

ENKELE QUANTITATIEVE ASPECTEN VAN HET EXOTENVRAAGSTUK

[232.11 : 161.4]

door

J. H. WIERSMA

SUMMARY

In this article is shown that tree species in the Northern hemisphere occur in zones rising to the south. This phenomenon is caused primarily by photo- and thermoperiodicity, determining the length of the growing season.

Normally a tree tolerates displacements up to 150 till 250 km north- or southwards, or up to 200 m of altitude in either direction. In transferring a species over a larger distance from its seed source, it is shown to be possible to compensate for the change in latitude by a change in altitude. In the Northern Temperate Zone generally a displacement of 1° to the north can be corrected by a reduction in altitude of 100 m. If for instance, the proposed planting site is situated 7° North of the possible seed source, the seed should be obtained from an altitude 700 m higher than the planting area. When applying this rule, one must of course take into account the normal tolerance mentioned above; it holds good only for the area between about 30 degrees and about 60 degrees latitude.

There are many exceptions to this rule, caused by volume of the mountain range, climate character etc.

SAMENVATTING

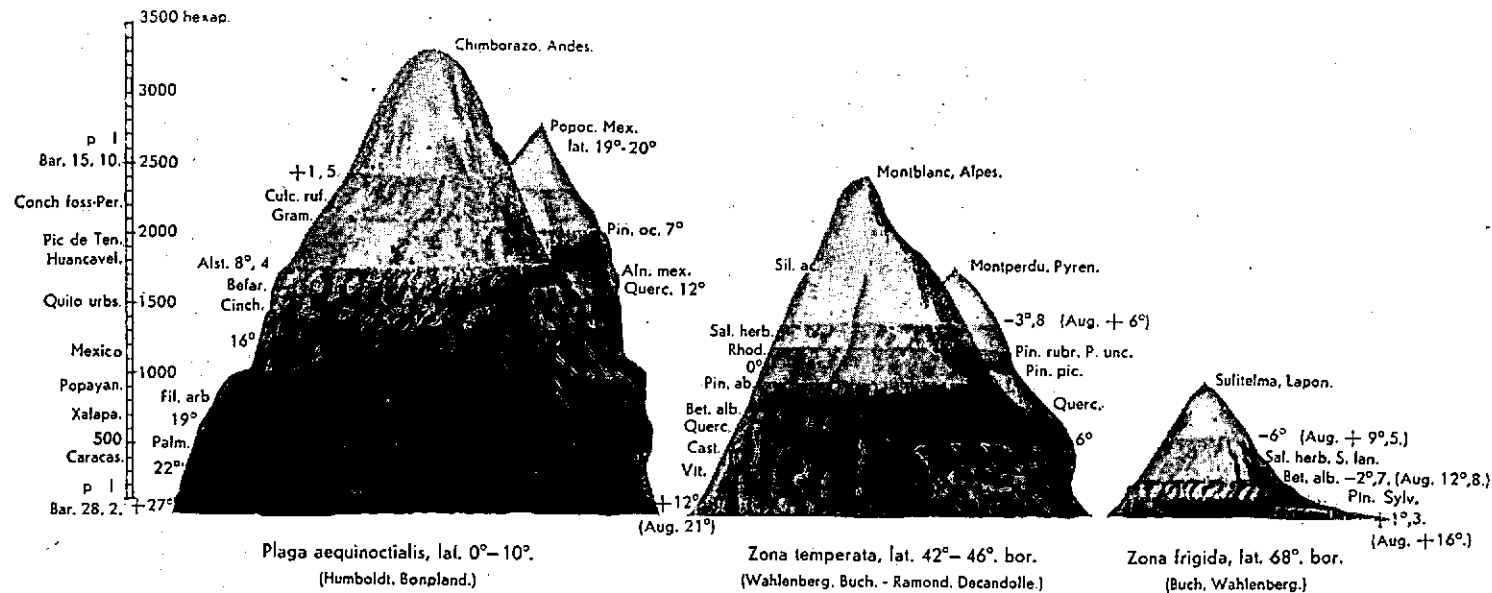
Er wordt aangetoond, dat de boomsoorten op het Noordelijk Halfrond voorkomen in naar het zuiden oplopende zones. Hierbij spelen photoperiodiciteit en temperatuur (thermoperiodiciteit) de belangrijkste rol; deze factoren zijn bepalend voor de duur van de vegetatieperiode.

In 't algemeen kan een boomsoort ongeveer 150 tot 250 km in noordelijke of zuidelijke richting verplaatst worden bij gelijkblijvende hoogte of 200 m omhoog of omlaag in 't gebergte bij gelijkblijvende breedtegraad.

Bij verplaatsing over grotere afstand in noordelijke richting kan worden aangenomen, dat men per breedtegraad 100 m lager moet aanplanten, of wat op hetzelfde neerkomt, wanneer men zijn plantmateriaal 1 graad zuidelijker haalt, moet het 100 m hoger in het gebergte gezocht worden, natuurlijk met inachtneming van de bovengenoemde speelruimte.

Op deze regels bestaan vele uitzonderingen, terwijl zij slechts gelden voor het gebied tussen ongeveer 30° en 60° N.B.

Bij het aanplanten van exoten moet rekening worden gehouden met vele factoren als grondsoort, klimaat, factoren van bostypologische aard en speciale eigenschappen van de te gebruiken soort, onder andere zijn ecologische amplitude. Daar de klimaatsfactoren als eerste in aanmerking komen om het gebied te begrenzen, waar geschikte boomsoorten kunnen worden gevonden, heeft men gezocht naar die herkomstgebieden, waarvan de klimaat-



Geographiae plantarum lineamenta.

Plantarum nomina apposimus ea altitudine qua quaeque crescere desinunt. Numeri nudi significant temperaturam mediam annuam, Thermometri cent. gradibus expressam: numeri uncis inclusi, temperaturam mediam mensis Augusti.

1. hexap. = 6 ped. par. = 1,95

Fig. 1. Hoe meer naar 't Noorden, hoe lager overeenkomstige begroeiingszones in het gebergte zijn terug te vinden.
(The more Northern, the lower analogous vegetation zones will be found in the mountains.)
Overgenomen uit A. von Humboldt: „De distributie geografica Plantarum” 1815.

gegevens zoveel mogelijk overeenkwamen met die in het importland. Zo bij de invoer van douglas en andere West-Amerikaanse soorten. Intussen zijn de resultaten hiervan, ondanks verfijningen, zoals het mede in beschouwing nemen van extremen naast gemiddelde klimaatcijfers, niet altijd overtuigend.

Toch is het belangrijk om bevredigende kenmerken te vinden van herkomstgebieden, vanwaar invoer een goede kans van slagen biedt. Men is anders gedwongen vrijwel het gehele gamma van herkomsten van elke te gebruiken exoot te onderzoeken, zodat er een generatie overheen gaat, eer blijkt, uit welk gebied men zaad moet importeren.

Reeds lang geleden is het de mens opgevallen, dat bepaalde planten uit het polaire gebied werden teruggevonden in het hooggebergte. Verder vond de eerste plantengeograaf A. von Humboldt (zie bijgaande fig. 1), de verschillende vegetatiezones, die men doorkruist, als men van de equator naar de pool gaat, in het gebergte min of meer overeenkomstig terug, gaande van de voet van een berg naar de top. Von Humboldt gaf ook de volgende tabel 1, overgenomen uit Dengler (4), die niet geheel klopt, daar de overeenkomst voor het gebied van de tropen, waar de eerste kolom gedacht moet worden, niet opgaat; zie Troll (16). Toch moeten wij von Humboldt zien als de eerste, die oog had voor deze overeenkomsten.

Ook is het reeds lang bekend, dat deze zones in de gebergten, wanneer men naar het noorden gaat, naar lager gebieden afdalen, zodat ook de boomsoorten, schematisch gesproken naar het noorden in steeds lager gelegen gordels voorkomen. Zo spreekt men in Yoego-Slavië van de gebergtesoort *Fraxinus excelsior*, terwijl in het laagland andere *Fraxinus*-soorten voorkomen (Fukarek (2)). In ons lage land komt *Fraxinus excelsior* bij wijze van spreken tot beneden zeeniveau van nature voor.

Hoogte boven Zee-niveau (m)	Gemiddelde temp. °C.	Zones op aarde met overeenkomstige temperatuur op Zee-niveau. Breedtegraden.	Karakteristieke gewassen
0—600	27,5	0—15	Palmen en bananen
600—1200	24,0	15—23	Boomvarens en vijgen
1200—1900	21,0	23—34	Myrten en laurier
1900—2500	19,0	34—45	Altijd groen loofhout
2500—3100	16,0	45—58	Zomergroen loofhout
3100—3700	13,0	58—66	Naaldhout
3700—4400	8,5	66—72	Alpenrozen
4400—4800	4,5	72—82	Alpenkruiden
boven 4800	1,5	82—90	Cryptogamen (eeuwige sneeuw)

Overigens wordt de zaak ingewikkelder, doordat de verschillende zones vaak niet overal door dezelfde boomsoorten worden gevormd. De polaire en alpine boomgrens worden eveneens op onderscheiden plaatsen door geheel verschillende boomsoorten gevormd (Brockmann- Jerosch (1)). Ook komen de soorten van aangrenzende zones in het overgangsgedebied gemengd voor. Verder vormen zich plaatselijke rassen, terwijl er vele modificerende factoren zijn, als expositie, groter of kleiner gebergtemassief, meer of minder maritiem of continentaal karakter van het klimaat, zeestromingen in de omgeving, ingrijpen van de mens enz. (Brockmann- Jerosch (1)).

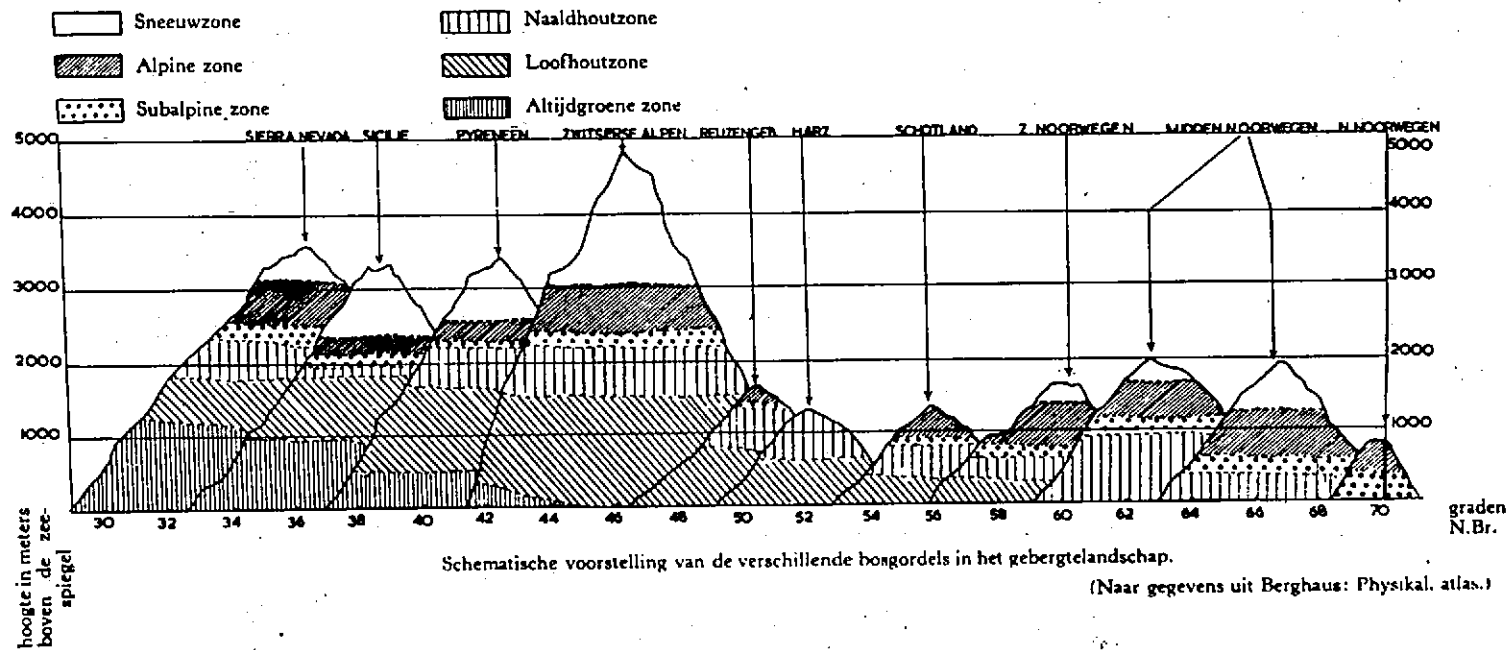


Fig. 2. Overgenomen uit G. Houtzagers: Houtteelt dl. II, blz. 23. Tjeenk Willink, Zwolle, 1956.

Dit komt duidelijk uit in bijgaande figuur 2, overgenomen uit Houtzagers (3). Bij de hoogtegordel van het loofhout ziet men overigens reeds een vrij regelmatige daling naar het noorden.

Afgaande op deze figuur lijkt het niet erg zinvol om te trachten deze verhoudingen kwantitatief weer te geven.

Desondanks is er een algemene lijn aan te wijzen en kan men een benadering zoeken, die enig houvast geeft, wat betreft de plaatsen, vanwaar boomsoorten kunnen worden ingevoerd.

De factoren, die bij deze zoneverschuiving de belangrijkste rol spelen zijn photoperiodiciteit en temperatuursinvloeden of wel thermoperiodiciteit (dit woord wordt in bepaalde zin gebruikt, zoals Karschon (6,7) dat doet). Zie ook Schmidt (14). Men moet zich dit zo voorstellen, dat door lage temperatuur en sneeuwbedekking de bomen hoog in het gebergte later uitlopen dan in lager streken.

Op het tijdstip van uitlopen is de daglengte dus groter dan bij het uitlopen van dezelfde soort lager in het gebergte of in de vlakte. In verband daarmee is ook de photoperiodische adaptatie zodanig, dat de hooggebergte-planten meer een langedagtype vertonen. Daardoor ontstaat een zekere overeenkomst tussen soorten, die bij een lage breedtegraad op grote hoogte groeien, met soorten van een hogere breedtegraad op minder grote hoogte (Lines (10), Wiersma (21)). Dikwijls wordt — wat op hetzelfde neerkomt — slechts gerept van een verschil in daglengtereactie tussen rassen van gelijke breedtegraad en verschillende hoogte (Wettstein Westersheim en Grüll (20), Vaartaja (17) en Karschon (6)).

In feite wordt dus de daglengtereactie van de soorten in een bepaald gebied geïntroduceerd door de duur van, of liever gezegd begin- (en eind-) punt van de vegetatieperiode.

Pauley en Perry (13) noemen in dit verband de lengte van de vorstvrije periode. Gaat men echter van de *vegetatieperiode* uit, dan is er nog verschil van mening mogelijk over de bepaling daarvan. Volgens Walter (19) begint voor houtige gewassen de vegetatieperiode pas goed, als een gemiddelde dagtemperatuur (als gemiddelde over een voldoende aantal jaren) van 10°C is bereikt. Schmidt (14) werkt met het ogenblik dat de gemiddelde dagtemperatuur 5° is geworden en Naeslund (11) gebruikt een gemiddelde dagtemperatuur boven 6°C als beginpunt van de vegetatieperiode.

In elk geval moet het duidelijk zijn, dat niet alleen de hoogte bepalend is voor de verlating van het begintijdstip van de vegetatieperiode, maar ook het klimaatskarakter, zoals eerder werd aangegeven. Hierbij komt nog, dat er inversie kan optreden door het neerzakken van koude lucht in komvormige dalen, terwijl ook de verschillende boomsoorten ongelijk schijnen te reageren, wat de invloed van het klimaat betreft. Zo vermeldt Langlet (9), dat bij de spar waarschijnlijk het klimaat van de plaats van herkomst, zoals dat wordt bepaald door allerlei detailfactoren als relief, expositie enz. een veel grotere rol speelt dan bijvoorbeeld bij de groveden. Voor de ras-differentiatie van deze laatste soort zou vooral het macroklimaat van het herkomstgebied maatgevend zijn.

Gaan we nu over tot het kwantitatieve aspect van het probleem, dan vraagt allereerst de directe verplaatsingsmogelijkheid van bomen in noordelijke of zuidelijke richting bij gelijke hoogte, ofwel bij gelijkblijvende breedtegraad naar hoger of lager gelegen gebieden onze aandacht.

Isaac (5) geeft al in 1949 proberenderwijs hiervoor bedragen, wat betreft

de douglas in de kuststrook van Amerika langs de Stille Oceaan. Bij gelijke hoogte mag men de douglas 100 mijl (ongeveer 160 km) naar het Noorden of Zuiden verplaatsen. Evenzo mag men hem, mits niet verder dan 10 mijl (16 km) naar Noord of Zuid gebracht, 500 ft (ongeveer 150 m) naar omlaag of omhoog verplaatsen. 100 km N-Z-verplaatsing komt dus ongeveer overeen met 100 m verplaatsing in hoogerichting.

In 1957 heeft Langlet (8) voor de groveden regels gegeven voor gebruik van zaad in andere gebieden dan waar het geooft is. Volgens hem mag men dit niet meer dan 250 resp. 200 km in noordelijke of zuidelijke richting verplaatsen, naar boven niet meer dan 300 m, naar beneden niet meer dan 200 m. Ook hier dus weer ongeveer dezelfde verhouding, zij het dat de absolute bedragen anders liggen.

Vincent (18) geeft in verband met de internationale Pinus-, Picea- en Larixherkomstenproeven de volgende cijfers. De groei was niet minder dan van het ter plaatse thuishorende ras, als bij ongeveer gelijke hoogte de geografische breedte niet meer dan 2° (d.i. rond 220 km) verschilde. Wat de hoogte betreft — wonderlijk genoeg spreekt Vincent in dit geval over een veel gevoeliger reageren — hier was geen groeiverschil mits het hoogteverschil niet meer bedroeg dan 200 m. Steeds is de verhouding tussen toelaatbare N-Z-verplaatsing en hoogteverplaatsing dus ongeveer gelijk.

Vervolgens iets over de vraag, hoeveel hoger men in het gebergte moet gaan, wanneer men zijn zaad of plantenmateriaal een bepaald aantal graden zuidelijker haalt dan de plaats, waar men het gebruiken wil (eventueel hoeveel lager in het gebergte als men het noordelijker haalt). Reeds Isaac (5) geeft voor de douglas aan, per 10 mijl (16 km) naar N. of Z. 50 ft (15 m) lager, resp. hoger in het gebergte (tot 100 mijl naar het N. resp. Z. toe). Overigens spreekt hij ook over de grote invloed van het klimaat in bergachtig gebied. Volgens hem mag daar de gemiddelde jaartemperatuur niet meer dan 2° F (1,1° C) verschillen van, en moet de vorstvrije periode gelijk

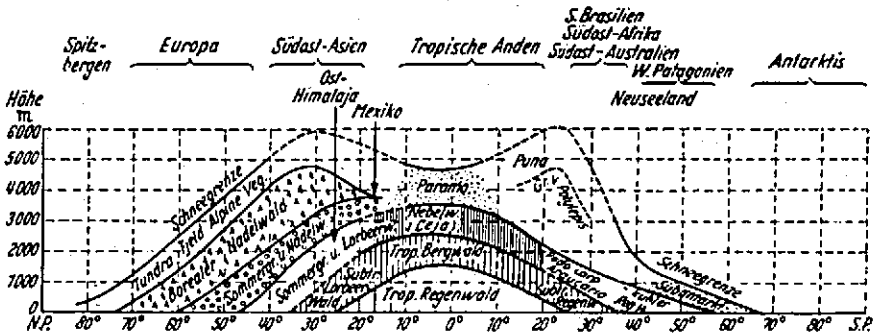


Fig. 18. Schematisches Vegetationsprofil der Erde von der Arktis bis zur Antarktis, zur Darstellung des asymmetrischen Vegetationsaufbaues der Nord- und Südhalbkugel. Die borealen Formationen steigen südwärts in die Gebirge an und erreichen ihre äquatoriale Grenze am Rande der Tropen. Dagegen zeigen die südhemisphärischen Formationen eine grosse Ähnlichkeit mit den Höhenstufen der Tropen: der tropische Bergwald mit dem subtropischen Regenwald, der tropische Höhen- und Nebelwald mit dem kühltemperierten Regenwald, die Paramos mit dem subantarktischen Tussockgrasgürtel. Es sind nur die immerfeuchten Klimate berücksichtigt, ausser für die Schneegrenze und die Puna-region (gestrichelt bzw. eingeklammert). Verwandte Vegetationen der tropischen Höhen und der höheren Breiten sind durch gleiche Signaturen gekennzeichnet. 118 x 51 mm.

Fig. 3. Overgenomen uit C. Troll: „Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht“. Die Naturwissenschaften, Berlin, 48—49, 1961, blz. 343.

zijn aan, die van het plantgebied. Naeslund (11) geeft aan dat per 100 m hoger in het gebergte, de vegetatieperiode 5 tot 6 dagen korter wordt, evenals per graad (ofwel per 100 km) verschil in noordelijke richting. Walter zegt, dat met een breedtoename van één graad een gemiddelde verlating van het voorjaar samengaat van vier dagen (in het begin van het voorjaar 4,4 dagen). Per 100 m hoogtoename wordt het begin van het voorjaar drie à vier dagen verlaat. Hij geeft bovendien nog op, dat de zon voor het doorlopen van een breedtegraad ongeveer vier dagen nodig heeft. Ook in bijgaande figuur 3, overgenomen uit Troll (16) komt de helling van de lijnen ten dele ongeveer overeen met 100 m per graad of 1.000 m per 10 graden. Natuurlijk zijn dit slechts grenzen van de gehele loofhout- en naaldhout-zones.

Uit het geheel is wel duidelijk geworden, dat gemiddeld één graad of ongeveer 100 km verplaatsing in noordelijke richting, wat daglengtereactie betreft equivalent is met rond 100 m stijging in het gebergte, ofwel dat bij het betrekken van boomsoorten van zuidelijker breedtegraden, men per graad zuidelijker dan het plantgebied, ongeveer 100 m hoger in het gebergte moet zijn.

Bij een aantal niet-amerikaanse exoten, die in Nederland goed voldoen, is een onderzoek ingesteld naar de plaats van herkomst. Hierbij zijn gebruikt de gegevens over hoogteligging en over herkomstgebied (in verband met de breedtegraad) van de verschillende boomsoorten. Uitgegaan is van de veronderstelling dat wanneer men zaad in het gebergte verzameld heeft, men dat op de gemakkelijkst bereikbare plaatsen gedaan zal hebben, wat betekent, aan de ondergrens van het verbreidingsgebied.

In de berekeningen is de ondergrens aangehouden, terwijl lang niet altijd bij de uiterste ondergrens verzameld zal zijn, daar op die hoogte nog geen gesloten opstanden zullen voorkomen. Men moet de gegeven cijfers dus opvatten als een onderste grenswaarde, terwijl de juiste waarde iets hoger zal moeten liggen.

Soort	Ondergrens verbreidings- gebied	breedte- graad (N.B.)	Aantal breedte- graden zuidelij- ker dan ons land (52°)	Meters hoogte verschil per breedtegraad
<i>Species</i>	<i>Lower limit of native area</i>	<i>latitude</i>	<i>Number of de- grees of latitude more southward than our country</i>	<i>Altitudinal dif- ference in m per degree of latitude</i>
Larix leptolepis	1300	35—38°	14—17	76—93
Picea omorica	800	44°	8	100
Pinus nigra "corsicana"	900	41—43°	9—10,5	86—100
* Pinus nigra austriaca	300 à 400	48°	4	100
+ Aesculus hippocastanum	1000	40—42°	10—12	84—100
Abies nordmanniana	800	40—44°	8—12	66—100
(Cedrus libani in Taurusgeb.)	1400	38°	14	100)

* Volgens Houtzagers II, 132, regel 4 van onderen. De opgave op dezelfde blz. op regel 19 van boven is onjuist; zie (15). De breedtegraad van het Neder-oostenrijkse gebied is aangehouden.

+ De breedtegraad van het Griekse verbreidingsgebied is aangehouden. In de Kaukasus gaat Aesculus van 41—43° N.B.

N.B. De ceder uit Klein-Azië is mede opgenomen als voorbeeld van een ras, dat hier nog niet is ingevoerd, maar met goede kans op succes door de plaatselijke handel zou kunnen worden geleverd, daar de meest waarschijnlijke herkomst (de benedengrens van het herkomstgebied) in dit geval op de juiste hoogte zou liggen. Overigens schijnt de variëteit *stenocoma*, die op groter hoogte voorkomt, zeer aantrekkelijke eigenschappen te hebben.

Ook uit deze berekeningen krijgt men de indruk, dat bij 100 m stijging per graad zuidelijker in het algemeen een passend herkomstgebied te vinden is. Er zij echter nogmaals op gewezen, dat men zich niet al te veel moet voorstellen van de gelijkheid in reactie op daglengte van noordelijke, laaggelegen en zuidelijke, hooggelegen herkomsten. Pauley (12) vond bij *Populus trichocarpa* dat ecotypen, aangepast aan een kort groeiseizoen van hoge breedtegraden, gekarakteriseerd zijn door vroeg uitlopen, terwijl dergelijke ecotypen van grote hoogten, wanneer ze onder uniforme temperatuur- en daglengte-omstandigheden worden gekweekt, duidelijk minder vroeg uitliepen dan ecotypen, aangepast aan een lang groeiseizoen, afkomstig van lage gebieden. Deze eigenschap kan overigens een voordeel zijn en beschermen tegen late nachtvorst.

Conclusie.

Zowel in de tuinbouw als in de bosbouw beseft men hier te lande steeds meer het belang van het verzamelen, in daarvoor in aanmerking komende gebieden, van goed materiaal van verschillende, geschikte, houtige gewassen.

Een grote handicap was daarbij tot nu toe, dat men eigenlijk niet goed wist van welke hoogte men materiaal moest verzamelen in een bepaald gebergte, om een goede kans te maken, dat de soorten, die men verzamelde, voldoende aangepast zouden zijn aan onze omstandigheden. Men heeft wel, voorzover die aanwezig waren, verschillende klimaatcijfers gebruikt, maar bijzonder goede resultaten heeft dat niet opgeleverd.

Wanneer men dergelijke cijfers wil verzamelen, moet men, behalve op speciale factoren, die voor bepaalde boomsoorten van groot belang zijn, vooral letten op de lengte van, en in het bijzonder begin- en eindpunt van de vegetatieperiode en de daglengte op deze tijdstippen.

Als algemene regel kan gelden, dat men voor elke graad zuidelijker 100 m hoger in het gebergte moet gaan, om een gebied te vinden van soorten, die met enige waarschijnlijkheid een redelijke aanpassing zullen vertonen aan klimaatsomstandigheden, die met de onze enigszins vergelijkbaar zijn. Ook buiten deze gebieden kunnen natuurlijk soorten voorkomen met een zo groot aanpassingsvermogen, dat ze hier uitstekend groeien.

In hoge en uitgebreide gebergten (met grote „Massenerhebung”) zal men, behalve aan de buitenranden hoger moeten gaan dan de regel aangeeft. (Hoewel voor het bepalen van de grootte van deze afwijking onderzoek noodzakelijk zou zijn, kan voor de Alpen het maximum schattenderwijs op ruim 400 m gesteld worden, naar analogie van de boomgrens (Brockmann-Jerosch (1)).

In sterk maritiem beïnvloede gebergten moet men minder hoog gaan dan de regel aangeeft (zeg, tot enkele honderden meters), aan de zuidzijde van een uitgestrekte gebergteketen waarschijnlijk iets hoger (tot ongeveer 100 m), dit alles afnemend naar minder grote hoogte in het gebergte (1) (5).

Deze cijfers zijn niet meer dan een zeer grove benadering en worden

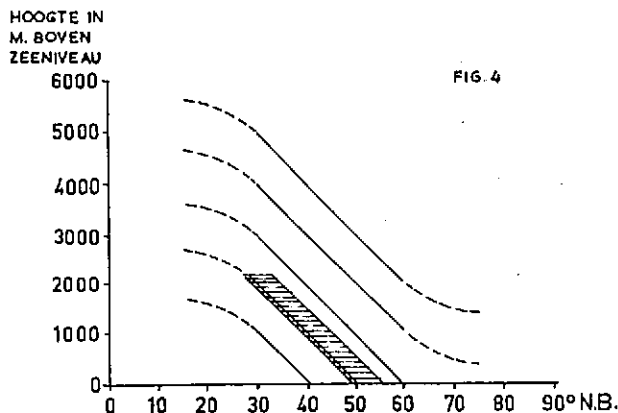


Fig. 4. Lijnen waarlangs theoretisch verplaatsing van planten mogelijk is. Het gearceerde gebied komt in de eerste plaats in aanmerking als herkomstgebied voor in Nederland te gebruiken soorten.

Lines, along which transferring of plants is possible. The cross-hatched area should first be considered as source of trees to be used in the Netherlands.

Al naar de ligging in Noord-, Midden- of Z. Nederland, beginnen de grenzen hiervan op zeeniveau bij 51—55 graden, bij 50—54 graden of bij 49—53 graden.

slechts gegeven om het werken met de regel in de praktijk enigszins mogelijk te maken.

Nader onderzoek hierover zou zeker gewenst zijn. Dit zou mogelijk zijn, door het nagaan van boven- en ondergrens van bepaalde boomsoorten in verschillende gebergten en op verschillende plaatsen in de gebergten, en verder met het overbrengen van planten van verschillende hoogte op die verschillende plaatsen naar onze streken.

Verder gaat deze beschouwing slechts op voor een gebied tussen 25 à 30° en 60 à 65° N.B. Naar de equator en naar de pool vermindert waarschijnlijk het aantal meters hoogteverschil per graad. Zie de (volkomen theoretische) fig. 4, terwijl voor de echt tropische gebieden, zoals gezegd de overeenkomst in het geheel niet meer opgaat. (16). Bovendien is het ook niet duidelijk, of deze regel, eventueel gewijzigd, voor overbrenging van boomsoorten van de Nieuwe naar de Oude wereld bruikbaar is.

Tenslotte moet er nogmaals de nadruk op worden gelegd, dat de regel: „100 m per graad” slechts een basisregel is.

Literatuur

1. H. Brockmann-Jerosch. Baumgrenze und Klimacharakter. Zürich, 1919.
2. P. Fukarek. (Narrow-leaved ash and its morphological variability (*Fraxinis angustifolia* Vahl)). Glasnik 14, 1960. Univ. Zagreb Inst. v. Bosb. Onderzoek. blz. 244—258.
3. G. Houtzagers. Houtteelt, dl. II. Zwolle, 1956.
4. A. Dengler. Waldbau auf ökologischer Grundlage. 2e Aufl. Berlin, 1935, blz. 32.
5. L. A. Isaac. Better douglas fir forests from better seed. Un. of Wash. Press, Seattle, 1949.
6. R. Karschon. Untersuchungen über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen autochtoner Populationen. Mitt. Schweiz. Anst. forst. Versuchsw. 26 (1). 1949 (205—244).

7. R. Karschon. Photopériodicité et thermopériodicité chez le pin sylvestre. Schweiz. Z. f. Forstw. 102 (5/6), 1951 (268—275).
8. O. Langlet. Vidgade gränser för förflytning av tall-provenienser till skogsodling-platser i norra Sverige (Wider limits for moving Pine provenances to forest sites in N. Sweden). Skogen 44 (9), 1957 (319).
9. O. Langlet. Skogsforskningens nya Granprovenienz försök. Skogen 46, 1959 (370—371).
10. R. Lines. Studies of the indumentum of young shoots of Norway Spruce in some scottish provenance experiments. Report on forest research (1959). For. Comm., London (170—175).
11. M. Naesland. Forstliche Probleme im nördlichsten Schweden. Forstwissensch. Hochschultagung in München 1959. 31. Heft der Mitt. Staatsforstverw. Bayerns. München 1960.
12. S. S. Pauley. Variation in time of break of dormancy among altitudinal ecotypes of *Populus trichocarpa*. Abstr. in Genetics, Madison 39, 1954 (986—7).
13. S. S. Pauley and T. O. Perry. Ecotypic variation of the photoperiodic response in *Populus*. J. Arnold Arb. 35 (2), 1954 (167—188).
14. W. Schmidt. Wärmeklima und Ökotypus. Ber. dtsh. bot. Ges. 66 (2), 193 (101—113).
15. A. Frh. von Seckendorff. Beiträge zur Kenntniss der Schwarzföhre (*Pinus austriaca* Höss.) I. Theil. Mitt. forstl. Versuchsw. Österr. VII. Wien 1881 (1—68).
16. C. Troll. Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. Die Naturwissenschaften 48—9. 1961 (332—348).
17. O. Vaartaja. Photoperiodic response in seedlings of five species of *Betula* and *Pinus*. Can. J. Bot. 38, 1960 (807—813).
18. G. Vincent. (Provenienzversuche und Frühteste der Wüchsigkeit.) Lesnictvi 6 (33), 1960, 8—9, (713—726).
19. H. Walter. Einführung in die Phytologie. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1 Teil. Standortslehre. Stuttgart 1951.
20. W. Wettstein Westersheim und H. Grüll. Das photoperiodische Verhalten von Kiefern-herkünften (*Pinus sylvestris* S.L.) (Pap) 8th int. bot. Congr. Paris, Sect. 13, 1954 (17—19).
21. J. H. Wiersma. De betekenis van de fotoperiodiciteit voor de praktijk van de bosbouw. Ned. Bosb. Tijdschr. 30, 1958, 5 (139—144).