

De relatie tussen het vochttekort en de boomgroei in het Oldenzaalse Veen

Relation between moisture deficit and tree growth in the "Oldenzaalse Veen"

J. H. M. Wösten¹⁾, P. P. Th. M. Maessen²⁾ en P. J. Faber²⁾

Inleiding

De waterhuishouding van bossen is veel moeilijker te onderzoeken dan die van landbouwgewassen. Daarom en omdat in een bosarm land als Nederland het bos grotendeels op arme zandgronden voorkomt, is weinig aandacht besteed aan de invloed van de watervoorziening op de boomgroei. De laatste jaren is deze situatie echter veranderd; zie bijvoorbeeld Van den Berg (1974). De redenen hiervoor zijn de volgende:

- de waterhuishouding is een belangrijke factor bij de beoordeling van de bodemgeschiktheid voor de bosbouw;
- de uitbreiding en intensivering van grondwaterwinning voor drink- en industriewater hebben in bos- en natuurgebieden een grondwaterstandsvaling veroorzaakt. Veranderingen in de waterbeheersing van landbouwgebieden oefenen ook invloed uit op aangrenzende bossen. De beseigene worden geconfronteerd met de financiële gevolgen van deze veranderingen in de waterhuishouding;
- de laatste tijd is vooruitgang geboekt bij de ontwikkeling van waterhuishoudings- en groei modellen (Van den Burg, 1980).

Toch kwam het onderzoek, waartoe in de jaren zestig de eerste aanzet werd gegeven, maar langzaam op gang. Dit was onder andere het gevolg van een gebrek aan geschikte onderzoeksobjecten, te weinig grondwaterstandsgegevens, en achterstand in het bosbouwkundig onderzoek. De veldstudie van Stiboka en De Dorschkamp richtte zich op het landgoed het Oldenzaalse Veen, omdat het in de invloedssfeer ligt van de wateronttrekking Losser en als zodanig gevoelig kan zijn voor een verlaging van de grondwaterspiegel. Bovendien is in dit gebied in het verleden reeds bodemkundige en bosbouwkundige informatie verzameld. Wegens de uniformiteit in het beheer konden we bovendien veronderstellen dat de betekenis van de factor beheer op eventuele groeiveranderingen gering zou zijn.

Uit onderzoek in het verleden is duidelijk geworden,

Summary

The Netherlands Soil Survey Institute (Stiboka) and the Dorschkamp Research Institute for Forestry and Landscape Planning in a joint project quantified the influence of moisture supply on the growth of Scots pine and beech. Factors determining moisture supply and tree growth were measured in a field study in the "Oldenzaalse Veen".

Stiboka determined the moisture supply expressed in terms of moisture deficits. Therefore, the depth of the effective rootzone and the water-tables were measured. The different soil horizons that compose a soil profile were soil-physically characterized. These data were used to simulate moisture deficits in the period of 1971 to 1983.

"De Dorschkamp" determined the tree growth by analysing increment cores at breast height. Corrections were made for thinnings. The competition effect was eliminated by considering the growth of the stand as a whole. This part of the research resulted in figures of the annual basal-area increment for the period of 1971 to 1983.

From the original two test sites one was discarded because of a penroot which prevented the determination of the depth of the effective rootzone. Therefore, simulation was not possible.

The relation between calculated moisture deficits and corrected measured annual basal-area increments was tested with linear regression. Growth decreased clearly with increasing moisture deficit. If the different soil and forest properties are determined in detail, it is possible to quantify the relation between moisture supply and tree growth. Establishing these relations is, however, laborious and requires sound knowledge of soil science and forestry.

The relation established in this study is valid only for the situation in the "Oldenzaalse Veen". Research at other locations should show if the relation is more universally applicable. For settlement of financial losses in stands with a different composition than the one examined in this study, further research will be necessary on the transformation of simulated moisture deficits in annual basal-area increments.

¹⁾ Stichting voor Bodemkartering, Wageningen

²⁾ Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw „De Dorschkamp”, Wageningen

dat een grondwaterstands­daling niet direct vertaald kan worden in een achteruitgang in de boom­groei. Een betere aanpak blijkt de methode waarbij de bodem- en waterhuishoudkundige gegevens worden vertaald in een vocht­leverantie. Deze vocht­leverantie moet ver­volgens in verband worden gebracht met de boom­groei. Hierbij moet men bedenken dat de gevonden samen­hang specifiek is voor de bepaalde boom­soort en voor de aangetroffen bodemkundige situatie.

Stiboka en De Dorschkamp hebben gezamenlijk een veld­studie verricht naar de samen­hang tussen vocht­voorziening en boom­groei met het doel deze samen­hang nader te kwantificeren. Wösten et al. (1984) doen uitgebreid verslag van deze studie.

Om bodemkundige en bosbouw­kundige informatie te verkrijgen hebben we binnen het Oldenzaalse Veen twee proef­perken gelokaliseerd. Om zo min mogelijk complicerende factoren in het onderzoek te betrekken voldeden de proef­perken aan de volgende voor­waarden:

- een oppervlakte van minimaal 600 m² met een uni­forme boom­dichtheid;
- een redelijk uniforme opstand van hoofdzakelijk grove den met bij­menging van beuk;
- weinig of geen onder­groei;
- een bodemeenheid met boven de oude klei­afzettingen een zand­pakket van meer dan 180 cm;
- geen of slechts geringe grondwater­stands­daling ten gevolge van water­ont­trekking in het proef­perk.

Nadat de invoergegevens waren verzameld, is met simulatiemodellen het vocht­tekort berekend. Dit vocht­

tekort is vervolgens in verband gebracht met de grond­vlakaanwas. Hieronder zullen we de resultaten van één van de twee proef­perken bespreken. De basis­gegevens van het andere proef­perk bleken ongeschikt voor simulatie, omdat de dikte van de effectieve wortel­zone niet kon worden gemeten.

Materiaal en methoden

Bodemgesteldheid

Het Oldenzaalse Veen maakt deel uit van een zacht golvend dek­zand­landschap. Het zand­pakket, dat op oude klei­afzettingen rust, varieert in dikte van 30 tot meer dan 300 cm. Volgens Pleijter & Van Holst (1976) behoort het merendeel van de gronden tot de veld­pod­zol­gronden. Deze gronden hebben binnen 40 cm beneden maaiveld een inspoelings­horizont, de zoge­naamde humus­podzol-B-horizont.

Tabel 1 geeft de profiel­beschrijving en figuur 1 toont de profiel­opbouw van het proef­perk. De gronden in het Oldenzaalse Veen hebben een heterogene boven­grond die plaatselijk sterk varieert in dikte en humus­gehalte. Dit is een gevolg van de grond­bewerking voor de aan­plant van het bos, waardoor de A1- en A2-horizont en deels de B- en C-horizont gemengd zijn. De B-horizonten in het Oldenzaalse Veen zijn sterk ontwik­keld. De B3-horizont is meestal enigszins en de daar­op volgende C11g-horizont is plaatselijk zeer sterk verkit, waardoor deze horizonten sterk zijn verdicht. Uit de profiel­beschrijving blijkt dat de verschillende hori-

Tabel 1 Profiel­beschrijving van het proef­perk

Horizont	Diepte (cm-mv.)	Org-stof-gehalte (%)	Leem-gehalte (%)	M50 (µm)	Kleur volgens Munsell Soil Color Charts	Omschrijving
(A1 + A2)p	0-30 à 35	4	6	180	5YR 2/1 en 5YR 4,5/1,5	donkergrijs (A1) en lichtgrijs (A2), matig humeus, zwak lemig, zeer fijn en matig fijn zand
B21	30 à 35 40 à 45	5	6	145	2,5YR 2/1	zwart tot donkerbruin, humusrijk, zwak lemig, zeer fijn en matig fijn zand; vrij dichte laag van amorfe humusinspoeling
B22	40 à 45 60 à 65	3	5	155	7,5YR 5/5	donkerbruin tot roodbruin, matig humeus, zwak lemig, zeer fijn en matig fijn zand
B3g	60 à 65 70 à 75	1	6	150	10YR 7/5	bruingeel tot grijsgeel, zeer humusarm, zwak lemig, zeer fijn en matig fijn zand met wat donkere fibers en wat roest- en wortel­vlekken
C11g	70 à 75 120	-	6	160		geelgrijs, zwak lemig, zeer fijn en matig fijn zand met wat roest- en humus­vlekken
C12g	120-250	-	6	165		geelgrijs en grijswit, zwak lemig, zeer fijn en matig fijn zand met erg veel roest vanaf ± 220 cm

zonten uit leemarm materiaal bestaan (minder dan 10% leem), terwijl de mediaan van de zandfractie (M50) rond de 160 µm ligt.

Een bodemchemische analyse van de bovengrond (de laag 0-30 cm) van het proefperk toont aan, dat de stikstof- en de fosfaatvoorziening voldoende zijn voor een gemiddelde groei van de bomen. De pH(KCl) van 3,3 voor de bovengrond is in vergelijking met landbouwgronden laag, maar voor grove den ligt deze waarde nog in het geschikte traject (Van den Burg et al., 1983).

Werking van het simulatiemodel

Ervan uitgaande dat het gewas, in dit geval de boom, in zijn vochtbehoefte voorziet door gebruik te maken van het beschikbare vocht in de effectieve wortelzone, kunnen we voor een eenvoudig systeem „boom + wortelzone” een waterbalans opstellen. De boom onttrekt een hoeveelheid water aan de wortelzone die afhankelijk is van de boomsoort, het seizoen en de weersgesteldheid. De wortelzone heeft een zekere waterberging, die ofwel direct door de neerslag kan worden aangevuld ofwel via capillaire aanvoer vanuit het grondwater, indien dat niet te diep zit.

Om een dergelijk systeem nader te typeren en de diverse invoer-, opslag- en uitvoerfactoren te kwantificeren, heeft De Laat (1980) een model opgesteld, waarmee in dit onderzoek het vochttekort is berekend. Het

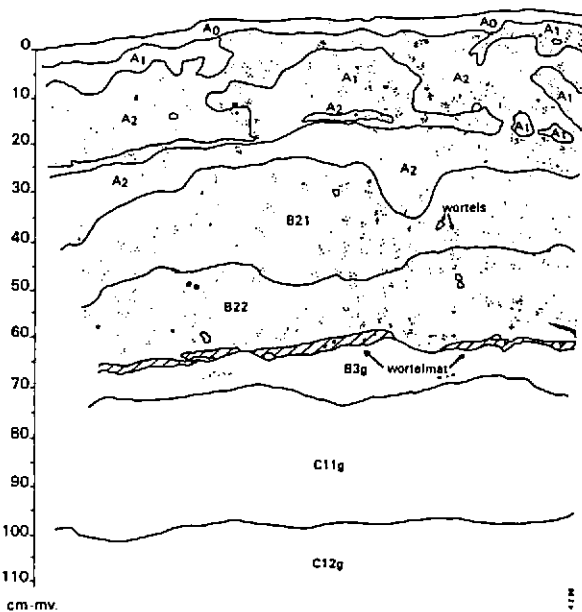


Fig. 1 Profielopbouw en bewortelingspatroon van het proefperk.

model berekent een waterbalans voor opeenvolgende tiendaagse perioden. Als invoer dienen:

- de neerslag, de open-watervedamping en de gewasfactor;
- de dikte van de wortelzone;

Bijzonderheden

deze laag is ooit vergraven zodat A1- en A2-horizont door elkaar voorkomen; goed doorworteld

een compacte, amorphe humusinspoelingslaag die echter goed is doorworteld

in deze laag nog duidelijk wortels met op de overgang naar de B3g-horizont een zwart fiber waarop een wortelmat

deze horizont is erg dicht en vast ($f > 5,0$ MPa); incidenteel nog wortels; gelaagde dekzandafzettingen

gelaagd dekzand, bestaande uit overwegend zwak lemig, zeer fijn zand afgewisseld door dunne laagjes leemarm, matig fijn zand

vanaf ongeveer 220 à 230 cm sterk lemig, zeer fijn zand

Algemene karakteristiek

Veldpodzolgrond, Grondwatertrap VII

Kaartvlakcode: Hn 31

Vegetatie: wat stekelvaren, vlier, brandnetel, arme bladmossen

- bodemfysische karakteristieken van de wortelzone en de ondergrond;
- de fluctuatie in grondwaterstand.

De potentiële verdamping (E_p) wordt in het model berekend als het produkt van de gewasfactor (f) en de open-watervedamping (E_o):

$$E_p = f E_o$$

De actuele verdamping (E_a) wordt bepaald door de neerslag en door de vochtleverantie van de bodem. De vochtleverantie van de bodem bestaat voor een gedeelte uit capillaire aanvoer van water vanuit het grondwater en voor een gedeelte uit een verandering van de waterberging van het profiel. Indien de actuele verdamping gelijk is aan de potentiële verdamping, is er geen vochttekort en zal de produktie gelijk zijn aan de potentiële. Indien de actuele verdamping echter achterblijft bij de potentiële verdamping, is er een vochttekort en zal de produktie minder dan de potentiële zijn.

De simulatieberekeningen zijn uitgevoerd voor een groeiseizoen van 170 dagen, van 11 april tot 1 oktober, voor de jaren 1971 tot en met 1983.

Invoergegevens voor de simulatie

Meteorologische gegevens en gewasfactor De neerslagcijfers voor de periode 1971 tot en met 1983 zijn afkomstig van het KNMI-station Oldenzaal. Voor de periode 1971 tot en met 1980 hebben we de open-watervedampingscijfers van het KNMI-station Winterswijk gebruikt en voor de jaren 1981, 1982 en 1983 zijn de cijfers afkomstig van de vliegbasis Twenthe.

De opstand van het proefperk bestaat voornamelijk uit grove den met bijmenging van beuk. De gewasfactor voor deze opstand wordt gesteld op 0,9 (zie hiervoor Wösten et al., 1984).

Dikte van de wortelzone Zoals uit de profielbeschrijving (tabel 1) blijkt, is de bovengrond van het proefperk verwerkt. De eerste 55 à 60 cm hebben een losse pakking en een daarbij behorende geringe dichtheid van 1300 kg m^{-3} . De indringingsweerstand (f) zoals die met de penetrometer wordt gemeten, is in deze bovengrond slechts 1,5 MPa en vormt geen belemmering voor een goede beworteling. Naar beneden toe worden op een diepte van 65 tot 75 cm een sterk verkitte B3- en C11g-horizont aangetroffen. De dichtheid van deze verkitte laag is 1800 kg m^{-3} en de indringingsweerstand bedraagt meer dan 5,0 MPa. Deze verkitting vormt een belemmering voor de beworteling, waardoor de worteluiteinden op een diepte van 65 cm duidelijke verdikkingen vertonen en er uitgesproken wortelmatten ontstaan. Figuur 1 toont de profielopbouw en de beworteling. Bij de simulatieberekeningen is 65 cm gebruikt als dikte van de effectieve wortelzone.

In een ander gedeelte van het Oldenzaalse Veen is een opstand met grove den bestudeerd waarbij de penwortel van de grove den door de verkitte laag heen breekt en zich pas horizontaal vertakt op ongeveer 2,5 m diepte, het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) (Wösten et al., 1984). In dat geval kan geen horizontaal uniforme dikte van de effectieve wortelzone worden vastgesteld en is het niet mogelijk met dit model simulatieberekeningen uit te voeren.

Bodemfysische karakteristieken De vochtkarakteristiek van de wortelzone, alsmede de vochtkarakteristiek en de verzadigde en de onverzadigde doorlatendheid van de ondergrond vormen de bodemfysische karakteristieken. De verzadigde en onverzadigde doorlatendheid van de bodem bepalen de capillaire aanvoer vanuit het grondwater, en de vochtkarakteristiek bepaalt de waterberging van de bodem.

Deze karakteristieken hebben we gemeten aan grote, ongestoorde monsters. De doorlatendheid hebben we gemeten met de korsten- en de hetelucht-methode. De vochtkarakteristiek hebben we bepaald door van een uitdrogend monster periodiek met tensiometers de drukhoogte te meten en gravimetrisch het vochtgehalte te bepalen. Bouma et al. (1983) beschrijven deze bodemfysische methoden.

Grondwaterstanden In de periode april tot en met november 1983 hebben we in het proefperk de grondwaterstanden wekelijks gemeten in een buis. Uit deze grondwaterstanden en uit de standen die Pleijter en Van Holst (1976) in 1975 hebben gemeten, is het verloop van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) afgeleid. De GHG ligt 120 cm beneden maaiveld. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is afgeleid uit het verband: $GVG = 5,4 + 0,83 \text{ GHG} + 0,19 \text{ GLG}$ (Van der Sluijs, 1982) en bedraagt 155 cm beneden maaiveld. In het model wordt de waarde voor de GVG en de GLG ingevoerd en het model berekent hierbij zelf een exponentieel verloop van de grondwaterstand van GVG naar GLG. Het proefperk bevindt zich in een zone waarin de grondwaterstand niet of weinig is gedaald (Pleijter & Van Holst, 1976). Op grond hiervan hebben we aangenomen dat de gevonden grondwaterstandsfluctuatie, in termen van GHG, GVG en GLG, representatief is voor de fluctuatie in de laatste vijftien jaar.

Resultaten van de simulatieberekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de groeiseizoenen van de jaren 1971 tot en met 1983. De vochtvoorziening zelf wordt niet vermeld maar wordt steeds weergegeven als een vochttekort, zijnde het verschil

vochtttekort gedurende
het groeiseizoen (mm)

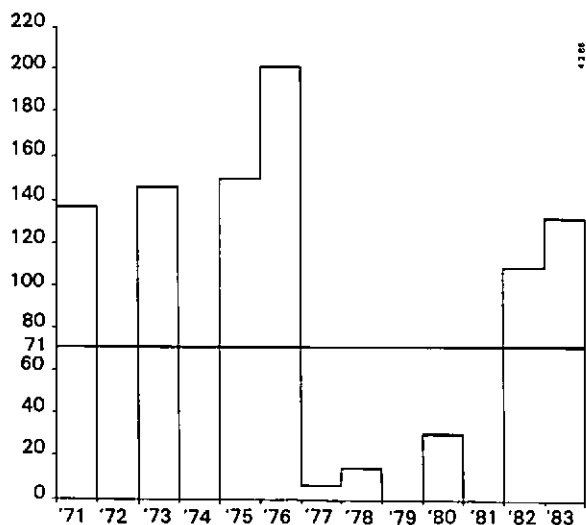


Fig. 2 Berekende vochtttekorten voor de jaren 1971-1983

tussen E_p en E_a . Door deze weergave wordt rekening gehouden met de van jaar tot jaar wisselende meteorologische omstandigheden. De vochtttekorten in de afzonderlijke jaren zijn weergegeven in figuur 2. Het droogste jaar is 1976 met een vochtttekort van 201 mm. In de jaren 1972, 1974, 1979 en 1981 was er geen vochtttekort. De variatie in het tekort is van jaar tot jaar groot en het dertienjarig gemiddelde is van 71 mm zegt dan ook weinig over de werkelijke tekorten per jaar. De berekende vochtttekorten per jaar vormen de eindresultaten van het bodemkundige gedeelte van dit onderzoek.

Boomgroei

Samenstelling van de opstand in het proefperk De groveden is in deze opstand de dominante soort en de beuk vormt een ongelijkjarige tweede etage. Er is weinig ondergroei. De gemiddelde hoogten, diameters, aantallen, grondvlakken en volumes per oppervlakte-eenheid staan in tabel 2 weergegeven.

Grondvlakaanwas De groei van de bomen hebben we gekarakteriseerd door de secundaire diktegroei te meten. De dikte is in dit onderzoek berekend uit de ge-

meten diameter van de bomen op 1,30 m boven maai-veld. Bovendien hebben we met een aanwasboor boorspanen genomen om de jaarringbreedten te bepalen. Uit deze diametermeting in 1983 en de bepaling van de jaarringbreedten in de jaren 1971-1983 is de aanwas van het grondvlak, uitgedrukt in cm^2 , van alle bomen in het proefperk berekend voor de dertien afzonderlijke jaren.

De secundaire diktegroei wordt ook beïnvloed door de factor concurrentie. Deze concurrentie is een weergave van de groeiruimte die per boom beschikbaar is. De groeiruimte is geen constant gegeven, maar hangt af van de plantdichtheid en de dunningen. Zolang het bos redelijk gesloten blijft, zal de aanwas per oppervlakte-eenheid weinig of niet door de dunningen worden beïnvloed. Dit komt doordat na een dunning de overgebleven bomen de ruimte van de gedunde bomen spoedig weer opvullen en gebruiken voor hun eigen groei. Indien dus de grondvlakaanwas van alle bomen in het proefperk bij elkaar opgeteld wordt, wordt het concurrentie-effect geëlimineerd.

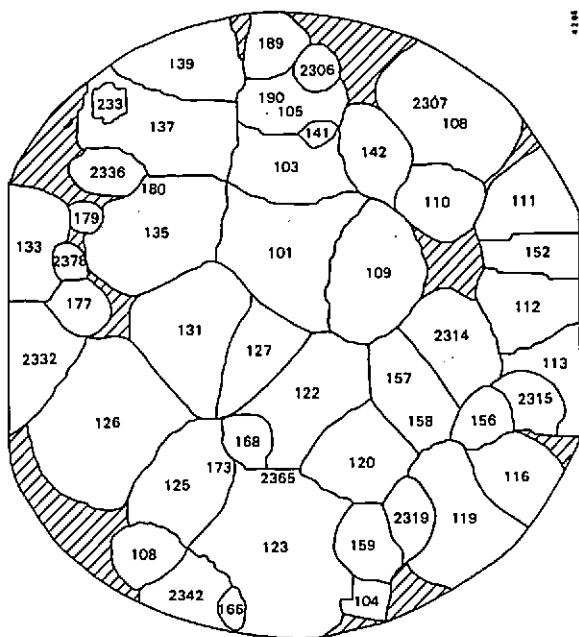
Bij het reconstrueren van de grondvlakaanwas in voorbije jaren met jaarringmetingen doet zich nog een probleem voor. Van de gedunde bomen kunnen namelijk geen jaarringbreedten meer achterhaald worden, terwijl ze in jaren voorafgaande aan de dunning wel een bijdrage aan de gezamenlijke grondvlakaanwas hebben geleverd. Dit probleem hebben we opgelost door de aanwas van die gedunde bomen te schatten uit de aanwas van de bomen die nu nog aanwezig zijn. Dit deden we met een regressiefunctie die per seizoen en per boomsoort opgesteld kan worden, en die er als volgt uitziet:

grondvlakaanwas boom = $A \times \text{grondvlak boom} + B$.
Hierin zijn A en B de in tabel 3 vermelde constanten.

Uit een analyse van de bestaande stobben volgt de diameter en daarmee het grondvlak en de vermoedelijke vellingsdatum van de gedunde bomen. Met de opgestelde regressiefuncties kan worden uitgerekend wat de bijdrage van de gedunde bomen in het verleden is geweest aan de grondvlakaanwas van het perk. De aldus gereconstrueerde situatie staat weergegeven in figuur 3. Hierin staat een plattegrond van de vermoedelijke toestand van het proefperk in 1973. De laatste 10 jaar zijn in het proefperk ongeveer 24 bomen gedund. Voor een gedetailleerde beschrijving van de procedure zie Faber (1983).

Tabel 2 Samenstelling van de opstand in het proefperk (oppervlakte 680 m^2)

Boomsoort	Hoogte (m)	Diam. (cm)	Aantal	Grondvlak (cm^2)	Volume (dm^3)	Aandeel (%)
groveden	19,5	27,0	35	20 013,04	19 777	76,8
beuk	14,5	18,3	31	8 146,34	5 687	23,2
totaal			66	28 159,34	24 464	100
per ha			971	414 200	360 000	



— grens van de beschikbare groei-ruimte van een boom
 // het niet-gebruikte gedeelte van de beschikbare groei-ruimte

verklaring code:
 Eerste cijfer(s) 1 = grove den
 23 = beuk
 Laatste twee cijfers = boomnummer

Fig. 3 Plattegrond van de waarschijnlijke toestand van het proefperk in 1973

Berekende grondvlakaanwascijfers De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in tabel 3. In deze tabel staan de per boomsoort gebruikte regressiefuncties en de per seizoen berekende grondvlakaanwas van alle soorten samen (in cm^2). De tabel vormt het eindresultaat van de bosbouwkundige waarnemingen. Tevens staan in de tabel de per seizoen berekende vochttekorten (in mm).

Resultaten

Het verband tussen de berekende vochttekorten en grondvlakaanwascijfers is getest door toepassing van lineaire regressie in de vorm:

$$Y = b_0 + b_1 X$$

waarin X = vochttekort in mm, Y = grondvlakaanwas in cm^2 . De resultaten van de regressie zijn als volgt:

regressiecoëfficiënten: t-waarden:

$$b_0 = 644$$

$$30$$

$$b_1 = -0,66$$

$$-3,1$$

De verklaarde variantie is 47% en de restspreading bedraagt 55 cm^2 . Het verband is significant bij een betrouwbaarheidsdrempel van 0,05. Toepassing van een

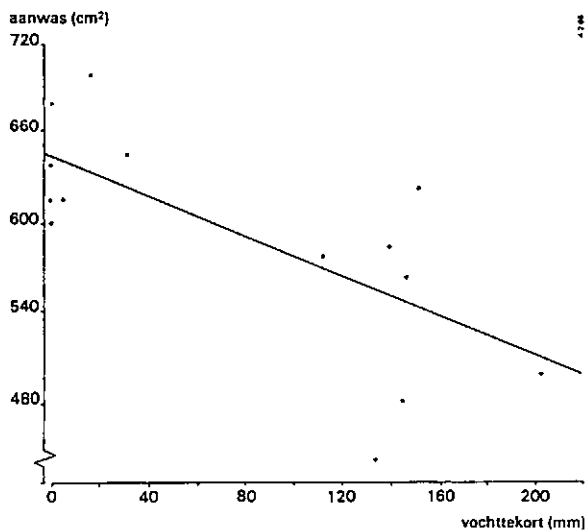


Fig. 4 Verband tussen het vochttekort en de grondvlakaanwas in het proefperk ($r^2 = 0,47$)

kwadratische kromme geeft geen betere beschrijving van het in figuur 4 getoonde verband.

In het proefperk blijkt dus dat de groei duidelijk afneemt bij toenemend vochttekort. Het gevonden verband is bevredigend als het wordt gezien in het licht van de onnauwkeurigheden die onvermijdelijk zijn verbonden aan de bepaling van het vochttekort en de grondvlakaanwas. De uitkomsten voor dit proefperk zijn van groot belang, omdat er tot nog toe onvoldoende kwantitatieve gegevens beschikbaar waren over de samenhang tussen vochttekort en grondvlakaanwas.

Conclusies en discussie

Voor het vaststellen van de invloed van de vochtvoorziening op de boomgroei op een bepaalde locatie is grondige kennis vereist van de bodemopbouw, de bodemfysische eigenschappen en van de methoden om de boomgroei te bepalen. Complicerende factoren, zoals keileem in de ondergrond of uitbundige ondergroei, moeten in een onderzoek van een complex ecosysteem zoals dit zoveel mogelijk worden vermeden. Omdat de praktijk echter wel complex is, zal aanvullend onderzoek moeten uitwijzen wat de invloed van deze factoren is.

De berekeningen van de vochttekorten worden sterk beïnvloed door het verloop van de grondwaterstanden. Deze standen moeten daarom zo goed mogelijk bekend zijn. Minimaal vereist zijn grondwaterstandsmetingen over een periode van twee jaar, zoals in deze studie.

Kennis van het bewortelingspatroon van de bomen is een vereiste om de diepte van de effectieve wortelzone goed te kunnen vaststellen. Bewortelingsonder-

Tabel 3 Reconstructie van de grondvlakaanwas over de periode 1971-1983 in het proefperk; regressie grondvlakaanwas = $A \times \text{grondvlak} + B \text{ (cm}^2\text{)}$

Seizoen	Boomsort	Aantal	A	B	R**2	RRA	Aanwas (cm ²)	Vochttekort (mm)
1983	grove den	35	0,01570	-2,82438	0,48191	0,46621	432,72	132
	beuk	30	0,02503	+0,70737	0,64822	0,63566		
1982	grove den	35	0,02011	-3,60935	0,51285	0,49809	577,62	109
	beuk	30	0,03812	+0,11191	0,75489	0,74613		
1981	grove den	35	0,01688	-2,39701	0,47196	0,45595	597,31	0
	beuk	30	0,03990	+1,53177	0,63404	0,62097		
1980	grove den	35	0,01883	-2,98941	0,48897	0,47349	648,31	30
	beuk	30	0,06149	-1,84339	0,76525	0,75687		
1979	grove den	35	0,01928	-2,36933	0,44352	0,42666	633,79	0
	beuk	30	0,04350	+1,63145	0,64710	0,63449		
1978	grove den	35	0,02194	-2,99759	0,50033	0,48519	702,24	14
	beuk	30	0,05396	+1,40417	0,61852	0,60489		
1977	grove den	35	0,01274	-0,74081	0,47431	0,45838	612,05	6
	beuk	30	0,05019	+0,65176	0,68286	0,67153		
1976	grove den	35	0,00711	+1,24049	0,35226	0,32663	497,75	201
	beuk	30	0,03620	+1,13258	0,34985	0,32663		
1975	grove den	35	0,01632	-0,58457	0,51589	0,50122	621,38	150
	beuk	30	0,03109	+2,99511	0,33490	0,31114		
1974	grove den	35	0,01881	-0,97665	0,44666	0,42989	684,88	0
	beuk	30	0,04916	+1,44310	0,61387	0,60008		
1973	grove den	35	0,01274	+0,42759	0,59872	0,58656	559,50	146
	beuk	30	0,02956	+2,93976	0,37322	0,35084		
1972	grove den	35	0,01313	-0,45614	0,51842	0,50383	614,65	0
	beuk	30	0,05498	+1,99687	0,63088	0,61770		
1971	grove den	35	0,00977	+0,98706	0,40642	0,38843	587,67	137
	beuk	30	0,05062	+2,29142	0,76802	0,75974		

zoek is echter vooral in bossen lastig en tijdrovend. Juist op dit onderdeel dient daarom gezocht te worden naar arbeidsbesparende methoden.

Bij de reconstructie van de grondvlakaanwas moet men voor diverse boomsoorten en opstanden rekening houden met de in de loop der tijden gedunde bomen en met het concurrentie-effect van de bomen.

Indien de afzonderlijke factoren nauwkeurig bepaald worden, is het mogelijk een goed verband op te stellen tussen vochttekorten en boomgroei. Het is echter te tijdrovend om op iedere locatie dit verband opnieuw vast te stellen. Voor het afhandelen van schadegevallen in opstanden met een vergelijkbare samenstelling als de hier bestudeerde opstand, is het daarom aan te bevelen het vochttekort in ieder geval nauwkeurig te berekenen met simulatie en dit vochttekort vervolgens met het in deze studie gevonden verband om te zetten in een boomgroei. Vergelijkbare studies zullen moeten uitwijzen of de hier gevonden relatie ook inderdaad een grotere algemene geldigheid heeft.

Nawoord

Met dank aan ir. J. van den Burg van De Dorschkamp, ir. K. R. van Lynden en ing. A. W. Waenink, beiden van Stiboka, voor hun waardevolle bijdragen aan de uitvoering en de rapportage van het onderzoek.

Literatuur

- Berg, J. van den, 1974. Vochtleverantie van bosgronden, berekend volgens de methode Rijtema-De Laat en de groei van de Japanse lariks. Scriptie Landbouwhogeschool, afd. Cultuurtechniek, Wageningen.
- Bouma, J. et al., 1983. Assessing the suitability of soils with macropores for subsurface liquid waste disposal. *J. environ. Qual.* 12(3): 305-310.
- Burg, J. van den, 1980. Grondwater en boomgroei. *Groen* 36 (3): 121-128.
- Burg, J. van den, P. J. Faber & A. W. Waenink, 1983. Groei en groeiplaats van de groveden. *Ned. Bosbouw tijdschr.* 55 (7/8): 294-307.
- Faber, P. J., 1983. Concurrentie en groei van bomen binnen een opstand. Uitvoerig verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw „De Dorschkamp”, Wageningen, Band 18, nr. 1.
- Laat, P. J. M. de, 1980. Model for unsaturated flow above a shallow water table applied to a regional sub-surface problem. *Agric. Res. Rep.* 895. Pudoc, Wageningen.
- Pleijter, G. & A. F. van Holst, 1976. Bodemkundig-hydrologisch onderzoek van het landgoed het „Oldenzaalse Veen”. Rapport nr. 1199. Stiboka, Wageningen.
- Sluijs, P. van der, 1982. De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. *H₂O* 15(3): 42-46.
- Wösten, J. H. M. et al., 1984. Onderzoek naar de relatie tussen vochtvoorziening en boomgroei in het „Oldenzaalse Veen”. Rapport nr. 1751. Stiboka, Wageningen.