

## 1 Inleiding

De groveden heeft een zeer groot natuurlijk verspreidingsgebied: Midden-, Noord- en Oost-Europa en grote delen van Siberië behoren ertoe. Hij groeit op zeer uiteenlopende plaatsen, in de laagvlakte tot hoog in het gebergte. Hierdoor hebben zich lokaal diverse typen en rassen ontwikkeld, die zich hebben aangepast aan de heersende omstandigheden en grote verschillen vertonen in naaldlengte, kroonontwikkeling en stamvorm.

De groveden heeft eeuwenlang nauwelijks deel uitgemaakt van het Nederlandse bos. Toen de doelgerichte bosbouw ter hand werd genomen – dat is ergens in de zestiende eeuw – kwam de groveden in ons land nauwelijks voor. Dat is ooit anders geweest: in het Boreaal (7000-5000 v. Chr.) was de groveden algemeen aanwezig, getuige de pollenanalyses. Later werd hij door veranderingen in het klimaat en door menselijk ingrijpen teruggedrongen naar de randen van de hoogveengebieden (Woltersen 1973). Daar kon hij zich blijkbaar handhaven tegen het opdringende loofhoutbos en liet de mens hem met rust.

Sinds de 19e eeuw is het areaal van de groveden in ons land door kunstmatige bezaaiing, beplanting en natuurlijke verjonging voortdurend toegenomen. Hij wordt thans overwegend aangetroffen op betrekkelijk droge en arme zandgronden, in Noord-Brabant ook op vochtige, arme zandgronden. In de meeste gevallen heeft de groveden hier de plaats ingenomen van heidevelden.

De groveden heeft op deze voormalige heidegronden echter bepaald geen goede groei. Men gaf bij de bosaanleg – die om economische redenen geschiedde – de voorkeur aan de groveden omdat hij beter bestand is tegen lage bodemvruchtbaarheid en droogte dan de meeste andere boomsoorten (Beverluis 1931; Bonnemann und Röhrig 1972; Ellenberg 1978; Van Goor 1959; Houtzagers 1954; Lambert 1959; Van Lynden 1967; Mayer 1977; Schelling 1960) en bovendien vrij tolerant is tegen hoge grondwaterstanden. Men

## Summary

*Scots pine may, for practical reasons, be considered as an exotic tree species in Dutch forestry. Almost all provenances were imported from areas which are climatologically different from The Netherlands. This has in many instances led to diseases, poor habitus and unpredictable growth and yield. Nevertheless, because Scots pine occupies one-third of the Dutch forest area, growth and yield tables are indispensable. A revision of data of Scots pine has resulted in a new, tentative growth and yield table for site class I.*

*Results of some growth-site studies with Scots pine in The Netherlands are discussed and compared with mainly German studies. Medium growth is possible if N-org. of the top soil exceeds 1,8% and total P 10-20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g. Maximum growth occurs at N-org. = 2,3% and total P = 40 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 gr. N = ca. 1.5% is more or less the lower limit for still acceptable growth. These statements are only valid if soil water supply (water supplied by the rooted zone and the ground water during a vegetation period of 150 days in a so-called "10% year of drought") exceeds 80-100 mm. The role of pH for Scots pine and problems of this species on former agricultural lands are briefly discussed. Suitability of sandy soils for Scots pine is presented in a table.*

vergisste zich overigens niet: de groveden is wel droogtetolerant maar niet droogteminnend. In de praktijk ziet men dan ook dat op de wat vochtiger en rijkere zandgronden de groveden weliswaar beduidend minder frequent voorkomt maar ook dat de groei daar aanmerkelijk beter is. In gemengde opstanden wordt hij echter vrij snel verdrongen.

Het voor de bebossing van heidevelden benodigde zaad werd via de bestaande handelskanalen uit allerlei gebieden van Europa geïmporteerd (Woltersen 1972). Als gevolg daarvan waren er onder de geïmporteerde herkomsten vele, die zich in het Nederlandse klimaat niet goed konden ontwikkelen. Daardoor ontstonden vaak slechtgroeiende en ziektegevoelige opstanden, aangetast door dennenschot, zeer heteroog en met

\*) Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.

\*\*) Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

slechte vormen. De laatste vijftig jaar heeft men veel gedaan om grovedennen te krijgen die beter aan de omstandigheden in ons land zijn aangepast, o.a. door de activiteiten van de Commissie Waarborg Herkomst Groveden en door het veredelingswerk. Daartoe heeft men zich bij de zaadwinning gericht op goed groeiende, goed gevormde en homogene opstanden (Kriek en Bikker 1973; Wolterson 1972). Maar toch bestaat ons huidige grovedennenbestand nog steeds voor een groot deel uit een mengsel van herkomsten met uiteenlopende genetische eigenschappen, waardoor grote verschillen optreden in de vorm van de stam, het verloop van de groei en de gevoeligheid voor ziekten (Kriek, 1981). Dit feit heeft belangrijke consequenties voor de mogelijkheden en perspectieven van het groei-, opbrengst- en groeiplaatsonderzoek van deze boomsoort. Het staat vast dat de variatie in groei van de groveden lang niet altijd kan worden toegeschreven aan bodemverschillen, maar dat niet-bodemkundige factoren daar vaak doorheen spelen. Zo vond Van Soest (1952) dat herkomstverschillen van de groveden aanleiding kunnen geven tot een groei die slechts 30 à 60% bedraagt van de maximaal mogelijke groei. Een verdere complicatie is dat wegens de zeer aanzienlijke verschillen in habitus het vervaardigen van groei- en opbrengsttabellen een hachelijke zaak is.

Als gevolg van deze grote herkomstinvloed zijn de uitkomsten van onderzoek met de groveden met nogal wat onzekerheden beladen. Ondanks dit bezwaar is getracht een overzicht te geven van de bestaande kennis met betrekking tot groei en groeiplaats van de groveden. In dit artikel zullen de volgende onderwerpen ter sprake worden gebracht:

- Groei en opbrengst van de groveden.
- Groei van de groveden in relatie tot de bodem.
- Groeiverwachting van de groveden op een aantal gronden.

## 2 Groei en opbrengst van de groveden

### 2.1 De hoogtegroei van de groveden

In tegenstelling tot de diktegroei van een boom wordt zijn hoogtegroei onder normale omstandigheden niet of nauwelijks door de opstandsbehandeling of opstandsdichtheid beïnvloed (wel door bodem en klimaat). Daarom wordt de groeisnelheid in de lengte gebruikt als criterium voor de geschiktheid van een bepaalde groeiplaats voor een boomsoort. De hoogte van de honderd hoogste bomen per hectare – de zgn. opperhoogte – is hiervoor het meest geschikt. In het ideale geval zou het groeiverloop van de opperhoogtebomen een zuivere afspiegeling moeten zijn van de geschiktheid van een bepaalde groeiplaats voor een boomsoort; hoe beter de grond, hoe sneller de groei.

Dat dit niet zo eenvoudig ligt komt niet alleen door de van jaar tot jaar wisselende weersomstandigheden. In de jeugdfase wordt de groei beïnvloed door de bekende startproblemen: plantsoenkwaliteit, plantmethode, onkruidgroei en denneschot. Op latere leeftijd spelen het optreden van aantastingen (insekten, schimmels) en de expositie aan de wind een rol. Daardoor kan een goede jeugdgroei gevolgd worden door een slechte groei op latere leeftijd maar het omgekeerde komt ook wel voor. Nu is de groveden een boomsoort die niet zo gevoelig is voor ongunstige omstandigheden in de jeugdfase, maar wegens zijn uitgesproken continentale herkomst is hij wel gevoelig voor maritieme invloeden. Zijn hoogtegroei wordt dan ook sterker geremd naarmate hij meer blootgesteld is aan krachtige westenwinden. Mogelijk zijn niet alle typen van groveden hiervoor in dezelfde mate gevoelig en kan op een rijke grond de uitwerking nadeliger zijn dan op een arme grond.

Door al deze oorzaken kan het verloop van de groei van de opperhoogte zeer verschillend uitvallen. Vaak ziet men bij de groveden afplating van de kroon optreden, op naar gelang de omstandigheden verschillende hoogte. Het zal duidelijk zijn dat, indien dat het geval is, er niet meer gesproken kan worden van de opperhoogte als een boniteitswijzer. Als de bomen gezond zijn en voldoende ruimte hebben dan zal de kroon deelings uitgroeien zodat de diktegroei gewoon doorgaat. Het nauwe verband tussen diktegroei, hoogtegroei en opstandsdichtheid, waarop onze opbrengsttabellen gebaseerd zijn, geldt dan niet meer.

Het te verwachten verloop van de hoogtegroei op een willekeurige groeiplaats is dus zeer onzeker, vooral op latere leeftijd. Daardoor is het niet mogelijk voor de groveden redelijk betrouwbare opbrengsttabellen te construeren. In het buitenland, waar men met dezelfde problemen te kampen heeft, zijn wel pogingen gedaan een "normaal verloop" van de hoogtegroei te ontwerpen. Mogelijk door verschillen in klimaat, maar in elk geval door verschillen in de aard van het materiaal en in de methode van het verzamelen en bewerken van gegevens zijn de uitkomsten zeer verschillend. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht.

Uit dit overzicht blijkt dat de hoogtegroei volgens Grandjean en Stoffels in twee opzichten afwijkt van de overige groeiverlopen. Het Nederlandse model vertoont namelijk een snelle groei in de jeugd en een vroegtijdig afplaten van de groeicurve op latere leeftijd. De Britse 1e boniteit heeft een vergelijkbare jeugdgroei, maar daar houdt de snelle groei ook op latere leeftijd aan. De 1e boniteit van Seibt heeft een zeer matige jeugdgroei maar haalt dat snel in, zodat op latere leeftijd zelfs de Britse tabel voorbijgestreefd wordt. Opvallend in hun onderlinge verschillen zijn ook de

Tabel 1 Hoogtegroei-ontwikkeling van groveden (boniteit I) in Noordwest-Europa volgens een aantal auteurs.  
 Table 1 Height growth development of Scots pine (site class I) in Northwestern Europe according to various authors.

auteur/ author	1	2	3	4	5	6	7	8	9						10	11
									(diverse groeiplaatsen) (various sites)							
leeftijd/ age	g	o	g	g	o	g	g	o	g	o	o	o	o	o	o	
10	-	-	-	34	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	
15	70	83	-	-	57	-	-	70	-	-	-	-	-	-	88	
20	92	109	-	85	85	82	70	96	69	74	94	58	79	63	112	81
25	113	132	100	-	112	103	90	121	95	93	116	75	99	84	133	-
30	133	153	120	133	136	124	110	144	119	111	136	92	118	105	152	109
35	151	173	139	-	158	143	124	165	142	126	154	107	134	124	169	-
40	167	191	157	173	178	160	155	183	164	141	171	121	150	142	184	132
45	181	208	174	-	195	177	170	200	185	154	186	134	164	158	198	-
50	193	224	189	204	211	191	190	215	203	166	199	146	178	174	209	150
55	204	238	203	-	225	204	204	228	221	176	212	157	190	188	220	-
60	214	251	216	229	237	216	217	240	237	186	224	167	202	202	229	164
65	222	263	227	-	248	226	228	251	252	195	234	176	212	214	237	-
70	229	273	237	250	258	235	240	261	265	203	244	184	222	226	244	176
75	235	282	246	-	267	243	248	269	278	211	253	191	232	237	251	-
80	240	289	254	268	276	250	255	276	289	218	267	198	240	247	256	185
85	244	296	261	-	282	257	262	283	300	224	270	204	248	256	261	-
90	247	302	268	283	288	263	267	289	310	230	277	210	256	265	266	192
95	-	307	274	-	294	-	-	294	319	235	284	215	263	273	270	-
100	-	311	280	295	300	-	-	299	328	240	290	220	270	280	273	-

o = opperhoogte (dm)/dominant height (dm)

g = gemiddelde hoogte (dm)/mean height (dm)

1,10 = Grandjean en Stoffels, 1955 (Nederland)

2 = Bradley, Hamilton and Christie, 1966/71 (Groot-Brittannië)

3 = Schwappach, 1929 (Duitsland)

4 = Gehrhardt (?), Kiefer, 1921 (Duitsland)

5 = Vuokila, 1980 (Finland)

6 = Brantseg, 1969 (Noorwegen)

7 = Braastad, 1980 (Noorwegen)

8 = Seibt, 1974 (N.W.-Duitsland)

9 = Schmidt, 1971 (Opperpalts/Zuid-Duitsland)

11 = Ottorini, 1981 (Margeride, Frankrijk)

groeilijnen in de Opperpalts volgens Schmidt voor diverse groeiplaatsen. De groeilijnen volgens Braastad en Brantseg (Noorwegen) vertonen daarmee gelijkenis, alleen zet de groei in het model van Braastad veel beter door. Als oorzaken van deze uiteenlopende hoogtegroei-ontwikkelingen van de groveden kunnen de verschillende klimatologische omstandigheden en de verschillende geaardheid van de populaties genoemd worden. De heersende westenwinden, die in ons land een belangrijke oorzaak zijn van het aflatten van de kronen, schijnen in Engeland veel minder of in het geheel geen rol te spelen. Zou de aard van de Britse groveden zoveel anders zijn dan van de onze of zijn er andere oorzaken aan te voeren (Grandjean et al. 1956)? Een bevestigend antwoord hierop kan pas worden gegeven als van geselecteerde herkomsten de groei op lange termijn bekend is. Tot zolang blijft de voorspelling van de hoogtegroei van de groveden in ons land onzeker.

Om een boniteitenfamilie van hoogtegroei-curves in een formule uit te drukken is het doelmatig de formule

van Chapman-Richards te gebruiken:

$H = S(1 - e^{-C_7 \cdot T^{C_8}})$ , waarin S de Site Index (S-waarde in meters) voorstelt en T de leeftijd in jaren vanaf kieming. In kolom 10 van tabel 1 is het groeiverloop van de opperhoogte gegeven, die verkregen wordt als het model van Grandjean en Stoffels met behulp van de Chapman-Richards formule wordt gemodelleerd. De gevonden constanten van de formule zijn  $C_7 = 0,0248$  en  $C_8 = 1,04749$ . Het lijkt raadzaam om – zolang de populatie van de groveden in ons land niet is veranderd en geen betere waarden kunnen worden geschat – deze constanten te gebruiken voor de berekening van opbrengsttabellen.

## 2.2 De diktegroei van de groveden

De diktegroei van een boom is o.a. afhankelijk van bodem en klimaat, maar vooral van de hoeveelheid ruimte die in de opstand beschikbaar is. Doordat de hoogtegroei in veel mindere mate of in het geheel niet door de dichtheid van de opstand wordt beïnvloed, neemt

de hoogte/diameterverhouding van een boom toe naar mate hij meer in de verdrukking komt. Deze verhouding varieert van 150 bij onderdrukte bomen tot 25 bij vrij opgegroeide bomen. Indien de groeiruimte van een boom niet bekend is, kan de diktegroei niet voorspeld worden. Om toch iets over de gemiddelde diametergroei van een opstand te kunnen zeggen, wordt de aanwasverwachting van het grondvlak per ha berekend. Dit is de som van de boomdoorsneden op 1,30 m boven de grond, uitgedrukt in  $m^2 \cdot ha^{-1}$ . Deze grondvlakaanwas per ha is namelijk wel afhankelijk van bodem en klimaat, maar binnen ruime grenzen niet van de opstandsdichtheid. Door nu de grondvlakaanwas per ha in een bepaalde periode te delen door de aanwas van de (opper)hoogte over diezelfde periode kan de invloed van bodem en klimaat voor een zeer belangrijk deel worden geëlimineerd. Dit getal wordt de Relatieve Grondvlak Bijgroei (afgekort: RGB) genoemd, uitgedrukt in  $m^2 \cdot ha^{-1} \cdot m^{-1}$ . Tot dusverre is bij andere boomsoorten komen vast te staan dat de RGB bij normale kroonsluiting en normale lengtegroei een voor die houtsoort specifiek niveau heeft. Bij te ruime stand, bij gestoorde lengtegroei of pathogene aantastingen kan dit niveau anders worden. Gedurende het leven van een opstand kan het niveau ook geleidelijk anders komen te liggen. Gebleken is namelijk, dat door de ligging vlak aan zee de hoogtegroei geremd wordt, zonder dat dit doorwerkt in de diktegroei. Bij de Corsicaanse den werden in de jeugdfase zeer hoge waarden (tot  $9 \text{ m}^2 \cdot ha^{-1} \cdot m^{-1}$ ) vastgesteld, terwijl het gemiddelde uiteenloopt van 4 in het binnenland tot 5 in het kustgebied. Bij de groveden met zijn neiging tot kroonafplatting kan de RGB in dezelfde mate onzeker worden als de hoogtegroei. Uit de beschikbare opbrengsttabellen zijn de volgende waarden voor de RGB afgeleid, berekend over een gehele omloop (Tabel 2).

Bij veel tabellen gaat een slechtere boniteit samen met een hogere RGB. Dit kan er op wijzen dat de geringere hoogtegroei niet zozeer door de bodem veroorzaakt wordt maar door externe invloeden, bijvoorbeeld wind. Verder neemt in sommige tabellen de RGB toe met de

leeftijd; ook dit kan windinvloed zijn. De waarde van de RGB voor de Britse eilanden is exorbitant hoog, zelfs gezien tegen de achtergrond van de ook al zeer optimistische hoogtegroeilijnen. Uit Nederlands onderzoek blijkt een gemiddelde RGB-waarde van 3,1, wat dus goed past in het bovenstaande rijtje. Men zij er echter op bedacht, dat bij afplattende hoogtegroei de RGB groter kan worden, daar bij voldoende kroonomvang de diktegroei niet tegelijkertijd met de hoogtegroei behoeft af te nemen. Dit kan een verschil van waarschijnlijk wel  $1 \text{ m}^2 \cdot ha^{-1} \cdot m^{-1}$  opleveren. Anderzijds kan de RGB aanzienlijk lager komen te liggen, als door welke oorzaak dan ook (insekten, schot, droogte) de hoeveelheid gezonde naalden gering wordt (minder dan 2 à 3 jaargangen). Voor modelberekeningen kan tenslotte de grondvlakbijgroei op een simpele manier omgezet worden in een aanwasgetal van de gemiddelde diameter. De verdeling van deze aanwas over de individuele bomen kan niet berekend worden zonder dat gegevens beschikbaar zijn over de ruimtelijke structuur van een opstand. Het zou in dit kader te ver voeren op dit aspect hier nader in te gaan.

### 2.3 De produktie van de groveden

2.3.1 *Spilhoutmassa* De groei in hoogte en in dikte van een grovedennenopstand geeft aanleiding tot de produktie van biomassa in de vorm van schors, hout, takken, naalden en wortels. Hoewel er de laatste tijd vooral belangstelling bestaat voor de totale hoeveelheid biomassa die geproduceerd kan worden, zullen we ons hier beperken tot de hoeveelheid hout, die wordt voortgebracht. De hoeveelheid hout in een boom kan op twee manieren worden gemeten, namelijk door sectiegewijze meting te trachten het werkelijk houtvolume te weten te komen, of door meting van de werkhoutlengte en de diameter in het midden het zogenaamde handelsvolume te bepalen. Bij de eerstgenoemde meting wordt de totale lengte van de boom meegerekend. We krijgen dan als uitkomst het spilhoutvolume, dat meestal aanzienlijk groter is dan het werkhoutvolume volgens handelsmaat. Verder kunnen

Tabel 2 Relatieve grondvlakbijgroei (RGB,  $m^2 \cdot ha^{-1} \cdot m^{-1}$ ) van groveden in Noordwest-Europa volgens een aantal auteurs.

Table 2 Relative Basal area Increment (RBI,  $m^2 \cdot ha^{-1} \cdot m^{-1}$ ) of Scots pine in Northwestern Europe, according to various authors.

Grandjean en Stoffels (1955)	2,71
Seibt (1974)	3,04
Bradley, Hamilton and Christie (1966/71)	4,60
Brantseg (1969)	3,55
Braastad (1980)	3,12
Wiedemann (1943)	3,08
Schwappach (1929)	2,80
Vuokila (1967)	1,46
Vuokila (1980)	2,37
Schmidt (1971)	2,94-5,18 (voor verschillende groeiplaatsen)/for various sites
Faber (ongepubliceerd)/(unpublished)	3,1

beide metingen met schors en zonder schors worden uitgevoerd. Voor de meting van de staande houtvoorraad in een opstand is het ondoenlijk om alle bomen sectiegewijs te meten. Daarom is er een formule opgesteld, die het verband weergeeft tussen het spilhoutvolume van een boom en zijn diameter op 1,30 m hoogte en zijn lengte. Een voor dit verband zeer doelmatige formule is die volgens Schumacher-Hall:

$$\text{Log}(V_{\text{boom}}) = C1 \cdot \text{Log}(\text{Diam}) + C2 \cdot \text{Log}(H) + C3$$

Om de systematische afwijkingen ten gevolge van de logaritmische vereffening te elimineren, kan de correctiefactor EXP ( $\sigma^2/2$ ) toegepast worden. Op grond van 1128 gemeten stammen van de groveden zijn de volgende waarden voor de regressie-constanten bepaald:  $C1 = 1,898888$ ,  $C2 = 0,8896824$ ,  $C3 = -2,619148$  en de spreiding ( $\sigma$ ) = 0,089678.

Om met behulp van deze formule de staande spilhoutmassa van een opstand te bepalen, zou men van alle bomen de diameters op borsthoogte en de lengtes moeten meten. Deze bewerking kan vereenvoudigd worden door niet van alle bomen de lengtes te meten, maar een steekproef te nemen. Via een regressie tussen hoogte en diameter kan dan de hoogte van alle bomen worden geschat. Deze methode wordt gewoonlijk in opbrengstproefperken toegepast.

Voor de bosinventarisatie en de bosinrichting is deze methode echter nog veel te bewerkelijk. Voor het maken van opbrengsttabellen met opbrengstkenmerken kan deze volumebetrekking ook niet gebruikt worden. Daarom is er een tweede volumerelatie opgesteld, die uitgaat van opstandskenmerken. Deze relatie ziet er als volgt uit:

$$\text{Log}(V/\text{ha}) = C4 \cdot \text{Log}(G/\text{ha}) + C5 \cdot \text{Log}(\text{HDOM}) + C6 + C15 \cdot T \text{ (waarin } T = \text{leeftijd in jaren).}$$

Op grond van 244 proefperkmetingen zijn voor de groveden de volgende waarden van de constanten gevonden:  $C4 = 0,9259$ ,  $C5 = 0,9812$ ,  $C6 = -0,3491$ ,  $C15 = -0,0017$  en de spreiding ( $\sigma$ ) = 0,0361. Om met behulp van deze formule de staande spilhoutmassa te schatten behoeven alleen maar schattingen gemaakt te worden van het grondvlak per ha en de opperhoogte. De eerstgenoemde kan eenvoudig worden bepaald met behulp van het prisma volgens Bitterlich, de tweede vereist een aantal verspreide metingen van de hoogste bomen in een opstand.

**2.3.2 Werkhoutmassa** Iets geheel anders is het als we de staande houtvoorraad volgens handelsmaat willen bepalen. Hiervoor dienen de lengte van het werkhout en de diameter op halve lengte bepaald te worden. Een bruikbaar instrument voor dergelijke metingen is de relascoop volgens Bitterlich. Eenvoudiger is het echter om niet van alle bomen de lengte en dikte te bepalen maar evenals bij de schatting van de spilhout-

massa een steekproefmethode te gebruiken. Hierbij kan men denken aan een nauwkeurige meting van een aantal bomen met het gemiddelde volume. Bij benadering is de zogenaamde volumemiddenboom gelijk aan de boom met het gemiddelde grondvlak. Zou men bijvoorbeeld 10 grondvlakmiddenbomen in een opstand nauwkeurig meten, dan zou de staande houtvoorraad volgens handelsmaat verkregen kunnen worden door de volumes van de grondvlakmiddenbomen om te slaan over de gehele opstand. Als deze zogenaamde modelbomen ter plaatse van het middenvlak geschild zouden worden, dan zou op een eenvoudige wijze de staande houtvoorraad zonder schors verkregen kunnen worden, zonder dat daarvoor aanvechtbare correctiefactoren zouden behoeven te worden toegepast. Onderzoek heeft namelijk uitgewezen, dat bij de groveden de schorsdikte in het midden zeer variabel is, omdat hier vaak de grens ligt tussen de zones met de vliedunne bast en die met een dikke schors. Daardoor geeft de toepassing van landelijke correctiefactoren voor de schorsreductie bij de groveden aanleiding tot belangrijke fouten in de schattingen.

#### 2.4 Een opbrengsttabel voor de groveden

Voor het berekenen van een opbrengsttabel kunnen de in de vorige hoofdstukken genoemde groei- en volumeparameters gebruikt worden. Er zijn echter nog enkele andere nodig, die nog niet aan de orde geweest zijn, zoals de parameters die de "normale" opstandsdichtheid beschrijven en die de te verwachten mate van homogeniteit en de aard van de daarbij behorende dunning modelleren. Het gaat hierbij om de parameters  $C9$ ,  $C10$  en  $C11$ , die voorkomen in de relaties:

(a)  $K = C9 \cdot \text{DG}(\text{nd}) + C10$ , waarin  $K$  is de gemiddelde boomafstand volgens driehoeksverband, en  $\text{DG}(\text{nd})$  is de gemiddelde diameter na dunning.

(b)  $\text{DG}(\text{nd})/\text{DG}(\text{vd}) = C11 \cdot (K(\text{nd})/K(\text{vd}) + 1) - C11$ , waarin  $(\text{vd})$  slaat op de toestand voor dunning.

Voor de groveden zijn op dit moment geen betrouwbare schattingen te maken van de waarden van  $C9$ ,  $C10$  en  $C11$  voor "normale" opstanden. Uiteraard speelt hierbij de doelstelling van de teelt een belangrijke rol. Gaat het bijvoorbeeld om bulkhout voor de papier- of spaanplaatindustrie dan kan men volstaan met een ruim plantverband (2500 bomen per ha), en hierin in de loop der tijd slechts twee of drie min of meer systematische dunningen uit te voeren en een omloop van 40 à 60 jaar toe te passen. Gaat het echter om de produktie van zwaar zaaghout van behoorlijke kwaliteit, dan zal een dichter plantverband gewenst zijn, bijvoorbeeld 5000 planten per ha bij de aanleg. Hierin zal zorgvuldiger moeten worden gedund, bij voorkeur door bij een opperhoogte van ca. 11 m toekomstbomen uit te zoeken en deze regelmatig vrij te stellen. Een derge-

lijke teelt zal ook een lange omloop vergen, voor de goede boniteiten tenminste 80 jaar. Bij deze doelstelling zouden de volgende waarden aan de genoemde constanten gegeven kunnen worden:  $C_9 = 16,96$ ,  $C_{10} = 44,56$  en  $C_{11} = 0,35$ . Indien we deze constanten in het groeimodel invoeren, dan leidt dit voor de eerste boniteit tot onderstaande opbrengsttabel (tabel 3).

### 3 Groei van de groveden in relatie tot de bodem

#### 3.1 Algemeen

Verschillen in groei van de groveden blijken heel vaak samen te gaan met bodemverschillen. Enkele bodemfactoren waaraan deze groeiverschillen kunnen worden toegeschreven zijn:

- De ontwateringstoestand
- Het vochtleverend vermogen
- De voedingstoestand
- De zuurgraad.

In het onderstaande wordt de betekenis van deze factoren voor de groei van de groveden besproken.

#### 3.2 Groei in relatie tot de ontwateringstoestand

De ontwateringstoestand van de grond is vooral van belang in verband met de zuurstofvoorziening van de boomwortels. Onvoldoende ontwatering kan leiden tot zuurstofgebrek in de wortelzone en daarmee tot een slechte groei van de bomen.

Vrij algemeen is bekend dat de groveden hoge grondwaterstanden minder goed verdraagt dan bijvoorbeeld soorten als schietwilg, danijls en fijnspaar maar wel duidelijk beter dan bijvoorbeeld beuk en douglas. Men kan dus zeggen dat de groveden tamelijk tolerant is tegen hoge grondwaterstanden. Op slecht ontwaterde gronden, d.w.z. gronden met een gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG)\*) ondieper dan 25 cm – m.v. is de groei van groveden meestal slecht.

Enkele voorbeelden van gronden waarop een slechte groei\*\*) van de groveden als gevolg van te hoge grondwaterstanden kan worden aangetroffen zijn de veen- en moerige gronden met grondwatertrap (Gt) I en vaak ook die met Gt II. De groveden komt overigens op deze gronden maar weinig voor. Zijn de gronden iets beter ontwaterd en hebben zij een GVG van ca. 25-50 cm – m.v. dan bereikt de groveden vaak een

veel betere groei maar komt meestal toch niet uit boven het niveau "gemiddelde groei". Enkele voorbeelden van deze gronden zijn: veldpodzolgronden met Gt III en V, gooreerdgronden met Gt II, II\*, III en V en moerige gronden met Gt II, II\*, III en V. Op matig goed en goed ontwaterde gronden met een GVG dieper dan 50 cm – m.v. – dat zijn gronden met Gt III\*, IV, V\*, VI, VII en VII\* – bereikt de groveden meestal een goede groei, als ook de overige factoren min of meer optimaal zijn.

Uit een onderzoek naar de groei van de groveden op dekzandgronden in oostelijk Noord-Brabant (Waenink 1978) is duidelijk geworden dat de groveden hoge grondwaterstanden slechter verdraagt naarmate de voedselrijkdom van de grond afneemt. In het algemeen kan dan ook van de groveden worden gezegd dat hij hoge grondwaterstanden tamelijk goed verdraagt maar dat de tolerantie afneemt naarmate de grond voedsel- armer wordt. In tabel 4 is de samenhang tussen de ontwateringstoestand van niet al te voedselarme gronden en de groei van de groveden, in vergelijking met enkele andere boomsoorten, zeer globaal weergegeven.

#### 3.3 Groei in relatie tot het vochtleverend vermogen

Het vochtleverend vermogen van de grond is de hoeveelheid water die in een groeiseizoen van 150 dagen en in een zeer droog jaar (een zgn. 10%-droogtejaar) aan de plantewortels kan worden geleverd. De grootte ervan wordt bepaald door de hoeveelheid beschikbaar vocht in de bewortelbare zone van de grond plus de hoeveelheid die vanuit het grondwater aan de wortelzone kan worden geleverd (Van Lynden 1977; Haans 1979).

Preciese gegevens over de vochtbehoefte van groveden voor maximale groei staan nog niet ter beschikking zodat vast moet worden gesteld met globale aanduidingen. Wel staat vast dat de droogtetolerantie van de groveden vrij groot is.

Uit onderzoek naar de groei van de groveden op verschillende gronden zijn gegevens verkregen die erop wijzen dat op niet al te voedselarme gronden de groveden pas een goede groei bereikt wanneer het vochtleverend vermogen tenminste 80 à 100 mm bedraagt. Voorbeelden van dergelijke gronden, waarop vaak een goede groei van de groveden wordt aangetroffen, zijn: lemige holtpodzolgronden, een groot deel van de duinvaaggronden met een bodemprofiel in de ondergrond, goed ontwaterde beek- en gooreerdgronden en een groot deel van de lemige veld- en haarpodzolgronden, dus op gronden die in samenstelling en eigenschappen vaak sterk uiteenlopen.

Op gronden met een vochtleverend vermogen van 50-80 à 100 mm water wordt meestal niet meer dan een gemiddelde groei van de groveden bereikt. Voor-

\*) De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is de gemiddelde grondwaterstand op 1 april, berekend uit gegevens van een groot aantal jaren. De GVG wordt afgeleid uit de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) met behulp van de betrekking:  
 $GVG = 5,4 + 0,83 GHG + 0,19 GLG$  (Van der Sluijs 1982).

\*\*) Onder slechte groei van de groveden wordt verstaan een culminatiewaarde van de gemiddelde aanwas van minder dan  $4,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$ , onder gemiddelde of normale groei  $4,2-6,6 \text{ m}^3$  en onder goede groei meer dan  $6,6 \text{ m}^3$ .

Tabel 3 Opbrengsttabel voor de groveden in Nederland; boniteit I volgens Grandjean en Stoffels (1955), gemoduleerd volgens la Bastide en Faber (1972).

Table 3 Yield table for Scots pine in The Netherlands; site class I after Grandjean and Stoffels (1955), modulated after la Bastide and Faber (1972).

leeftijd (jaren)/ age years	opper- hoogte (m) dominant height	stamtal per ha stems ha <sup>-1</sup>	grondvlak (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) basal area	gemidd. diameter (cm) mean diameter	spil- hout volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) tree volume	totale produktie (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) cumulative production	gemiddelde aanwas (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .jaar <sup>-1</sup> ) mean increment
15	8,8	5000	17,00	6,6	80	80	5,3
15	8,8	5000	17,00	6,6	80	80	5,3
		351	0,78	5,3	3		
		4649	16,22	6,7	77		
20	11,2	4649	23,66	8,0	137	140	7,0
		1494	5,11	6,6	28		
		3156	18,55	8,7	109		
25	13,3	3156	25,18	10,1	170	201	8,0
		906	4,84	8,2	31		
		2250	20,35	10,7	140		
30	15,2	2250	26,24	12,2	200	261	8,7
		578	4,50	10,0	32		
		1672	21,57	12,9	168		
35	16,9	1672	26,98	14,3	226	319	9,1
		385	4,14	11,7	32		
		1286	22,85	15,0	193		
40	18,4	1286	27,50	16,5	247	373	9,3
		266	3,77	13,4	32		
		1020	23,73	17,2	216		
45	19,8	1020	27,85	18,6	266	423	9,4
		189	3,41	15,2	30		
		832	24,44	19,3	235		
50	20,9	832	28,09	20,7	281	468	9,4
		138	3,07	16,9	29		
		694	25,02	21,4	252		
55	22,0	694	28,25	22,8	294	510	9,3
		103	2,76	18,5	27		
		591	25,49	23,4	267		
60	22,9	591	28,35	24,7	304	547	9,1
		78	2,47	20,0	25		
		513	25,88	25,3	280		
65	23,7	513	28,42	26,6	316	580	8,9
		61	2,20	21,5	23		
		452	26,21	27,2	290		
70	24,4	452	28,45	28,3	320	610	8,7
		48	1,97	22,9	21		
		405	26,49	28,9	299		
75	25,1	405	28,47	29,9	326	636	8,5
		38	1,75	24,2	19		
		367	26,72	30,5	307		
80	25,6	367	28,47	31,4	330	659	8,2
		31	1,56	25,4	17		
		336	26,92	31,9	313		
85	26,1	336	28,47	32,8	333	679	8,0
		25	1,38	26,6	15		
		311	27,08	33,3	318		
90	26,6	311	28,45	34,1	336	697	7,7
		21	1,23	27,6	13		
		291	27,23	34,5	322		
95	27,0	291	28,44	35,3	338	712	7,5
		17	1,09	28,5	12		
		274	27,35	35,7	326		
100	27,3	274	28,42	35,3	338	712	7,5
100	27,3	274	28,42	36,4	339	725	7,2
		14	0,96	29,4	11		
		260	27,46	36,7	328		

Tabel 4 De samenhang tussen de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) van niet al te voedselarme gronden en de groei van de groveden in vergelijking met enkele andere boomsoorten (zeer globaal).

Table 4 Relation between mean spring water table (GVG) of medium fertile soils and site index of Scots pines compared with some other tree species (tentative).

GVG in cm - m.v./ GVG in cm minus surface	groveden/ Scots pine	douglas/ Douglas fir	fijnspat/ Norway spruce	zwarte els/ black alder	beuk/ beech
< 25	3	3	2	2	3
25-50	2	3	1	1	3
50-75	1	2	1	1	2
> 75	1	1	1	1	1

1 = goede groei/good growth

2 = gemiddelde groei/medium growth

3 = slechte groei/poor growth

beelden van dergelijke gronden zijn: leemarme veld- en haarpodzolgronden met Gt VII en VII\*, zwaklemige grofzandige laar- en holtpodzolgronden, humusarme duinvaaggronden zonder bodemprofiel in de ondergrond en sommige vlakvaaggronden.

Op gronden met een vochtleverend vermogen van minder dan 50 mm is de groei van de groveden bijna altijd slecht tot zeer slecht. De oppervlakte van deze gronden is echter gering. Voorbeelden van dergelijke gronden zijn: een deel van de vlakvaaggronden (uitgestoven laagten), sommige leem- en humusarme grofzandige haarpodzolgronden, grofzandige vlakvaaggronden en sommige uiterst humusarme duinvaag-

gronden zonder bodemprofiel in de ondergrond. Het vochtleverend vermogen van sommige van deze gronden is vaak zo gering dat er alleen nog maar een zeer slecht groeiende groveden op wordt aangetroffen.

Kort samengevat komt het erop neer dat op niet al te voedselarme zandgronden de groveden over het algemeen pas een goede groei bereikt wanneer het vochtleverend vermogen tenminste 80 à 100 mm bedraagt. Op gronden met minder dan 50 mm is de groei overwegend slecht.

De samenhang tussen het vochtleverend vermogen van de grond en de groei van de groveden is in figuur 1 schematisch weergegeven.

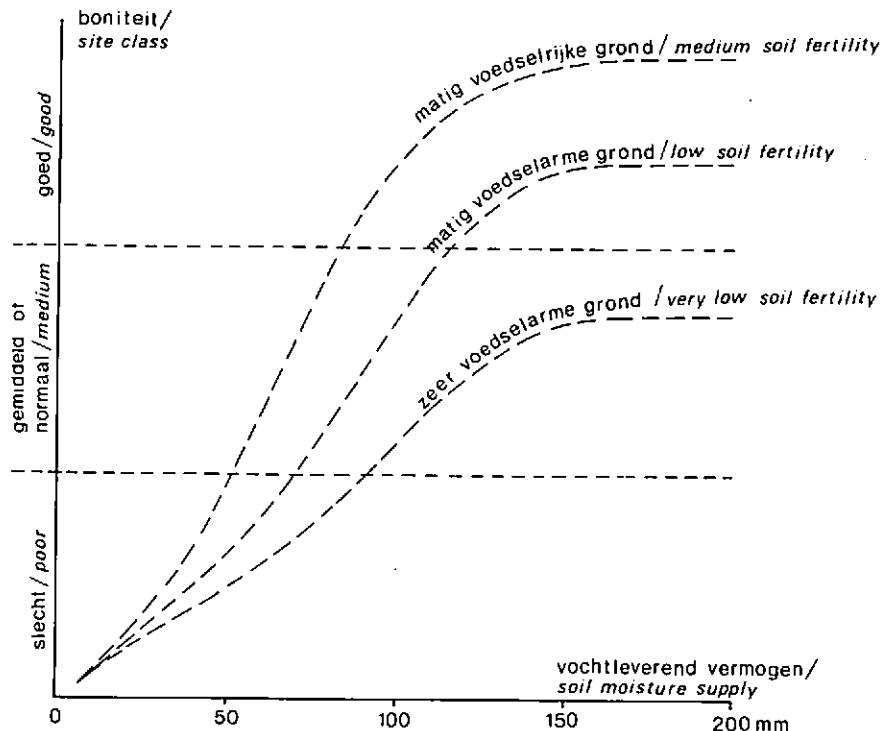


Fig. 1 Schematische weergave van de samenhang tussen het vochtleverend vermogen van de grond en de groei van de groveden.

Fig. 1 Schematic representation of the relationship between soil moisture supply and growth of Scots pine.



### 3.4 Groei in relatie tot de voedingstoestand

De voedingstoestand is een bodemhoedanigheid die omschreven kan worden als de mate waarin de grond is voorzien van voor de bomen noodzakelijke voedingsstoffen. De boomgroei wordt in belangrijke mate bepaald door de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen in de grond. De voedingstoestand wordt niet altijd rechtstreeks aan de grond gemeten maar meestal afgeleid uit een aantal in het veld vaststelbare bodemeigenschappen en de spontane vegetatie.

**3.4.1 De spontane vegetatie als bodemvruchtbaarheidsindicator.** Het kwalitatieve gegeven dat vegetatie en bodemvruchtbaarheid met elkaar samenhangen is door Bannink et al. (1973) omgezet in een kwantitatieve relatie tussen de door hen gedefinieerde vegetatietypen (de reeks A-H-R-Z-K) en de groei van de groveden. Dergelijke relaties bestaan ook voor andere boomsoorten en zijn tezamen met een aantal bodemkundige gegevens, verwerkt tot groeiverwachtingstabellen (Aanleg en beheer van bos en beplantingen, 1981).

Nu kan men zich afvragen wat deze vegetatietypenreeks eigenlijk inhoudt. De vegetatie kan onder meer als een gevolg van de chemische bodemvruchtbaarheid worden beschouwd maar dit laatste is wel een zeer complex begrip. Bannink et al. (1973) zijn van mening dat de reeks samenhangt met de fosforvoorziening van de grond. Zonder dit verband te verwaarlozen kan worden opgemerkt dat in later onderzoek ook min of meer duidelijke verbanden zijn gevonden tussen de stikstofvoorziening en de vegetatie, waarbij het stikstofgehalte van de organische stof van de minerale bovengrond als criterium is gebruikt (Van den Burg 1976; Waenink 1974, 1978).

**3.4.2 Bodemchemische eigenschappen als bodemvruchtbaarheidsindicatoren.** Het begrip bodemvruchtbaarheid houdt voor de bosbouw de mate in waarmee de bodem het bos van minerale voedingsstoffen kan voorzien om een bepaalde groei te bereiken. Er is dus sprake van een relatie tussen bodemvruchtbaarheid, opgenomen voedingsstoffen en groei. In dit artikel wordt alleen ingegaan op de relatie tussen bodemvruchtbaarheid en groei, en blijft de relatie tussen opgenomen voedingsstoffen en groei buiten beschouwing. Informatie over dit onderwerp en de praktische toepassing ervan (bemesting en naaldanalyse) is te vinden bij Baule und Fricker (1967), Fiedler et al. (1973), Van Goor (1967), Heinsdorf (1963, 1964), Kreutzer und Schmidt (1975), Laatsch (1967a, b), Tölle (1977), Wehrmann (1963) en Zöttl (1973).

In theorie heeft bodemvruchtbaarheid betrekking op alle voor de boom noodzakelijke elementen en op hun

onderlinge beïnvloeding. In de praktijk is het echter zo dat slechts van bepaalde elementen enigszins de "beschikbaarheid" in de bodem is aan te geven, en het belang ervan voor de boom groter is dan van andere elementen. In Nederland is alleen enige informatie beschikbaar over de N- en P-voorziening van de bodem.

De stikstofvoorziening blijkt vaak de belangrijkste groeibeperkende factor te zijn. De criteria ervoor zijn N-totaal (het stikstofgehalte van de grond in de laag 0-25 cm) en N-org. (het stikstofgehalte van de organische stof in de laag 0-25 cm).

Het eerste criterium is meestal van weinig belang, behalve in organische stofarme gronden. Men rekent wel met minimumwaarden van 0,02 à 0,06% N-totaal (gemiddeld: 0,04%) voor een minstens gemiddelde groei (Van den Burg 1976; Waenink 1978; Wilde 1962). Veel belangrijker voor de beoordeling van de stikstofvoorziening door de bodem is het stikstofgehalte van de organische stof (N-org.). De betekenis van deze grootte voor de groei van de groveden is in Nederland onderzocht door Van Goor (niet gepubliceerd) en Waenink (1978). Hun resultaten zijn – aangevuld met aan Jansen (1973) ontleende gegevens – grafisch voorgesteld in figuur 2. Omdat ook het vochtleverend vermogen van de grond een grote rol speelt zijn de klassen van het vochtleverend vermogen (systeem Stiboka) van de onderzochte gronden geschat. Goede groei (relatieve boniteit I/II en hoger) is mogelijk als N-org. minstens 1,9% bedraagt. Bij optimale vochtvoorziening is de groei maximaal (relatieve boniteit O/I) als N-org. minstens 2,3% is. Bij verslechtering van de vochtvoorziening neemt de optimale waarde van N-org. snel af. N-org. = ca. 1,5% is ongeveer het minimum waarbij de groei nog juist niet uitgesproken slecht is.

Men lette overigens op de grote spreiding in de uitkomsten van het onderzoek, een aanwijzing dat o.a. herkomstverschillen een grote rol spelen (Waenink 1978).

Over de betekenis van de P-voorziening kunnen we kort zijn. Van Goor (1955) komt tot de conclusie dat een P-totaalwaarde van 10 à 20 mg  $P_2O_5$ /100 g grond (= 4 à 9 mg P/100 g grond) voor groveden wel voldoende maar nog niet optimaal is (in holtpodzolgronden is dat al wel het geval). Wel mag men veronderstellen dat ook voor groveden een P-totaalwaarde van 40 optimaal is. P-bemesting heeft echter in de meeste gevallen (met heide begroeide gronden vormen soms een uitzondering) weinig betekenis voor de groveden.

Bodemchemische criteria ter beoordeling van de K-, Mg-, S- en sporenelementenvoorziening staan voor de groveden in Nederland niet ter beschikking. Wel is bekend dat de kaliumvoorziening van groveden in de jeugdperiode op duin- en vlakvaaggronden en haarpodzolgronden vaak onvoldoende is (Wassink 1951).

Bij het beoordelen van gronden naar hun geschiktheid voor bos nemen de stuifzandgronden een afzonderlijke plaats in. Bij deze gronden spelen factoren als stuifzanddikte, organische stofgehalte en diepte van het overstoven profiel een overheersende rol (Bannink et al. 1973; Schelling 1955). Het inpassen van dergelijke gronden in eenvoudige bodemvruchtbaarheids-waarderingsschema's is daarom problematisch.

De uitkomsten van het groeiplaatsonderzoek voor de groveden kunnen worden vergeleken met die uit Duitsland. De meest recente voorbeelden van groeiplaatsonderzoek zijn ontleend aan Fiedler et al. (1973), Hofmann (1968), Tölle und Hofmann (1970) en Wehrmann (1963). Uit Oostduitse onderzoekresultaten volgt dat optimale condities voor de groveden op groeiplaatsen met grondwaterinvloed heersen als N-org. minstens 2,0% bedraagt; bij N = 1,5% is de groei zeer slecht. Op groeiplaatsen zonder grondwaterinvloed moet N-org. hoger zijn en geldt de waarde 2,5% als optimaal. Op dergelijke droge gronden wordt de slechtste boniteit al gevonden bij N = 1,7%. In gronden met grondwaterinvloed is sprake van optimale P-voorziening als P-totaal minstens 11 mg

$P_2O_5/100$  g bedraagt; in gronden zonder grondwaterinvloed moet deze waarde minstens 45 bedragen. In West-Duitsland wordt aangenomen dat de N-voorziening van groveden zeer goed is als N-org. minstens 2,2% bedraagt. Het traject 2,1-1,8% geldt als matig, en N-org. kleiner dan 1,7% als onvoldoende. N-bemesting heeft pas merkbare resultaten als N-org. lager is dan 2,3%. Deze uitkomsten komen redelijk overeen met wat in Nederland is gevonden.

### 3.5 Groei en gezondheid in relatie tot de zuurgraad

De zuurgraad (pH) van de grond heeft geen directe invloed op de groei van de groveden maar meer een indirecte (het effect van zeer lage pH-waarden wordt buiten beschouwing gelaten). De pH is een vrij ruwe index voor de kwaliteit van de groeiplaats, maar ook voor de kans van het optreden van bepaalde ziekten.

Wie de literatuur bestudeert over de relatie tussen de boomgroei en de pH van de grond is verrast te merken dat de groveden internationaal als nogal pH-tolerant te boek staan en dat het pH-KCl-optimum – evenals dat van veel andere boomsoorten – niet bene-

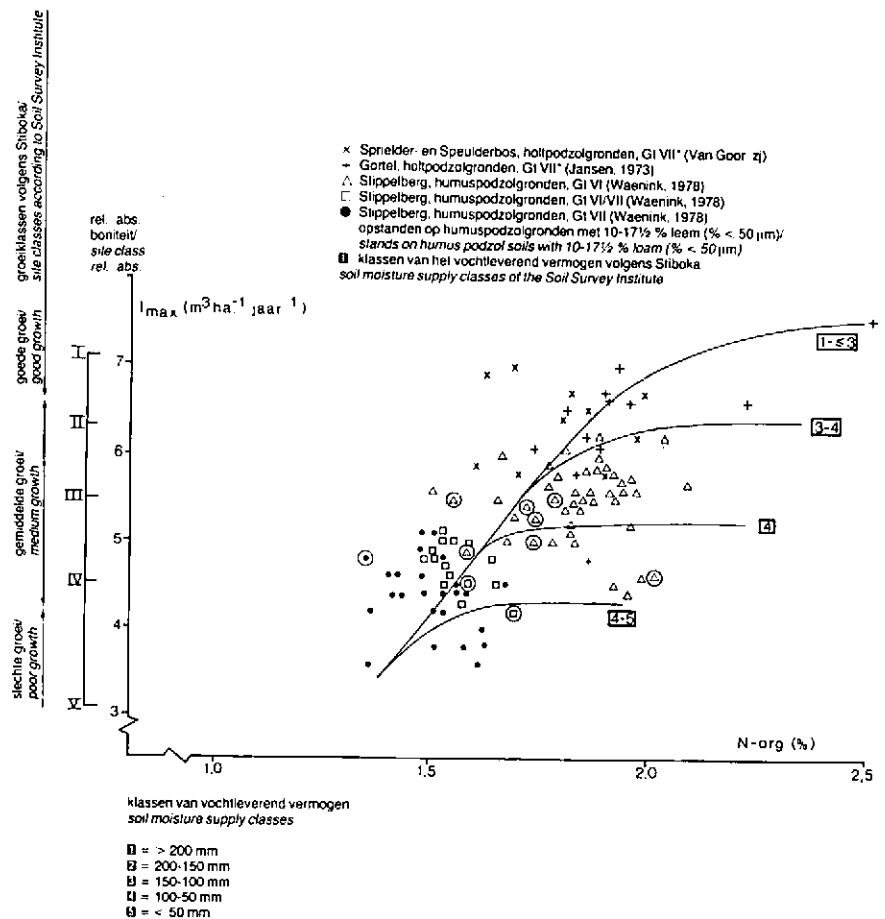


Fig. 2 Watervoorziening, N-org. van de minerale bovengrond en groei van grovedennenopstanden in Nederland.

Fig. 2 Moisture supply, N-org. of the mineral top soil and site class of Scots pine stands in The Netherlands.

Tabel 5 Groeiverwachting van de groveden op een aantal vaak met deze boomsoort beplante gronden.  
 Table 5 Predicted site index of Scots pine on sandy soils frequently planted with this tree species.

groeiverwachting <sup>1)</sup>	omschrijving van de gronden	grondwatertrappen	vegetatietype volgens Bannink et al (1973)
goede groei	zandige leemgronden holtpodzolgronden in sterk lemig en zeer sterk lemig zand	V*, VI, VII VII, VII*	H2, R1, R2, R3, R4, Z H2, R1, R2, R3, R4, Z
rel. boniteit I + II	duinvaaggronden in matig humusarm en matig humeus stuifzand, op profiel	VI, VII, VII*	R1, R2, R3, R4, Z
aanwas > 6,6 m <sup>3</sup> /ha	veldpodzolgronden in zwak lemig en sterk lemig, fijn zand	V*, VI	R1, R2, R3, R4
	gooreerdgronden in zwak lemig en sterk lemig, fijn zand	III*, IV, V*, VI	R1, R2, R3, R4, Z
	beekerdgronden in zwak lemig en sterk lemig, fijn zand	III*, IV, V*, VI	H2, R1, R2, R3, R4, Z
	holtpodzolgronden in leemarm en zwak lemig zand	VII, VII*	H2, R1, R2, R3, R4, Z
gemiddelde of normale groei	Haarpodzolgronden in leemarm en zwaklemig, fijn zand	VII, VII*	R1, R2, R3, R4
	duinvaaggronden in zeer humusarm stuifzand, op profiel	VII, VII*	H1, H2, R1, R2
rel. boniteit III + IV	duinvaaggronden in matig humusarm stuifzand, niet op profiel	VII, VII*	H1, H2, R1, R2
aanwas 4,2-6,6 m <sup>3</sup> /ha	veldpodzolgronden in zwak lemig en sterk lemig, fijn zand	V*, VI	A2, H1, H2
	veldpodzolgronden in zwak lemig en sterk lemig, fijn zand	III, V	ongeacht het veget. type
slechte groei	haarpodzolgronden in leemarm, grof zand	VII, VII*	A2, H1, H2, R1
	vlakvaaggronden in humusarm stuifzand (uitgestoven laagte met dun stuifzanddekje)	VII, VIII*	A1, A2, H1, H2, R1
rel. boniteit V	veengronden en moerige gronden	I, II	ongeacht het veget. type
aanwas < 4,2 m <sup>3</sup> /ha			

<sup>1)</sup> Opbrengstgegevens naar Grandjean en Stoffels 1955, herzien door "De Dorschkamp".

#### Toelichting bij de vegetatietypencodes

vegetatietype	gezelschap van:	indicatie van de relatieve voedselrijkdom van de grond
A1	rendiermos en zandgaffeltandmos	zeer arm
A2	rendiermos, klauwtjesmos of struikheide	
H1	bronsmos, klauwtjesmos en gewoon gaffeltandmos	arm
H2	bronsmos, grootladderdermos en bosbes of bochtige smele	
R1	bronsmos en lijsterbes, bochtige smele en struisgrassen	matig arm
R2	braam, stekelvarens en groot ladderdermos	
R3	zachte witbol, valse salie en braam	matig rijk
R4	framboos en braam	
Z	witte klaverzuring, hazelaar en drienerlige muur	rijk

#### Toelichting bij de grondwatertrappenindeling

grondwatertrap:	I	II <sup>1)</sup>	III <sup>1)</sup>	IV	V <sup>1)</sup>	VI	VII <sup>2)</sup>
GHG in cm beneden maaiveld	(< 20)	(< 40)	< 40	> 40	< 40	40-80	> 80
GLG in cm beneden maaiveld	< 50	50-80	80-120	80-120	> 120	> 120	(> 160)

<sup>1)</sup> Een \* achter deze Gt-codes betekent "droger deel". Om de gedachten te bepalen met een GHG dieper dan 25 cm beneden maaiveld.

<sup>2)</sup> Een \* achter deze Gt-code duidt op een "zeer droog deel", waarbij de GHG dieper dan 140 cm wordt verwacht.

den 4 ligt maar daarentegen bij 4-5. Over de tolerantie tegen hoge pH-waarden (kalkrijke gronden) lopen de meningen uiteen van goede tolerantie tot kans op het optreden van (fatale) kalkchlorose op 20- à 30-jarige leeftijd (zie de literatuursamenvatting bij Van den Burg 1981).

De Nederlandse ervaringen met de groveden met betrekking tot de pH invloed zijn vooral opgedaan op voormalige heidegronden. Daar waar het bodemvruchtbaarheidsniveau van deze gronden door bemesting, landbouwvoorbouw en andere bodemverbeteringsmaatregelen sterk is toegenomen, treden bij de groveden nogal eens problemen op. Omdat door deze maatregelen ook de pH is gestegen schrijft men de ontstane problemen vaak aan de verhoogde pH toe. Nu is het zo dat de tegenstelling tussen de Nederlandse en buitenlandse ervaringen met groveden gedeeltelijk slechts een schijnbare is. Volgens de literatuur is op gronden die van nature een hoog niveau van bodemvruchtbaarheid hebben, het gedrag van de groveden ook al problematisch. Weliswaar is de groei zeer goed maar de boomvorm wordt slecht en de aantasting door ziekten neemt toe (Mayer 1977). Op die voormalige heidegronden in Nederland waarvan het niveau van bodemvruchtbaarheid kunstmatig en in snel tempo is verhoogd – waardoor o.a. de pH stijgt – doen zich met de groveden blijkbaar dezelfde problemen voor die Mayer op zeer vruchtbare, ongestoorde gronden signaleert.

In Nederland moet daarom de aanleg van groveden op voormalige landbouwgronden (die vaak een pH-KCl van minstens 5 hebben) worden vermeden (Jager en Ten Kate 1976). In de praktijk wordt geadviseerd, op van oorsprong arme zandgronden waarvan de pH-KCl boven ca. 4½ is gekomen door bodemverbeterende maatregelen, geen groveden te planten, niet omdat de groei niet goed zal zijn maar omdat slechte vormen en ziektegevoeligheid een overheersende rol gaan spelen. Op van nature kalkhoudende gronden kan de groveden een goede groei bereiken, o.a. in de Noord-oostpolder (Vis 1971).

Dit laatste geeft aanleiding tot een aanstippen van het probleem van wortelrot bij groveden. Dit is een van de meest beruchte aantastingen, veroorzaakt door de wortelzwam *Heterobasidion annosum* (beter bekend als *Fomes annosus*). Een artikel van Gremmen (1961) geeft de stand van zaken weer en vermeldt o.a. de relatie tussen het optreden van wortelrot en de pH, welk verband vooral als correlatief moet worden gezien, d.w.z. dat vermoedelijk niet de pH rechtstreeks de activiteit van de wortelzwam beïnvloedt maar dat de pH meer een maatstaf is voor processen in de bodem die op hun beurt direct de activiteit van *Heterobasidion annosum* bepalen.

#### 4 Groeiverwachting

De eisen die de groveden aan de groeiplaats stelt zijn niet zo laag dat men zelfs op de armste grond nog de beste boniteiten kan verwachten. De invloeden van de bodem en de vochtvoorziening zijn zo groot dat niet in een paar woorden kan worden aangegeven welke groei mogelijk is. Groeiverwachtingen zijn uitvoerig weergegeven in publikaties als "Aanleg en verzorging van bos en beplantingen" (1981), Bannink et al. (1973) en Van Goor, Van Lynden en Van der Meiden (1974). Tabel 5 geeft een samenvatting; deze beperkt zich tot de gronden die de praktijk voor groveden in aanmerking acht te komen.

Naast de groeiverwachting is ook de leeftijdsverwachting van de groveden van belang. Hierbij speelt de herkomst een zeer grote rol. Een recent onderzoek van Paasman (1979) heeft aangetoond dat op zandgronden leeftijden van 100-200 jaar tot de mogelijkheden behoren. Op hoge leeftijd (150-200 jaar) wordt de dominante hoogte 20-26 m, afhankelijk van de groeiplaats. Op dominante hoogtes van 23-26 m is echter niet veel kans, tenzij men groeiplaatsen voor groveden bestemt die meestal worden beplant met meereisende naald- en loofbomen.

#### Literatuur

- Aanleg en beheer van bos en beplantingen. 1981. Eindredactie P. R. Schütz en G. van Tol. Pudoc, Wageningen, 504 p.
- Bannink, J. F., H. N. Leijs en I. S. Zonneveld. 1973. Vegetatie, groeiplaats en boniteit in Nederlandse naaldhoutbossen. Mededelingen Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, Bodemkundige Studies Nr. 9, 183 p.
- Bastide, J. G. A. la, en P. J. Faber. 1972. Revised yield tables for six tree species in the Netherlands. Uitvoerig verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, band 11 nr. 1. p. 1-64.
- Baule, H., und C. Fricker. 1967. Die Düngung von Waldbäumen. BLV München, 259 S.
- Beverluis, J. R. 1931. Bosbouwkundige gegevens omtrent houtsoorten. Nederlandsch Boschbouw Tijdschrift 4: 11-20.
- Bonneman, A., und E. Röhrig. 1972. Waldbau auf ökologischer Grundlage, zweiter Band: Baumartenwahl, Bestandesgründung und Bestandespflege. Parey, Hamburg, 264 S.
- Braastad, H. 1980. Growth model computer program for *Pinus sylvestris*. Reports of the Norwegian Forest Research Institute 35.5.
- Bradley, R., G. J. Hamilton and J. M. Christie. 1966 and 1971. Forest Management Tables. Forestry Commission, Booklets No. 16 and 34.
- Brantseg, A. 1969. Yield tables for Scots pine, South East Norway. Reports of the Norwegian Forest Research Institute Nr. 94 (XXVI-1).

- Burg, J. van den. 1976. De invloed van het stikstofgehalte van de organische stof in kalkloze zandgronden op de groei van naaldhoutsoorten, in afhankelijkheid van de fosfaat- en de vochtvoorziening. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 87.
- Burg, J. van den. 1981. pH en boomgroei. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 282.
- Eilenberg, H. 1978. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, 2. Aufl. 981 S. Ulmer, Stuttgart.
- Fiedler, H. J., W. Nebe und F. Hoffmann. 1973. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Fischer, Stuttgart, 481 S.
- Goor, C. P. van. 1955. De fosfaatbehoefte van bomen en de fosfaatbemesting in de bosbouw. Het Thomasmeel 11: 251-257.
- Goor, C. P. van. 1959. De naaldhoutteelt in Nederland. Stikstof 23, Band 2: 376-384.
- Goor, C. P. van. 1967. Bemestingsvoorschrift voor naaldhoutculturen. Korte Mededeling Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 56, 16 p.
- Goor, C. P. van, K. R. van Lynden en H. A. van der Meiden. 1974. Bomen voor nieuwe bossen. Koninklijke Nederlandse Heidemaatschappij, Arnhem, 119 p.
- Grandjean, A. J., en A. Stoffels. 1955. Opbrengsttabellen voor de groveden in Nederland. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 27: 215-231.
- Grandjean, A. J., J. van Soest en A. Stoffels. 1956. Groei van de groveden in Engeland en Nederland. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 28: 273-284.
- Gremmen, J. 1960. Biologie en bestrijding van de wortelzwam *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Mededeling Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 44.
- Haans, J. C. F. M. (red.). 1979. De interpretatie van bodemkaarten. Rapport van de Werkgroep Interpretatie Bodemkaarten, Stadium C. Rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, nr. 1463, 221 p.
- Heinsdorf, D. 1963. Beitrag über die Beziehungen zwischen dem Gehalt an Makronährstoffen N, P, K, Mg im Boden und Nadeln und der Wuchstleistung von Kiefernulturen in Mittelbrandenburg. Albrecht Thier-Archiv Band 7: 331-335.
- Heinsdorf, D. 1964. Über die Zusammenhänge des Nährstoffgehaltes in Böden und Nadeln und des Wachstums von Kiefernulturen auf grundwasserfernen Sanden. Archiv für Forstwesen 13: 865-888.
- Hofmann, G. 1968. Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N-Verhältnis und pH-Wert des Oberbodens in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes. Archiv für Forstwesen 17: 845-855.
- Houtzagers, G. 1954. Houtteelt der gematigde luchtstreken, deel I: De houtsoorten. Tjeenk Willink, Zwolle.
- Jager, K., en S. ten Kate. 1976. Bebossing van droge landbouwgronden. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 48: 1-7; Mededeling Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 151.
- Jansen, J. J. 1973. Vegetatie en geschiktheidsclassificatie van grovedennenopstanden. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 43: 169-176.
- Kreutzer, K., und A. Schmidt. 1975. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen der Mineralstoffernährung und der Wuchstleistung der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) auf der Grundlage neuer Standortsertragstabellen für die mittlere Oberpfalz. Forstwissenschaftliches Centralblatt 94: 301-310.
- Kriek, W. 1981. Natuurlijke verjonging en genetische kwaliteit van het Nederlandse bos. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 53: 271-286; Mededeling Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 193.
- Kriek, W. en G. Bikker. 1973. Duitse en Nederlandse herkomsten van groveden in Nederland. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 45: 154-161; Mededeling Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 131.
- Laatsch, W. 1967a. Beziehungen zwischen Standortsfaktoren, Ernährungszustand und der Wuchstleistung von Waldbeständen. Proceedings of the XIV IUFRO Congress at Munich 1967, Section 21, p. 22-35.
- Laatsch, W. 1967b. Beziehungen zwischen Standort, Ernährungszustand und Wuchstleistung von Kiefernauflorungen im Mittelmeergebiet. Forstwissenschaftliches Centralblatt 86: 69-81.
- Lamberts, D. 1959. De geschiktheid van de zandgronden voor het naaldhout. Pedologie IX: 28-34.
- Lynden, K. R. van. 1967. De houtsoortenkeuze in verband met de bodem. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 39: 3-22.
- Lynden, K. R. van. 1977. De bodemgeschiktheid voor bosbouw. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 49: 89-92.
- Mayer, H. 1977. Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Fischer, Stuttgart, 483 S.
- Ottorini, J. M. 1981. Application des données de l'inventaire forestier national à l'étude de la production du pin sylvestre en Margéride. Annales des Sciences Forestières 38: 223-236 et 38: 487-501.
- Paasman, J. 1979. Inventariserend onderzoek naar de teelt van kwaliteitshout in relatie tot de bodem bij groveden. Stageverslag Hogere Bosbouw- en Cultuurtechnische School, Velp. 31 p.
- Schelling, J. 1955. Stuifzandgronden. Uitvoerig Verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, band nr. 1: 1-58.
- Schelling, J. 1960. De hoge bosgronden van Midden-Nederland. Uitvoerig Verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, band 5 nr. 1: 1-67.
- Schmidt, A. 1971. Wachstum und Ertrag der Kiefer auf wirtschaftlich wichtigen Standorteinheiten der Oberpfalz. Forstliche Forschungsanstalt München, Forschungsbericht Nr. 1/1971.
- Schwappach, G. 1929. Ertragstabellen der wichtigeren Holzarten.
- Seibt, G. 1974. Ertragstabelle für Kiefer in Nordwestdeutschland nach Untersuchungen von Drevensstedt. Mitteilung der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Göttingen.
- Sluijs, P. van der. 1982. De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. "H<sub>2</sub>O" 15 (3): 42-46.
- Soest, J. van. 1952. Herkomstonderzoek van de groveden (*Pinus sylvestris* L.) in Nederland. Uitvoerig Verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, band 1 nr. 1, p. 1-49.
- Tölle, H. 1977. Die Ernährung mittelalter Kiefern in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung der Böden im Tiefland der DDR. Beiträge für die Forstwirtschaft 10: 210-216.
- Tölle, H. und G. Hofmann. 1970. Beziehungen zwischen Bo-

- denvegetation, Ernährung und Wachstum mittelalter Kiefernbestände im Nordostdeutschen Tiefland. *Archiv für Forstwesen* 19: 385-400.
- Vis, T. 1971. Een inventariserend onderzoek naar de groei van enkele boomsoorten op verschillende gronden in de Noordoostpolder. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 43: 235-251.
- Vuokila, Y. 1967. Growth and yield tables for pine stands treated with intermediate cuttings of varying degree, for Southern Central Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 63.2.
- Vuokila, Y. 1980. Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99.2.
- Waenink, A. W. 1974. Bodemvegetatie als hulpmiddel bij de geschiktheidsbeoordeling van gronden voor de Japanse lariks (*Larix leptolepis*). *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 46: 63-78.
- Waenink, A. W. 1978. De bodemgesteldheid en groei van de groveden in drie proefgebieden van oostelijk Noord-Brabant. Rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, nr. 1349, 48 p.
- Wassink, J. T. 1951. Kaligebrek bij diep overstoven heidevel-den. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 23: 65-67.
- Wehrmann, J. 1963. Die Beurteilung der Stickstoffernährung von Fichten und Kiefernbeständen. *Allgemeine Forstzeit-schrift* 18 (32 & 33): 502-504.
- Wiedemann, E. 1949. Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten. Schaper, Hannover.
- Wilde, S. A. 1962. Forstliche Bodenkunde. Parey, Hamburg, 239 S.
- Wolterson, J. F. 1972. Veredelingsaspecten van *Pinus sylvestris* L. in Nederland. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 44: 68-77; Mededeling Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 125.
- Wolterson, J. F. 1973. De groveden, een inheemse boom. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 45: 261-267.
- Zöttl, H. W. 1973. Diagnosis of nutritional disturbances in forest stands. *FAO-IUFRO International symposium on forest fertilization*, Parijs 3 en 7 december 1973. Ministère de l'Agriculture, p. 75-95.