

**Zeitschrift:** Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark  
**Herausgeber:** Eidgenössische Nationalparkkommission  
**Band:** 4 (1996)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Konkurrenz in einem dichten, gleichaltrigen Bergföhrenbestand im Gebiet Stabelchod  
**Autor:** Stöckli, Veronika  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-418663>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

Veronika Stöckli

## Konkurrenz in einem dichten, gleichaltrigen Bergföhrenbestand im Gebiet Stabelchod

Eine dendrochronologische Studie der Bestandesdynamik

*Um den Einfluss der Konkurrenz auf den einzelnen Baum und die Struktur des Waldes zu erforschen, wurde in einem dichten Bergföhrenbestand im Gebiet Stabelchod (SNP) die Wirkung konkurrierender Nachbarn auf Wachstum und Überleben untersucht. Um die Jahrhundertwende wurde die ehemals beweidete Kahlschlagfläche in Stabelchod durch Bergföhren besiedelt. Alle 100 Bäume im Bestand wurden kartiert und der radiale Zuwachs (Jahrringe) auf Bohrkernen ausgemessen, die an der Stammbasis entnommen wurden. In Regressionsrechnungen wurde der Zuwachs jedes einzelnen Baumes mit Grösse und Distanz seiner Nachbarn verglichen. Die Besiedlung der Fläche erfolgte sehr rasch. Der Zuwachs der Bergföhren war in dieser ersten Phase gut (0.9mm), verringerte sich nach 20 Jahren aber immer mehr, während gleichzeitig der Einfluss der Konkurrenz immer stärker wurde. In dieser zweiten Phase starben einige der kleinsten Bergföhren ab. Durch verringerten Zuwachs und geringere Dichte kann im Bestand eine Verknappung der Ressourcen (Licht, Wasser, Nährstoffe) ausgeglichen werden. Der Bestand bleibt geschlossen, obschon 20% aller Bäume absterben. Nach ca. 60 Jahren bleibt der jährliche Zuwachs konstant (0.3mm) und die Konkurrenz unter Nachbarbäumen lässt nach. Zehn Jahre später, seit Ende der siebziger Jahre, sterben auch grosse Bäume ab, was nicht mehr durch Konkurrenz erklärbar ist, sondern durch einen Parasiten, den Hallimasch, verursacht wurde. Der Ausfall grosser Bäume schafft Lücken im Bestand, die vom Jungwuchs besiedelt werden können. Der Hallimasch ermöglicht somit die Regeneration des Bestandes.*

### Einleitung

Die Entwicklung der individuellen Struktur und Textur eines Waldes erstreckt sich wegen der langen Lebensdauer der Bäume über sehr lange Zeit. Wachstum, Grösse und Überleben einzelner Bäume werden in der Abwesenheit episodischer Ereignisse wie Insektenepidemien, Frost oder Lawinen durch kontinuierlich wirkende Faktoren bestimmt. Zu die-

sen gehört neben dem lokalen Ressourcenangebot (Licht, Wasser, Nährstoffe) vor allem die Anwesenheit konkurrierender Pflanzen (Harper 1977). Die Grösse eines Baumes im Bestand wird hauptsächlich durch den Einfluss lokaler Konkurrenz bestimmt (Bella 1971), obwohl die Grössenhierarchie im Wesentlichen schon im Sämlingsstadium fixiert wird (Tadaki and Shidei 1962). Im Verlauf der Bestandesentwicklung führt Konkurrenz zu dichteabhängigem Absterben von unterlegenen Individuen, dem sogenannten „self-thinning“ (Peet and Christensen 1987). Da gleichaltrige und dichtstehende Bäume derselben Art zum gleichen Zeitpunkt sehr ähnliche Ansprüche an ihre Umwelt haben, kann ihr gemeinsamer Ressourcenbedarf leicht das momentane Angebot überschreiten (Begon et al. 1986), und zu einer reduzierten individuellen Versorgung führen. Deshalb kann Konkurrenz zwischen gleichaltrigen Individuen der gleichen Art besonders stark sein.

Die Untersuchung des zeitlichen Ablaufs der Bestandesentwicklung ist in den gemässigten Klimazonen möglich, da Bäume den radialen Zuwachs mit jährlicher Auflösung in den Jahrringen festhalten (Schweingruber 1983). Die Jahrringanalyse ermöglicht so die exakte Rekonstruktion der Wachstumsdynamik (Stoll et al. 1994).

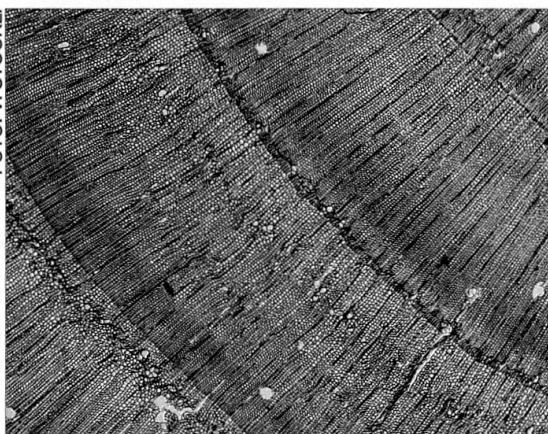
Die Bergföhre bildet als Pionierbaum auf Rohböden über basischem Untergrund höherer Lagen der Alpen häufig ausgedehnte, dichte und gleichaltrige Bestände (Hegi 1981). Obwohl diese wichtige Schutzfunktionen übernehmen, wissen wir wenig über ihre Bestandesdynamik. Im vorliegenden Artikel werden Jahrringe benutzt, um den Einfluss innerartlicher Konkurrenz auf die Bergföhren eines natürlichen und ungestörten Bestandes im Gebiet Stabelchod des SNP zu untersuchen.

### Material und Methoden

#### *Bergföhre und Standort Stabelchod*

Die Verbreitung der aufrechten Bergföhre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) erstreckt sich über die montane und subalpine Zone von den Pyrenäen ostwärts bis

FOTO: V. STÖCKLI



**Abb. 1. Die Jahrringe 1909 bis 1911 einer Bergföhre vom Standort Stabelchod mit ihren für diese Jahre charakteristischen Frostringen (Pfeile).**

ins Inntal (Hegi 1981). Wie andere Arten der Gattung Pinus ist sie lichtbedürftig. Bergföhren können Rohböden an Standorten besiedeln, die schlechte Bedingungen für das Baumwachstum bieten, wie Lawenbahnen, Felsen oder Schuttkegel (Brunies 1906). Als Pionierbaumart bildet die Bergföhre deshalb oft dichte und gleichaltrige Bestände.

Der untersuchte Bergföhrenbestand (171 620/814 150, 1930 m ü.M.) ist Teil einer 1926 von der damaligen Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks begründeten Versuchsfläche (Burger 1950), die heute von der WSL (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft) betreut wird. Ein schwachgründiger Humuskarbonatboden über Dolomitschutt bildet den Untergrund. Die Vegetation wurde von Braun-Blanquet (1964) als *Erico-Pinetum mugii* charakterisiert. Die Bäume etablierten sich auf einer leicht gegen SSW geneigten Kahlschlagfläche, die um 1900 beweidet wurde (Braun-Blanquet 1931). 1990 hatte der Bestand maximale Baumhöhen von 14m und Stammdurchmesser bis 20cm erreicht.

#### Messungen

Innerhalb eines abgegrenzten Bestandes (ca. 140m<sup>2</sup>) wurde der Standort aller Bäume (ob lebendig oder abgestorben) bestimmt. Von diesen Bäumen sind 30cm über dem Boden Bohrkerne entnommen worden. Die Bohrkerne wurden auf einem Träger fixiert und ihre Oberfläche fein geschliffen. Die Jahrringe wurden mit Hilfe der Jahrringmessmaschine auf 0.02mm genau ausgemessen und der Mittelwert der zwei Radien pro Baum berechnet. Abgestorbene Bäume konnten mit herkömmlichen Datierungsprogrammen, die auf dem Vergleich von Zuwachskurven beruhen, nicht datiert werden. Erst mit Hilfe der Frostringe, charakteristischen Frostschäden im Holz (LaMarche 1970), konnten die abgestorbenen Bäume sicher mit den lebenden synchronisiert werden (Abb. 1). Auf diese Art konnte neben dem Wachstum auch das Absterben in seinem zeitlichen Verlauf genau erfasst werden.

#### Statistische Auswertung

Zur Beschreibung der Konkurrenzwirkung wurde für jede einzelne Bergföhre ein Index berechnet. Dieser Konkurrenzindex ist die Summe der Grösse (Radius) der Nachbarbäume, geteilt durch ihre exakte Distanz. Diese Summe ist umso grösser, je grösser und näher die Nachbarn sind, stellt also eine geeignete Beschreibung des Konkurrenzdrucks dar. Zur Berechnung wurden nur die Nachbarn in einem bestimmten Umkreis (1m, 2m, 3m oder 4m) um jeden einzelnen Baum verwendet. Die Verwendung verschiedener Umkreisradien ermöglichte den Test, ob im Verlauf der Bestandesentwicklung weiter entfernte Nachbarn an Bedeutung zunehmen.

Da klimatisch besondere Bedingungen oft länger als ein Jahr auf das Wachstum wirken, wurde der radiale Zuwachs jeweils über 5 Jahre gemittelt. Zwischen 1915 und 1990 wurden so 15 Zuwachsperioden analysiert. Der Konkurrenzindex wurde alle 5 Jahre, jeweils ein Jahr vor Beginn einer Zuwachsperiode, für jeden Baum neu berechnet, da sich Grösse und Anzahl lebender Nachbarn über die Zeit änderten. Eventuelle Unterschiede der kleinstandörtlichen Bedingungen innerhalb des Bestandes wurde berücksichtigt, indem die Baumposition (Koordinaten) in die Auswertung einbezogen wurden. Die statistische Auswertung (multiple Regression) sollte die Zusammenhänge der Konkurrenz mit dem radialen Zuwachs der Bäume und ihrer Lage im Bestand über die Zeit aufzeigen.

#### Resultate

##### *Anwuchs, Überleben und Wachstum*

Der erste Baum hatte 1903 die Bohrhöhe von 30 cm erreicht, der letzte 1923, d.h. alle Bäume im Bestand etablierten sich innerhalb dieser 20 Jahre. Durchschnittlich wuchsen 0.7 Bäume pro m<sup>2</sup> in Gruppen zu 2 bis 5 Individuen. Seit 1922 starb die Hälfte aller Bäume des Bestands, 1990 betrug die Dichte noch 0.36 Bäume pro m<sup>2</sup>.

Bis 1930 blieb der Zuwachs bei relativ grossen Jahrringbreiten (im Durchschnitt 0.9mm). Gleichzeitig ist

**Tab. 1: Zusammenfassung der Korrelationen des Konkurrenzindex und des 5-jährlichen Zuwachses der Bergföhren im untersuchten Bestand.**

Intervall	Radius	t	p
1915	2m	-2.4	*
1920	3m	-2.6	**
1925	3m	-3.47	***
1930	3m	-3.18	**
1935	3m	-4.04	***
1940	3m	-3.59	***
1945	3m	-3.38	***
1950	3m	-4.60	***
1955	3m	-5.38	***
1960	3m	-4.53	***
1965	3m	-3.49	***
1970	3m	-4.46	***
1975	3m	-3.4	***
1980	3m	-1.91	-
1985	2m	-1.44	-
1990	2m	-1.78	-

Für jedes 5-Jahres-Intervall ist der t-Wert der t-Verteilung mit entsprechender Fehlerwahrscheinlichkeit p für den Nachbarschaftsradius mit der besten Korrelation angegeben (s. Text). Die Intervalle sind mit dem letzten ihrer 5 Jahre bezeichnet. \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

die Variation zwischen den Jahren vergleichsweise gross. Danach verringerte sich das Wachstum stetig, am stärksten zwischen den Jahren 1930 und 1940. Von 1960 bis 1990 blieb der Zuwachs konstant mit durchschnittlichen Jahrringbreiten um 0.35mm (Abb.2).

#### *Zusammenhang der Konkurrenzstärke mit Wachstum, Grösse und Überleben*

Die Intensität der Konkurrenz, gemessen als Konkurrenzindex, nahm mit der Zeit zu, und erreichte 1960 eine Sättigung. Die Periode grössten Konkurrenzdrucks (1950 bis 1970) folgt derjenigen mit der stärksten Zuwachseinbusse (1930 bis 1940).

Die Korrelation von Konkurrenzindex und Zuwachs ist signifikant für die Zeit von 1911 bis 1975 (Tab. 1). Bereits seit der zweiten Zuwachperiode (1916-1920) ergaben grössere Nachbarschaftsradien engere Korrelationen. Für die letzten drei Zuwachspeperioden, von 1976 bis 1990, war der Konkurrenzindex nicht mehr signifikant mit dem Zuwachs korreliert. Die engste Korrelation wurde hier bei einem Nachbarschaftsradius von 2m festgestellt. Die Grösse der Bäume (also die Gesamtsumme des radialen Zuwachses) am Ende der Untersuchungsperiode (1990) war signifikant negativ mit der Grösse der Nachbarbäume im Umkreis von 2m und 3m korreliert ( $p < 0.01$ ).

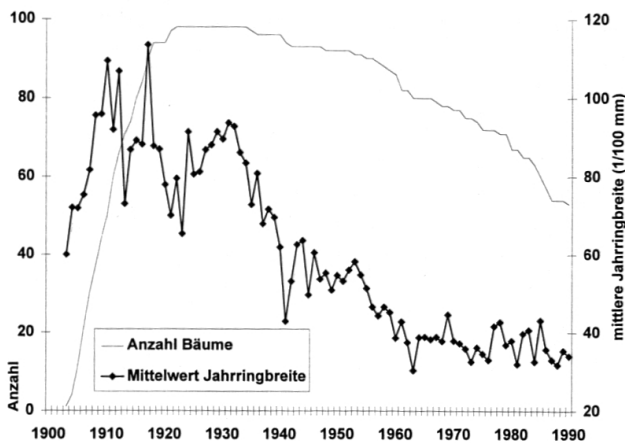
Die Lage der Bäume innerhalb des Bestandes war unterschiedlich wichtig für den Zuwachs. Zu Beginn der Untersuchungen hatten Bäume am nördlichen Bestandesrand bessere Wachstumsbedingungen

als am südlichen Rand, während später östlicher gelegene Bäume günstigere Bedingungen hatten als westlich gelegene. Für die Baumgrössen im Jahr 1990 war die Position innerhalb des Bestandes (Koordinaten) nicht wichtig.

Bis Ende der siebziger Jahre starben vor allem kleine Bäume. Nach 1979 änderte sich dieses Muster drastisch. Seither war mehr als ein Drittel aller abgestorbenen Bäume grösser als der Bestandesdurchschnitt. Die toten Bäume schienen Kreise zu bilden, von denen das Absterben in alle Richtungen fortschritt.

#### **Diskussion**

Konkurrenz zwischen benachbarten Bäumen beeinflusst Wachstum, Grösse und Überleben während der gesamten Entwicklung des untersuchten Bergföhrenbestandes im Stabelchod. Die Wachstumsbedingungen im Bestand waren zeitweise heterogen. Die Grösse der Bäume 1990 widerspiegelt dagegen wieder homogene Standortbedingungen. Schon während dem Anwuchs, wenn gerade zwei Drittel der Bergföhren eine Höhe von 30 cm erreicht hatten, verringerte Konkurrenz das Wachstum. In dieser ersten, etwa 20 Jahre anhaltenden, Phase der Bestandesetablierung zeigen die Bäume breite Jahrringe. Mit zunehmender Konkurrenzintensität beginnt eine Phase von stark reduziertem Zuwachs. Diese von der Konkurrenz geprägte Wachstumsverschlechterung deutet auf eine Verknappung der Ressourcen im Bestand hin. Grössere Nachbarschaftsradien werden wichtiger, was darauf hindeutet, dass sich mit zunehmender Baumgrösse auch der Einflussradius vergrössert. Wenig später nimmt die Mortalität im Bestand deutlich zu. In der Zeit zwischen 1940 und 1980 starben kleine und gleichzeitig stark konkurrierte Individuen ab, vermutlich weil sie sich nicht mehr genügend Ressourcen erreichen konnten. Dichteabhängige Mortalität, also "self-thinning", wobei die Schwächsten sterben, ist die Folge stärksten Konkurrenzdrucks (Peet und Christensen 1987). Da dieser konkurrenzbedingte Ausfall hauptsächlich die kleinsten Bäume betraf, reduzierte er die Grössenvariation, das heisst, der Bestand wurde zunehmend einschichtig. Während dieser Phase des "self-thinning", die nach dem Keimlingsstadium auch als Phase der höchsten Mortalität gilt (Kohyama und Fujita 1981), starb fast die Hälfte aller Bergföhren im untersuchten Bestand. Dies unterstützt die Theorie des konstanten Ertrages, die die maximale Ressourcenausnutzung ausdrückt (Schmid 1991). Mit dem Absterben einzelner Bäume werden also Ressourcen frei, die nun für das Wachstum der Nachbarbäume verfügbar sind. Während dieser Phase verhindert ein Bestand somit auch die erfolgreiche Etablierung von Jungwuchs (Kohyama 1982).



**Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Anzahl der Bäume und ihrer mittleren Jahrringbreite in 1/100 mm im untersuchten Bergföhrenbestand im Stabelchod.**

Seit Ende der siebziger Jahre starben neu auch überdurchschnittlich grosse und wenig konkurrierte Bergföhren. Der Tod dieser oft kreisförmig angeordneten Bäume kann nicht mehr durch Konkurrenz erklärt werden. Die eigenartige Gruppierung toter Bäume wurde auch schon früher im Gebiet Stabelchod beobachtet (Brang 1989, Gäumann und Campell 1933). Gäumann und Campell (1933) konnten beobachten, dass die Bäume innerhalb kurzer Zeit verröten und absterben. Das weisse Mycel an der Stammbasis toter Bäume konnten sie dem Hallimasch (*Armillaria mellea* ssp.) zuordnen. Die charakteristischen Fruchtkörper des Pilzes konnten allerdings, damals wie heute, nicht gefunden werden. Mit dem Absterben grosser Bäume beginnt die sogenannte Zerfallsphase. Sie ist definiert als Phase, in der durch äussere Einflüsse wie Parasiten (Pilze, Insekten) oder Sturm einzelne Bäume oder Gruppen von Bäumen absterben (Kohyama and Fujita 1981). Diese seit Ende der siebziger Jahre entstandenen Öffnungen des Bestands bieten nun Gelegenheit für das Aufkommen von Jungwuchs. Die Phase der Dichtereduktion geht also allmählich in ein Gleichgewicht zwischen Absterben und Regeneration über. Wie auch in benachbarten älteren Beständen beobachtet (Brang 1989), scheint sich in den entstehenden Lücken Regeneration erfolgreich anzusiedeln.

#### Dank

Vielen Dank an die Verantwortlichen der WSL, die die Versuchsfläche im Stabelchod für meine Untersuchungen zur Verfügung stellten. Fritz H. Schweingruber, Markus Fischer, Peter Stoll, Matthias Diemer, Pius Hauenstein und Werner Frey danke ich ganz herzlich für wertvolle Diskussionen und wissenschaftlichen Rat. Die hier beschriebenen Untersuchungen sind Teil einer Dissertation, die am Botanischen Institut in Basel geschrieben und vom Schweizerischen Nationalfonds (Gesuch Nr. 31.30.197.90) unterstützt wurde.

#### Literatur

- BEGON, M., J. L. HARPER, and C. R. TOWNSEND. 1986. Ecology. Individuals, populations and communities. Blackwell, Oxford. 945 S.
- BELLA, I. E. 1971. A New Competition Model. *Forest Science* 17: 364-372.
- BRANG, P. 1989. Untersuchungen zur Zerfalldynamik in unberührten Bergföhrenwäldern im Schweizerischen Nationalpark. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 2: 155-163.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1931. Vegetationsentwicklung im Schweizerischen Nationalpark. *Dokumente zur Erforschung des Schweizerischen Nationalparkes*.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie*, Wien.
- BRUNIES, S. E. 1906. Die Flora des Ofengebietes. *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens* 48: 1-326.
- BURGER, H. 1950. Forstliche Versuchsflächen im Schweizerischen Nationalpark. *Mitteilungen EAFV* 26/2: 583-633.
- Gäumann, E., and E. Campell 1932. Ueber eine Kiefernkrankheit im Gebiete des Ofenbergs. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 83, 11:329-332.
- HARPER, J. L. 1977. *Plant population biology*. Academic Press, London.
- HEGI, G. 1981. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Zweite und Dritte Auflage. Berlin, Hamburg.
- KOHYAMA, T. 1982. Studies on the *Abies* Population of Mount Shimagare. II Reproductive and Life History Traits. *Bot. Mag. Tokyo* 95: 167-181.
- KOHYAMA, T., and N. FUJITA. 1981. Studies on the *Abies* Population of Mt. Shimagare. I. Survivorship Curve. *Bot. Mag. Tokyo* 94: 55-68.
- LAMARCHE, V. C. 1970. Frost-damage rings in subalpine conifers and their application to tree ring dating problems. In Smith J. H. G. and Worrall, J., eds. *Tree ring analysis with special reference to Northwest America*. The University of British Columbia Faculty of Forestry Bulletin 7: 99-100.
- PEET, R. K., and N. L. CHRISTENSEN. 1987. Competition and Tree Death. *BioScience* 37: 586-595.
- SCHMID, B. 1991. Konkurrenz bei Pflanzen. In: Schmid, B. and J. Stöcklin, Hrsg., *Populationsbiologie der Pflanzen*. Birkhäuser Verlag, Basel.
- SCHWEINGRUBER, F. H. 1983. *Der Jahrring*. Paul Haupt Verlag, Bern.
- STOLL, P., J. WEINER, and B. SCHMID. 1994. Growth variation in a naturally-established population of *Pinus sylvestris*. *Ecology* 75: 660-670.
- TADAKI, Y., and T. SHIDEI. 1962. Studies on competition of forest trees (IV). The order-fluctuation of individuals in stand with progress of growth. *J. Jap. For. Soc.* 44: 203-212.

#### Adresse der Autorin

Veronika Stöckli, Institut für Schnee und Lawinenforschung, Flüelastrasse 11, 7260 Davos-Dorf

**R** **Concorrenza en in gaud da tieus spess da la medema vegliadetgna sin il territori da Stabelchod: in studi dendrocronologic da la dinamica da l'effectiv**

Per perscrutar l'influenza da la concurrenza sin las singulas plantas e sin la structura dal gaud è vegni perscrutà en in gaud da tieus a Stabelchod (PNS) l'effect da plantas concurrentas sin il svilup e la survivenza dals tieus.

A la sava dal tschientaner han ins reimplantà a Stabelchod in gaud ch'era vegni taglià cumpletmain per pascular. Ils 100 tieus en vegnids cartads e lur creschientscha radiala (annada) è vegnida mesurada cun agid da nuschepls da sondagi ch'ins ha retratg da la basa dal mutagl. A maun da retrocalcolaziuns han ins cumpareglià il cresch da mintga singula planta cun la grondezza e distanza da sias plantas vischinas.

Il gaud è sa sviluppà fitg spert. Ils tieus en creschids bain en quest'emprima fasa (0.9mm). Suenten 20 onns en els però creschids adina damain. A medem temp è l'influenza da la concurrenza daventada pli e pli gronda. En questa segunda fasa en perids intgins dals tieus pli giuvens. Tras il cresch pli pitschen da las plantas e la speschezza diminuida dal gaud po vegnir cumpensada la stgarsezza da las resursas (glisch, aua, substanzas nutritivas). Il gaud resta in effectiv serrà, cumbain che 20% da tut las plantas pereschan. Suenten ca. 60 onns è il cresch annual constant (0.3mm) e la concurrenza tranter las singulas plantas vischinas diminuescha puspè. Diesch onns pli tard, dapi la fin dals onns 70, moran er las plantas pli veglias. Ellas na moran dentant per raschuns da concurrenza, mabain tras in parasit, il hallimasch. Las plantas veglias laschan enavos largias che pon vegnir occupadas da plantas giuvnas. Il hallimasch pussibilescha uschia ina regeneraziun da l'effectiv.

**I** **La concurrenza in un bosco di pino mugo, fitto e con piante della stessa età nella zona di Stabelchod: uno studio dendrocronologico della dinamica del bosco**

Per effettuare una ricerca sull'influsso della concurrenza sulle singole piante e sulla struttura del bosco, si è analizzato l'effetto di piante vicine in concurrenza sulla crescita e la sopravvivenza, in bosco fitto di pino mugo nella zona di Stabelchod (PNS):

Alla fine del secolo scorso nel territorio di Stabelchod, una zona disboscata adibita a pascolo, furono piantati dei pini mughi. Tutti e 100 gli esemplari furono schedati, e la loro crescita radiale (anelli radiali) fu misurata tramite delle carote, prelevate dalla base del tronco.

Con calcoli regressivi si paragonò la crescita di ogni singola pianta a quella della sua vicina, tenendo conto della dimensione e della distanza.

La colonizzazione della zona seguì velocemente. La crescita del pino mugo in questa prima fase fu buona (mm. 0.9), ma dopo 20 anni si ridusse sempre più, mentre contemporaneamente l'influsso della concurrenza si faceva sempre più forte. In questa seconda fase morirono alcune delle piante più piccole di pino mugo. A causa della crescita ridotta e della scarsa densità, nel bosco può essere bilanciata una riduzione delle risorse (luce, acqua, sostanze nutritive). La superficie di bosco resta invariata, nonostante deperisca il 20% delle piante. Dopo circa 60 anni la crescita annuale resta costante (mm. 0.3), e diminuisce di nuovo la concurrenza fra piante vicine. Dieci anni più tardi, alla fine degli anni 70, muoiono anche esemplari più grandi, fenomeno questo non imputabile alla concurrenza, ma piuttosto opera di un parassita, il chiodino. Il deperimento di piante grandi lascia come conseguenza alcune zone disboscate, nelle quali è possibile insediare piante giovani. Il chiodino rende così possibile il processo di ricambio del bosco.

**F** **Concurrence dans une forêt de pins à crochet du même âge dans la région de Stabelchod: une étude dendrocronologique sur le dynamisme d'une population**

Pour étudier l'influence de la concurrence sur chaque arbre et sur la structure de la forêt, on a contrôlé, dans une forêt intense de pins à crochet, dans la région de Stabelchod (PNS) l'effet du voisinage sur la croissance et la survie.

Au tournant du dernier siècle on a replanté des pins à crochet sur la surface coupée à blanc et sur des pâturages. Les 100 arbres inspectés ont été cartographiés et leur croissance radiale (couches annuelles) mesurée à l'aide de noyaux extraits à la base du tronc. Au moyen d'une calculatrice régressive on a comparé la croissance de chaque arbre, en tenant compte de la grandeur et de la distance de leurs voisins.

La colonisation de la surface a été très rapide. La croissance des pins à crochet au début était favorable (0.9 mm) diminuait cependant toujours plus après 20 ans, tandis que l'effet de la concurrence augmentait sans cesse. Durant cette phase quelques petits pins à crochet périrent. Une pénurie des ressources (lumière, eau, substances nutritives) a été compensée dans cette population par une croissance amoindrie. La population resta compacte bien que 20 % des arbres moururent. Après environ 60 ans la croissance annuelle reste constante (0.3 mm) et la concurrence entre les arbres voisins diminue. Dix ans plus tard, à partir de la fin des années septante, des arbres plus grands meurent aussi, ce qui ne peut être dû à la concurrence, mais est causé par un parasite, l'armillaire de miel. La perte de grands arbres crée des trouées dans la population qui sont colonisées par de jeunes plantes. Ainsi l'armillaire de miel permet à la forêt de se régénérer.

**E** **Competition in a dense, same-aged, mountain pine forest in the Stabelchod region: a dendrocronological study of stand dynamics**

In order to research the influence of competition on individual trees and forest structure, investigations into the effect of competition between neighbouring trees on growth and survival were carried out in a dense mountain pine stand in the Stabelchod region (SNP)

At the turn of the century the former open grassland area resulting from clear cutting in Stabelchod was taken over by mountain pines. Each of the stand's 100 trees was noted on a map and their radial growth (annual rings) measured by means of bore samples taken from the base of the trunk. By means of regression analysis, the growth of each individual tree was compared to the height and distance of its neighbour.

The stand's establishment took place rapidly. Growth was good in the first phase (0.9mm), steadily decreasing after 20 years as competition increased. In the second phase several of the smallest mountain pines died. A reduction in growth and density enables a balance to be reached in combatting the decrease in resources (light, water, nutrition). The stand remained dense, in spite of the fact that 20% of the trees died. After approx. 60 years yearly growth remained constant (0.3mm) and competition between neighbouring trees dropped. Ten years later, from the end of the 1970's, larger trees also died, not as a result of competition but due to the honey agaric parasite. Space made by fallen larger trees creates gaps in the forest where young growth can take place. In this way the honey agaric furthers the regeneration of the stand.