zeer geachte toehoorders,*

Iemand vroeg eens aan zijn buurman: "als je 's morgens je deur uit komt, dan maak je altijd een kruisteken, terwijl je niet katholiek bent - waarom doe je dat?" De buurman antwoordde: "ik voel eerst of bril en pen in mijn linkerzak zitten en mijn portefeuille in mijn rechterzak; dan hou ik mijn hand op om te voelen of het regent, en tenslotte voel ik of mijn broek dichtzit." Voor zijn confrontatie met de omgeving was dus noodzakelijk: werkgereedschap, geld, sociale toonbaarheid — en kennis van het weer.

In niet-tropische landen is nu eenmaal het weer van dag tot dag anders, en dit beïnvloedt merkbaar alle activiteiten buitenshuis, zelfs al is dat maar de gang van woonhuis naar kantoor. Voor de landbouw in het bijzonder is kennis van het weer een voorwaarde voor efficiënt uitvoeren van het dagelijks operationele werk, en informatie over het klimaat is nodig bij allerlei strategische beslissingen op langere termijn.

Alvorens over 't vak te beginnen wil ik u verklaren, waarom ik drie jaar na mijn aantreden hier een inaugurele rede houd. Voor Wageningen hoef ik geen nieuw vak te introduceren. De eerste hoogleraar Natuurkunde, Meteorologie en Klimatologie, Van Gulik, trad hier aan in 1918 en heeft onder meer naam gemaakt door het ontwikkelen van de eerste bruikbare stralingsmeter ter wereld, de Kipp solarimeter. Ook mijn voorganger, professor Wartena, heeft hier beslist zijn licht niet onder de korenmaat gezet. Een inaugurele rede dient echter niet alleen ter introductie van het vak en van een nieuwe voor dat vak verantwoordelijke hoogleraar. De intreerede zelf is een zeldzame aanleiding om de toestand van een vakgebied eens van enige afstand te bezien in het

kader van de actuele onderwijs- en onderzoekssituatie op de universiteit.

Actualisering is voor meteorologie bepaald wenselijk, omdat de situatie enige tegenstrijdige aspecten heeft. Tot in de zestiger jaren was meteorologie voor de gehele Landbouwhogeschool een bijvak, nu slechts voor  $\approx 10\%$  van de studenten, terwijl daarnaast per jaar een handvol studenten zich melden om in meteorologie af te studeren. Tegelijkertijd echter is een Wagenings Instituut voor Milieu en Klimaat opgericht door een twintigtal vakgroepen, omdat studies van klimaatinvloeden zo uitermate actueel zijn. Ook is bij de recente herziening van het Wagenings leerstoelenplan door de verwante vakgroepen als vanzelfsprekend aangenomen, dat er in Wageningen een leerstoel Meteorologie moet blijven. Maar voor alle "groene" studies in Wageningen is enig begrip van het weer belangrijk, en toch komt sinds 1970 meteorologie zelden nog voor in de "groene" studieprogramma's. Hoe zit dat? Wat is de achtergrond van de paradoxale situatie, waarin meteorologie enerzijds zeer belangrijk wordt gevonden, en anderzijds weinig aandacht heeft als wetenschappelijk studievak?

We kunnen ons niet van deze vraag afmaken door er op te wijzen, dat voortgezette meteorologie een sterk exacte studie is en dat de gemiddelde Wageningse student een minder hoge graad van exactheid heeft dan studenten aan een andere technische universiteit. Rondom dat gemiddelde ligt namelijk een forse spreiding, en vele van onze afstudeerders zijn op de weerkunde afgekomen omdat hun eerst gekozen Wageningse studie te weinig exact was naar hun smaak. Bovendien, elementaire weerkunde is voor iedere landbouwstudent te leren. Toch ried de vorige

Wagenings hoogleraar gewasbescherming zijn studenten af om meteorologiecolleges te volgen. Waarom?

Een antwoord op deze vragen zoek ik niet via de gebruikelijke weg, analyse van de wetenschappelijke inhoud van het vak [1]. In plaats daarvan wil ik inhaken op het feit, dat het gezicht en de status van de meteorologie in hoge mate bepaald worden door de mensen die dat vak uitoefenen. Velen daarvan hebben weinig of geen opleiding in de weerkunde gehad, noemen zichzelf amateur en worden uitgescholden voor beunhaas. Het verschil tussen die woorden verdient aandacht.

In kunst, kundes en wetenschappen treft men naast de professionele beoefenaars meestal ook amateurs aan. Als amateur beschouw ik iemand, die zich met een activiteit bezig houdt voor zijn eigen genoegen, soms om economische of creatieve redenen. Een amateur-gitarist of -pianist wil actief bezig zijn met muziek, in plaats van passief te luisteren naar concerten en cd's. Een amateur-timmerman kan een kast maken omdat kopen of laten maken hem te duur is, maar ook omdat hij het leuk vindt om met gereedschap iets bruikbaar te scheppen. Hij maakt geen kast voor een ander, die moet zelf maar zien of hij zijn kasten wil kopen of maken. De term "amateur" houdt liefde en aandacht in, altijd voor de uitoefening van de activiteit en meestal ook voor het resultaat. Daarom is een amateur leergierig. Als amateurs naar buiten treden is dat allereerst om enthousiasme te delen met anderen, niet zozeer om een produkt te verkopen.

Er zijn ook onvakkundige beoefenaars van een vak, die er beslist wel op uit zijn om een produkt te verkopen. De term "onvakkundig" betekent hier, dat

de betrokkene weinig formele scholing in het vak heeft gehad, zodat de kans groot is dat hij door onvoldoende kennis van zaken minderwaardige waar levert, knollen voor citroenen verkoopt. Door geschoolde regulaire beoefenaars van het vak wordt een ongeschoolde of onbevoegde producent vaak "beunhaas" genoemd, een woord dat in vroeger tijden diegenen beschreef die buiten de regulaire gilden of vakverenigingen om werkten. De gebruikswaarde is die van een scheldwoord, en de behoefte om te schelden is begrijpelijk. De vakman heeft tijd en moeite besteed om zijn vak goed uit te oefenen. Doordat een ander hetzelfde vak uitoefent zonder een dergelijke investering, voelt de vakman zich zowel in zijn broodwinning als in zijn persoonlijke waarde bedreigd. Een meer objectieve reden voor protest is, dat het door de beunhaas geleverde produkt waardeeloos of zelfs schadelijk kan zijn, zoals bijvoorbeeld de medicijnen van sommige kwakzalvers.

De reactie van iemand, die voor "beunhaas" wordt uitgemaakt, zegt veel over zijn kwaliteiten. Hij kan verontwaardigd proberen aan te tonen, dat zijn produkten niet slecht zijn. Zo'n reactie bewijst integriteit en behoort door de vakman serieus genomen te worden. Ook in geval dat de buitenstaander een andere aanpak heeft dan gebruikelijk, behoort de echte vakman zijn bezwaren op feiten en zorgvuldig beredeneerde kritiek te baseren. Als een veranderaar bereid is tot feitelijk controleren van zijn resultaten en ook bereid is uitkomsten van een dergelijke toetsing te aanvaarden, dan verdient hij daarbij vakkundige medewerking.

De echte beunhaas is een egotripper, die zozeer overtuigd is van eigen gelijk dat hij bewijsvoering overbodig vindt. Een medische beunhaas,

"kwakzalver", is vast overtuigd dat zijn wondermiddelen en zinloze behandelingen heilzaam zijn. In wetenschappelijk werk zijn het de mensen, die maar één boekje hebben gelezen en nu zeker zijn van hun alwetendheid, waarop de term "beunhaas" toepasbaar is. De zelfverzekerde beunhaas is vaak te herkennen aan de reclame die hij voor zichzelf maakt, waarin dingen beloofd worden die van een onwaarschijnlijke volmaaktheid zijn. In Marten Toonder's verhaal over Heer Bommel en de beunhazen [2] is een opvallend thema, dat de incompetenten voortdurend opscheppen over hun eigen kwaliteiten. Een echte vakman weet hoeveel moeite het kost om perfectie zelfs maar te benaderen, en is bescheiden.

Samenvattend kan gezegd worden dat de beunhaas, overtuigd van zichzelf, keuring en verificatie onnodig vindt en de resultaten van toetsing negeert. Iemand die buiten de reguliere paden werkt hoeft geen beunhaas te zijn — het kan ook een veranderaar zijn, of een actieve amateur die op zijn eigen manier op weg is naar het vakmanschap. Echte vaklieden toetsen hun werk voortdurend.

Gewapend met deze omschrijvingen van amateurisme, vakmanschap en beunhazerij bezien we opnieuw de vraag, waarom meteorologie door zovelen tegelijkertijd als belangrijk en onwetenschappelijk wordt beschouwd. We beginnen met het bekendste weersprodukt, de verwachting van het weer in de komende paar dagen. Volgens de ingezonden-stukken-rubriek in kranten is zo'n verwachting niet beter dan die van een buitenman die naar de lucht kijkt.

Onlangs heeft een Utrechts journalist deze standaardgrap serieus proberen te onderbouwen door drie weken naar de lucht te kijken en zijn waarnemingen te

vergelijken met de verwachting. Hij concludeerde, dat de helft van de verwachtingen onjuist was. Deze amateur was correct genoeg om zijn waarnemingsmateriaal door mij te laten toetsen, en het bleek in een aantal gevallen te berusten op begripsfouten. Op twee dagen bijvoorbeeld was de verwachting "enkele buien". Buien zijn plaatselijke verschijnselen, en de verwachting wilde dus zeggen dat bij de gegeven weersituatie het in driekwart van Nederland gedurende de gehele dag droog zou blijven. De journalist evenwel noemde de verwachting fout, omdat er in Utrecht geen buien waren gevallen. Na correctie van dergelijke misverstanden bleek dat de verwachtingen, zoals gewoonlijk, in minder dan 20% van de gevallen fout waren geweest. Ondertussen had wel voor de zoveelste maal in de krant gestaan, dat er vanwege ruim 50% verwachtingsfouten "in de meteorologie van wetenschap nog geen sprake is" [3].

Soms gebruiken redacteuren het weer voor lekker opgeklopte verhalen. Een voorbeeld citeer ik [4]: "Het KNMI constateerde op zondag een geniepig lagedrukgebied boven de Britse eilanden en voorzag voor woensdag "veel wind". Op maandag kwam het Utrechts Nieuwsblad, puttend uit een eigen weerbron, met "Superstorm in aantocht". Bij het KNMI regende het telefoontjes van bezorgde landgenoten. In het NOS-journaal van die avond legde de weerman namens De Bilt uit, dat "veel wind" wel "storm" kon worden, maar dat die hevigheid waarschijnlijk ten noorden van Nederland zou passeren. Op de voorpagina van De Telegraaf, de volgende morgen: "Orkaan raast naar ons land." Uit de oververhitte telefooncentrale van het KNMI kwam gedurig rook. De weerman legde 's avonds in het journaal wederom uit dat het niet zo'n vaart zou lopen. Dat klopte ook,



het onheil blies ons voorbij. Het dagblad Trouw, daags daarna: "Weerprofeten zaaien ten onrechte paniek."

Weer-moppen horen tot het Nederlands standaard-repertoire, net zoals Belgenmoppen en schoonmoeder-moppen. Ook zijn er andere weergrappen, zoals bijvoorbeeld het bekende touwtjes-weerstation : "touwtje nat = regen, touwtje onzichtbaar = mist". In de aard-wetenschappen worden dergelijke grappen nooit gemaakt over oceanografie, hydrologie of seismologie, omdat al wat zich onder de grond afspeelt geen deel uitmaakt van de menselijke leefomgeving. Het weer wel, en daarom bestaat het public-relations-beeld van meteorologie voor een gedeelte uit grappen, soms hele goeie.



Een buitenman — boer, zeeman of jager — heeft gewoonlijk een goed idee over het weer op korte termijn, in de komende paar uur. Dit krijgt zo'n weeramateur door bestudering van wind en wolken, die nuttige informatie geven over weersystemen binnen 100 km afstand. Een goed amateur kent zijn beperkingen en waagt zich niet aan uitspraken over het weer op middellange termijn, dus voor de komende paar *dagen*, want daarvoor zijn weergegevens nodig binnen een straal van 5000 km. Boeren en buitenlui weten zeer wel, dat ze verwachtingen voor morgen beter kunnen overlaten aan weerdiensten en ze beluisteren in het radioweerbericht voor land- en tuinbouw tijdens het middagmaal. Mijn voorganger, professor Wartena, heeft dat weerbericht voor Gelderland nog verbeterd door toevoeging van landbouwkundige consequenties van de actuele meteorologische ontwikkelingen. Zulk maatwerk bestaat voor meer bedrijfstakken.

Het maken van een weersverwachting voor morgen is trouwens voor een student een zeer leerzame methode om inzicht in de grote complexiteit van atmosferische processen te ontwikkelen. Daarom heeft de vakgroep een weerkamer-practicum in de rompstudie. Dit practicum is ook toegankelijk voor andere Wageningse studenten.

De maximale voorspelbaarheidstermijn van verschijnselen kan niet veel groter zijn dan zijn levensduur, en die neemt toe met de afmetingen van het verschijnsel. Kleinschalige storinkjes en buien hebben een levensduur van enige uren, en daarom is een precieze verwachting voor een halve dag vooruit moeilijker dan men denkt. Anderzijds hebben de grootste weersystemen op gematigde breedte een levensduur van

circa een week, en voor langere termijnen is het dus onmogelijk om goede weersverwachtingen te maken. De beste informatie over het weer van de komende maand is dus het klimatologisch gemiddelde.

Bij stadsmensen bestaat evenwel de onuitroeibare illusie, dat buitenlui lange-termijn-verwachtingen kunnen maken op basis van natuur-informatie. Beunhazen maken daarvan gebruik. Bijvoorbeeld, Libelle publiceerde in april 1985 dat de schipper, de molenbaas, de astroloog en de waterkijker het er over eens waren dat het een mooie zomer zou worden [5]. Helaas werd de zomer koud en nat, met in de zomermaanden dubbel zoveel regen als gewoonlijk.

# De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!

het wordt dus, lange dagen aan het strand, het heel leuke strand buiten... of ten en zelfs in september nog genieten van het lekkere weer!

 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>	 <p><b>De zomer van 1985</b> De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi!</p>
--	---	---	---	---	---	---	---

Beunhaas-uitspraken over het weer van komende seizoenen zijn doorgaans gebaseerd op een of andere onfeilbare methode, zoals de vacht van de kat van Klazien uit Zalk [6]. Zo'n methode is verheven boven alle kritiek; de weerman Hans de Jong vertelt over een astrologische beunhaas: "Hij vroeg me of ik zijn voorspellingen wilde toetsen; dat wilde ik wel. Na een tijdje vroeg hij wat ik er van dacht. "Soms komen ze uit, maar soms ook niet," zei ik. "Welnee," zei hij, "ze komen altijd uit." Toen was voor mij de kous af — dat is onzin. Ik zou het niet in mijn hoofd halen zulke dingen te zeggen" [7]. Dit is een goede illustratie van het verschil tussen de vakman of amateur, die een toetsing serieus neemt, en de beunhaas die dat niet doet.

We kunnen weliswaar de Enkhuizer almanak en andere beunhazen als folklore beschouwen, leuk en amusant, maar het is wel zo dat dergelijke valse weerprofeten mede het publieke beeld van de weerkunde bepalen. Dat schaadt de reputatie van de vaklieden van KNMI, Meteo Consult en zo. Het schaadt eveneens de reputatie van oprechte amateurs, die kleine radio-rubriekjes en krantenrubriekjes naar hun beste weten verzorgen omdat er niet genoeg professionals zijn voor al die taken. Sommige amateurs maken daar een potje van, maar andere amateurs zijn in de loop der tijd behoorlijk weerwijs geworden en behoren niet op één hoop gegooid te worden met beunhazen. Daarom verwelkomt de Nederlandse Vereniging van Beroepsmeteorologen goede, doch formeel ongeschoolde amateurs na een kennistoetsing gaarne als leden.

Overigens is het veel voorkomen van beunhazen en media-narren in het weersverwachting-bedrijf ongetwijfeld een van de redenen, waarom

meteorologie aan de universiteit wel belangrijk wordt gevonden, maar toch als wetenschap weinig serieus wordt genomen.

Het wordt tijd dat we ons gaan bezig houden met het op een na bekendste weerprodukt, namelijk het klimaat en het broeikas-effect. Laten we beginnen met het klimaat, meestal gedefinieerd als het "gemiddelde weer". Die definitie hebben we overgehouden uit de aardrijkskundeles met zijn wereld-klimaatkaarten.

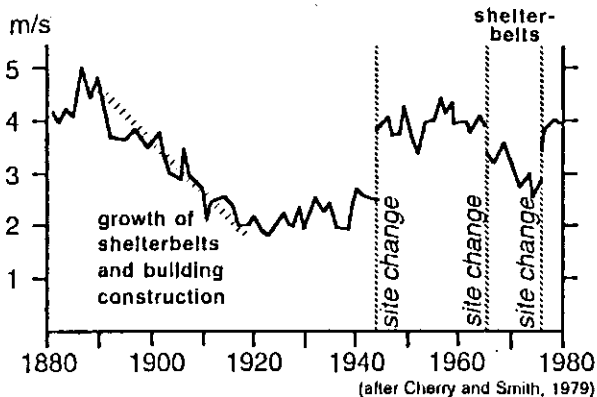
Voor de praktijk evenwel is minstens even belangrijk hoe de weersomstandigheden variëren rondom dat gemiddelde, omdat de extreme gevallen van droogte, vorst, storm enzovoort de meeste schade aanrichten. Een Amerikaanse minister van Landbouw zei: "ik heb mijn departement laten weten, dat ik nooit meer een economisch landbouwrapport wil laten publiceren, dat alleen uitgaat van het gemiddelde weer" [8]. Men wil ook gegevens over de variantie, de mogelijke extremen en de toe- of afname in de tijd. Die toename is de laatste tijd extra interessant geworden vanwege de speculaties over klimaatverandering.

Al die informatie moet komen van weerstations, die zorgzaam jaar in jaar uit op goede manier metingen uitvoeren en archiveren. Zonder dat is het niet mogelijk om klimaatmodellen te toetsen, maar ook niet om praktische studies te doen over het verband tussen, bijvoorbeeld, bierverbruik, temperatuur en vochtigheid. Gedurende ruim honderd jaar, sinds 1872, heeft men wereldwijd continu goede meteorologische metingen verricht en uitgewisseld zonder kosten.

Het doen van goede stationsmetingen is een veel-eisende taak. Het meetinstrument speelt daarbij niet zo'n belangrijke rol als de meesten denken. Er zijn

weliswaar onnauwkeurige instrumenten in de handel, zoals de gecombineerde maximum- en minimum-thermometer, maar de meesten zijn nauwkeurig genoeg na ijking. Er zijn enige ernstiger fouten die een buitenstaander over 't hoofd ziet. Sommige instrumenten hebben onduidelijke registratie, zoals de zonneshijnmeter van Campbell-Stokes waar de zon een spoor brandt in een registratiestrook. Moet een bruine streep dan als zonneshijn geteld worden of niet? Waarneming kan plaatsvinden op verkeerde of onregelmatige tijdstippen, en voor temperatuurklimaat met een etmaalvariatie van tien graden kan dat systematische fouten van een of twee graden opleveren. Beperking van registratie tot etmaal-gemiddelden maakt trouwens de meting nutteloos voor gebruikers die geïnteresseerd zijn in de dagelijkse maxima en minima.

#### ANNUAL MEAN WIND SPEED CANTERBURY (N.Z.)



De meest genegeerde foutenbron is evenwel de opstellingsfout. Windmeting is daarvoor het gevoeligst. We hebben niet veel aan een honderdjarige windmeetreeks in een omgeving waar de bomen voortdurend hoger groeiden, zodat de windmeter tijdens de reeks enige malen is verplaatst naar een plaats met windbeschutting in andere richtingen [9]. De beschuttingsfouten van 20% tot 40% zijn dan veel belangrijker dan een  $\pm 5\%$  meetfout van het instrument.

De grondregel van een goed klimatoloog is nooit windmetingen uit een onbekende meetopstelling te analyseren, en om de metingen van goed bekende stations op objectieve wijze te corrigeren voor beschutting door de omgeving [9]. Sommige windmeters zijn zozeer beschut, dat hun meting niet veel meer te maken heeft met de windkracht in de omgeving; andere windmeters zijn zo dichtbij een paal of schuur gemonteerd, dat daardoor weer meetfouten van tientallen procenten ontstaan.

Ook voor andere metingen geldt dat informatie over de meetplaats nodig is, omdat ervaring leert dat die soms afgrijselijk is. Bij inspectie blijkt temperatuurmeting tijdens een buitenlands project te zijn verricht in een nauwe vallei, met een kassencomplex in storende nabijheid. Een nationale milieu-bovenbaas vertelt, dat bij de meetuitkomsten van zijn veld project desgewenst ook gegevens van een naburig weerstation geleverd kunnen worden — bij naspeuring blijkt dat station er uit te zien alsof het tien jaar geleden al onbruikbaar was. Van een belangrijk Amerikaans weerstation blijkt de regenmeter in de drup van een silo te staan [10]. De regenmeter in Bagdad wordt 's zomers binnengezet omdat het dan toch niet regent, maar zomer-neerslagcijfers worden wel gepubliceerd.

Kortom: bij interpretatie van klimaatgegevens is stationsdocumentatie en kennis van meettechniek onontbeerlijk.

In het Nederlands milieu-onderzoek wordt vaak gebruik gemaakt van weermetingen. Met beunhazige zelfverzekerdheid koopt men wat instrumenten en stelt die op. Als men dan een dauwpuntsmeting uitvoert met een geventileerde psychrometer op gewastop-hoogte, dan is met goed fatsoen niet te zeggen op welke hoogte in 't gewas die metingen representatief zijn. Meet men ongeventileerd, dan maakt men grove systematische meetfouten. Ofwel, men hangt een thermometer aan een muur en meet dan overdag te hoge en 's nachts te lage "luchttemperaturen". Vele andere meetfouten zijn mogelijk.

In zulke gevallen is het praktisch als de landbouwkundige zich realiseert, dat hij in de weerkunde maar een amateur is. Advies van een meteoroloog bij opzet van het experiment is dan geen luxe. Verstandige landbouwkundige onderzoekers nemen bovendien de moeite om weermetingen, die zij in nabijheid van experimenten uitvoeren, regelmatig te vergelijken met waarnemingen van een goed naburig weerstation. Dat station moet er dan wel zijn.

In de laatste jaren zijn de weerdiensten door regeringen in vele landen steeds minder als publieke dienst bekostigd. Daarom vragen zij steeds hogere prijzen voor hun meetgegevens en jagen de klanten weg, die dan maar zelf slechte metingen gaan doen omdat dat minder kost. Vervolgens worden bij gebrek aan inkomsten de weerstations opgeheven, en kan men niet langer weermodellen en weergevoelige experimenten toetsen aan betrouwbare weermetingen.



Dit gebeurt op allerlei plaatsen — ook hier in Wageningen, waar het enige landbouw-weerstation in Nederland beschikt over de langste stralings-meetreeks ter wereld, sinds 1928. Voortzetting van die reeks is van vitaal belang voor toetsing van het al-dan-niet optreden van het broeikas-effect; daarnaast ondersteunt het station allerlei Wageningse experimenten. Maar het continu uitvoeren van waarnemingen geldt in het nieuwe bekostigingsmodel niet als onderzoek of onderwijs, zodat de vakgroep Meteorologie niet langer de capaciteit krijgt om het als extra taak te kunnen doen. Binnenkort moet het station dus opgeheven worden, tenzij buiten het onderwijs ergens structurele financiering gevonden wordt.

Operationele stationsmetingen zijn de infrastructuur van de meteorologie — maar zijn een ander soort infrastructuur dan een gebouw of een computer, omdat ze continu onderhoud kosten en daarop niet eenvoudig bezuinigd kan worden. Een gebouw kan je eens in de tien jaar schilderen in plaats van eens in de vijf jaar; maar als je de weerwaarneming reduceert tot zes maanden per jaar, heb je weinig aan het resultaat. Het KNMI bezuinigt dus op weerstations door het netwerk uit te dunnen — bijvoorbeeld, Deelen wordt nu opgeheven. Maar zo'n aanpak kan niet meer bij dit laatste agro-weerstation. Hopelijk blijft deze bron van meetgegevens bestaan.

Bij het noemen van "klimaat" denkt men tegenwoordig niet allereerst aan beschrijving van het gemeten verleden weer, maar eerder aan een verwachting van het weer over vijftig jaar. Zoiets is mogelijk geworden, sinds in de zeventiger jaren de computers groot genoeg werden om modellen te herbergen van de atmosferische circulatie. De atmosferische samen-

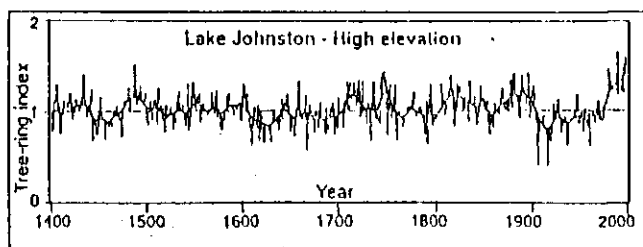
stelling is aan het veranderen door de afvalprodukten van de menselijke beschaving, waarvan CO<sub>2</sub> en fluor-koolwaterstoffen de bekendste zijn. Dit zou door het zgn. broeikas-effect moeten leiden tot een toename van de temperatuur op deze wereld met enige graden. In het complexe geheel van de atmosferische verschijnselen zijn echter veel mee- en tegen-koppelingen aanwezig voor de energiestromen. Daardoor is het moeilijk te schatten hoe snel die opwarming kan zijn; er zijn zelfs nog onderzoekers die menen dat er een ijstijd komt.



"Ze zitten er weer eens naast —  
de weersverwachting gisteren  
zei niets over een ijstijd"

Het z.g. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), een wereldteam van 170 klimatologen, heeft in 1990 alle bestaande kennis over deze zaken gebundeld en geconcludeerd, dat de gehele wereld in de volgende eeuw waarschijnlijk een graad per twintig jaar zal opwarmen [11]. Maar deze schatting is nog behoorlijk onzeker, en een aantal jaren experimenteel en modelmatig onderzoek zal nog nodig zijn voordat hierover meer duidelijkheid komt. Meer informatie over het broeikaseffect vindt u in het boek van Tennekes en Können [12] en in de recente introereede van Slanina [13].

Hier wil ik alleen er op wijzen, dat u uit een of twee ongewoon warme of koude zomers niet mag afleiden, dat het wereldklimaat al aan het veranderen is. Voor eventuele echte klimaat-verandering kan de tijdschaal namelijk niet korter zijn dan een tiental jaren, de reactieperiode van de bovenste honderd meter van de oceaan. Wel toont bijvoorbeeld ringonderzoek aan zes eeuwen oude bomen [14], dat er op het ogenblik een duidelijke opwarming optreedt, maar deze is nog niet langdurig genoeg om zekerheid te verschaffen.



Intussen zijn sinds de eerste Wereldklimaatconferentie in Geneve, 1979 [15] een groot aantal niet-meteorologen bezig met studies van de invloed van hypothetische klimaatveranderingen op de economie en de landbouw. Typisch gaan dergelijke "impact studies" uit van een gegeven temperatuuroename, en ook hier in Wageningen worden er zelden meteorologen bij betrokken. Een aantal van deze studies zijn gericht op beleidsscenario's, maatregelen die in ieder geval genomen moeten worden bij klimaatverandering, en misschien ook als het klimaat niet verandert. Bijvoorbeeld, we doen er in ieder geval goed aan om op energiegebruik te bezuinigen, want die energie zullen we hard nodig hebben als de IPCC-critici gelijk hebben en er een ijstijd komt. Als het IPCC gelijk krijgt, dan is energie-bezuiniging ook nodig, ditmaal om het tempo van de opwarming te beperken.

Het is eigenlijk verbazingwekkend, dat zo weinig meteorologen in dergelijke studies betrokken worden. Bij een bezoek aan de afdeling landbouwklimatologie van het Europese Joint Research Centre in Ispra, Italië, blijkt daar geen enkele meteoroloog te zijn. Fysisch geografen en hydrologen werken er met computermodellen, die ze maar half begrijpen. Af en toe gaat dat mis — dan vraagt het model om invoer van atmosferische stabiliteits-informatie, en blijkt niemand van de staf te weten wat dat nou eigenlijk is, stabiliteit.

Als je in Nederland bij een landbouwdienst op bezoek komt, tref je daar zelden iemand met een werkelijke meteorologische scholing aan. Medewerkers zijn wel geïnteresseerd in het weer, dat wel, ze hebben enige empirische ervaring over de wisselwerking tussen weer en gewas, en ze redden zich wel. Af en toe gaat dat mis. Dan wordt in Groningen ten

onrechte een verbod uitgevaardigd om overdag het gewas te beregenen "omdat er overdag wel 60 procent van het water verdampt voordat het de gewassen bereikt." Hiemstra moet dan uitleggen, dat zoiets veel meer verdampingsenergie zou kosten dan de zon beschikbaar stelt, enzovoort, en dat hoogstens 6% voortijdig verdampt [16]. Waterschapsautoriteiten weten dat kennelijk niet, en hebben ook geen vakkundig advies gevraagd.

Ook hier in Wageningen zijn in de verschillende instituten maar weinigen, die enige meteorologische scholing hebben. Docenten die werkzaam zijn in een verwant vakgebied hebben misschien één boek over meteorologie gelezen, en passen dat nu toe indien nodig. Met meteorologen overleggen ze nauwelijks, hoogstens vragen ze om gegevens. Van de volgende generatie Wageningers weet ook maar 10% iets van het weer af.

Af en toe gaat dat mis. Een voorbeeld is het voorstel van een niet-meteoroloog, dat hij een meteorologisch model gaat maken voor het Maas-stroom-gebied, met verwachte neerslag nog wel [17]. Als belangrijke factor noemt hij "de verdamping van een bos is ook een stuk groter dan die van een parkeerplaats." Hij weet kennelijk niet, dat in winterse stortregen-situaties de verdamping van beiden vrijwel nul is door de grote luchtvochtigheid en geringe straling, dus verwaarloosbaar tegenover vele tientallen mm neerslag per dag. Waarschijnlijk weet hij nog veel meer niet van meteorologie; maar hij zal ongetwijfeld het project ter uitvoering krijgen.

Sutcliffe [18] vertelt, dat omstreeks de Tweede Wereldoorlog in Engeland geen enkele universitaire scholing in meteorologie bestond, en dat toen in arren

moede besloten werd dat stafleden op de weerdienst niet eens een universitaire graad hoefden te hebben. Dit leidde een neerwaartse spiraal in, met interne trainingen op de Engelse weerdienst van ongekwalificeerde rekruten. Engeland heeft nog steeds maar een paar universiteiten met een meteorologiestudie.

In Nederland is het op vergelijkbare manier gegaan. Pas omstreeks 1970 kwam meteorologie op de universiteiten aan de orde als serieuze hoofdvak-studie in Utrecht en Wageningen, en dan nog maar op hele kleine schaal. Het KNMI en de Luchtmacht leiden hun staf intern op (met Wageningse medewerking). Het resultaat is: als waterstaat, of landbouw, of milieu voor een of ander karwei een meteoroloog in dienst wil nemen, dan is die er niet. Er is zo weinig aanbod van universitair geschoolde meteorologen, dat overal de gewoonte is ontstaan om het dan maar zonder te doen. Men neemt een fysisch geograaf of een agronoom in dienst, bijvoorbeeld, en de moeilijke weerkundige vragen worden doorverwezen naar Meteo Consult en KNMI. Af en toe gaat dat mis — als niemand in 't bedrijf door heeft dat er een meteorologisch probleem ligt.

Hier in Wageningen is de toepassing van het vak meteorologie op een ongezonde minimumlijders-basis geschoeid. Bijvoorbeeld, het beroemde gewasbeschermings-model Epipre bevat geen enkele weerparameter, terwijl studies elders hebben aangetoond dat het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan verminderen met een factor *vijf* door verstandig om te gaan met de weersomstandigheden. Maar het feit dat professor Zadoks, een intelligent man, zijn studenten afraaide om meteorologiecolleges te volgen, wordt begrijpelijk als men inziet dat de gewoonte van niet-vakkundig hanteren van het weer een zeer

algemene gewoonte is. Af en toe gaat dat mis — dan staat er in een proefschrift een niet-verwaarloosbare meteorologische blunder.

Ook al zou men in landbouw, transport en milieu kunnen weten dat investering in goed weergebruik zich tienvoudig terugbetaalt [8], toch gaat men door op de oude voet bij gebrek aan meteorologen. De maatschappelijke vraag naar hun inzet wordt niet gesteld omdat ze er nauwelijks zijn. Hun plaats wordt ingenomen door leergierige amateurs als het meezit, en door egocentrische beunhazen als het tegenzit.

Ik vraag kortweg: wordt het zo langzamerhand niet de hoogste tijd om meteorologie serieus te nemen op de universiteit? Tientallen jaren achterstand in het opleiden van een noodzakelijk minimum is niet op korte termijn in te lopen. Maar Wageningen zou een voorbeeld moeten nemen aan de hogere landbouwscholen, die na dertig jaar ingezien hebben dat men in de landbouw toch wel iets van het weer af moet weten om de juiste vragen te kunnen stellen, de bestaande problemen te herkennen, en te kunnen omgaan met het tegenwoordig aanbod van agrometeorologische computermodellen, decision-supporting systems [19]. Het weer is daar dus weer in het curriculum opgenomen, er is zelfs een goed leerboek gemaakt [20].

Laten we zorgen, dat ook de Wageningse studenten de kans krijgen om minimale kennis op te doen van weer, wind en water. Een algemeen propaedeuse-college "meteorologie en hydrologie" zou niet misstaan op een universiteit, die zich zo nadrukkelijk milieu-universiteit noemt. Intussen nodig ik de studenten uit om in hun vrije-keuzeruimte de weerkundige kennis aan te vullen, die nu zozeer ontbreekt in hun studiepakket.

Gebruikelijk is dat ik, na bovenstaande beschouwingen over mijn vak, mijn rede eindig met enige dankzeggingen over de mogelijkheid om dit vak in universitair kader te kunnen uitdragen. Evenwel moet ik dan wel allereerst het huidige universitaire kader beschrijven. Dat ziet er enigszins uit als een kip, bij wie tijdens een tornado al de vleugels zijn afgewaaid.

In dit verband is het nodig het landelijk politiek bestel te waarschuwen, dat een beleid van onophoudelijke onderwijs-reorganisatie met invoering van outputmodellen gewoonweg neerkomt op wurging van kleine studierichtingen. Als je ze niet allen op wilt heffen, geef ze dan de minimaal benodigde ruimte. Meteorologie is een goed voorbeeld, maar allerminst uniek.

Het onderwijs-publiciteitsmodel ziet weerkunde-studie als een "speciaal soort bodemkunde", zodat belangstellende scholieren niet meer worden ingelicht dat er meteorologie is in Wageningen. Dus komen er minder studenten, en dus wil het nieuwe output-financierings-model [21] nu de staf terugbrengen van vier naar twee man — wel met handhaving van de eis om dezelfde volledige afstudeerrichting te blijven verzorgen. Naast de onderwijslast komt dan nog: nieuwe interuniversitaire onderzoeksscholen, Wageningse milieu-instituutsopbouw, voorwaardelijke onderzoeksfinancierings-projecten, landelijke onderzoeksvisiteatie, voorkomen van een schadelijke verhuizing, voortbestaan van het weerveld, verkrijging van noodzakelijke weergegevens, totale omdraaiing van voorwaarden voor personeelscapaciteit, materiële bezuiniging ....alles tegelijk, en gaarne gisteren klaar. Dit vraagt om hartinfarcten, zoals reeds gebleken is. Buigt men het beleid van organisatie-overbelasting pas om als er echt doden vallen?

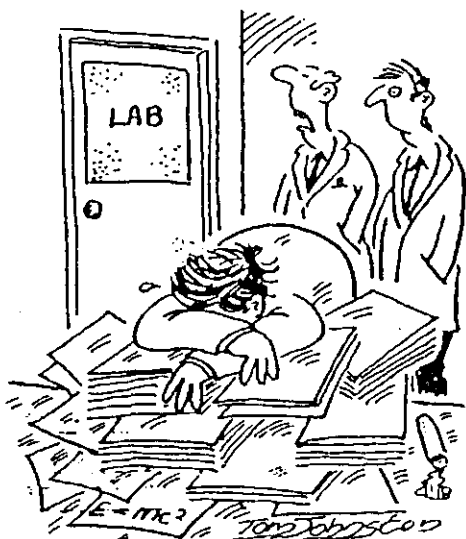


Bij analyse van het nieuws valt op dat het parlement weinig inzicht heeft, hoezeer vijftien jaar krimp de universiteiten tot een vaak onwerkbaar minimum heeft teruggebracht, en hoeveel schade de voortdurende ambitieuze reorganisaties aanrichten. Vorige zomer, tijdens de vorming van het "paarse" kabinet, had "Den Haag" duidelijk de illusie dat hoger onderwijs tegelijk gereorganiseerd en gekort kon worden, met kwaliteitsverbetering als resultaat. Bijvoorbeeld, het Tweede-Kamerlid Lansink, reeds vele jaren onderwijs-woordvoerder van zijn fractie, vraagt zich laatdunkend af of er wel hard genoeg aan getrokken wordt: "wordt er zaterdag nog een boek gelezen dat met het werk te maken heeft, of gaat men liever golf spelen [22]?" Als hij hierover echt navraag deed, zou hij merken dat de huidige gemiddelde werkweek van staf en hoogleraren omstreeks zeventig uur bedraagt.

Er is echter nu hoop op iets meer begrip bij het departement van onderwijs vanwege de acties van het ministeriële "circus-Nuis", dat landelijke informatieve besprekingen heeft gevoerd alvorens een nieuw beleid op te zetten. Zo'n actieve belangstelling voor wat er gebeurt op de universiteiten kan leiden tot uitvoerbaarder beleid.

De politiek hanteert universitaire onderzoekspublikaties als controlemiddel op de universitaire kwaliteit. Evenwel, de ruimte voor uitvoering van publiceerbaar onderzoek wordt meer en meer afhankelijk van de kans op verkrijging van commerciële projecten. Nu is die kans vaak minder dan 15%. Het criterium "publicaties" kan alleen eerlijk werken, wanneer de staf enige tijd krijgt voor vakgericht onderzoek. Het nut van zulke "normatieve" onderzoeks-capaciteit is, dat een universitair docent in zijn vak goed ingewerkt kan blijven en niet hopeloos achterraakt. Alleen dan kan

het actuele onderwijs worden gegeven, dat de samenleving van een universiteit verwacht. In onze maatschappij is bovendien behoefte aan toetsing van onze wetenschappelijke vooroordelen en aan grensverleggend onderzoek. Als voor ongedwongen denkwerk aan de universiteit geen plaats meer is, waar dan wel?



"Arme Jaap — hij is zijn geniale idee kwijt geraakt tussen de project-aanvraagformulieren"

Aan de zojuist herkozen Wageningse universiteitsraad heb ik twee algemene vragen. Ten eerste verzoek ik, of zij de regel "oud voor nieuw" willen hanteren voor alle lopende en toekomstig voorgestelde reorganisaties. Bijvoorbeeld, op het ogenblik hebben we de nieuwe onderzoeks-visitaties, maar de oude voorwaardelijke onderzoeks-financiering is niet afgeschaft. Vermeerder niet steeds weer het aantal bestuursorganisaties! De tweede vraag is, of de raad er op wil toezien dat toewijzingsmodellen maatwerk kunnen geven. Modellen zijn nuttig om beleid te steunen, maar te dom om zelf te regeren, en moeten niet zo worden versimpeld dat ze de veelkleurige werkelijkheid zelfs niet bij benadering kunnen afbeelden.

Als verstandige mensen onder elkaar moeten we zo een einde kunnen maken aan de situatie, waarin een hoogleraar wordt aangesteld om onderwijs te geven, wordt afgerekend op verricht onderzoek, en het merendeel van zijn tijd moet geven aan administratie en organisatie.

Ik hoop van harte dat dit een werkelijke intrede is in die zin, dat ik na drie jaar management eindelijk eens voldoende tijd zal hebben voor de onderwijstaak van een hoogleraar. En meteorologie is zo'n fascinerend vak. Zowel het waarnemen van de steeds wisselende atmosferische verschijnselen, als het proberen ze te begrijpen, blijft interessant. Ijskristallen in de lucht geven artistieke optische effecten, waarvan u de grote halo ook in Nederland kunt zien bij beginnende cirrusluier-bewolking. In de bergen geven wervelcirculaties achter de toppen aanleiding tot verticale wolkenketens, die onze zuiderburen een "stapel borden" noemen. Maar er is ook veel te zien aan een gewone buienwolk, of aan een grondmistlaag in de

ochtendzon. U allen wens ik toe, dat u vaak met  
genoegen om u heen kijkt, en de vakgroep Meteorologie wil u gaarne helpen bij 't begrip.

## Besluit

*Geachte Rector, en geachte leden van het College van Bestuur van de Landbouwwuniversiteit,*

Uw taak in het huidige politieke klimaat is zwaar, en ik heb respect voor de wijze waarop u die taak in goed overleg tracht te volvoeren. Gelukkig is Wageningen een kleine stad, en zijn de ambtelijke afstanden voor dat overleg er minder groot dan elders. Ik hoop nog lang op constructieve wijze met u te kunnen samenwerken.

*Geachte collega's van de cluster Landgebruik, geachte stafleden van de Sector Landinrichting & Milieu,*

Onze samenwerking in goede sfeer is in de afgelopen jaren voor de vakgroep Meteorologie en voor mijzelf in 't bijzonder een belangrijke steun geweest. Mijn erkentelijkheid voor jullie collegialiteit is groot.

*Beste medewerkers van de vakgroep Meteorologie,*

Reeds drie jaar lang ervaar ik jullie teamgeest en wederzijds respect tussen allen. Een vakkundig ploegje, internationaal gewaardeerd, maakt enthousiast de studenten wegwijs op de weerkaart en in goed experimenteel veldonderzoek. Bedankt voor de grote inzet — en houen zo . . .

*Hooggeleerde Wartena, beste Bert,*

De vakgroep Meteorologie is door jouw enthousiasme geworden tot een energieke en succesvolle Gideonsbende. Ik hoop dat je tevreden bent over de

voortzetting, en dank je voor je voortgaande moeite om een ouwe Amsterdammer enig inzicht in het boerenbedrijf te geven.

*Dames en heren studenten,*

Hopelijk zijn jullie hier in weerwil van de banvloek op overconsumptie van onderwijs, en toont daarmee een brede belangstelling te hebben. Hopelijk was het ook belangwekkend. De universiteit slaagt alleen in zijn taak, wanneer jullie enthousiasme voor een stuk wetenschap is gewekt.

*Geachte medewerkers van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,*

Drie jaar na mijn vertrek uit De Bilt voel ik me nog steeds geen vreemdeling op het Instituut. De medewerking van jullie allen in allerlei zaken, van Cabauw tot bibliotheek, is hartverwarmend. Hopelijk doet onze vakgroep ook af en toe iets terug voor De Bilt.

*Hooggeleerde Tennekes, beste Henk,*

Voor veel KNMI-ers ben je een woelige bron van inspiratie geweest, voor mijzelf zeker. Het is een verlies voor het KNMI dat je er niet meer werkzaam bent, maar hopelijk winst voor jezelf. Veel succes gewenst met wat je nog gaat doen nu je vrij van het ambt bent.

*Geachte medewerkers van de Faculteit der Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Delft,*

Gedurende de afgelopen jaren is allerlei ervaring die ik in Delft kon opdoen, didactisch en organisatorisch, van groot nut gebleken. Zonder dat was het heel wat moeilijker geweest om hier mijn taak goed te verrichten. Speciaal Charles Hoogendoorn dank ik

voor zijn voorbeeld in zorgvuldigheid bij het leiding geven aan een vakgroep.

*Waarde meteorologische collega's uit Utrecht en Amsterdam,*

De School voor Atmosferisch en Marien Onderzoek is van start, en blijkt een zinnig kader voor groeiende samenwerking, waarvan we nog veel goeds kunnen verwachten.

*Lieve Henriët, Esther en Freya,*

Annie M.G. Schmidt's moeder vertelde haar "trouw nooit met een dominee, die is altijd thuis". Jullie zouden kunnen zeggen "verwacht geen gezelschap van een wetenschapsfanaat, die is altijd bezig". Jullie tolerantie daarvoor is gelukkig beperkt, en ik leer nog steeds van jullie dat andere dingen op bepaalde tijden belangrijker zijn.

## Referenties

- [1] L. Wartena (1978): Een weerpraatje. Inaugurele rede Landb. Univ. Wageningen, 5-10-1978.  
R.M. Friedman (1981): Nobel Physics Prize in perspective. *Nature* 292, 793-798.  
J. Wieringa (1991): Meteorologie, rekenen aan het onbeheersbare. Afscheidscollege Techn. Univ. Delft, 15-11-1991.
- [2] M. Toonder (1974): Overgehaalde landrotten. De Bezige Bij, Amsterdam.
- [3] H. Wigbold (1993): Enige bescheidenheid zou de weerman sieren. *Volkskrant*, 16-10-1993.
- [4] F. Happel (1992): Storm. *Automarkt* 23-5-1992.
- [5] J. den Held (1985): De zomer van 1985 wordt zonnig en mooi! *Libelle* 16/'85.
- [6] A. van der Horst: Vijf weerprofeten over de zomer van '93. *Televizier*, 23-1-1993.
- [7] J. Koelewijn (1985): De weermannen van Nederland. *Vrij Nederland*, bijlage 14.
- [8] W.J. Maunder (1989): The human impact of climate uncertainty. Uitg. Routledge, U.K.
- [9] J. Wieringa (1986): Roughness-dependent geographical interpolations of surface wind speed averages. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 112, 867-889.  
J. Wieringa (1995): Representativity of extreme winds. In: *Hydrology of disasters*, ed. V.P. Singh, uitg. Kluwer.
- [10] S.A. Changnon, F.A. Huff (1977): La Porte again: a new anomaly? *Bull. Am. Meteor. Soc.* 58, 1069-1072.
- [11] R.A. Kerr (1990): New greenhouse report puts down dissenters. *Science* 3-8-1990, 481-482.
- [12] H. Tennekes, G.P. Können (1990): Aanhoudend

warm. Uitg. Thieme.

- [13] J. Slanina (1995): Meten is weten: meetmethodologie als fundament voor ontwikkeling en beleid. Inaugurele rede Landb. Univ. Wageningen, 30-3-1995.
  - [14] I. Anderson (1991): Global warming rings true. *New Scientist* 21-9-'91, 23.
  - [15] K. Hare (1979): The vaulting of intellectual barriers: the Madison thrust in climatology. *Bull. Am. Meteor. Soc.* 60, 1171-1174.
  - [16] G. Hiemstra (1992): 's Nachts beregenen spaart geen water. *De Boerderij, Suppl. Veehouderij*, juli 1992.
  - [17] J. van Kasteren (1995): Vooruitlopen op verandering. *Wetenschapsbeleid* 17, 13-15.
  - [18] R.C. Sutcliffe (1970): University education in meteorology. *WMO-Bull.* 19, 144-147
  - [19] J. Wieringa (1995): Operational applications of meteorology to agriculture and horticulture. European Comm. COST Action 711 Review Report.
  - [20] N. Bor, J. Harbers, G. Hiemstra, R. Mauritz, G. Peters en L. Wartena (1994): *Weerkunde voor de agrarische sector*. ISBN 90-401-0142-6, uitg. EPN.
  - [21] J.G.A. van Mierlo (1990): Argeloze universiteit afgetroefd door O&W. *Privatisering* 2, 4-6.
  - [22] P. Wouters (1994): Onrust en onduidelijkheid. *Hypothese* 2, 6-9.
-



Vaak wordt de vraag gesteld, waar een goed overzicht te vinden is over meteorologische aspecten van een bepaalde tak van de landbouw. De Wereld Meteorologische Organisatie heeft in de loop der jaren in de serie Technical Notes veel goede overzichtsstudies gepubliceerd, en een lijst van de belangrijkste op agro-gebied volgt hierbij. De rapporten zijn ter inzage in goede bibliotheken, en recente uitgaven zijn ook nog verkrijgbaar bij de WMO (informatie bij KNMI).

### **Agrometeorologische publikaties WMO**

- N° 100 (1963): Guide to agrometeorological practices (2nd ed. N° 134, 1981).
- N° 551 (1980): Lecture notes for training Class II and Class III agricultural meteorological personnel; by R.W.Gloyne and J.Lomas.

### **Technical Notes:**

- N° 10 1955 Forecasting from weather data of potato blight and other plant diseases and pests.
- N° 32 1960 Meteorological services for aircraft employed in agriculture and forestry.
- N° 41 1961 Climatic aspects of the possible establishment of the Japanese beetle in Europe.
- N° 42 1961 Forecasting for forest-fire service.
- N° 51 1963 Protection against frost damage.
- N° 53 1963 Effect of weather and climate upon the keeping quality of fruit.
- N° 54 1963 Meteorology and the migration of the desert locust.

- N° 55 1963 Influence of weather conditions on the occurrence of apple scab.
- N° 96 1968 Air pollutants, meteorology and plant injury.
- N° 97 1968 Practical soil moisture problems in agriculture.
- N° 99 1969 Meteorological factors affecting the epidemiology of wheat rusts.
- N° 101 1969 Meteorology and grain storage (2nd ed. 1990).
- N° 107 1970 Meteorological observations in animal experiments.
- N° 113 1970 Weather and animal diseases.
- N° 118 1971 Protection of plants against adverse weather.
- N° 119 1972 Application of micrometeorology to agriculture.
- N° 122 1972 Some environmental problems of livestock housing.
- N° 131 1974 Climate under glass.
- N° 136 1975 Mulching effects on plant climate and yield.
- N° 144 1975 Rice and weather.
- N° 147 1976 Review of present knowledge of plant injury by air pollution.
- N° 151 1977 Crop-weather models and their use in yield assessments.
- N° 152 1977 Radiation regime of inclined surfaces.
- N° 157 1978 Techniques of frost prediction and methods of cold and frost protection.
- N° 160 1978 Soya bean and weather.
- N° 172 1981 Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy source.

- N° 173 1980 Weather and airborne organisms.
- N° 177 1982 Review of atmospheric diffusion models for regulatory applications.
- N° 178 1982 Meteorological aspects of certain processes affecting soil degradation — especially erosion.
- N° 179 1982 Agroclimatology of the humid tropics of South-East Asia.
- N° 180 1980 Weather-based mathematical models for estimating development and ripening of crops.
- N° 182 1986 Analysis of data from international experiments on lucerne.
- N° 184 1986 Land use and agrosystem management under severe climatic conditions.
- N° 186 1989 Land management in arid and semi-arid areas.
- N° 190 1988 Weather, climate and animal performance.
- N° 191 1989 Animal health and production at extremes of weather.
- N° 192 1988 Agrometeorological aspects of operational crop protection.
- N° 193 1988 Agroclimatology of the sugar-cane crop.
- N° 196 1994 Climate variability, agriculture and forestry.
-