

DOUGLASDAGEN 1957

3. DE AANLEG VAN DOUGLASOPSTANDEN

[228.2 (*Pseudotsuga taxifolia*)

door

C. P. VAN GOOR en A. VAN LAAR

Zusammenfassung :

DIE BESTANDESBEGRÜNDUNG DER DOUGLASIE

Die Arbeit bezieht sich auf die Bedeutung der Art der Bestandesbegründung der Douglasie.

Untersucht wurde das Wachstum 20—30-jähriger Douglasienbestände teilweise nach Kahlschlag (Tab. 1, Gruppe I), teilweise unter Schirm von Kiefern (Tab. 1, Gruppe II) angebaut. Die Höhenentwicklung ist angegeben in Abb. 1 und Tab. 2. Auf grund dieser Daten und der übrigen Ertragsuntersuchungen ist Tab. 3 zusammengestellt, woraus sich zeigt, dass in 22-jährigem Alter zwischen beiden Gruppen ein Produktionsunterschied von 36 m³/ha besteht. Der Lichtungszuwachs von den Kiefern (Durchschnittszuwachs Abb. 2) ist abhängig vom Boden und ist immer viel geringer als der Zuwachsverlust der Douglasie durch den Kiefernschirm (Tab. 4).

Auch wurde untersucht, wie sich in ökologischer Hinsicht eine Saumverjüngung von Douglasie — der Saum liegt dabei am Südrand der Kultur — verhält gegenüber einer Kahlschlagverjüngung. In einigen etwa 8 bis 10-jährigen Douglasienkulturen ist das Wachstum gemessen und sind Boden- und Blattanalysen durchgeführt worden.

Aus Tab. 5 geht hervor, wie innerhalb des Saumes die Mittelhöhe der Douglasien grösser ist als auf der Kahlfläche. Die Wirkungsbreite des Saumes ist etwas 1½ à 2 mal die Höhe des Bestandesrandes. Der Wachstumsverlauf ist regelmässig (Abb. 3). Das Wachstum während der verschiedenen Jahre wird im allgemeinen beeinflusst vom Niederschlag. Der Sommer 1955 war trocken, 1952 und 1953 nass und 1954, 1956 und 1957 sehr nass. Daneben aber zeigt sich, dass das Wachstum der nicht geschützten Douglasie nach einem kalten und trockenen Winter 1955/1956 gehemmt wird (Tab. 6). Parallel damit tritt eine Farbänderung der Nadeln auf. Während des Winters, besonders wenn dieser kalt und trocken ist, werden die Nadeln der Douglasien ausserhalb des Saumes heller. Durch geförderte Transpiration findet ein Verlust an Stickstoffverbindungen statt. Eine Vergleichung der chemischen Analyse von Nadeln der Douglasien ausserhalb und innerhalb des Saumes zeigt, dass nicht nur der Stickstoffgehalt, sondern auch das 100 Nadelngewicht auf den Sonnenexponierten Flächen kleiner ist.

Zwischen Stickstoffgehalt der Nadeln und Wachstum im Jahr nach der Probenahme besteht ein enger Zusammenhang (Abb. 5). Das ist nicht der Fall mit anderen Nährstoffen. Die Stickstoffaufnahme hängt zusammen mit dem Gesamtphosphatgehalt des Bodens (0—25 cm) (Abb. 6). Auch die Kaliumaufnahme nimmt mit zunehmendem Phosphatgehalt des Bodens zu. Die Phosphataufnahme zeigt keinen solchen Zusammenhang. Gemeint ist hier der natürliche Phosphatgehalt der Böden. Durch Phosphatdüngung wird die Nährstoffaufnahme in ganz andere Richtung gelenkt.

Angenommen wird, dass Phosphat im Boden hauptsächlich einen Einfluss auf die Wurzelaktivität ausübt.

Die Stickstoffversorgung und damit das Wachstum der Douglasie ist u.a. abhängig vom Boden und Mikroklima. Diese Phaenomene können möglicherweise eine Erklärung finden in dem Klima des natürlichen Verbreitungsgebietes der grünen Douglasie. Dieses Klima, das in der Vegetationsperiode mehr oder weniger übereinstimmt mit dem west-europäischen ist durch nicht kalte und sehr feuchte, nebelreiche Winter gekennzeichnet.

Die Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit sind:

1. Die Douglasie verlangt in trockenen Wintern Schutz gegen übermäßige Transpiration durch Exponierung an Sonnenstrahlung.

2. Die Douglasie ist empfindlich für Spätfrost. Zweckmässige Schutzmassnahmen können besser im Anbau spät auslaufender Provenienzen oder Rassen, als in Schirmschlagverjüngung gesucht werden.

3. Durch Schirmschlag wird der Standort für Anbau von Douglasie günstig beeinflusst. Wegen Wurzelkonkurrenz, schwieriger und kostspieliger Ernte des Schirmes und aus sanitären Gründen sind an Schirmschlagverjüngung gewisse Nachteile verbunden.

4. Douglasienanbau auf der Kahlfläche kann sicher guten Erfolg haben. Die Gefahren sind aber wegen Vorkommen van kalten Wintern gross.

5. Durch Saum- oder Kulissenverjüngung wird bei guter Richtung ein Schattmaximum ohne die Nachteile der Exploitation und Wurzelkonkurrenz gegeben.

De behoefte van de douglas aan beschutting in de jeugdfase is door praktische ervaring gebleken (5). Teneinde aan deze eis bij herbebossingen te voldoen, worden de douglasopstanden aangelegd onder een scherm van oud bos. Bij bebossingen wordt gebruik gemaakt van een enkele jaren te voren aangeplant loofhoutscherm. Uit een oogpunt van exploitatie bestaan er echter tegen beplantingen onder scherm bezwaren. De velling van de overstaanders vergt bijzondere maatregelen, zodat de vellings- en opwerkingskosten belangrijk hoger zijn dan normaal, terwijl desondanks vellingsschade aan de douglas moeilijk is te voorkomen. Bovendien neemt het gevaar van aantastingen van *Hylobius abietis*, gevolgd door aantastingen van *Phomopsis pseudotsugae* toe bij het geleidelijk wegnemen van het scherm.

Ter voorkoming van de moeilijkheden bij de aanleg van de douglas, zowel onder scherm als na leegkap op grote oppervlakten, heeft zich plaatselijk in de praktijk een derde werkwijze ontwikkeld, namelijk de aanleg na coulissenkap.

Een onderzoek naar de ecologie van de aanleg van douglasbeplantingen is van belang teneinde de factoren, die voor een goede jeugdontwikkeling van beslissende betekenis zijn, te kunnen vaststellen. Een objectieve beoordeling van de maatregelen, die nodig zijn om de risico's van douglasbeplantingen te verminderen, wordt daardoor mogelijk gemaakt.

Methode van onderzoek

In de boswachterij „Speulder- en Sprielderbos” is in een aantal douglasopstanden van een leeftijd tussen 20 en 30 jaar, de groei geanalyseerd met behulp van jaarringmetingen en jaarscheutmetingen aan

gevelde bomen. Een zestal van deze opstanden is aangelegd op leegkapterreinen, de resterende tien opstanden die zijn onderzocht, zijn aangelegd onder scherm, hetzij van groveden of van loofhout. De boswachterij „Speulder- en Sprielderbos” is een kleinvlaktebedrijf; de leegkapterreinen zijn bij hun groei daarom beïnvloed door het aanwezige zij scherm. De tegenstelling die hier aanwezig is, is dus verjonging onder scherm, tegenover leegkap met zijbeschutting. Daarnaast zijn in een aantal douglasculturen van 5—10 jaar op verschillende plaatsen in Midden-Nederland, aangelegd op leegkapterreinen, onderzoeken verricht naar de lengtegroei, de samenstelling en grootte der naalden en de bodemgesteldheid volgens de gebruikelijke methoden, zowel binnen als buiten de werkingssfeer van de zoom van de aangrenzende opstanden (zie tabel 7). De naaldmonsters zijn verzameld in najaar 1955, de groeimetingen zijn verricht najaar 1956.

Resultaten

1. Groeimetingen in 20—30 jarige opstanden.

De meetgegevens van de onderzochte opstanden, die gelegen zijn in het Speulder- en Sprielderbos, zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1

I. Opstanden, aangelegd na leegkap (I. Bestände angebaut nach Kahlschlag)

Nr proefperk (Nr. Versuchsfläche)	1 ¹⁾		2 ¹⁾		3	4 ¹⁾	5	6
afd. (Abt.)	16 j		14 m		12 k	11 g	20 d	34 l
houtsoort (Holzart)	douglas (Douglasie)	lariks (Lärche)	douglas (Douglasie)	lariks (Lärche)	douglas (Douglasie)	douglas (Douglasie)	douglas (Douglasie)	douglas (Douglasie)
leeftijd (Alter)	28		27		26	23	24	30
N p. ha	928	194	810	663	1700	2533	2959	522
G m ² /ha	24,7	5,9	15,2	10,4	27,8	25,9	27,6	24,1
d cm	18,4	19,7	15,4	14,1	14,4	11,4	10,9	24,3
h m.	17,2	18,9	15,4	15,4	13,9	12,6	11,6	19,4
V m ³ /ha	206	53	81	66	195	170	168	216
I m ³ /j			9,3	4,7	18,5	13,7	17,0	19,9

¹⁾ gemengd met Japanse lariks; de hoogteboniteit is ongunstig beïnvloed. (Gemischt mit japanischer Lärche; Bonität ungünstig beeinflusst).

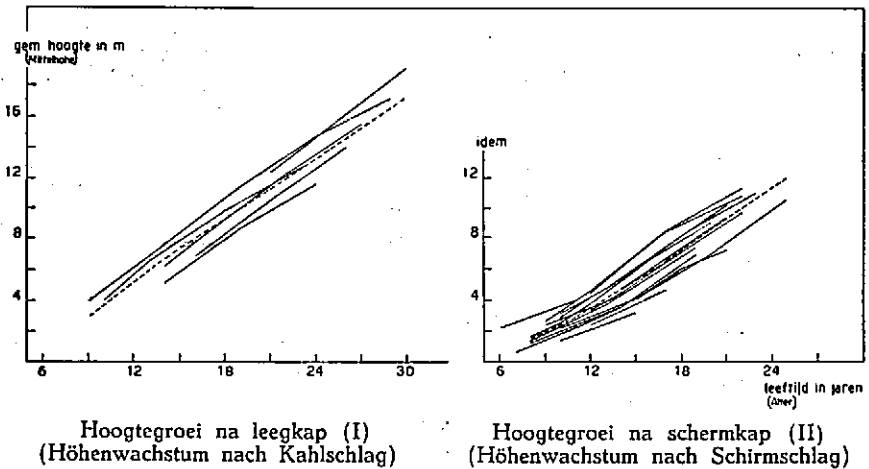
¹⁾ aangelegd onder scherm van loofhout, dat na enige jaren is verwijderd. Wordt tot groep I gerekend. (Angebaut unter Schirm von Laubholz dass nach einigen Jahren ist geräumt. Gehört deshalb zur Gruppe 1).

II. Opstanden, aangelegd onder scherm (II. Bestände angebaut unter Schirm)

(Nr Versuchsfläche) Nr proefperk	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
afd. (Abt.)	43 d	20 u	15 g	16 e	27 g	43 h	36 m	41 j	34 k	16y ₂
leeftijd (Alter)	22	21	25	22	23	19	20	19	22	20
N per ha	3446	4837	2212	2697	4099	4623	3833	3980	2519	3953
G m ² /ha	25,3	23,5	22,3	27,0	30,5	19,9	23,4	19,0	23,5	27,9
d cm	9,7	7,9	11,6	11,3	9,7	7,4	8,8	7,8	10,9	9,5
h m.	9,8	7,3	10,8	11,3	11,2	7,3	9,2	6,9	10,9	10,4
V m ³ /ha	131	94	131	160	181	80	115	71	135	152
I m ³ /j	15,2	13,6	16,6	14,8	16,7	14,9	13,5	13,2	11,8	10,3

De hoogteontwikkeling van de proefperken in de groepen I en II is weergegeven in figuur 1. De meetgegevens in groep II zijn daarbij nog aangevuld met enkele metingen in jongere proefperken in het Speulderbos.

Fig. 1



Hoewel in beide groepen een grote spreiding aanwezig is, wordt de hoogtegroei op overtuigende wijze door de methode van aanleg beïnvloed. De vereffening van de groeilijnen resulteert in tabel 2.

Tabel 2
Gemiddelde hoogte in m
(Mittelhöhe in m)

leeftijd (Alter)	leegkap (Kahlschlag)	schermkap (Schirmschlag)	verschil in m (Differenz in m)
8	2,3	1,5	0,8
10	3,7	2,5	1,2
12	5,1	3,6	1,5
14	6,5	4,8	1,7
16	7,9	6,0	1,9
18	9,2	7,2	2,0
20	10,6	8,6	2,0
22	11,9	9,9	2,0
24	13,2	11,3	1,9
25	13,9	12,0	1,9

Hieruit blijkt, dat de wortelconcurrentie door de overstaanders de hoogteontwikkeling van de douglas reeds vroegtijdig, vermoedelijk ongeveer 4 jaren na de aanleg van de douglas, ongunstig beïnvloedt. Het verschil in gemiddelde hoogte wordt geleidelijk groter en is vanaf een leeftijd van 16 jaar constant 1,9—2 meter.

Op grond van het hoogteverschil op een leeftijd van 25 jaar kan het verschil in totale houtproductie op deze leeftijd worden geschat met behulp van de nieuwe opbrengsttabel.

De groeiklasse van de opstanden, aangelegd na leegkap, is gemiddeld 12,5, onder scherm 10,25.

Op een leeftijd van 25 jaar komt hiermede overeen een totale houtproduktie van achtereenvolgens 228 en 178 m³, zodat de methode schermkap heeft geleid tot een produktieverlies van 50 m³. Hieruit mag niet worden afgeleid, dat dit verschil tot op kaprijpe leeftijd gehandhaafd zal blijven. Dit blijft een open vraag, die op grond van dit oriënterende onderzoek niet kan worden beantwoord. De schatting van het produktieverlies berust op de veronderstelling, dat de grondvlakaanwas in gelijke mate door de methode van aanleg wordt beïnvloed als de hoogtegroeï. De betrekkelijke onzekerheid van deze veronderstelling maakt het noodzakelijk de totale produktie van de proefperken ook te vergelijken, zonder daarbij gebruik te maken van een opbrengsttabel. De berekening wordt bemoeilijkt door de sterk uiteenlopende stamtallen van de proefperken in de groepen I en II. Gemiddeld is er in dit opzicht een belangrijk verschil tussen de opstanden in de groepen I en II, omdat de opstanden in de eerste groep over het algemeen oudere opstanden zijn, waarin reeds herhaalde malen gedund is. Uit de permanente proefperken van het Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek is nu het verband bepaald tussen stamtal van de eerste en eerste + tweede dunning en de corresponderende houtmassa's, zodat het op deze wijze mogelijk is de dunningsopbrengsten van alle proefperken te schatten. De berekening van de totale houtproduktie, herleid op een leeftijd van 22 jaar, heeft de resultaten gegeven die opgenomen zijn in tabel 3.

Tabel 3
Totale aanwas op 22-jarige leeftijd
(Gesamtzuwachs in 22-jährigem Alter)

Leegkap (Kahlschlag)		Schermkap (Schirmschlag)	
Nr proefperk (Nr Versuchsfläche)	Tot. produktie (Gesamtzuwachs) m ³ /ha	Nr. proefperk (Nr Versuchsfläche)	Tot. produktie (Gesamtzuwachs) m ³ /ha
1	198	7	136
2	177	8	103
3	166	9	109
4	176	10	175
5	157	11	164
		12	120
		13	144
		14	110
		15	155
		16	170
Gemiddelde 1 t/m 5	175 m ³ /ha	Gemiddelde 7 t/m 16	139 m ³ /ha

Het op deze wijze berekende, gemiddelde produktieverschil is op een leeftijd van 22 jaar 36 m³/ha.

Het op deze wijze berekende, gemiddelde produktieverschil is op een leeftijd van 22 jaar 36 m³/ha.

Bij voorgaande beschouwingen is geen verschil gemaakt in de houtsoortensamenstelling van de opstand, die na lichting met douglas wordt

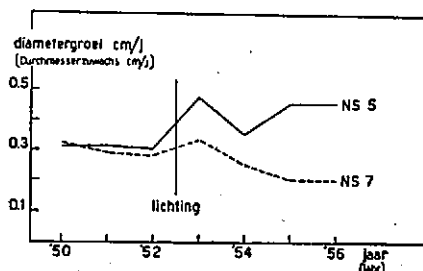
onderplant. In de regel is dit een grovedennenopstand, die op 50—60 jarige leeftijd wordt gelicht. In dat geval blijft een gedeelte van de bij-groei van deze grovedennenopstand behouden, terwijl de groei van de individuele bomen in sommige gevallen door de lichteing wordt gestimuleerd. Om een beeld te krijgen van de massa-aanwas van de scherm-bomen, is de groei van 8 gelichte grovedennenopstanden geanalyseerd, namelijk 6 opstanden op de Veluwe en 2 opstanden in de Achterhoek. De meetcijfers van deze proefperken en de resultaten van de aanwas-berekeningen zijn in tabel 4 weergegeven.

Tabel 4
Groei grovedennenscherm
(Wachstum Kiefernschirm)

Ligging (Forstgebiet)	Sp. en Sprielderbos			Nunspeet		„Veldhoek” Ruurlo		Grote Woeste Hoeve
	Nr proefperk (Nr Versuchsfläche)	—	—	—	NS 5	NS 6	R 3	
afd. (Abt.)	49 k	57 j	36 o	19 f	21 c	12		9 r
leeftijd (Alter)	64	57	63	59	61	53	53	55
boniteit	3,4	2,7	3,0	1,9	2,9	2,2	1,8	1,8
N per ha	280	263	209	160	302	217	77	285
G m ² /ha	12,5	9,5	8,2	7,8	12,5	10,3	4,4	10,7
\bar{d} cm	23,8	21,5	22,4	24,9	23,0	24,6	26,8	21,9
h m	15,6	16,5	16,5	18,9	16,7	16,9	18,1	18,4
V m ³ /ha	98	78	67	71	103	84	38	97
I m ³ /ha	3,7	3,0	3,1	3,2	3,4	4,9	3,6	2,9

Een duidelijk voorbeeld van lichtingsaanwas vinden wij in de proefperken NS 5 en NS 7 in afd. 19 f in de boswachterij „Nunspeet” van het Staatsbosbeheer. In NS 5 is in 1952/1953 een lichteing uitgevoerd, waarbij het stamtal verminderde van 212 tot 160 per ha. De opstand is in 1953 groepsgewijze onderplant met douglas, *Tsuga heterophylla*, *Abies grandis*, Japanse lariks en *Thuja plicata*. In proefperk NS 7 is gedurende de laatste 10 jaren enkele malen een zwakke laagduinning uitgevoerd, waarbij een gering aantal onderstandige bomen is verwijderd; in 1957 was het stamtal per ha 736. Het effect van de lichteing op de diameter-groei is weergegeven in fig. 2.

Fig. 2
Invloed van de lichteing op de diametergroei
(Einfluss der Lichteing auf den Durchmesserzuwachs)



Op het landgoed „de Veldhoek” in Ruurlo heeft de opstand nog sterker op de lichteing gereageerd dan in Nunspeet. In de opstanden in het Speulder- en Sprielderbos en op het landgoed „de Grote Woeste

Hoeve" kan echter geen duidelijke lichtingsaanwas worden vastgesteld. Uit de hierboven weergegeven meetcijfers van de proefperken blijkt, dat het stamtal op het ogenblik van lichting vrij hoog is. In de 3 opstanden in het Speulder- Sprielderbos en op „de Grote Woeste Hoeve", waarin door het Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek geen dunningen zijn uitgevoerd, loopt het stamtal uiteen van 209 tot 285. In de eerste 3 opstanden komt dit stamtal overeen met het aantal op het tijdstip van lichting, terwijl het aantal bomen op het tijdstip van lichting in afd. 9 r van „de Grote Woeste Hoeve" belangrijk hoger moet zijn geweest. Het grondvlak per ha loopt in deze opstanden uiteen van 8,2—11,5 m². Het is dan ook begrijpelijk, dat bij dit betrekkelijk dichte scherm de wortelconcurrentie een rol zal spelen.

De massa-aanwas in de onderzochte opstanden is gemiddeld 3,5 m³/jaar, met als uiterste grenzen 3,2 en 4,9 m³. Indien het stamtal bij een volgende lichting wordt verminderd, dan wordt de massa-aanwas eveneens minder. Gaat men uit van de gedachte, dat het scherm gedurende 7 jaar na de aanleg van de douglas wordt gehandhaafd en daarbij geleidelijk wordt gelicht, dan kan men voor de totale aanwas in deze periode een hoeveelheid van 21—22 m³ per ha aannemen.

De aanwas van deze schermbossen is dus lager dan het produktieverlies, dat de jonge douglasopstand ondergaat, als gevolg van wortelconcurrentie door de schermbossen. Daarnaast moet men nog rekening houden met belangrijk hogere vellingskosten en kosten voor het uitslepen van de schermbossen.

Tabel 5
Hoogtegroei douglas in en buiten zoom
(Höhenzuwachs der Douglasie innerhalb und ausserhalb Saum)

Bodentype en bosgebied (Forstgebiet und Bodentypus)	Vak en afd. (Jagen)	\bar{h} bosrand in m en houtsoort (\bar{h} Bestandesrand und Holzart)	Afstand bosrand in m Abstand Bestan- desrand in m	\bar{h} douglas in m (\bar{h} Douglasie in m)
Grote Woeste Hoeve stuifzand (Flugzand)	8 d	19,0	0—15	2,2
		groveden (Z)	15—30	2,2
		groveden (N) (Kiefer)	30—40	1,9
Hoge Veluwe humuspodsol (Humuspodsol)	4 e	13,0	0—15	1,2
		berk (Z)	15—30	1,1
		berk (N) (Birke)	30—45 45—60	1,0 0,8
Hoge Veluwe humuspodsol (Humuspodsol)	8 i	11,0	0—15	1,3
		groveden (Z)	15—30	1,1
		groveden (N) (Kiefer)	30—45	1,0
Speulder- en Sprielderbos humusijzerpodsol (Humuseisenpodsol)	18 s	10,0	0—15	3,9
		douglas (Z) (Douglasie)	15—30	3,3
		beuk (N) (Buche)	30—45	2,7
Nunspeet stuifzand (Flugzand)	46 p	8,0	0—15	1,1
		groveden (Z)	15—30	0,8
		groveden (N) (Kiefer)	30—45	0,8

2. Ecologisch onderzoek in douglasverjongingen

Uit de resultaten van het groeionderzoek in de tweede reeks proefperken, waarbij steeds de cultuur in het zuiden is begrensd door oud bos, blijkt dat de lengtegroei van de douglas in de zoom groter is dan op de open vlakte. In tabel 5 zijn van een aantal objecten de gemiddelde hoogten van de douglas weergegeven op verschillende afstanden — veelvouden van 15 m — van de zoom, telkens gemeten aan ongeveer 150 bomen. Tevens is opgenomen de gemiddelde hoogte van de aangrenzende oude opstand.

De meetcijfers hebben betrekking op stroken die van zuid naar noord lopen. De noordgrens bestaat, met uitzondering van het proefperk in Speulder- en Sprielderbos, uit dezelfde houtsoort als de zuidgrens. In het proefveld „Hoge Veluwe” 8 1 staat de douglascultuur bovendien nog onder een zeer licht scherm van eik. Het effect van dit scherm wordt klaarblijkelijk overheerst door de invloed van de zoom. In het proefperk „Nunspeet” 46 p. is de douglas rijgewijze met Japanse lariks gemengd.

Over het algemeen neemt de groei van de douglas geleidelijk af bij toenemende afstand tot de bosrand aan de zuidzijde van de verjongingsstrook. Als demonstratie-voorbeeld wordt in fig. 3 de hoogte van de douglasverjonging in afd. 4 van de Hoge Veluwe op verschillende afstanden van de zoom weergegeven. Elk punt is het gemiddelde van 10 metingen.

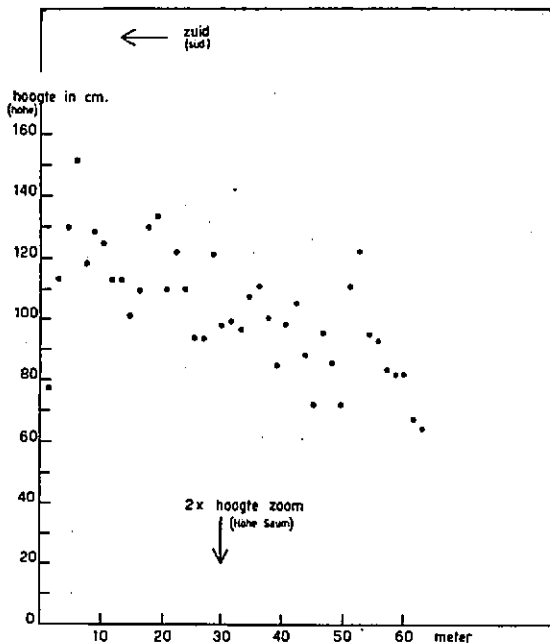


Fig. 3

Gem. hoogte van de douglas, onder invloed van een zoom van berk
(Mittelhöhe der Douglasie, beeinflusst vom Saum der Birke)

De invloed van de zoom strekt zich uit over een breedte van $1\frac{1}{2}$ à 2 maal de hoogte van de bosrand, maar het effect op de groei is maximaal

in het gedeelte van de zoom, dat over een breedte van 1 maal genoemde hoogte direct tegen de oude opstand is gelegen.

De groei van de douglas, die de grens tusschen opstandsrand en cultuurvlakte vormt, wordt steeds die wortelconcurrentie gedrukt. Berk, Amerikaanse eik en beuk oefenen op de douglas een grotere wortelconcurrentie uit dan de groveden. Bij de eerstgenoemde houtsoorten is de groei-vermindering van de douglas groter en strekt zich verder in de verjongingsstrook uit.

In enkele proefperken is de groei in de verschillende jaren gemeten, zowel binnen als buiten de zoom. De resultaten zijn in tabel 6 opgenomen.

Tabel 6
Gemiddelde lengte jaarscheut douglas in verschillende jaren
(Laufender Höhenzuwachs der Douglasie in verschiedenen Jahren)

Proefperk (Versuchsfläche)	1952	1953	1954	1955	1956	1957	\bar{h} in m in 1957/58
Nunspeet, 29e, zoom (Saum)	33,6 cm	36,8 cm	47,4 cm	45,9 cm	56,0 cm	78,3 cm	3,3
Nunspeet, 29e, open (exp.)	37,1 cm	39,4 cm	48,3 cm	36,9 cm	34,5 cm	47,0 cm	2,5
De Vuurse, 46d, zoom (Saum)	38,8 cm	42,4 cm	50,4 cm	47,9 cm	55,3 cm	64,7 cm	3,2
De Vuurse 46d, open (exp.)	33,0 cm	30,9 cm	43,0 cm	39,4 cm	36,4 cm	31,5 cm	2,1
Zwaluwenberg 5p, zoom (Saum)	—	50,7 cm	61,0 cm	59,6 cm	59,6 cm	67,2 cm	3,0
Zwaluwenberg 5p, open (exp.)	—	44,9 cm	40,9 cm	41,3 cm	31,9 cm	39,1 cm	2,2

Uit deze meetcijfers blijkt, dat in de zomer, die volgde op de strenge en droge winter 1955/56 de groei van de douglas buiten de zoom in de daarop volgende zomer geringer is dan in de zomer van 1955, hoewel de zomer van 1956 zeer vochtig was. De groei van de douglas in de zoom is in de vegetatieperiode 1956 dan ook gemiddeld beter geweest dan in de droge zomer van 1955.

De winter van 1956/1957 was zeer zacht en vochtig; in de daarop volgende zomer viel zeer veel neerslag. De groei van de douglas in de zoom is zeer goed, maar ook de groei van de douglas buiten de zoom heeft zich in 2 van de 3 objecten hersteld. De voorgaande winters zijn alle normaal geweest, terwijl de zomers van 1952, 1953 nat en 1954 zeer nat waren.

Er is dus een verband tussen de zomerneerslag en de groei; de resultaten van vroegere onderzoekingen worden daarmee bevestigd. Daarnaast oefent de zonnestraling gedurende de wintermaanden onmiskenbaar invloed uit op de groei in de daaropvolgende zomer.

Met de groeiverschillen gaat een kleurverandering van de naalden gepaard. Tijdens de zomermaanden is er weinig of geen kleurverschil van de naalden in en buiten de zoom, maar gedurende de winter worden de naalden van de douglas buiten de zoom geleidelijk lichter. In de zeer koude winter 1955/1956 eindigde deze verkleuring buiten de zoom in een volledig afsterven van een groot gedeelte der naalden. In de zoom behoudt de douglas de goede kleur, terwijl de wortelconcurrentie van de in de zoom voorkomende houtsoorten merkbaar wordt. Dit is vaak waar te nemen, wanneer de douglas wordt beschermt door Amerikaanse eik, beuk of berk. De kleur van de douglas is in dat geval ook 's zomers lichter.

Deze verkleuring, die betrekking heeft op de gehele naald, kan min of meer als een aanwijzing worden beschouwd van veranderingen in het

Tabel 7 Overzicht grond- en naaldanalyses

Bosgebied (Forstgebiet)	vak en afd. of top krt. en coörd. (lagen oder top. Karte 1:50.000)	no. proefperk (No. Versuchs- fläche)	ligging (Situation)	bodemtype (Bodentypen)	gew. 100 nld in gr. (Gew. 100 Nadeln in gr.)
Hoge Veluwe	33 W: 5,6/50,2	Dvg 1	zoom (Saum)	humuspodsol	0,3167
		" 2	open (Kahl)	"	0,2399
		" 3	"	"	0,2985
"	33 W 5,8/50,2	" 5	zoom (Saum)	"	0,4700
		" 4	scherm (Schirm)	"	0,4875
		" 8	open (Kahl)	"	0,2689
		" 9	"	"	0,3090
Sysselt	167 f	" 11	"	"	0,3490
"	33	" 14a	zoom (Saum)	humusijzer-	0,3563
"	"	" 14b	open (Kahl)	" podsol	0,2342
"	79a	" 15	scherm (Schirm)	"	0,2408
"	118c	" 16	open (Kahl)	"	0,2514
"	128h	" 17	scherm (Schirm)	"	0,3511
Valouwe	32 O : 36,4/55,8	" 18	open (Kahl)	"	0,4264
Deelen	33 W: 10,8/53,2	" 19a	scherm (Schirm)	humuspodsol	0,3761
"		" 19b	open (Kahl)	"	0,2900
"	33 W: 9,7/53,2	" 20	zoom (Saum)	"	0,3722
Middachten	prv. co.	" 22—1	scherm (Schirm)	humusijzer-	0,2524
"	" bl.	" 22—2	"	" podsol	0,2324
"	" fosf.	" 22—3	"	"	0,3140
"	" kalk	" 22—4	"	"	0,2931
Schovenhorst	32 W: 31,3/73,9	" 23a	open (Kahl)	"	0,2931
"	"	" 23b	zoom (Saum)	"	0,3641
Nunspeet	80 j	" 26	scherm (Schirm)	stuifzand	0,3057
"	79 e	" 27a	open (Kahl)	"	0,3750
"	87 f	" 28	"	"	0,2580
"	50 g	" 31a	zoom (Saum)	"	0,3818
"	"	" 31b	open (Kahl)	"	0,3391
"	55 b	" 32	scherm (Schirm)	"	0,3939
"	29 e	" 33a	zoom (Saum)	humuspodsol	0,3811
"	"	" 33b	open (Kahl)	"	0,3861
"	"	" 33c	"	"	0,2778
Edese Bos	32 O : 35,1/52,2	" 36a	scherm (Schirm) eik (Eiche)	humusijzer podsol	0,3059
"	"	" 36b	scherm (Schirm) groveden (Kiefer)	"	0,2870
"	32 O : 35/53	" 37a	scherm eik (Schirm Eiche)	"	0,2672
"	"	" 37b	scherm groveden (Schirm Kiefer)	"	0,3342
Oostereng	4 h	" 38a	zoom (Saum)	"	0,2845
"	"	" 38b	open (Kahl)	"	0,3159
"	6 e	" 39a	zoom (Saum)	"	0,2751
"	"	" 39b	open (Kahl)	"	0,2565
"	8 o	" 40a	zoom (Saum)	"	0,2692
"	"	" 40b	scherm eik (Schirm Eiche)	"	0,2938
"	"	" 40c	zoom (Saum)	"	0,3194
Grote Woeste	33 W: 3,4/58,5	" 41a	open (Kahl)	"	0,3080
" Hoeve	"	" 42a	"	"	0,2597
"	33 W: 12,0/62,6	" 42a	zoom (Saum)	humuspodsol	0,3312
"	"	" 42b	open (Kahl)	"	0,2354

bersicht Boden- und Nadelanalysen)

scheut 56 (Trieblänge 1956)	Samenstellung naalden in % drogestof (Zusammens. Nadeln in % Trockensubstanz)					Samenstellung grond (Zusammensetzung Boden)				
	N	P	K	Ca	Mg	P-tot. mg/100 gr. (Gesamt P ₂ O ₅)	N-tot. % Gesamt (N)	g loeiverlies of Glühverlust (%)	pH	
									H ₂ O	KCl
	1,262	0,29	0,82	1,17	0,14	28	0,120	7,3	4,8	3,9
	0,930	0,28	0,76	0,64	0,12	28	0,120	7,3	4,8	3,9
	0,968	0,24	0,71	0,85	0,11	28	0,120	7,3	4,8	3,9
	1,731	0,21	0,60	0,59	0,10	24	0,082	5,0	5,1	4,2
	1,761	0,18	0,58	0,55	0,10	24	0,082	5,0	5,1	4,2
	1,306	0,20	0,71	0,72	0,11	42	0,092	6,8	5,1	4,3
	1,213	0,17	0,70	0,76	0,10	40	0,119	7,2	4,6	4,0
	1,310	0,17	0,68	0,66	0,09	40	0,072	1,8	5,2	4,1
	1,626	0,27	0,92	0,76	0,07	48	0,093	5,5	4,9	4,0
	1,548	0,27	0,85	0,78	0,07	48	0,093	5,5	4,9	4,0
	1,296	0,27	0,81	0,60	0,12	44	0,086	4,7	5,0	4,2
	1,314	0,24	0,71	0,71	0,11	39	0,044	2,2	4,9	4,2
	1,375	0,18	0,71	0,68	0,10	49	0,092	5,1	5,1	4,1
	1,218	0,13	0,66	0,66	0,07	38	0,090	4,8	4,8	3,7
	1,605	0,19	0,70	0,61	0,08	22	0,120	7,5	4,7	3,8
	1,380	0,19	0,66	0,71	0,07	22	0,120	7,5	4,7	3,8
	1,725	0,31	0,81	0,71	0,11	65	0,090	4,2	5,0	4,3
	1,505	0,26	0,87	0,77	0,09	48	0,095	4,5	5,0	4,1
	1,337	0,23	0,97	0,71	0,08	46	0,082	3,9	4,8	3,9
	1,522	0,27	0,96	0,73	0,09	48	0,095	4,6	4,9	4,1
	1,712	0,24	0,92	0,68	0,09	46	0,084	3,9	5,0	4,1
	1,392	0,18	0,63	0,76	0,10	35,	0,090	4,8	4,8	3,9
	1,609	0,17	0,70	0,72	0,08	35,	0,090	4,8	4,8	3,9
	0,896	0,13	0,49	0,66	0,06					
	0,922	0,12	0,56	0,82	0,06					
	0,939	0,13	0,65	0,76	0,09					
	1,206	0,13	0,45	0,66	0,06					
	1,139	0,14	0,52	0,71	0,08					
	1,082	0,11	0,72	0,78	0,09					
	1,263	0,23	0,54	0,94	0,08	26	0,110	6,5	4,5	3,6
	1,089	0,18	0,54	1,04	0,07	26	0,110	6,5	4,5	3,6
	1,095	0,16	0,56	0,92	0,07	26	0,110	6,5	4,5	3,6
	1,364	0,14	0,67	0,66	0,09	32	0,069	5,3	4,7	4,1
	1,511		0,64	0,85	0,10	32	0,069	5,3	4,7	4,1
	1,622	0,18	0,63	1,25	0,10	34	0,064	3,4	5,0	4,3
	1,554	0,15	0,61	0,76	0,08	34	0,064	3,4	5,0	4,3
	1,275	0,18	0,64	0,82	0,07	41	0,081	5,0	5,1	4,4
	1,224	0,14	0,63	0,66	0,08	41	0,081	5,0	5,1	4,4
	1,348	0,17	0,65	0,95	0,08	34	0,091	4,2	5,3	4,4
	1,338	0,24	0,66	1,37	0,10	34	0,091	4,2	5,3	4,4
	1,233	0,18	0,60	1,18	0,07	31	0,070	3,9	4,9	4,3
	1,395	0,19	0,72	0,84	0,07	28	0,055	3,1	5,4	4,8
	1,390	0,17	0,55	1,50	0,07	30	0,065	4,1	5,0	4,3
	1,303	0,18	0,45	0,76	0,13	41	0,081	3,7	5,1	4,3
	1,166	0,27	0,38	0,86	0,10	41	0,081	3,7	5,1	4,3
	1,312	0,18	0,72	0,62	0,12	34	0,059	3,4	4,8	4,2
	1,195	0,25	0,42	0,67	0,10	34	0,059	3,4	4,8	4,2

stikstofgehalte en dus van het eiwitgehalte van de naalden. De resultaten van analyses van in het najaar 1955 verzamelde bladmonsters wijzen er op, dat dit stikstofgehalte buiten de zoom systematisch lager is (zie tabel 7).

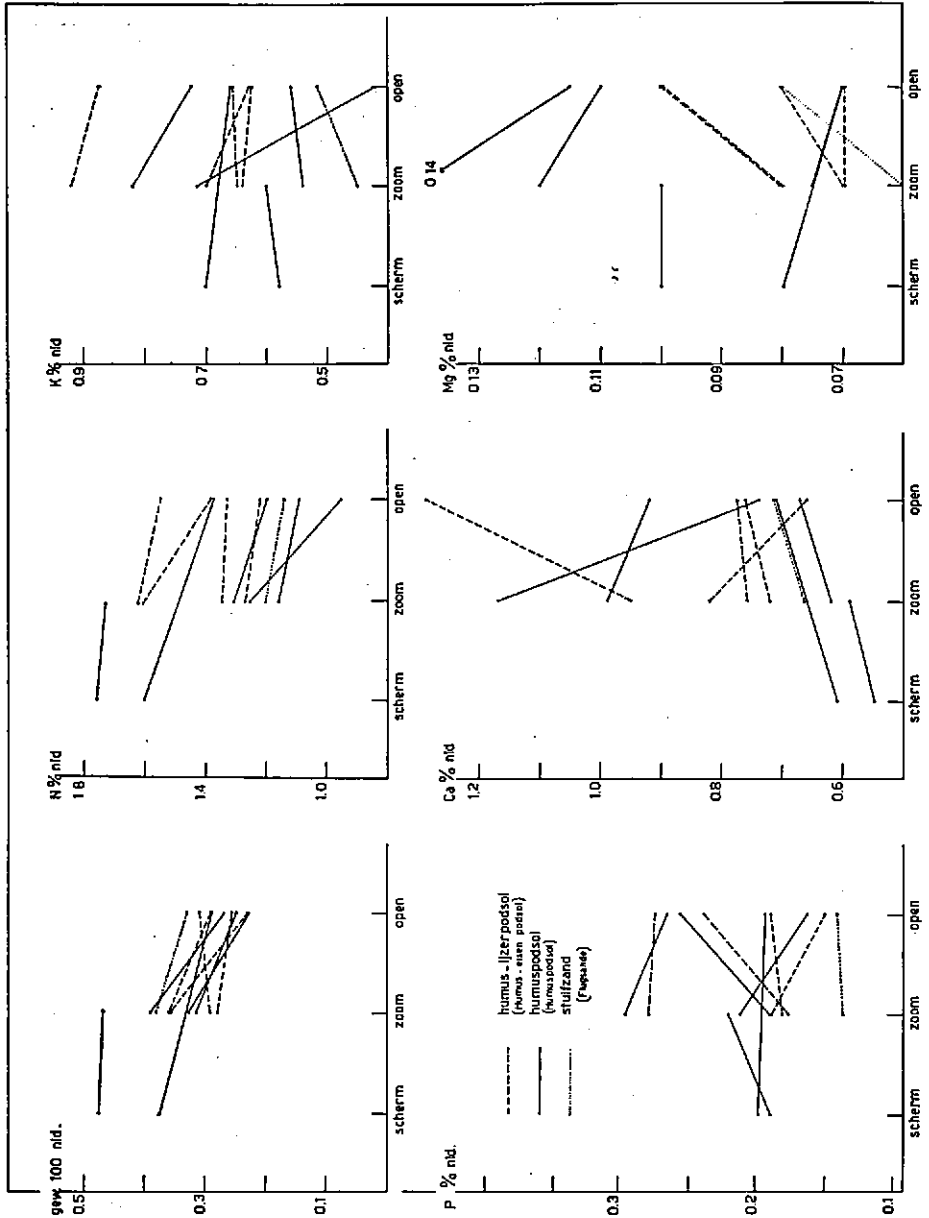


Fig. 4

Het 100 naaldengewicht en de gehalten aan stikstof, kali, fosfor, calcium en magnesium van douglas onder scherm, in de zoom en op de open vlakte.

(Das 100 Nadelingewicht und der Gehalt an Stickstoff, Kalium, Phosphor, Kalzium und Magnesium der Douglasie unter Schirm, im Saum und auf der Kahlfläche).

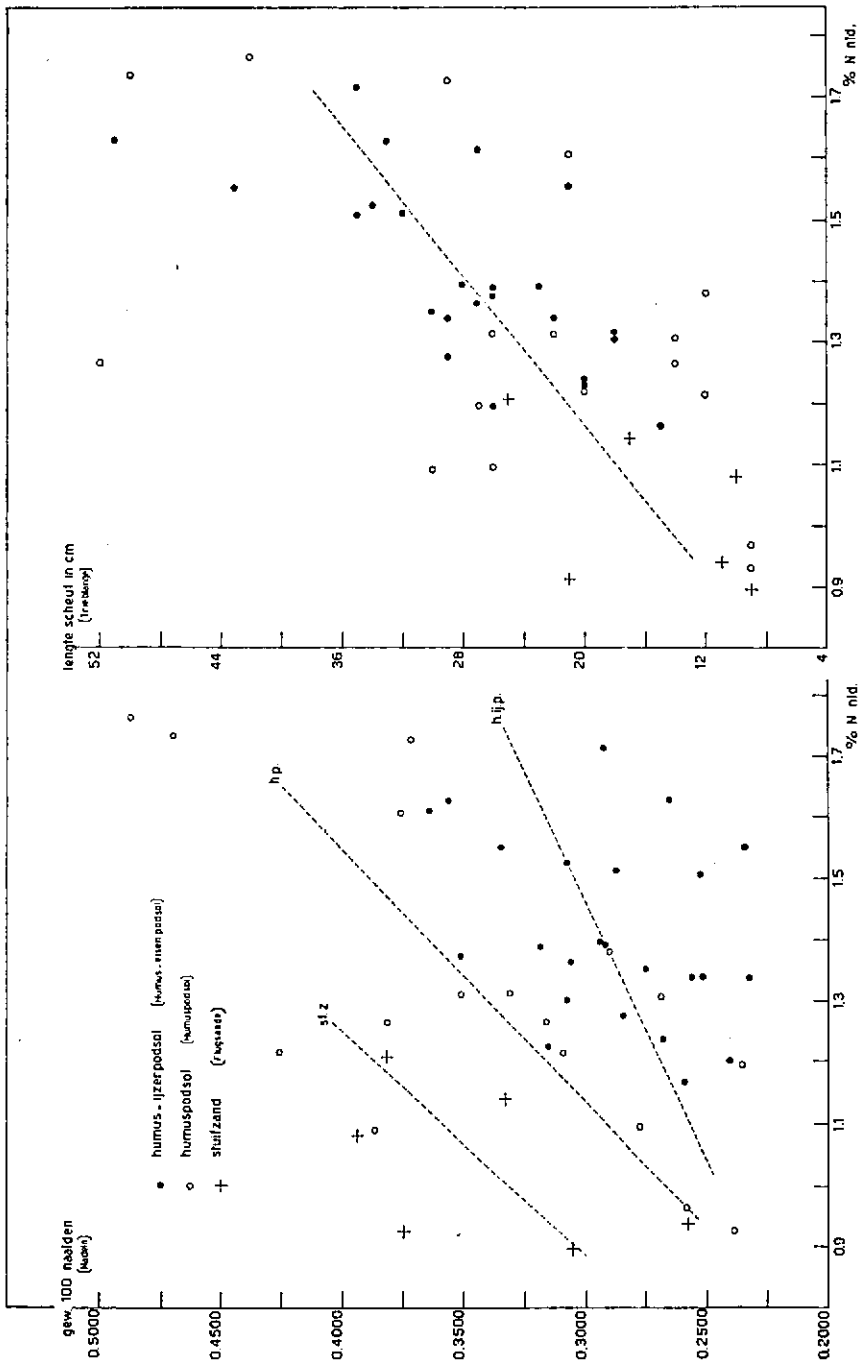


Fig. 5

Verband tussen 100 naaldegewicht (1955) en lengtegroei (1956) enerzijds en het stikstofgehalte van de naalden (1955) anderzijds.

(Zusammenhang zwischen 100 Nadelgewicht (1955) und Höhenzuwachs (1956) einerseits und Stickstoffgehalt der Nadeln (1955) andererseits).

In figuur 4 zijn de resultaten van deze analyses verwerkt. De lijnen hebben steeds betrekking op één opstand.

Hieruit blijkt, dat ook de grootte van de naalden, uitgedrukt in het drooggewicht van 100 naalden, dezelfde invloed ondergaat als het stikstofgehalte. De naalden van de beschutte douglas zijn steeds groter dan van de niet beschutte planten. Op de gehalten aan kali, fosfaat, calcium en magnesium blijkt door de zoom geen invloed uitgeoefend te worden.

Uiteraard correleert de groei van de douglas met de voorziening van voedingsstoffen. Tussen het stikstofgehalte van de naalden 1955 en de lengte van de jaarscheut 1956 bestaat een zeer duidelijk verband, zoals blijkt uit figuur 5. Wordt dit verband als rechtlijnig beschouwd, dan luidt de regressievergelijking $y = 31,88 x - 17,38$, waarin y de lengtegroei in cm en x het stikstofgehalte voorstelt. De correlatiecoëfficiënt bedraagt: 0,663. Bij een betrouwbaarheidsinterval van 1% ($p = 1\%$) is deze correlatie significant.

Opvallend is daarentegen, dat er geen verband bestaat tussen het 100 naaldengewicht en het stikstofgehalte van de naalden. Deze samenhang is wel aanwezig binnen de bodemtypen, waarin onderscheid is gemaakt. Naarmate het bodemtype armer is, neemt bij toenemende grootte van de naalden het stikstofgehalte minder sterk toe. Of anders gezegd: naalden van douglas van eenzelfde afmeting hebben op arme bodemtypen een lager stikstofgehalte dan op rijke bodemtypen. Dit betekent, dat, in verband met de natuurlijke begrenzing van de grootte van de naalden, hogere stikstofgehalten in de naalden en daarmee betere groei zal plaats vinden, naarmate het bodemtype rijker is.

De regressievergelijkingen, waarin y het 100-naaldengewicht en x het stikstofgehalte voorstellen luiden :

voor humusijzerpodsol: $y = 0,0554 x + 0,2195$ $r = 0,181$; niet significant
 voor humuspodsol : $y = 0,2315 x + 0,0363$ $r = 0,757$; significant bij

$p = 1\%$

voor stuifzand : $y = 0,195 x + 0,142$ $r = 0,496$; niet significant.

Tussen de andere voedingsstoffen en de lengte van de jaarscheut bestaat geen correlatie. Wel bestaat er een verband tussen het 100-naaldengewicht en het fosforgehalte. Naarmate het 100 naaldengewicht toeneemt, daalt het fosforgehalte. Dit verband kan worden uitgedrukt in de regressievergelijking $y = -45,077 x + 40,559$ en is significant ($r = -0,385$) bij $p = 1\%$. Hierbij is $y = 100$ -naaldengewicht en $x = P\%$ naalden. Er mag worden aangenomen, dat dit verschijnsel berust op volume-antagonisme. Het is duidelijk, dat een betere groei niet gepaard gaat met een grotere fosforopname. Dit is bevreemdend, omdat het fosfaat in de grond de groei sterk beïnvloedt. Beschouwt men het stikstof-, kali- en fosforgehalte in de naalden echter als een functie van het totaal- fosfaatgehalte van de grond, dan blijken stikstof en kali duidelijk te correleren met het fosfaatgehalte van de grond (fig. 6). Het bodemtype is daarbij van ondergeschikte betekenis, omdat alleen een kwantitatieve invloed op dit verband wordt uitgeoefend.

Voor stikstof is deze correlatie met het fosfaatgehalte, uitgedrukt in de regressievergelijking: $y = 0,005 x + 1,178$, bij een betrouwbaarheidsinterval van 5%, niet significant ($r = 0,248$). Hierbij is $y = N\%$ naalden en $x = P_{tot}$ in mg/100 gr. grond.

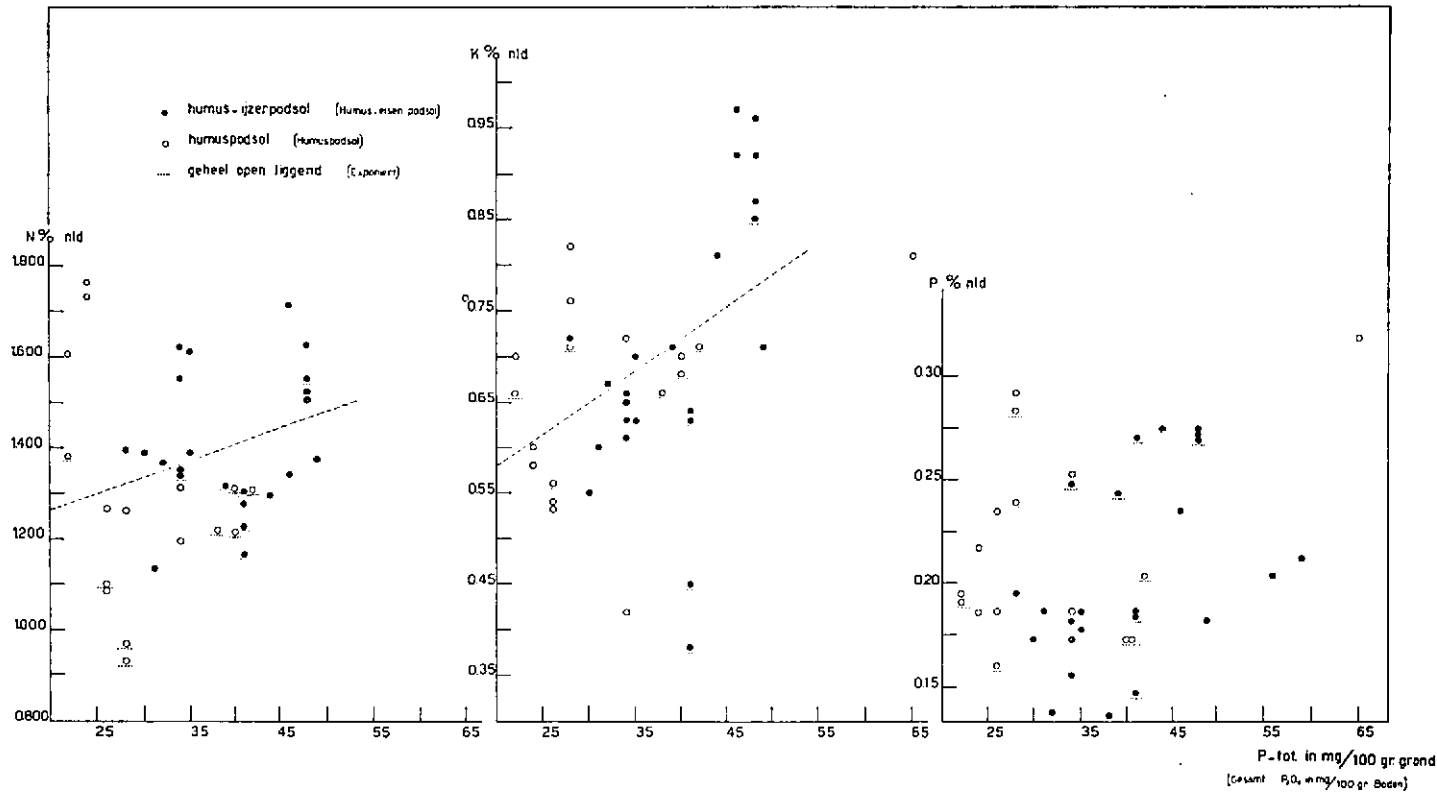


Fig. 6

Verband tussen het totaal-fosfaatgehalte van de grond en het stikstof-, kali- en fosforgehalte van de naalden.
(Zusammenhang zwischen Gesamtphosphatgehalt der Boden und den Stickstoff-, Kalium- und Phosphorgehalt der Nadeln).

Voor kali luidt de regressievergelijking $y = 0,718 x + 42,392$, waarbij $y = K\%$ naalden en x als bovenstaand. Deze correlatie is wel significant ($r = 0,488$ bij $P = 5\%$).

Hoewel het fosfaat in de grond niet in belangrijke mate wordt opgenomen, blijkt het van betekenis te zijn voor de opname van stikstof en kali en als gevolg hiervan ook voor de groei van de bomen. Dit leidt tot de veronderstelling, dat het fosfaat in de grond primair het opnemend vermogen van het wortelstelsel beïnvloedt. Dit is in overeenstemming met de resultaten van een onderzoek van Van der Meiden (2) die heeft vastgesteld, dat fosfaat de wortelgroei van populierenstek bevordert.

Uit bovenstaande gegevens blijkt dus, dat het stikstofgehalte van de naalden, dat bepalend is voor de groei, afhankelijk is van de chemische rijkdom van de grond en van het microklimaat.

Nadere beschouwing.

Het natuurlijke verspreidingsgebied van de douglas, dat klimatologisch gezien het meest met ons land overeenstemt, wordt gekenmerkt door zachte winters met een hoge relatieve luchtvochtigheid en frequente nevel (4). De winters in West-Europa zijn in de meeste gevallen ook zacht en vochtig, maar het optreden van droge en koude winters is zeker geen uitzondering. Juist na zulke winters wordt aan douglasculturen die aan de bestraling van de zon zijn blootgesteld geweest, vaak grote schade toegebracht. Wellicht moet de verklaring hierin gezocht worden, dat de douglas niet is aangepast aan de omstandigheden van een koude winter. Waarnemingen tijdens en na de strenge winter van 1955/1956, waarbij de vochtspanning van de grond onder oudere douglasopstanden is onderzocht, toonden aan, dat de douglas tijdens de wintermaanden in aanzienlijke mate kan transpireren. Deze houtsoort schijnt niet in staat te zijn het vochtgebruik volkomen stop te zetten, of althans doelmatig te regelen.

De transpiratie van een plant wordt door een groot aantal factoren bepaald. De bestraling van de plant door de zon, de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur zijn de belangrijke factoren die de transpiratie beïnvloeden (3). Is er geen of onvoldoende aanvoer van vocht uit de bodem mogelijk — bijvoorbeeld diep bevroren grond en onactief wortelstelsel — en kan de transpiratie niet hieraan worden aangepast, dan vinden bepaalde fysiologische reacties in de plant plaats, die aanvankelijk leiden tot verlies van stikstofverbindingen en tenslotte eindigen bij het afsterven door verdroging (1). Daardoor zal in het begin vooral het stikstofgehalte dalen, bij doorgaande transpiratie sterft de naald en valt af.

Naarmate de grond rijker is, is het stikstofgehalte van de naalden hoger en de resistentie tegen verdroging groter. Het gunstige effect van een scherm boven een douglascultuur is — met uitzondering van het voorkomen van nachtvorstschade — vooral terug te brengen op een beschutting van de douglas tegen bestraling door de winterzon. Deze bescherming kan ook worden verkregen door een zoomkap. Bij de zoomkap vallen veel bezwaren, die aan de schermkap kleven, weg terwijl bovendien geen wortelconcurrentie van de oude opstand wordt ondervonden. De verjongingsstroken moeten daarbij zodanig worden gelegd, dat de grootst mogelijke schaduwwerking in de winter wordt verkregen.

Coullissenkap is een bepaalde toepassing van het principe van de zoom-

kap. In het algemeen zal in verband met de geringe variatie in de omloopstijd van grovedennenopstanden de omzetting van deze opstanden in douglas vrij snel moeten geschieden. Daarom is de klassieke vorm van de zoomkap, gekenmerkt door de lange verjongingsperiode, hiervoor over het algemeen niet geschikt. Door middel van coulissenkap kan een zoomverjonging in een sneller tempo worden uitgevoerd.

Het tijdstip van de uitbreiding van de zoom of van het ruimen van de coulissen moet worden afgestemd op de ontwikkeling van de douglas-cultuur. Zodra deze in sluiting is gekomen, wordt nog slechts een deel van de kroon aan de winterzon blootgesteld en vermindert het gevaar voor beschadiging in de winter.

Conclusies

1. De douglas heeft in droge winters bescherming tegen overmatige transpiratie als gevolg van blootstelling aan de zon nodig.

2. Douglas is gevoelig voor nachtvorst. Bescherming hiertegen zal beter gezocht kunnen worden in gebruik van laat uitlopende herkomsten, dan in schermkap. In „nachtvorstgaten” vriest het ook onder het scherm. Zulke groeiplaatsen moeten als ongeschikt voor douglas worden beschouwd.

3. Door een scherm wordt enerzijds het milieu voor een goede ontwikkeling van de douglas begunstigd, terwijl anderzijds door de wortelconcurrentie de groei min of meer kan worden gedrukt. Uit het oogpunt van exploitatie en bosbescherming zijn aan schermkap bezwaren verbonden.

4. Douglasbeplantingen hebben ook op open terrein kans van slagen. Het risico van zulke bebossingen is echter door het willekeurig optreden van strenge, droge winters groot.

5. Door zoom- en coulissenkap worden bij een juiste richting van de stroken voorwaarden geschapen voor een goede beschaduwning, waarbij de bezwaren van wortelconcurrentie en kostbare exploitatie wegvallen. Bij de douglasverjonging verdienen deze kapwijzen de voorkeur boven schermkap.

Literatuur

1. Ende, J. van den: Groeifwijkingen die samenhangen met de waterhuishouding in de plant. Med. Dir. Tuinbouw 17, 1954 (615—636).
2. Meiden, H. A. van der: Reactie van populierenstek op fosfaat (een oriënterende proef). Ned. Boschb. Tijdsch. 29, 1957 (229—242); Korte Meded. Bosbouwproefstation, 31, 1957.
3. Penman, H. L.: The dependence of transpiration on weather and soil conditions. J. Soil Sci. 1, 1949 (74—89).
4. Veen, B.: Herkomstenonderzoek van de douglas in Nederland. Proefschrift Wageningen, 1951.
5. Wessels, F. W.: Verantwoorde boshervorming. Tijdschr. Ned. Heidemij 65, 1954 (29—40 en 61—68).

N.B. Dit artikel verschijnt tevens als Korte Mededeling 33 van de Stichting Bosbouwproefstation „De Dorschkamp.”