

Inleiding

Reeds enkele jaren worden voor civiele doeleinden radaropnamen gemaakt. Dat geschiedt zowel op de grond als vanuit de lucht. Door omstandigheden van onderscheiden aard is tot nog toe weinig of geen aandacht besteed aan de oppervlakten bedekt met bos of bomen.

Eenzijds kwamen ook van bossen wel gegevens ter beschikking, geschikt voor een verdere verwerking, anderzijds leidde het verbeterde organisatiepatroon van de onderzoekers die gebruik maken van moderne luchtopname-technieken in Nederland geleidelijk tot uitvoeriger deelname van meer geïnteresseerden. Dit laatste had ook tot gevolg, dat o.a. de vakgroep Bosteelt van de Landbouwhogeschool geïnteresseerd raakte en deelnam aan de uitwerking. Omdat de verkregen resultaten voortzetting wettigen lijkt het nuttig om zowel over die resultaten als over de voortzetting thans melding te maken.

Het woord "radar" is een afkorting van: radio detection and ranging. Deze meetmethode is vooral voor civiele toepassingen in gebruik om de eigenschappen van natuurlijke materialen rechtstreeks te meten, respectievelijk te herleiden, voorzover deze gekenmerkt kunnen worden door interactie met elektro-magnetische golven met een golflengte van 5-300 mm. Om praktische redenen is dit traject opgesplitst in banden, net als bij de radio. De aanduiding micro-golven, die vaak in de literatuur wordt aangetroffen, slaat op het gehele traject van 5-300 mm. De interesse en de keuze van de banden wordt vooral bepaald door de feitelijke doelen bij het onderzoek of de toepassing. Omdat over het gehele traject de atmosfeer praktisch transparant is, en voorts deze stralen onder natuurlijke omstandigheden normaal gesproken afwezig zijn, ontstaan een aantal uit meettechnisch oogpunt aantrekkelijke voordelen. Men kan de stralen met een gewenste golflengte doen ontstaan. Vervolgens kan hun gedrag na reflectie of verstrooiing aan natuurlijk oppervlak gemeten worden; men verkrijgt dan een zogenaamd actief systeem. Bovendien beschikt men aldus over een soort referentie voor de verklaring van het gedrag van

Summary

In 1980 radar reflections were determined of forest parcels in the Flevopolders. The data were obtained from young trees, mostly poplars. Marked differences did exist, making discrimination possible in relation with time differences and/or angle dependences. Further research is needed and will be started in 1982.

stralen met een andere, wel in de natuur voorkomende, golflengte, zoals licht- en warmtestralen.

Zoals met elk meetsysteem het geval is moet een aantal meetgrootheden, met hun gevoeligheden en betrouwbaarheden, gedefinieerd en onderzocht worden. Die grootheden betreffen naast de meetapparatuur zelf, de ijking, een omschrijving van een aantal begrippen, welke tijdens de feitelijke meting een rol spelen.

Op de eerste reeks van grootheden wordt in dit artikel niet ingegaan.

Radar beeldvorming, -correctie en -verwerking

In tegenstelling tot het conventionele gebruik van radar: het detecteren en lokaliseren van een geïsoleerd doel (vliegtuig, schip etc.) wordt de radar in de remote sensing gebruikt voor het nauwkeurig meten van de backscatter (= reflectie en verstrooiing van straling) van een stuk aardoppervlak per eenheid van oppervlak (m^2), een zogenaamd gedistribueerd doel. Voor praktisch gebruik als meetinstrument dient de radar goed gecalibreerd te zijn, zowel absoluut als relatief. Tevens moet uit de combinatie van vluchtgegevens en reflectiemetingen de constructie van een zowel radiometrisch als geometrisch correct beeld mogelijk zijn. Gebruikers in Nederland hebben de mogelijkheid te beschikken over faciliteiten van het Nationaal Laboratorium voor Lucht- en Ruimtevaart, dat niet alleen in het bezit is van een beeldvormend radarsysteem; een zogenaamde side-looking airborne radar (SLAR), maar ook uitgebreide rekenfaciliteiten voor beeldcorrectie en verwerking kan leveren.

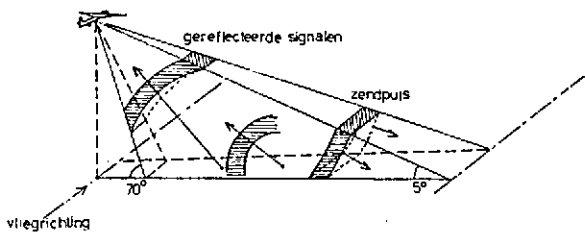
De drie essentiële stappen: beeldvorming, beeldcorrectie en beeldverwerking die aan de feitelijke interpretatie van de meetresultaten voorafgaan zullen nu achtereenvolgens kort toegelicht worden.

Beeldvorming

De SLAR kan het reflectiesignaal meten over een strook, waarvan de afmetingen bepaald worden door het scheidend vermogen van de bundel en de afstand tot het te meten object. De resolutie loodrecht op de vliegrichting wordt hierbij bepaald door de pulslengte, immers punten in de strook die een onderling afstandsverschil tot de zend-ontvanger van een halve pulslengte hebben, zullen omdat de puls het afstandsverschil tweemaal moet afleggen, nog net afzonderlijke reflecties in de tijd geven. Na het uitzenden van een puls, wordt het reflectiesignaal van die puls afkomstig van een strook opgevangen en geregistreerd (fig. 1). Sorteren van de reflectiesignalen en verdeling over kunstmatige pixels (picture elements) van 15 m x 15 m is noodzakelijk voor het statistisch nauwkeurig bepalen van de backscatter en resulteert tevens tot een belangrijke datareductie in een vroeg stadium van de bewerking.

Beeldcorrectie

De eerste bewerking die op het reflectiescherm wordt uitgevoerd is noodzakelijk om een absolute radiometrische maat van de backscatter te verkrijgen. Er dienen o.a. correcties uitgevoerd te worden die de antennegevoeligheid voor verschillende richtingen en de ruimtelijke uitbreiding (vermogensverzwakking) voor verschillende afstanden compenseren. Het uitgestraald vermogen, dat bij toename van de afstand over een groter oppervlak wordt gespreid neemt per oppervlakte eenheid met het kwadraat van de afstand af. Dit geschiedt ook na reflectie of verstrooiing. Er komt van grotere afstanden maar zeer weinig energie terug. Voor die verhouding kan men corrigeren.



Figuur 1 Radar puls (en reflectie).
The principle of radar backscatter.

De tweede bewerking bestaat uit een geometrische correctie, die de schaalvervorming ontstaat door de afstandsmeting corrigeert. De beeldvorming bij radar verschilt wezenlijk van die bij de fotografie. De projectie geschiedt niet naar het apparaat, maar naar het vlak loodrecht op de voortplantende golf. Voor een gedetailleerde behandeling van die beeldvorming wordt verwezen naar het (in het Nederlands geschreven) verslag van H. Ruissen. Men kan derhalve radarbeelden nooit direct met foto-beelden vergelijken.

Beeldverwerking

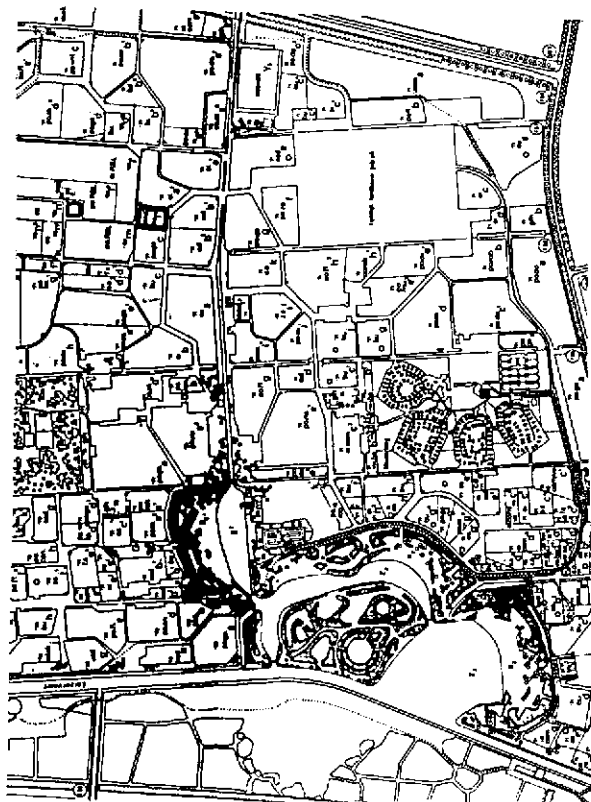
De gecorrigeerde waarden worden als gradaties van grijs per pixel in digitale vorm op een magneetband (computer compatible tape (CCT)) gezet en aan de gebruiker ter beschikking gesteld voor verwerking. Over het algemeen worden deze grijswaarden van gesorteerde doelobjecten van de tape gelezen en rekening houdend met de inkijshoek, geïnterpreteerd. De informatie over een doelobject wordt sterk vergroot indien meer opnamen gemaakt zijn. Van ieder doelobject zijn dan verscheidene grijswaarden als functie van invalshoek, frequentie of polarisatie bekend geworden. Dit resulteert in een betere classificatiemogelijkheid. Daarna kunnen met behulp van empirische of fysische modellen objectparameters berekend worden.

Karakterisering radarbeelden

In de verkregen beelden vertonen vegetaties een typerende verdeling van signaalsterkten, die als grijs tinten worden geregistreerd. Het is duidelijk, dat de afhankelijkheden nadere omschrijving behoeven. Voor vegetatiedekken is bekend, dat gewashoogte, -dichtheid, en vooral gewastype meetellen. Dikwijls zijn er extra effecten van vochtvoorziening, windsnelheden, op te merken, maar ook hebben de richting van de plantrijen en soms direct de bodemoppervlakken meetbare invloed. Dit laatste zal uiteraard bij loofbomen in de winter het geval zijn. Overigens hangen al die effecten af van golflengte en polarisatie, alsmede van de inkijshoek. Het blijkt nogal eens bij interpretatie van het verkregen beeld aan de hand van rekenmodellen dat de veldgegevens voorzover aanwezig, ontoereikend of onvoldoende nauwkeurig bepaald zijn om de "backscatter" te verklaren. Omgekeerd is het van betekenis om op te merken dat de meting van de veldgegevens daardoor aan opnieuw aangepaste voorwaarden zal moeten voldoen. Deze telkens herhaalde procedure zal voortgezet dienen te worden totdat aan de gestelde eisen wordt voldaan.

IMAGE PROCESSED BY PHYSICS LABORATORY THO DATE: 23/03/82
SLARULUCHT DO 10/6/80. HOOGTE 660 M.
BEELDDIEN. 1.5 X 2.04 KM.
90 GREYSCALE

180



Figur 2 Een vergelijk van beelden en kartering. Linksboven: een topografische kaart. Rechtsboven: een gecorrigeerd radarbeeld. Linksonder: densitogram; codering in 16 klassen. Rechtsonder: densitogram; codering in 24 klassen.

A comparison of images and mapping. Upper left: topographic map. Upper right: corrected radar image. Lower left: densitogram; coded in 16 averaged density classes. Lower right: densitogram; coded in 24 averaged density classes.

Indeling op basis van verdelingsfuncties

Het uitzetten van de voorkomende reflectiewaarden afkomstig uit een deel van het betrokken oppervlak in een histogram, maakt een eerste vergelijking mogelijk. Het begrenzen van een oppervlak vormt, zowel wiskundig als praktisch, bij combinatie van verschillende radarbeelden (schaduw lengten) een apart en zeer lastig probleem. Vandaar, dat over een deel van het oppervlak met een homomorfe verdeling van een typerende textuur wordt gesproken. Als illustratie wordt zo'n histogram getoond in figuur 3.

Dit weergeven betekent al een keuze van een reeks grootheden. Niet noodzakelijkerwijs immers behoeft een beeld-element (pixel) met het resolutie-element van de opname overeen te komen. Ook betekent het visueel waarnemen op een beeldscherm het onderscheiden van een beperkt aantal grijstinten. Dit aantal is kleiner dan het aantal dat mogelijk is uit de vastlegging van de radaropname zou kunnen worden verkregen. Daar ligt dus ook een keuze in. Zonder een diepergaande bezinning zal dit derhalve over de aard, de mate en de kansen van de vastgestelde verschillen slechts een oriënterend inzicht leveren, en tevens een paar aanwijzingen geven over de problematiek. Dat blijven dan overwegend kwalitatieve aanduidingen. Van grotere betekenis is echter het daardoor opgeroepen nadenken over de zin en de meer wezenlijke aspecten van de inhoud van radarbeelden, zodat de modelbouw op zinrijke wijze kan worden uitgebreid.

Het veldonderzoek in Flevoland

De bodem

Men kan zeggen, dat het vlakliggende terrein grotendeels eenvormig van opbouw is. Een 25-35% klei houdende laag ligt op een ietwat humushoudende kleilaag. Op sommige plaatsen, langs de tochten is zand over het oppervlak gebracht. Ook de waterhuishouding vertoont weinig verschillen, zeker niet op korte afstanden. Er treedt op sommige plaatsen in de polder kwel op. De mogelijke bijdrage van kwel aan de backscatter voor de betrokken bospercelen werd niet nagegaan.

Het bos

De zeer homogene opstanden bestaan overwegend uit pionierhoutsoorten. De meeste opstanden worden met de els (*Alnus glutinosa*) als hulphoutsoort aangeplant. In de eik-, beuk- en esdoornpercelen werd de els verwijderd, bij de populieren raakte de els onderdrukt. De onderbegroeiing bestaat vaak uit distels en brandnetels, terwijl bijna alle paden een grasmat hebben. In het bijzonder van de populier werden verschillende rassen

aangeplant. Niet alle hadden zulke grote percelen, dat zij voor een nadere bewerking in aanmerking kwamen. Daarom wordt bij de figuren verwezen naar de bijbehorende legenda.

Ten behoeve van een voort te zetten onderzoek en de verklaring van waargenomen verschillen werd een zeer gedetailleerde veldkartering verricht. Daarbij werden gegevens over hoogten, stamdikte, rijafstand en onderbegroeiing, per perceel verzameld. Ook het voorkomen van hellende stammen, onvolledige kruinen en andere geometrische kenmerken werden toen genoteerd. Dit geschiedde in het najaar 1981. Bovendien werden vanzelfsprekend de opstandsliggers en de beheersgegevens bestudeerd.

In dit artikel wordt niet op de invloed van al die effecten ingegaan. De gevoeligheid kan voor een deel nog onvoldoend betrouwbaar worden onderzocht bij gebrek aan gegevens. Door uitvoering van een aantal geplande vluchten hopen we over meer radargegevens te gaan beschikken. Zeker zijn er reeds voldoende aanwijzingen voor de betekenis van die karteringsgrootheden.

De radar-opnamen

De opnamen kwamen tot stand binnen het kader van een proefopzet ter verkrijging van gedetailleerde informatie over gewasclassificatie. Het proefgebied lag in Flevoland en was op basis van de genoemde doelstelling gekozen tussen ruwweg de Knardijk en de weg Biddinghuizen-Swifterbant. Daarbinnen lagen de nog zeer jonge bossen, het Harder- en het Larserbos. De opnamen geschieden met de in Nederland gebouwde SLAR-apparatuur. De specificaties luiden als in de tabel gegeven:

Tabel Specificaties van de Nederlandse X-band radar
Specifications of the Dutch X-band radar

frequentie	9.4 GHz
zender-piekvermogen	25 kW
-puls lengte	50 ns
antenne-lengte	2 m
-bundel (hor.)	54'
(vert.)	23°
dynamisch bereik	70 dB
uiteindelijke pixelgrootte	15x15 m ²
resolutie-azimutueel	16 mrad x afstand
resolutie dwars op vliegrichting	15 m

De opnamen werden gemaakt op 10-6 en 12-8-1980 vanaf 660 m hoogte en op 11-7-1980 vanaf 1610 m. In de figuren worden de resultaten gecodeerd gegeven: b.v. HARDL117, betekent, dat vanaf 660 m hoogte (L) de opname van het Harderbos (resp. perceel) op 11-7-1980 plaatsvond. In feite zijn er inmiddels veel meer

Figuur 3 Drie histogrammen: verticaal het percentage; horizontaal de densiteiten overeenkomend met relatieve γ -waarden.

a) Specifieke reflectiewaarden voor vier boomtypen bij een inkijkhoekbereik van 17° - 23° .

b) Specifieke reflectiewaarden voor drie boomtypen bij een inkijkbereik van 4° - 6° .

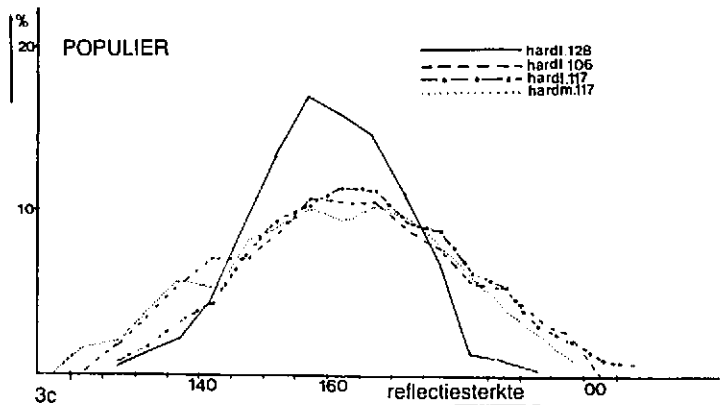
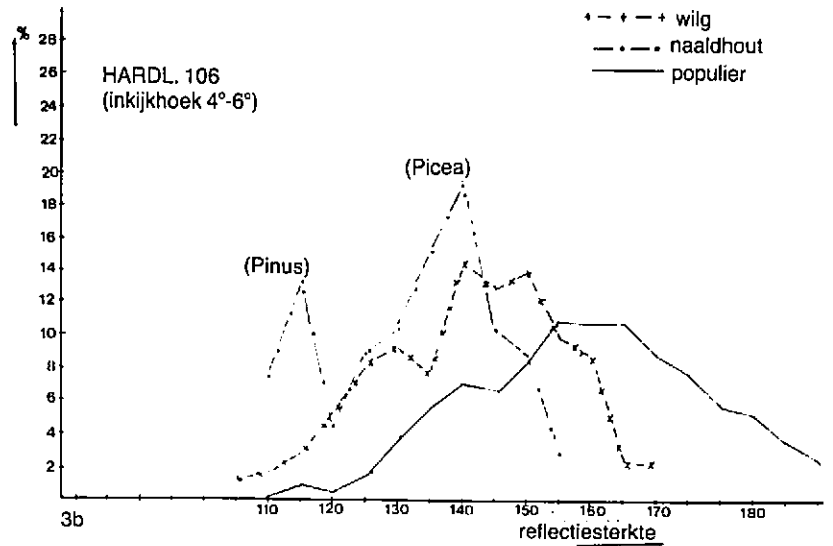
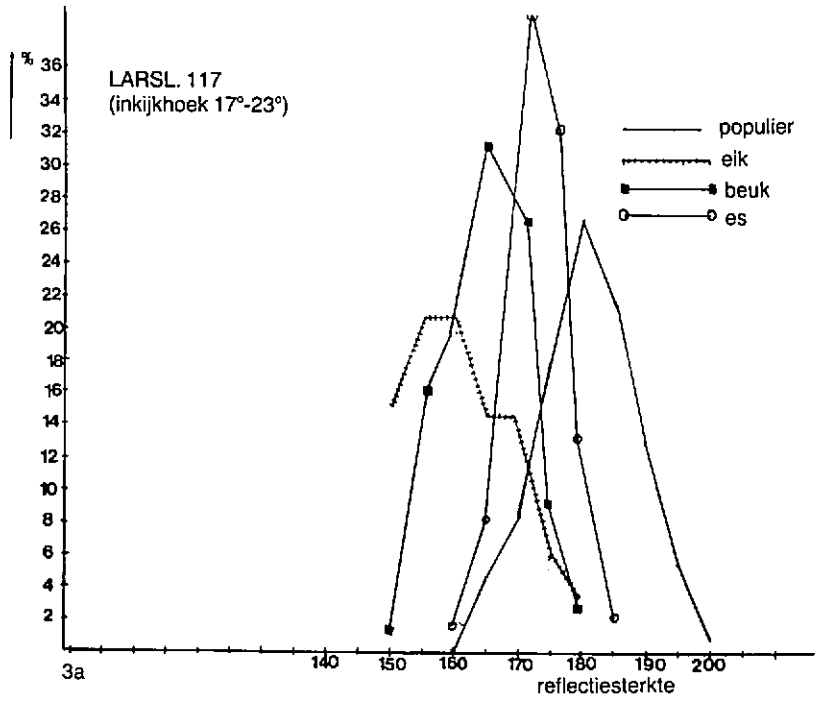
c) Een vergelijking van histogrammen voor de populier op drie onderscheiden tijdstippen.

Three histograms showing backscatter distribution vertically, percentage of signals present, horizontally, signal strength, expressed in relative γ -values.

a) Specific reflections for four types of trees at 17-23 degrees grazing angle.

b) Specific reflections for three types of trees at 4-6 degrees grazing angle.

c) A comparison of histograms for poplars at three distinguished times.



opnamen. Deze zijn nog niet gecorrigeerd voor o.a. vliegfouten enz. Zij waren voor een verdere bewerking dan ook nog niet beschikbaar.

De vliegsnelheid ($\pm 100 \text{ m s}^{-1}$) en 256 pulsen per seconde houdt in, dat er elke 40 cm langs een lijn wordt gemeten. Op die lijnen liggen de punten 7.5 m uiteen. Omdat de stroken elkaar deels overlappen wordt zodanig gemiddeld, dat in feite beschikt werd over 30 onafhankelijke waarnemingen per pixel.

Enkele resultaten

Vooraf zij benadrukt, dat het aantal percelen met een voldoende groot oppervlak en dus een voldoende aantal pixels om verantwoord conclusies te mogen trekken, nogal gering is. Sommige effecten worden als het ware gemaskeerd, omdat bijvoorbeeld over een vrij groot hoektraject wordt gemiddeld.

Typerende histogrammen voor een aantal boomsoorten worden weergegeven in figuur 3. Langs de horizontale as staan de digitale grijswaarden als maat voor de reflectie. Ruwweg komen 10 schaaldelen overeen met 3 dB. Het valt ook op dat de verdelingen geen gelijke vorm bezitten. De populier scoort zeer hoog en vertoont een vrij eenvoudig histogram, dat dicht bij een normale verdeling ligt. De tweede in volgorde zou de wilg zijn. Dit was voor het Harderbos het geval, maar daar is onder een zeer kleine inkijkhoek gemeten.

Voor het Harderbos zijn de metingen aan de populier van meer waarde omdat de resultaten op grotere aantallen pixels gebaseerd zijn. De curven vertonen steile karakteristieken, hetgeen aangeeft dat met het vermelden van alleen de gemiddelde reflectie veel wordt weggelaten, dat voor classificatiedoeleinden juist geschikt zou kunnen zijn.

In figuur 3a werden de reflectiewaarden afgezet in de volgorde: populier, es, beuk, eik. Alle verdelingen hebben een "normaal" karakter en zijn eentoppig.

In figuur 3b verkregen bij een zeer lage inkijkhoek worden voor de populier weer de hoogste reflectiewaarden aangetroffen. De reflectie van de wilg is interessant en merkwaardig is de tweetoppige reflectiekarakteristiek voor de naaldhoutsoorten. De spar blijkt, zoals uit metingen van het Larserbos volgt systematisch hoger te scoren dan de Pinus-soorten. Er waren echter maar betrekkelijk weinig waarden beschikbaar.

Figuur 3c geeft de verdeling voor de populier op drie tijdstippen en voor twee inkijkhoeken. De conclusie mag worden getrokken, dat die verdelingen vrijwel gelijk zijn ($L=5^\circ$, $M=10^\circ$). Opvallend is de vorm van die verdeling op half augustus voor de populier. Deze is veel steiler en enger. Een mogelijke verklaring kan zowel in de eigenschappen van het blad, als in de weers-

omstandigheden gelegen zijn, bijvoorbeeld aankevend water.

Figuur 4 toont in een cluster diagram de mogelijkheid van onderscheiding in boomsoorten door het gelijken van opnamen verkregen op twee tijdstippen. Het blijkt, dat de populier, wilg, esdoorn en es verschillen, zelfs in dit voor hen jonge groeistadium. Dit blijkt ook te gelden voor verschillende hoekbereiken, zoals kan worden aangetoond van het Larserbos. Hoewel daar deels andere boomsoorten worden aangetroffen blijkt de onderscheiding wel mogelijk. Tussen de populiereklonen kan waarschijnlijk verantwoord onderscheid gemaakt worden. Dit dient nader te worden onderzocht.

Figuur 5 laat de mate van reflectie zien in afhankelijkheid van de inkijkhoek voor het Larserbos op 11-7 voor de populieren. Daarvan waren de meeste waarden beschikbaar. Er zijn voldoende aanwijzingen om ook voor de wilg, de eik, en zelfs voor de afzonderlijke klonen van populieren een typerende hoekafhankelijkheid aannemelijk te achten.

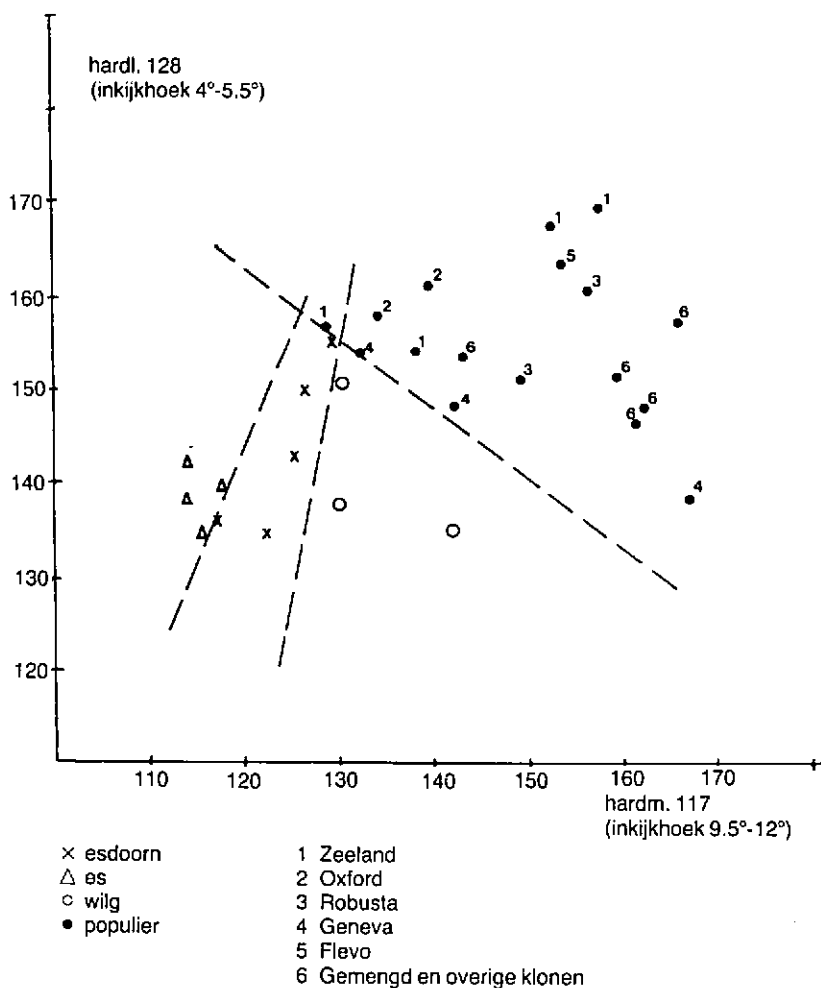
Enkele conclusies en verwachtingen

In het op radarreflectie onderzochte bosgebied, bestaande uit betrekkelijk jonge aanplanten waarvan een deel nog in de stakenfase verkeert, blijken de populieren een hoge reflectie te bezitten. Verantwoorde uitspraken over andere boomsoorten zijn nog moeilijk te maken, omdat de percelen, waarop deze voorkwamen nogal klein waren. De verkregen histogrammen blijken per boomsoort te verschillen, zowel met de tijd als met de inkijkhoek; soms met beide. Het aantal waarnemingen is te klein om over optimale condities te spreken. Er zijn vrij veel aanwijzingen, dat het clusteren en het karakteriseren van de verkregen histogrammen een aantal mogelijkheden biedt. Nadere uitwerking is nog vereist, maar ook daarvoor zijn meer gegevens noodzakelijk, in het bijzonder van oudere bossen.

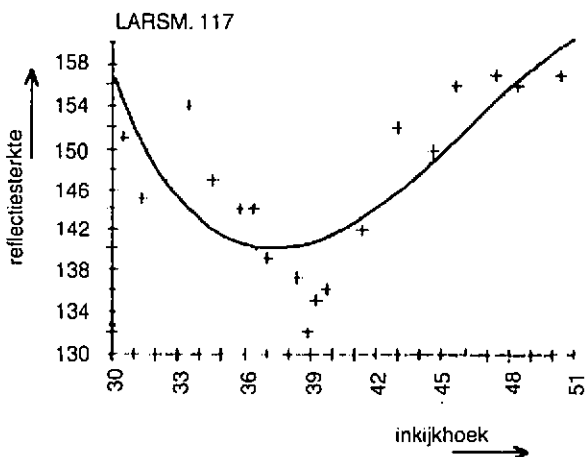
Uit de resultaten voor de twee bossen is nog verder, dat het effect van de inkijkhoek groot is en dat deze hoek een optimale waarde heeft ergens tussen 17° en 23° . Dat geldt vanzelfsprekend slechts voor het toen gekozen tijdstip, hoewel er in de literatuur en bij het bekijken van beelden van andere tijdstippen wel aanwijzingen worden gevonden voor een grotere geldigheidsduur.

De toepassing van radar in de bosbouw kent veel onzekerheden. Identificaties van gemengde opstanden van onderscheiden ouderdom zal waarschijnlijk onmogelijk blijken. Meer mogelijkheden liggen er om de beheerscondities vast te leggen: kapvlakten, al dan niet afgevoerde stammen, beginnende erosie of startende bodemvegetaties lijken goed op deze wijze te karteren.

Figuur 4 Een clusterdiagram van gemiddelde reflectiewaarden op twee tijdstippen. De boomsoort kan aldus worden onderscheiden.
A clusterplot of averaged reflectivities at two times. The effect of tree type makes determination possible.



Niet vergeten mag worden, dat met de beperkte karteringsmogelijkheden van vooral gemengde bossen, de radargegevens wel een grote betekenis kunnen bezitten voor hydrologisch en klimatologisch onderzoek. Dit aspect was een van de redenen, waarom juist aan bossen werd en wordt gemeten. Over de speciale vluchten, overigens gelijktijdig uitgevoerd, van de Achterhoek en bedoeld om wateronttrekking aan de ondergrond door middel van radar vast te leggen wordt elders gerapporteerd. De hulp die radarbeelden bij het interpreteren van luchtfoto's of multispectrale beelden en omgekeerd kunnen bieden, is nog maar nauwelijks overwogen, maar zal in voorkomende gevallen van betekenis kunnen zijn. Door verdergaand onderzoek, een eerste vereiste, zullen de bestaande speculaties ondersteund kunnen worden. In dit kader zijn voor 1982 enkele vluchten gepland over de noordelijke Veluwe en het Roggebotsbos.



Figuur 5 Een curve, die de hoekafhankelijkheid toont over het gemeten traject van inkijkhoeken.
Dependence of the grazing angle for the range studied.

Toekomst

De thans door H. Ruissen verrichte analyse moest door zowel kwantitatief als kwalitatief gebrek aan standaarddata noodzakelijkerwijs beperkt blijven tot een eenvoudige empirische classificatie, die alleen indicatieve waarde heeft. Het vervolgonderzoek dient echter zo opgezet te worden dat niet alleen klassificatie mogelijk wordt, maar ook modellen kunnen worden opgesteld die geomorfologische kenmerken en materiaaleigenschappen van de objecten kunnen relateren aan backscattergroottheden. Hierdoor kan extrapolatie mogelijk worden naar onbekende vegetatietypen (tropen) en kunnen bijzondere stress-condities bekend worden.

Organisatie

Het onderzoek naar de reflectie-eigenschappen van natuurlijke oppervlakken wordt verricht door een coördinerende werkgroep, het ROVE-team, waaraan verscheidene instellingen deelnemen, zoals: CABO; LH; TH-Delft; Fysisch Laboratorium TNO; NLR. Bij het onderhavige onderzoek werd medewerking verkregen

van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Het hier aangehaalde project werd begeleid door leden van het ROVE-team en als doctoraalstudieproject voor de Vakgroep Bosteelt bij de Vakgroep Landmeetkunde en Teledetectie uitgewerkt door H. D. Ruissen.

Literatuur

- Morain, G. A., and D. S. Simonett. Vegetation analysis with radar imagery. 4th Symposium on r.s.; University of Michigan, 1966.
- Morain, S. A. and D. S. Simonett. K-band radar in vegetation mapping. Photogramm Engineering 1967: 33.
- Sicco Smit, G. SLAR for forest type classification in a semi-deciduous tropical region. ITC Journal 1978: 3.
- Brachet, G. and R. Diethrich. L'avenir de la télédétection radar en France. Soc. Français de photogram et de teledetection, bulletin, 1980: 79-80.
- Richardus, T. and H. J. Buiten. Teledetectie, syllabus. LH, 1980, no.: 0619-1601.
- Shanmugan, K., V. Narayanan, a.o. Textural features for radar image analysis. IEEE transact., vol. GE-19, 1981, 3: 153-156.
- Ruissen, H.D. Radar remote sensing in de bosbouw. LH, Vakgroep Bosteelt, Report, 1982: 1-76.

Agenda

7-11 juni 1982

Congres IFPRA

(International Federation of Park and Recreation Administration), Europese sectie.

Thema: De natuurlijke stad.

Programma: 7 en 8 juni, vergadering en lezingen; 9, 10 en 11 juni, vakexcursies Den Haag en Amsterdam.

Inlichtingen: Congressecretariaat, Nederlands Congresgebouw, Postbus 82000, 2508 EA Den Haag.

29 juni-4 juli 1982

Interforst 82

Internationale Messe für Forst- und Holztechnik, München.

Inlichtingen: Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft, Postfach 121009, D-8000 München 12.

1 september 1982

Studiedag Werkhouding in de land-, tuin- en bosbouw

Organisatie: Studiegroep Ergonomie van de Raad Bedrijfskunde in de Landbouw (VOA), in samenwerking met de Nederlandse Vereniging voor Ergonomie.

Plaats: Wageningen, Zodiac.

Inlichtingen: Studiegroep Ergonomie, p/a IMAG, Postbus 43, 6700 AA Wageningen, tel. 08370-19119.

4-9 oktober 1982

Internationaal symposium "Polders in de Wereld"

Onderwerpen: land- en waterbeheer, bouw en constructie, landbouwkundige aspecten, sociaal-economische en natuurbehoudsaspecten.

Plaats: Lelystad.

Inlichtingen: Informatiecentrum "Nieuwland", Lelystad, (03200-27799).

10 november 1982

Symposium over heidebeheer in Nederland

Organisatie: Commissie Vegetatieonderzoek Kon. Ned. Botanische Ver./Stichting Gooisch Natuurreservaat.

Plaats: 't Spant, Bussum.

Inlichtingen: Koninginneweg 7, 1217 KN Hilversum. Tel. 035-14598.

26 november 1982

Studiekringdag KNBV

Thema: Boomsoortenkeuze en bossoortenkeuze.