

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 127 (1976)

Heft: 3

Artikel: Probleme der Naturverjüngung in den nordischen Wäldern

Autor: Børset, O.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765251>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Probleme der Naturverjüngung in den nordischen Wäldern¹

Von O. Børset

Oxf.: 231 (481)

(Aus dem Institut für Waldbau, 1432 Ås-NLH, Norwegen)

Wie aus dem Thema für dieses Symposium ersichtlich ist, möchte ich hier Fragen der natürlichen Verjüngung behandeln. Künstliche Waldverjüngung wird nur in Verbindung mit dem Konkurrenzverhältnis zwischen beiden Methoden besprochen werden. Ferner gehe ich von norwegischen Verhältnissen aus, die mir am besten bekannt sind. Die Verhältnisse in Fennoskandia — (Finnland, Schweden, Norwegen) haben im übrigen viele gemeinschaftliche Züge. Da Professor *Heikurainen* Fragen der Verjüngung auf feuchtem Boden darstellen wird, und Professor *Mayer* sich der Verjüngung im Gebirgswald annimmt, werde ich mich insbesondere mit Wäldern der unteren Region mit normaleren Feuchtigkeitsverhältnissen befassen.

Da die Zeit recht beschränkt ist, sind hier hauptsächlich die beiden wichtigsten spontanen Nadelbaumarten in Fennoskandia vorzunehmen, nämlich gemeine Fichte (*Picea abies*) und gemeine Kiefer (*Pinus silvestris*).

Schliesslich sei zu erwähnen, dass meine Darstellung auf Forschungsergebnissen der letzten Jahrzehnte fußt sowie auf persönlicher Erfahrung aus praktischem Waldbau.

Jährlich verjüngen sich von Norwegens Wäldern etwa 40 000 ha, davon etwa 10 000 ha oder ein Viertel durch natürliche Ansamung. Das Verhältnis zwischen Kultur- und natürlicher Verjüngung variiert von Distrikt zu Distrikt. In Norwegens grösstem Waldgebiet, Hedmark, verjüngen sich 55 bis 60 Prozent der Fläche auf natürlichem Wege. In West-Norwegen und dem Trondheimer Gebiet dagegen wird überwiegend gepflanzt. Die Statistik über die Verjüngung ist übrigens recht unsicher. Es gibt möglicherweise mehr natürliche Verjüngung als aus der Statistik hervorgeht.

Der Anteil natürlicher Verjüngung ist in den letzten Jahren gleichmässig gesunken, was in erster Linie im Zusammenhang mit den gegenwärtigen Wirtschaftsmethoden steht. Das Pferd, das bis zu 1950 den Einsatz für

¹ Referat, gehalten im September 1975 anlässlich der Tagung der Abt. Waldbau und forstliche Umwelt — IUPRO in Istanbul.

Kurztransport im Wald dominierte, ist von grösseren oder kleineren Schleppern abgelöst worden, die oft Schäden an der natürlichen Verjüngung verursachen.

Weiterhin jedoch verjüngt sich ein bedeutender Teil der Nadelwaldfläche auf natürliche Weise, und es gibt eine recht grosse Fläche, wo natürliche und künstliche Verjüngung konkurrierende Methoden darstellen. Welche der beiden das beste ökonomische Resultat ergibt — und dies ist ja letztlich ausschlaggebend — wird von Stelle zu Stelle und von Zeit zu Zeit verschieden sein. Hier werden die biologischen Voraussetzungen, die betriebswirtschaftlichen Möglichkeiten und die ökonomische Notwendigkeit (*H. Grøn*) in einer harmonischen Synthese die endgültige Antwort geben.

Die Besitzesverhältnisse können bei der Wahl der Verjüngungstechnik eine recht grosse Rolle spielen. Von Norwegens Waldfläche mit 6,5 Mio ha sind 4,3 Mio ha oder 66 Prozent an die Landwirtschaft geknüpft, das heisst Bauernwald. In diesen Wäldern werden in grossem Masse Landwirtschaftstraktoren zur Holzbeförderung gebraucht. Dies führt zu relativ schonendem Holzrücken, was die Arbeit mit natürlicher Verjüngung ermöglicht. Als anderes Extrem sei erwähnt, dass die grosse schwedische Gesellschaft «SCA», die 1,7 Mio ha Wald in Nord-Schweden besitzt, den Wald zu nahezu 100 Prozent durch Pflanzung verjüngt (75 Prozent *Pinus contorta* und 25 Prozent *Pinus silvestris*). Natürliche Verjüngung wird nur aus Berücksichtigung auf Umweltschutz angewandt.

Die Mechanisierung der Forstwirtschaft, wie sie sich nach dem letzten Weltkrieg entwickelt hat, lässt wohl viele daran zweifeln, ob natürliche Verjüngung noch einen Platz von Bedeutung in einer ökonomisch betriebenen Forstwirtschaft hat — oder haben wird. Ich glaube jedoch, dass es voreilig wäre, die natürliche Verjüngung ganz auszuschalten, und ausserdem lässt die enorme Zunahme der Kultukosten der letzten Jahrzehnte die natürliche Verjüngung wieder interessanter werden. Es soll auch erwähnt werden, dass vermehrtes Interesse für Umweltschutz, Landschaftspflege und Erholung der natürlichen Verjüngung eine grosse Chance gibt. Die forstliche Forschung in Norwegen ist somit auch weiterhin mit Problemen beschäftigt, die sich an die natürliche Verjüngung knüpfen. An der NISK gibt es eine eigene Abteilung für Verjüngung, die von Professor *Braathe* geleitet wird. Er hat die künstlichen und die natürlichen Verjüngungen für die wichtigsten Waldgebiete Norwegens registrieren und beschreiben lassen (*Braathe, 1966*).

Ich möchte kurz die Faktoren klarlegen, die von grösster Bedeutung für eine geglückte natürliche Verjüngung von Fichte und Kiefer in den fennoskandischen Wäldern sind.

Im Gebirgswald vermehrt sich die Fichte auch vegetativ, und zwar durch Absenker. Rein botanisch ist das ein interessantes Phänomen; diese Ver-

mehrungsart spielt aber nur eine kleine Rolle in einer rationell betriebenen ökonomischen Forstwirtschaft und soll hier nicht näher erörtert werden.

Zapfenbildung und Samenreife. Die Zapfenbildung und Samenreife sind in den hochliegenden nördlichen Nadelwäldern mit der Temperatur korreliert. Mork (1933) fand einen guten Zusammenhang zwischen Sommertemperatur (Juni—September) in einem Jahr und der Blüte im nächsten (Fig. 1). In den südlichen Gebieten Norwegens ist ein Wärmeüberschuss im Mai-Juni für die Bildung von Blütenknospen entscheidend, nördlich im Land ist die Julitemperatur ausschlaggebend.

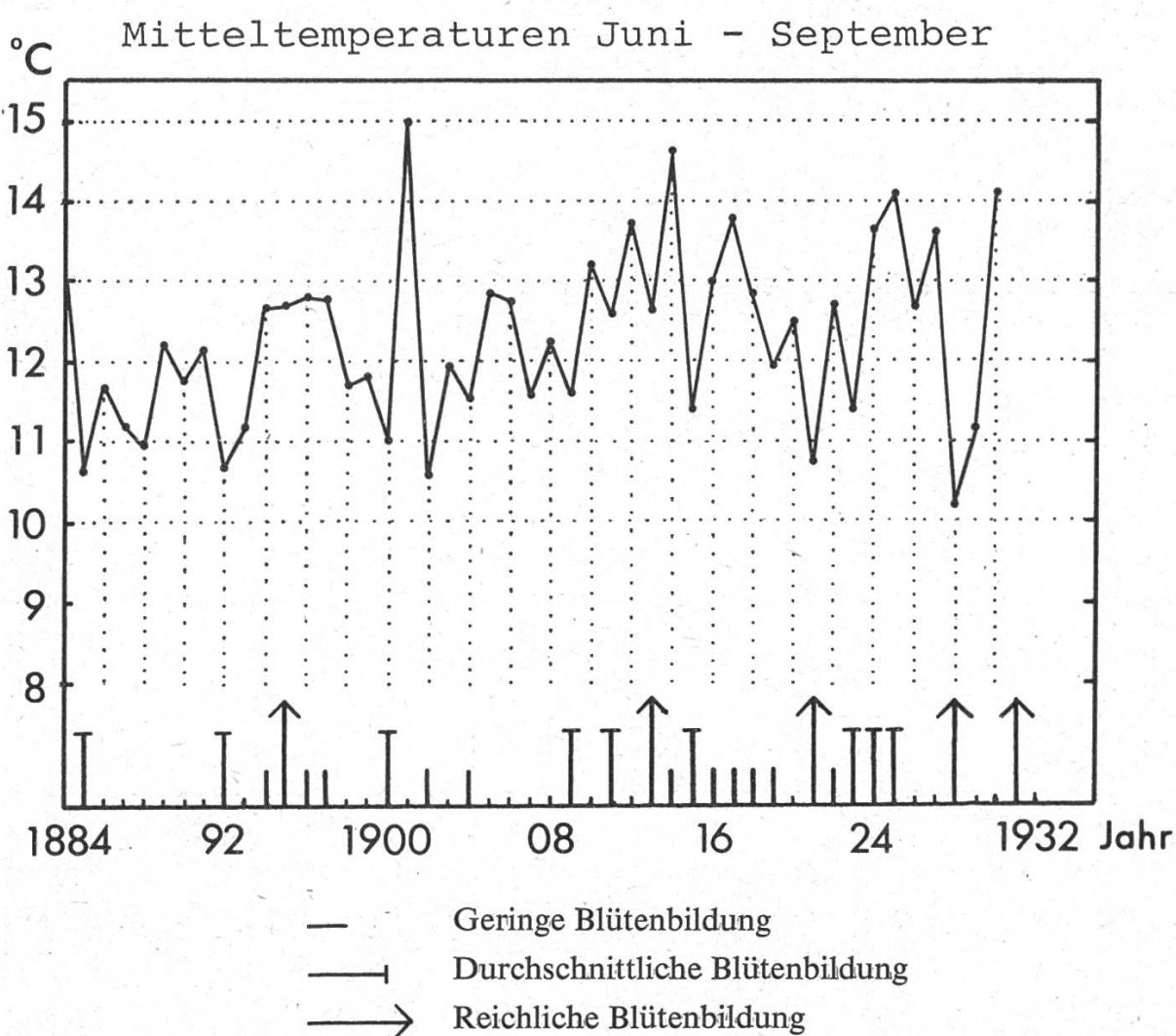


Abbildung 1. Blütenbildung der Fichte und Sommertemperatur in Nord-Trøndelag (64° — 65° N. B.) (nach Mork).

Untersuchungen (Hagem, 1917; Eide, 1930; Mork, 1933), haben gezeigt, dass sowohl Fichte wie Kiefer eine Sommertemperatur (*tetraterm*) von mindestens 10°C benötigen, um ausgereifte Samen erzeugen zu können (Fig. 2).

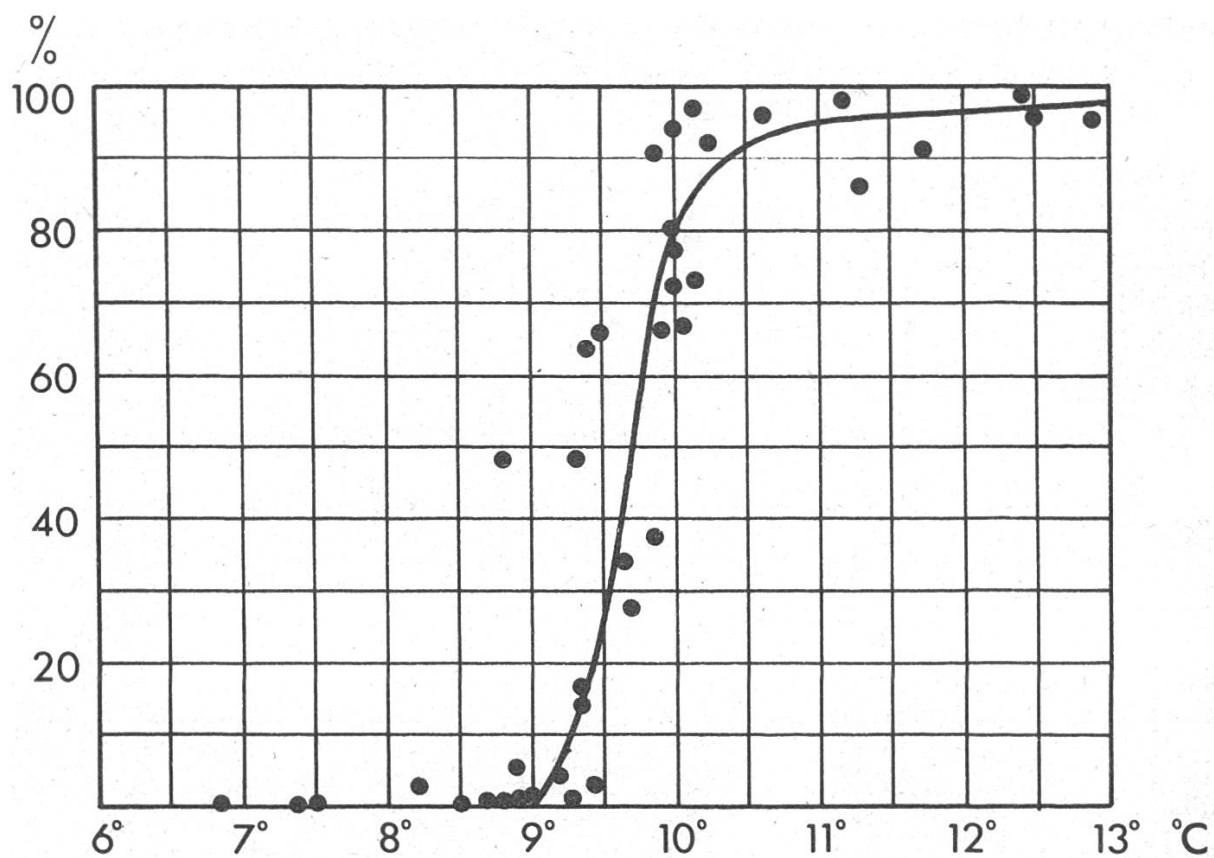


Abbildung 2. Prozent ausgereifter Samen (Fichte) und Mitteltemperatur Juni—September (nach Eide).

Sowohl Fichte als auch Kiefer zeigen eine Periodizität in der Samenbildung, besonders deutlich die Fichte. Untersuchungen in Fichtenbeständen in Finnland (Sarvas, 1957) zeigten in einer Periode von 30 Jahren fünf Jahre mit grosser Samenproduktion, jedoch nur vier von diesen gaben gute Samen, während das Jahr 1951 ganze 60 Prozent leere Samen aufzuweisen hatte (Fig. 3).

Eine geringe Menge Samen wird auch zwischen den ausgesprochenen Samenjahren produziert. Schwedische Untersuchungen zeigten in Verbindung mit der Reichswaldtaxierung (Hagner, 1958), dass sowohl Fichte wie Kiefer, besonders die Kiefer, in allen Jahren von 1946 bis 1957 einige Zapfen getragen haben (Fig. 4 und 5).

Wegen der grossen Bedeutung der Temperatur für Zapfenbildung und Samenreife zieht man leicht den Schluss, dass die Samenproduktion bei zunehmendem Breitengrad und steigender Meereshöhe abnehmen müsse (vergleiche Sarvas, 1957) (Fig. 6). Diese Verhältnisse machen sich selbstverständlich besonders in Norwegen bemerkbar, das zwischen dem 58. und 71. ° nördlicher Breite und zwischen 0 bis 2468 m ü. M. liegt.

Eine Studie von Bonnevieu-Svendsen und Skoklefeld (1965) nach dem guten Fichtensamenjahr 1954 liess einen guten Zusammenhang zwischen

Samenproduktion und Meereshöhe erkennen. Der Samenanflug wurde im Bestand beobachtet.

Ort	m ü. M.	Anzahl Samen je m ²	kg/ha	Keimprozente
Ås-Akershus	120	2252	80	57
Rødenes, Østfold	130	2988	125	63
Løten, Hedmark	300	2468	91	63
Trysil I, Hedmark	480	327	13	54
Trysil II, Hedmark	470	505	19	55
Løten I, Hedmark	750	36	0,9	14
Løten II, Hedmark	750	16	0,3	0

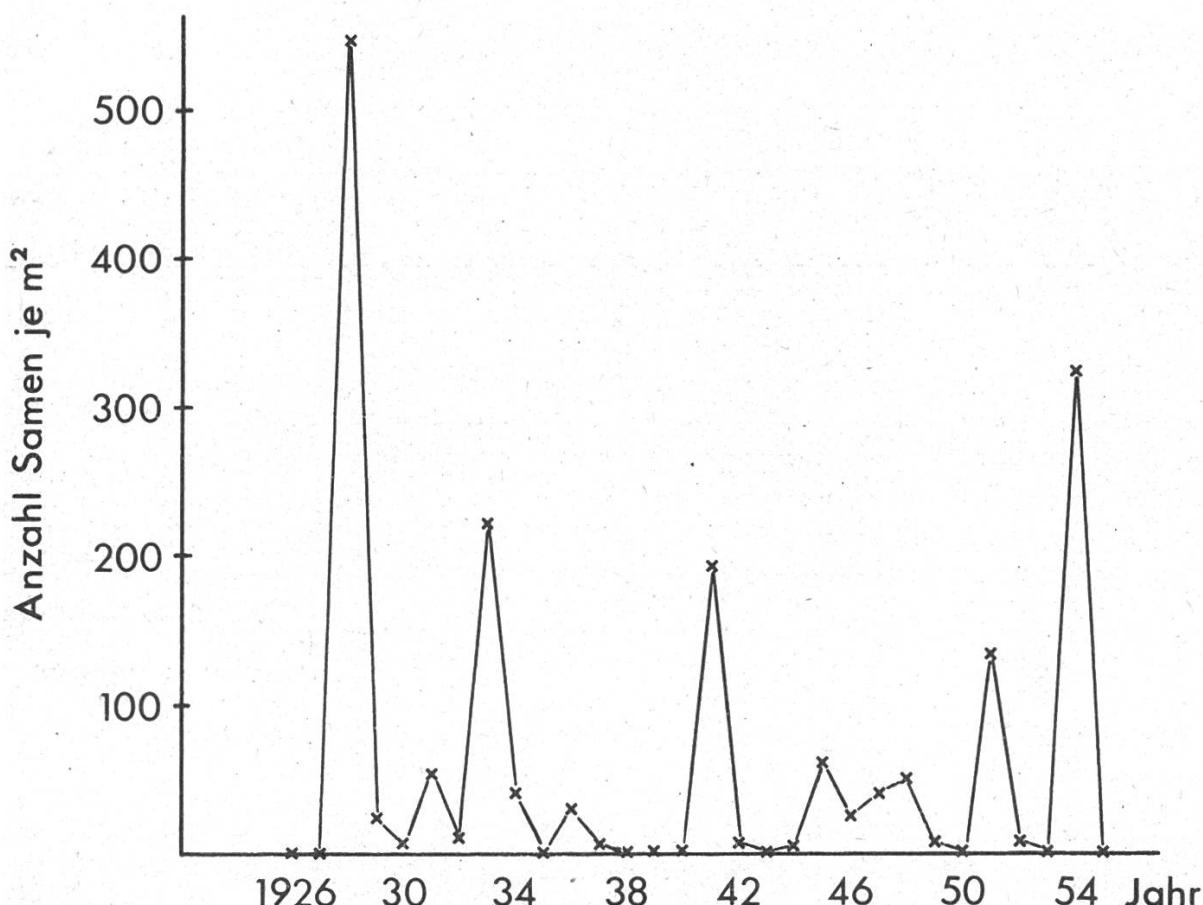


Abbildung 3. Samenjahre und Ruhejahre in einem Fichtenbestand in Finnland (nach Sarvas).

Daraus darf gefolgt werden, dass es in den Wäldern der unteren Region in Ostnorwegen und im Trondheimer Gebiet (bzw. bis zu 800 m Höhe und bis zu 300 m ü. M.) normalerweise eine zur Sicherung natürlicher Verjüngung völlig ausreichende Samenproduktion von Fichte und Kiefer gibt. Die Samenproduktion ist mit anderen Worten kein Minimumsfaktor.

Samenausbreitung. Untersuchungen von Hesselmann (1934 und 1939) in Schweden haben gezeigt, dass man sowohl im Fichten- als auch im Kiefern-

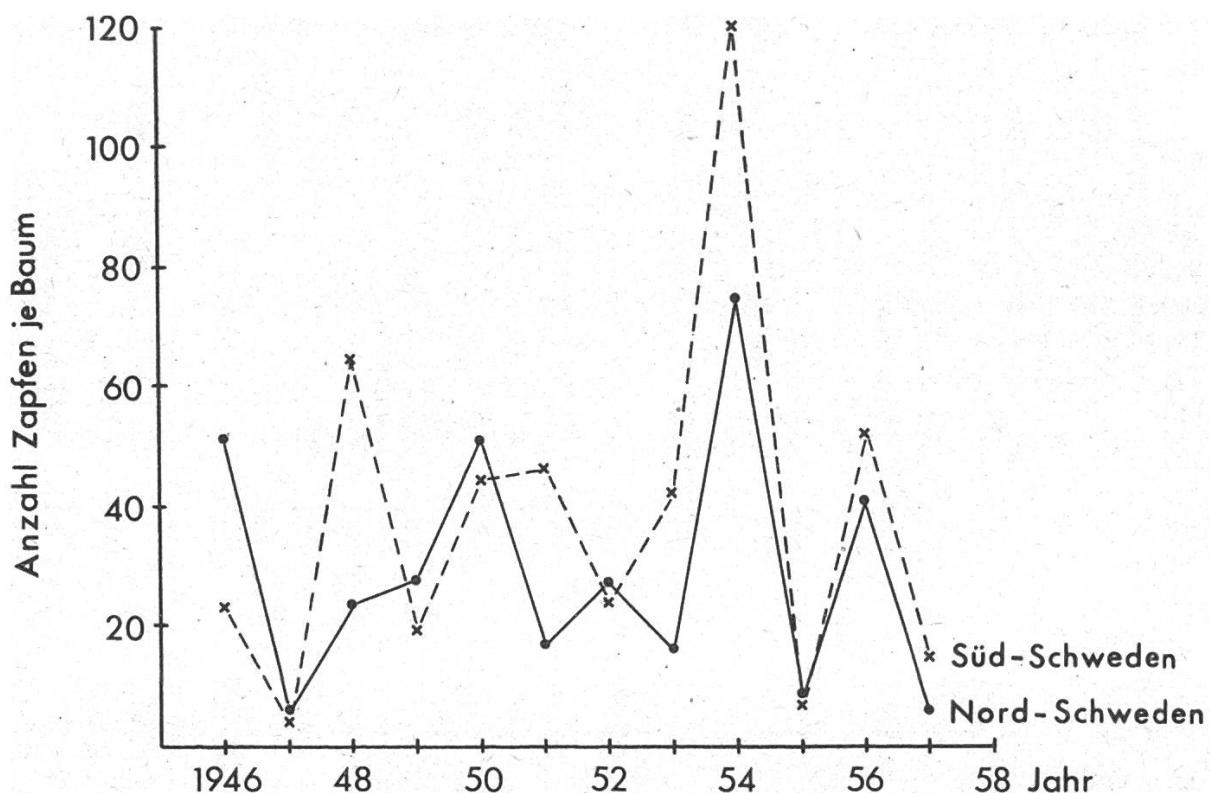


Abbildung 4. Zapfenbildung bei Fichte in Schweden in den Jahren 1946—1957 (nach Hagner).

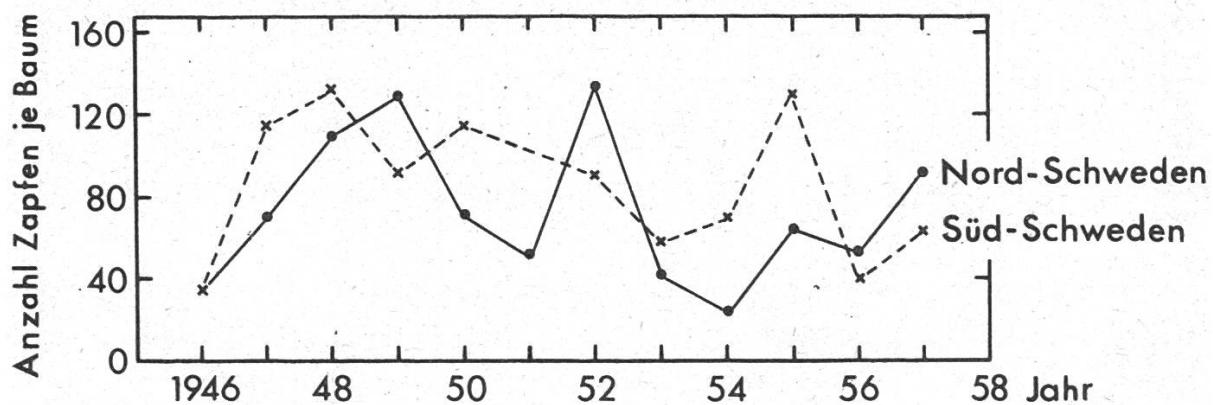


Abbildung 5. Zapfenbildung bei Kiefer in Schweden in den Jahren 1946—1957 (nach Hagner).

wald eine gute Samenausbreitung von einem Bestandessaum in die Fläche hinein auf 20 bis 30 m erhält (Fig. 7). Hat man Wald beiderseits einer Kahlfläche, so kann sie 50 bis 60 m breit sein für ausreichende Besamung. Wünscht man eine breitere Fläche, dann ist es notwendig, Samenbäume stehen zu lassen.

Keimung. Mork (1933) hat durch Laboratoriumsversuche im Keimgerät gezeigt, dass ostnorwegische Fichtensamen bei 22 °C am besten keimen. Weiterhin fand Mork (l. c.) bei seinen Temperaturstudien in Trøndelag

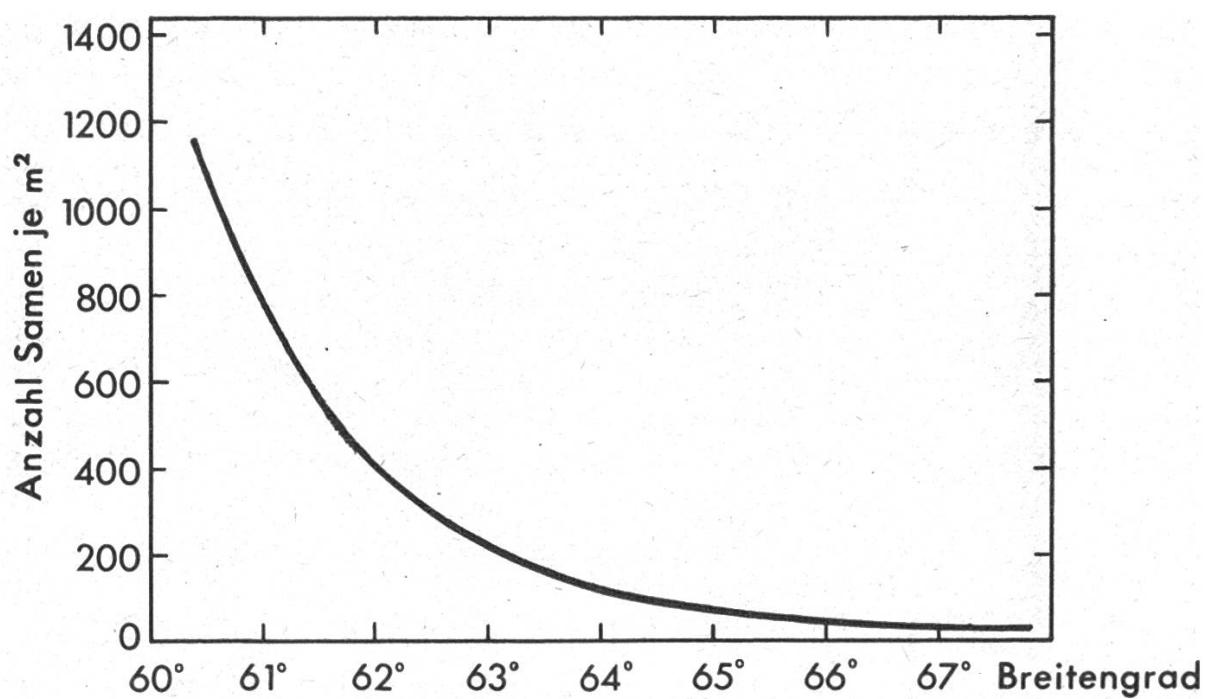


Abbildung 6. Samenanflug in Fichtenwald nach Breitengrad. Untersuchung in Finnland nach dem Samenjahr 1954 (nach Sarvas).

(Zentralnorwegen), dass die Bodentemperatur während der Keimungsdauer im Waldbestand weit unter dem Optimum für die Keimung von Fichtensamen lag. Auf einer kleinen Fläche (0,2 ha) war die Temperatur in der Keimungsschicht weitaus günstiger. Aufgrund dieser Untersuchungen zogen viele Praktiker den Schluss, dass man, um natürliche Verjüngung in norwegischen Fichtenwäldern zu erhalten, Kahlhiebe benutzen müsse. Einige waren der Meinung, je grösser die Fläche, desto günstiger die Temperaturverhältnisse für die Kleinpflanzen.

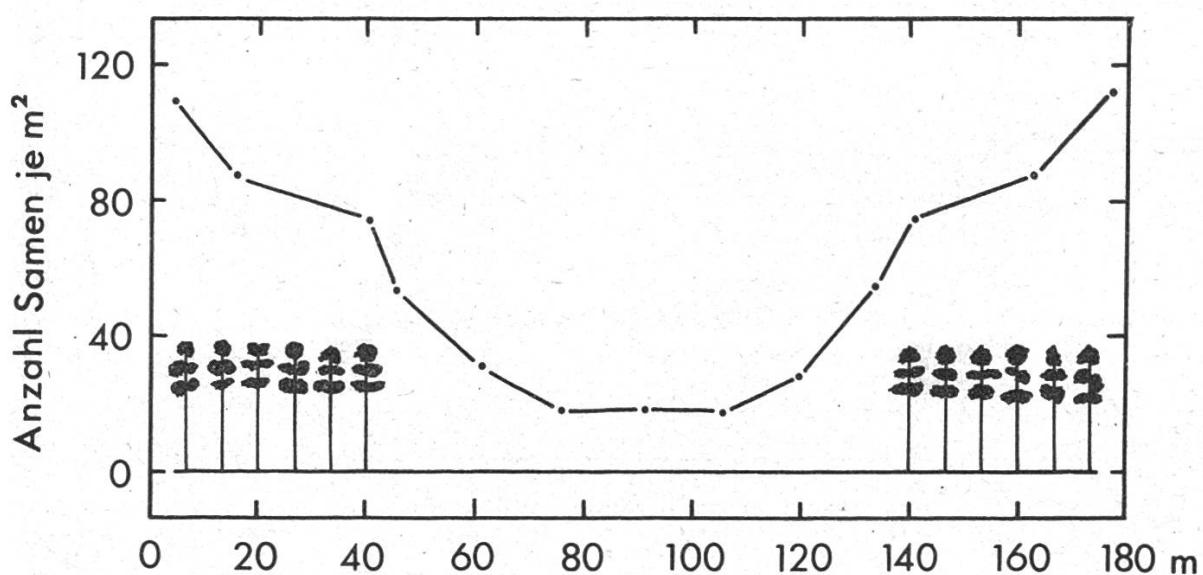


Abbildung 7. Verteilung der Besamung im Bestand und auf der Schlagfläche. Beispiel aus einem Föhrenwald in Schweden (nach Hesselmann).

In Wirklichkeit sind die Verhältnisse weit komplizierter. Eine geglückte natürliche Verjüngung in den nordischen Fichtenwäldern ist das Resultat eines günstigen Zusammenspiels von in erster Linie Wärme (Frost) und Feuchtigkeit (sowohl für Samenreife und Keimung, als auch für die erste Entwicklung der Pflanzen), sowie von Konkurrenz seitens anderer Vegetation. Darum sieht man oft zum Beispiel in Nordnorwegen, wo anzunehmen wäre, dass die Temperatur einen ausgeprägten Minimumfaktor darstelle, dass sich die Verjüngung von Fichte in relativ dichten Beständen vollzieht (zum Beispiel mit 150 bis 200 m³ je ha). Der Grund dafür ist, dass der Schirmbestand gleichmässige Feuchtigkeit in der obersten Bodenschicht schafft, was für das Keimungs- sowie für das Sukkulenzstadium besonders wichtig ist. Gleichzeitig hält er die konkurrierende Bodenvegetation in Schach. Untersuchungen von *Løken* (1959) haben übrigens gezeigt, dass der Keimungsprozess bereits bei einer Temperatur von 3 °C beginnt, ausreichende Feuchtigkeit vorausgesetzt, und dass er bei einer konstanten Temperatur von 10 °C gut verläuft. Auf richtig grossen Flächen kommt, besonders in höherliegendem Wald, der Wind als ungünstiger Faktor (Austrocknung, Frost, Pilzbefall) hinzu.

Verjüngung in Relation zu den Waldtypen. Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Möglichkeiten zur Erzielung natürlicher Verjüngung von Fichte und Kiefer in absehbarer Zeit stark abhängig sind von den natürlichen Vegetationstypen. Allgemein ist wohl zu sagen, dass man im Norden die

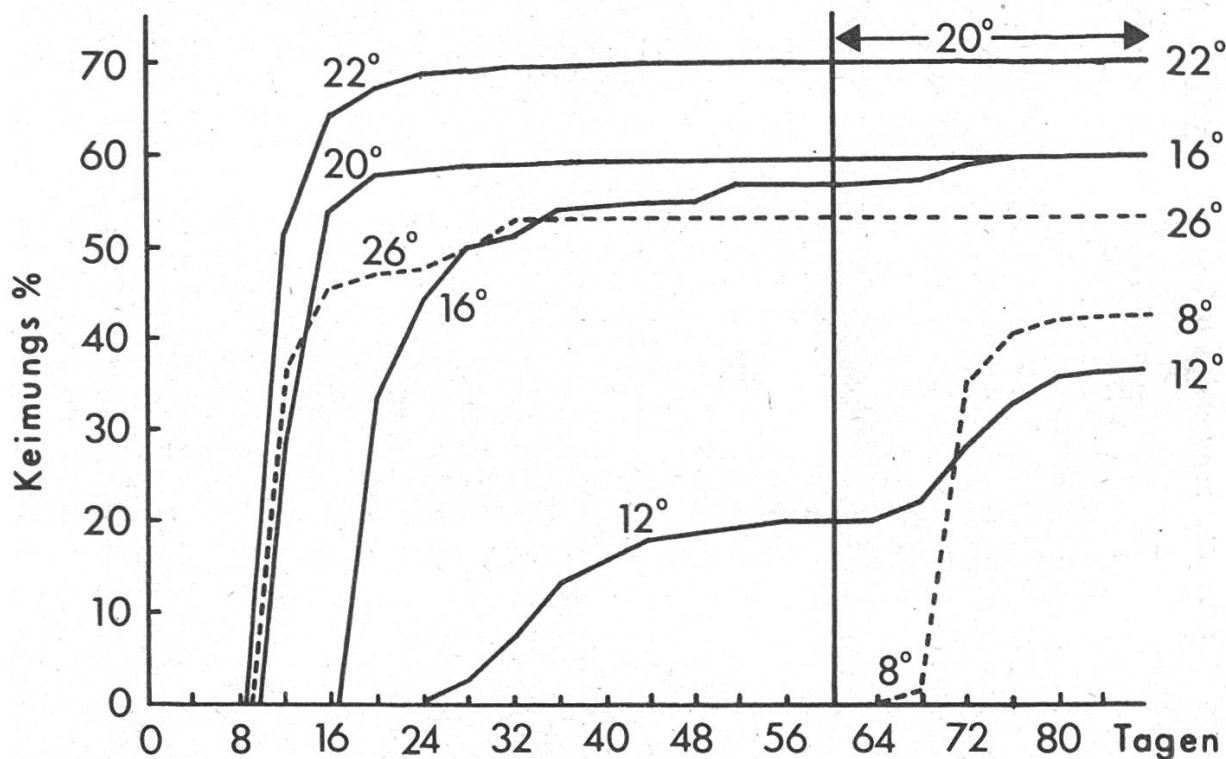


Abbildung 8. Keimung bei verschiedenen Temperaturen. Fichtensamen aus Ost-Norwegen (nach Mork).

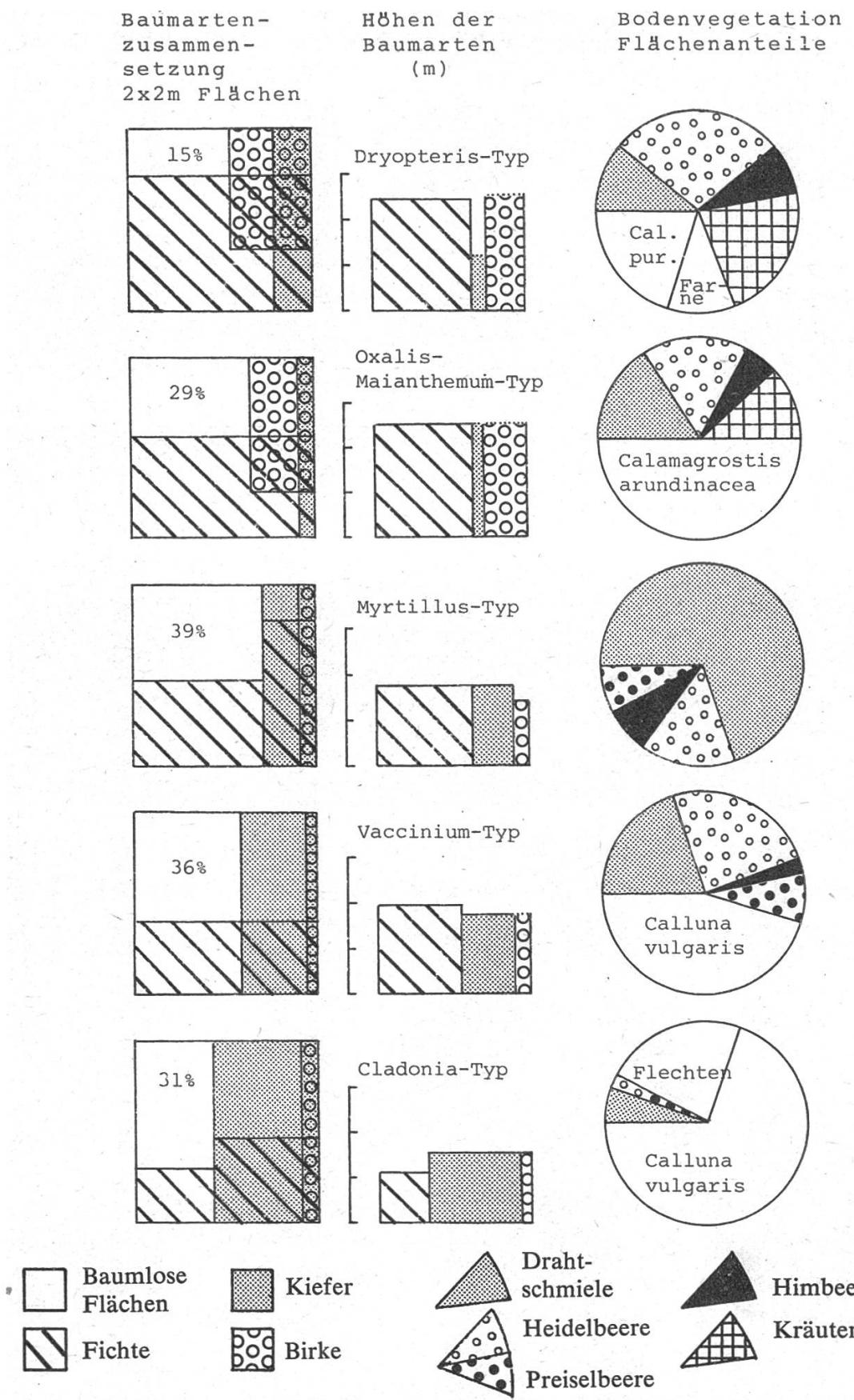
grössten Probleme auf den allerbesten und allerschlechtesten Böden hat. Aber auch auf Böden mittlerer Bonität (Myrtillus-Typ) muss man achtgeben. Zu starker Holzschlag (offener Hieb) führt oft zu starkem Graswuchs (*Deschampsia flexuosa*), der die Verjüngung von Fichte während vielen Jahren erschweren kann (Haugberg, 1957).

Am Institut für Waldbau hat in den letzten Jahren *Kielland-Lund* lange daran gearbeitet, die Ökologie der norwegischen Nadelwaldtypen abzuklären. Hierbei hat er auch den Nachwuchs in Beziehung zu den Vegetationstypen studiert, unter anderem auf 14 Jahre alten Kahlhiebsflächen in Ostnorwegen (Kielland-Lund, 1964). Die Resultate sind aus Figur 9 ersichtlich. Der Dryopteris-Typ hat das beste Resultat ergeben. Auf ärmeren Böden dominiert die Kiefer, auf den besten die Fichte. Auf den besseren Typen kommt auch bedeutende Ansamung von Birke vor. Kiefer- und Mischwaldgesellschaften verjüngen sich verhältnismässig leicht bei offenen Hieben, im Gegensatz zu Fichtentypen, wo die natürliche Verjüngung der Klimax-Baumart sich vorzugsweise unter Schirm einfindet. Offene Hiebe werden hier oft dazu führen, dass die Natur eine Laubwaldgeneration einschiebt.

Kadaververjüngung. Es ist eine alte Erfahrung, dass Fichte leicht auf modernden Strünken keimt. Die Strünke bilden oft ein hügeliges Gelände und Mork (1933) fand, dass dort die Temperatur etwas höher war als am Boden. Die Konkurrenz anderer Vegetation ist auch schwach und die Feuchtigkeitsverhältnisse sind günstig.

Pionierwald. Eine natürliche Art der Verjüngung im Norden nach grösseren Eingriffen wie Waldbrand, Windfall und grossen Kahlschlägen besteht darin, dass die Birke (*Betula verrucosa* und *Betula pubescens*) als Pionierbaum vom Boden Besitz ergreift. Nach einer Pioniergegeneration von oft nur 20 Jahren wächst die Fichte in reichem Masse heran, soweit Samen ins Feld kommen. Besonders auf etwas bessrem Boden kann dies eine Technik für die Waldverjüngung sein, die ökonomisch sehr rentabel ist, indem man die aufwendige direkte Fichtenkultur sowie nachfolgende Kulturpflege spart. Dazu bekommt man eine Vorgeneration von Birken, die, besonders in Südnorwegen, sich mit gutem Verdienst absetzen lässt. Entsprechende Verjüngungsweise — jedoch in geringerem Masse — hat man auch bei Espe (Børset, 1962).

Hiebmethoden. Will man natürliche Verjüngung von Fichte erzielen, muss dies durch die eine oder andere Form von geschlossenem Hieb geschehen: regelmässige Schirmstellung, Gruppenhieb, Saumverjüngung oder Plenterung. Für die Kiefer, die ein Pionierbaum ist, liegen die Verhältnisse etwas anders. Sie verjüngt sich oft leicht in offenen Hieben, kleinen Kahlschlägen oder spärlichen Samenbaumstellungen. Aber auch sie kann oft schön heranwachsen bei Gruppen- oder Schirmstellungshieb.



Cal. pur. = *Calamagrostis purpurea*

Abbildung 9. Verjüngungsergebnisse und Vegetation in Streifenheben 14½ Jahre nach dem Schlage (nach Kielland-Lund).

Zwergpflanzen — Vorverjüngung. Kleinpflanzen können viele Jahre im dichten Waldbestand bei minimalem Lichtzugang leben. Sie werden schwachwüchsig, bekommen ein verkrüppeltes Aussehen und werden Zwergpflanzen genannt. Sie balancieren zwischen Leben und Tod. Allmählich sterben die meisten ab. Wenn aber die Schirmbäume entfernt werden, können viele überleben und den Grund zu einer neuen Waldgeneration bilden. Wenn durch Kahlsschlag sowohl im Fichten- als auch im Kiefernwald ein guter Nachwuchs aufkommt, sind es oft die Zwergpflanzen, die reagieren. Mit anderen Worten, die Verjüngung hat sich unter dem Schirm eingestellt, selbst wenn sie erst heranwächst, nachdem der Kahlschlag vorgenommen wurde. Vergleichende Versuche mit Pflanzung haben gezeigt, dass es gesetzten Pflanzen nicht gelungen ist, die natürliche Verjüngung aufzuholen (Bergan, 1971), siehe Figur 10. Das gleiche geht aus einer Untersuchung hervor, vorgenommen vom Institut für Waldbau.

Abbrennen. Früher war es in Norwegen und besonders in Schweden üblich, den Hiebsabfall zu verbrennen, vorwiegend auf Rohhumusböden, um die natürliche Verjüngung zu beschleunigen, die oft gut nach dem Abbrennen keimte. Das Abbrennen ist arbeitsaufwendig, erfordert eine grosse Mannschaft, und es ist allmählich schwierig geworden, genug Leute zu bekommen. Außerdem wird befürchtet, dass das Verbrennen von Hiebsabfall zu Verlust an Nährstoffen (hauptsächlich Stickstoff) besonders auf mage-

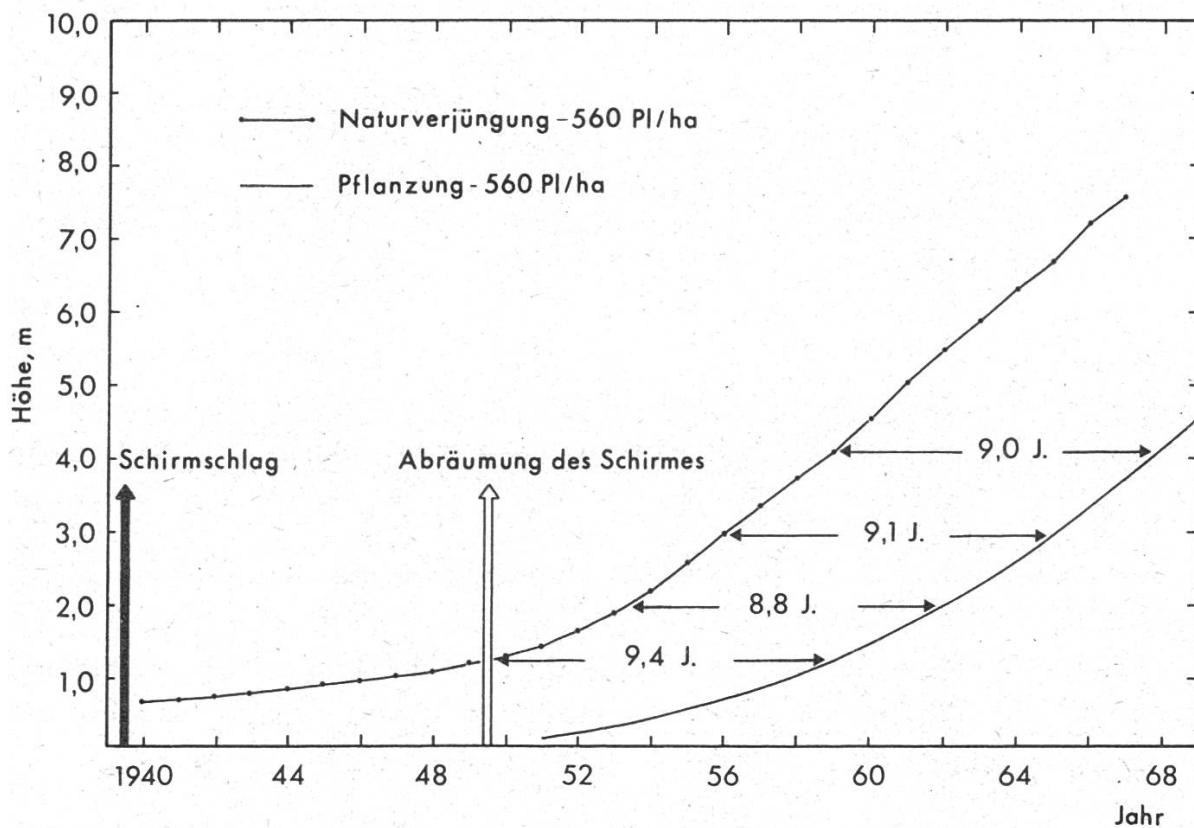


Abbildung 10. Höhenentwicklung in einer Pflanzung und in einer natürlichen Verjüngung.

rem Boden führe. Es gibt viele Beispiele guter Wuchsigkeit in den ersten Jahren, die dann aber nachgelassen hat und schwächer geworden ist als auf unbehandelten Flächen (*Huss und Sinko*, 1969, *Skoklefeld*, 1973).

Bodenbearbeitung. Natürliche Verjüngung von Fichte und Kiefer lässt sich durch Bodenbearbeitung begünstigen, was in Schweden recht üblich ist. Es ist möglich, Bodenbearbeitungsgeräte für den Schleppereinsatz herzustellen, was zur Kostensenkung geführt hat. In Norwegen ist Bodenbearbeitung wenig verbreitet, wohl hauptsächlich wegen der Geländeverhältnisse. Bei Bodenbearbeitung kann die Verjüngung mitunter zu dicht werden, vorwiegend im Kiefernwald, so dass grosse Kosten für die Jungwuchspflege entstehen.

Ergänzungspflanzung. Eine aktuelle Technik in der heutigen Situation kann eine Kombination von natürlicher Verjüngung und Pflanzung sein. Man versucht, möglichst viel von der Vorverjüngung zu sichern, was besonders für die Fichte aktuell ist, um dann die eventuell vorhandenen Fehlstellen zu ergänzen. Solche Fehlstellen müssen aber eine gewisse Grösse haben, sonst haben die gesetzten Pflanzen keine Chance zum Überleben. Man sollte sich auch darüber klar sein, dass sich ungleiche Vorverjüngung der Fichte oft selbst ergänzt, indem sich Kiefer und/oder Birke einfinden. Es zeigt sich auch oft, dass die Fichtenverjüngung dichter ist, als es auf den ersten Blick den Anschein hatte.

Waldweide und natürliche Verjüngung von Nadelbäumen. Früher war man in Norwegen gewöhnlich der Auffassung, dass Waldweide geradezu unvereinbar sei mit einer befriedigenden Verjüngung des Waldes, egal, ob dies natürlich oder durch Pflanzung geschah. Gegenwärtig ist das Weiden im Wald bei uns stark zurückgegangen. Untersuchungen (*Bjor*, 1967) haben gezeigt, dass mässige Beweidung einer natürlichen Verjüngung des Nadelwaldes nicht entgegensteht, im Gegenteil, ein begrenztes Weiden mit Schafen kann sich günstig auf die Grasverbreitung (*Deschampsia* u. a.) auswirken. Es gibt heutzutage Beispiele von Waldbesitzern mit Schafhaltung im Walde, eben um lästigen Graswuchs einzudämmen.

Bewertung von natürlichem Nachwuchs. Eine immer wieder auftretende Frage in der forstlichen Praxis ist, ob eine heranwachsende Verjüngung dicht und gleichmässig genug sei für die künftige Produktion, oder ob man sie abräumen müsse, um eventuell eine Kultur vorzunehmen. Hier erhebt sich oft die Frage nach der persönlichen Einstellung. Einige meinen, dass es sich machen lässt, andere nicht. Eine solche spärliche und ungleiche Verjüngung muss selbstverständlich nach örtlichen Verhältnissen beurteilt werden. Im Gebirgswald, wo neuer Wald nur schwierig hochkommt, muss man vorsichtig damit sein, Kleinpflanzen abzuholzen, selbst wenn sie alt sind und zerstreut wachsen. Mork (1958) behauptet, dass man bei einem Kiefernbergwald mit 700 Kleinpflanzen je ha zufrieden sein müsse.

Braathe (1953) hat die Entwicklung in spärlichem, ungleichem Nachwuchs von Fichte studiert. Er teilte seine Versuchsfelder in Quadrate von 2 x 2 m ein und fand das sogenannte 0-Quadratprozent: Anzahl Quadrate (2 x 2 m gross) ohne Pflanzen, ausgedrückt in Prozenten der gesamten Anzahl. Braathe analysierte etwas ältere Bestände, die spärlich aufgewachsen waren, und berechnete die Volumenproduktion im Verhältnis zur «normalen» in Beständen, die gleichmässig und dicht herangewachsen waren. Er fand folgenden Zusammenhang zwischen 0-Parzellen und Produktion in Prozent des Normalen:

<i>0-Parzellen in Prozenten</i>	<i>Produktion in Prozenten</i>
20	100
40	90
50	85
75	55

Braathes Resultate zeigen, dass man selbst da einen relativ guten Zuwachs erzielen kann, wo der Jungwald spärlich und lückenhaft ist. So ergeben 50 Prozent 0-Parzellen 85 Prozent normaler Produktion. Bei einer ökonomischen Beurteilung muss selbstverständlich auch die Qualität berücksichtigt werden. Das meiste Fichtenholz geht jedoch im Norden in die Zelluloseproduktion, und da spielt die Holzqualität eine untergeordnete Rolle. Braathes Untersuchungen haben dazu geführt, dass man in Norwegen nicht mehr so strenge Forderungen an die natürliche Fichtenverjüngungsdichte und -gleichmässigkeit stellt wie vor 40 Jahren.

Beispiel von natürlicher Verjüngung. Als praktisches Beispiel von systematisch durchgeföhrter natürlicher Verjüngung sei der Wald von Stange, der sogenannte «prestegårdsskog» erwähnt, wo mir der Waldbau 20 Jahre lang oblag und ich die Verantwortung hatte (als Professor für Waldbau an der Landwirtschaftlichen Hochschule Norwegens).

Dieser Wald ist 800 ha gross. Er liegt 180 bis 290 m ü. M. Die jährlichen Niederschläge betragen 500 bis 600 mm, die Schneehöhe im Winter 0,3 bis 0,6 m, die Durchschnittstemperatur der Monate Juni bis September etwa 12,6 °C. Etwa 150 Tage im Jahr liegt die Temperatur unter 0 °C. Die Wachstumsdauer ist etwa 150 Tage (Temperatur +6 °C oder darüber). Das Grundgestein besteht aus gestreiftem Granit und Gneis.

Der Boden ist grösstenteils mittlerer Qualität (17 Prozent Bon. 1, 37 Prozent Bon. 2, 41 Prozent Bon. 3). Der Myrtillus-Typ (M-T) herrscht vor. Ein grosser Anteil besteht aber auch aus krautreichen Typen (OMa-T). Auf schwächeren Böden findet man den Vaccinium-Typ (V-T), teilweise auch den Cladonia-Typ (Cl-T).

Das Gelände ist sehr unterschiedlich, mit mageren Rücken und nahrungsreichen Talzügen. Die vorherrschende Baumart ist die Fichte, jedoch

mit reichlichem Einschlag von Kiefer (26 Prozent), entweder in reinen Beständen auf dem schwächsten Boden oder sonst mit Fichte gemischt.

Der Wald wird mit Hinblick auf die natürliche Verjüngung bewirtschaftet. Sie wird zu etwa 95 Prozent durchgeführt. Es werden dort einige Fichten der gleichen Provenienz gepflanzt, wo die natürliche Verjüngung fehlschlägt oder aus irgendeinem sonstigen Grunde nicht durchgeführt werden kann (zum Beispiel nach Insektenbefall, Sturmschäden). Die Verjüngung erfolgt nach einem geschlossenen System. Verschiedene Hiebsmethoden — Samenbaumstellungen, Schirmstellungen und Gruppenhiebe — werden angewandt und der Bonität sowie den Bestandesverhältnissen angepasst. Im Prinzip ist zu sagen, dass der Wald nach dem Gruppenhiebsystem bewirtschaftet wird. Sowohl Fichte wie Kiefer können sich in Stange in ganz dichten Beständen einstellen. Børset und Hegre (1967) nennen ein solches Beispiel. In einem 0,15 ha grossen 90jährigen Fichtenbestand standen 250 Bäume mit 320 m^3 ohne Rinde je ha. Der laufende Zuwachs wurde berechnet auf $7,8 \text{ m}^3/\text{Jahr}/\text{ha}$. Das ganze Feld wurde in $2 \times 2 \text{ m}$ grosse Parzellen aufgeteilt. Nur in 4 Prozent der Parzellen fehlten Kleinpflanzen. Es standen insgesamt 29 700 Fichten- und 1200 Kieerpflanzen je ha im Bestand. Die grössten Pflanzen erreichten eine Höhe von etwa 3 m. Das Problem ist also nicht biologischer, das heisst den Samen zur Keimung und die Pflanze zum Etablieren zu bringen, sondern rein betriebstechnischer Art, nämlich die grossen Bäume zu entfernen, ohne die Vorverjüngung zu vernichten. Erfahrungsgemäss werden die Schäden am Jungwald am geringsten, wenn Schirmbäume im Winter gefällt werden, mit Schnee auf dem Boden, und wenn die Verjüngung 0,3 bis 0,5 m hoch ist.

Es haben sich in den letzten Jahren in Stange sehr grosse Flächen verjüngt, so dass nun der Jungwald flächenmässig deutlich übervertreten ist.

Die Bewirtschaftung hat bislang ein sehr gutes ökonomisches Resultat gegeben. Es ist wohl so, dass Hieb und Holzbeförderung etwas komplizierter werden als bei grossen Kahlschlägen, dies wird jedoch dadurch wieder aufgewogen, dass der Hiebsanfall durchschnittlich aus grösseren Dimensionen besteht; man nutzt die Wuchskraft so weit möglich für die besten Bäume (besonders Kiefer für Spezialholz) und man spart Pflanzkosten und Unkrautbekämpfung.

Zusammenfassung. Obwohl die starke Mechanisierung der Waldwirtschaft in Fennoskandia gewisse Probleme für die natürliche Verjüngung geschaffen hat, bin ich der Ansicht, dass sie in einer ökonomisch betriebenen Forstwirtschaft weiterhin von Bedeutung ist. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

1. Die nordischen Nadelwälder mittlerer Bonität haben in niederen Lagen eine ausgesprochene Regenerationsfähigkeit, die durch einen angepassten Waldbau leicht ausnutzbar ist.

2. Die Kulturkosten sind in den letzten Jahren so stark gestiegen, dass man sich oft gezwungen sah, die Pflanzungen zu beschränken und im grösseren Masse die natürliche Verjüngung auszunutzen, die besonders auf schwächeren Böden konkurrenzfähig zu sein scheint (Mork, 1971).
3. Das Laubholz — insbesondere das Holz der Birke — scheint im Wert zu steigen. Es könnte darum in grösserem Masse als bisher von Interesse sein, die natürliche Sukzession auszunutzen, indem man eine Vorgeneration mit Laubbäumen aufkommen lässt und sich die natürliche Ansammlung von Fichte zunutze macht, die sich unter dem Schirm von Laubbäumen leicht einfindet. Dieses Vorgehen eignet sich hauptsächlich für gute Böden.
4. In höher gelegenen Regionen sind zwar die Möglichkeiten für die natürliche Verjüngung geringer. Anderseits bietet aber die Pflanzung oft grosse biologische wie auch ökonomische Probleme. Es scheint gegenwärtig am rationellsten zu sein, sich auf relativ extensive Bewirtschaftung einzustellen, auf natürlicher Verjüngung basierend. Die Hiebsart wird in diesem Falle eine Art Plenterung oder Gruppenhieb. In Schweden wird ein derartiger Hieb in den höchstgelegenen Gebirgswäldern praktiziert. Die Hiebsart wird als Gebirgswaldfällung oder Gebirgswaldbplenterung bezeichnet.
5. In Wäldern wo Umweltschutz, Erholung und Landschaftspflege eine grosse Rolle spielen, wie zum Beispiel im Stadtwald von Oslo, ist jetzt ein steigendes Interesse für natürliche Verjüngung zu spüren, weil diese dem Wald ein natürliches Gepräge verleiht und ihn dadurch anziehender macht für den menschlichen Verkehr.

Literatur

Bergan, J., 1971: Skjermforyngelse av gran sammenlignet med planting i Grane i Nordland. (Natural Norway Spruce Regeneration under Shelterwood Compared with Plantations at Grane in Nordland.) Meddr norske SkogforsVes 28: 191—211

Bjor, K., 1963: Beitingens virkning på skogen spesielt i foryngelsesfasen. (Effects of Grazing on the Forest, especially during the Regeneration Period.) Forskning og Forsøk i landbruket, p. 227—365

Bonnevie-Svendsen, C., og Skoklefald, S., 1965: Frøproduksjon i granskog. (Seed production in spruce stands.) Norsk Skogbruk

Braathe, P., 1953: Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvækst av gran. (Investigations concerning the Developement of Norway Spruce Regeneration which is Irregularly Spaced and of Varying Density.) Meddr norske SkogforsVes 12: 209—301

Braathe, P., 1966: Registrering av gjenvekst 1962—1964. (Survey of Forest Regeneration 1962—1964.) Meddr norske SkogforsVes 21: 81—170

Børset, O., 1962: Die Bedeutung der Aspe (*Populus tremula* L.) als Vorwald- und Mischholzart für die Fichtenkultur in Norwegen. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Tagungsbericht Nr. 53, p. 79—86

Børset, O. og Hegre, A., 1967: Studier over ulike foryngelsesmåter i Stange prestegårdsskog. (Studien über verschiedene Verjüngungsverfahren in Stange prestegårdsskog.) Meld. Norg. LandbrHøisk. Vol. 46. Nr. 16. 1—36

Eide, E., 1930: Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. (Influence of Summer Temperature on the Seed Germination of Norway Spruce.) Meddr norske SkogforsVes 3: 473—508

Hagem, O., 1917: Furuens og granens frøsætning i Norge. Meddr Vestland. forsl. ForsStn 1 (2): 1—188

Hagner, S., 1958: Om kott- och fröproduktionen i svenska barskogar. (On the Production of Cones and Seed in Swedish coniferous Forests.) Meddn St. Skogsforst Inst. 47: 1—120

Haugberg, M., 1957: Litt om smylepest og naturlig foryngelse på blåbærmark. (The effect of *Deschampsia flexuosa* on natural reproduction on Myrtillustype.) Norsk Skogbruk, p. 566—569

Hesselman, H., 1934: Några studier över fröspridningen hos gran och tall och kalhyggets besåning. (Einige Beobachtungen über die Beziehung zwischen der Samenproduktion von Fichte und Kiefer und der Besamung der Kahlhiebe.) Meddn St. SkogsförAnst. 27: 145—182

Hesselman, H., 1939: Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning. (Weitere Studien über die Beziehung zwischen der Samenproduktion der Kiefer und Fichte und der Besamung der Kahlhiebe.) Meddn St. SkogsförAnst. 31: 1—64

Huss, E. och Sinko, M., 1969: Effekt av hyggesbränning. Sv. Skogsv. Tids., 385—424

Kielland-Lund, J., 1964: Naturlig foryngelse og skogtypene. (Natural reproduction and the forest types.) Norsk Skogbruk Nr. 9

Løken, A., 1959: Spireforsøk i kjølerom. (Germination experiments in a refrigerator chamber.) Meddr Vestland. forsl. ForsStn 11: 1—20

Løken, A., 1970: Spireforsøk med nåletrefrø. (Germination Experiments with Coniferous Seeds.) Meddr Vestland. forsl. ForsStn 14: 51—143

Mork, E., 1933: Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. (Über die Bedeutung der Temperaturen für die Verjüngung in den Fichtenwäldern von Nord-Trøndelag.) Meddr norske SkogforsVes 5: 1—156

Mork, E., 1958: Fjellskogens behandling. (Silviculture in mountainous forest.) Skogeieren Nr. 3, p. 8

Mork, E., 1971: Gjenvekstforsøk med planting markberedning og såning med naturlig gjenvekst av gran på bonitetene C og D. (Regeneration Experiments with Planting, Scarification and Sowing compared with Natural Regeneration of Norway Spruce on site Class C and D.) Meddr norske SkogforsVes 28: 245—294

Sarvas, R., 1957: Studies on the Seed Setting of Norway Spruce. Meddr norske SkogforsVes 14: 529—556

Skoklefeld, S., 1973: Virkning av flatebrenning på en del humusegenskaper og på etablering og høydevekst hos gran og furu. (Effect of controlled burning on some humus properties and on the establishment and height growth of Norway spruce and Scots pine.) Meddr norske SkogforsVes 30: 471—504

Résumé

Problèmes de la régénération naturelle dans les forêts nordiques

Bien que la très forte mécanisation de l'économie forestière fennoscandienne ait suscité un certain nombre de problèmes du côté de la régénération naturelle, l'auteur estime que celle-ci conserve toute son importance dans le cadre d'une foresterie à principes économiques. Les arguments ci-dessous en témoignent:

1. Les forêts nordiques de conifères de bonité moyenne ont, dans les régions basses, un excellent pouvoir de régénération, qu'il est aisément exploitable par une sylviculture appropriée.
2. L'augmentation du coût des cultures a pris une telle ampleur, ces dernières années, que l'on a souvent été contraint de réduire les plantations pour profiter dans une plus grande mesure du rajeunissement naturel, lequel semble particulièrement concurrentiel sur les sols de moins bonne qualité (*Mork, 1971*).
3. Le bois des feuillus, en particulier celui du bouleau, semble prendre de la valeur. Il pourrait être intéressant, par conséquent, de mieux tenir compte de la succession naturelle en créant des peuplements pionniers de feuillus, puis en utilisant le semis naturel d'épicéa qui s'installera sous leur couvert. Cette méthode convient principalement aux bonnes stations.
4. Dans les régions plus élevées, les possibilités de la régénération naturelle sont moins bonnes. Cependant, les plantations posent souvent de graves problèmes d'ordre biologique et économique. Il apparaît actuellement qu'une exploitation relativement extensive basée sur la régénération naturelle est la plus rationnelle. Dans ce cas, le régime sera un genre de jardinage ou une coupe par groupes. En Suède, ce régime trouve application dans les forêts de montagne les plus élevées; on parle alors d'exploitation de montagne ou de jardinage de montagne.
5. Dans les forêts où la protection de l'environnement, la détente et l'aménagement du paysage jouent un rôle important, dans la forêt suburbaine d'Oslo par exemple, la régénération naturelle suscite un intérêt renouvelé, le cachet qu'elle confère aux forêts en augmentant l'attrait. *Traduction: J.-P. Sorg*