

Beobachtungen zur Einleitung der Naturverjüngung an einem nordexponierten Steilhang im subalpinen Fichtenwald

Von *Monika Frehner*
(Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich,
Fachbereich Waldbau, CH-8092 Zürich)

Oxf.: 23:181.2:(23)

1. Einleitung, Problemstellung, Zielsetzung

Für die nachhaltige Stabilität und Schutzwirkung von subalpinen Fichtenwäldern ist ein Gebirgsplechterwald ideal. Dieses Ideal findet man in unseren Gebirgswäldern nur selten verwirklicht; laut *LFI* 1988 beträgt der Anteil der plenterartigen Hochwälder über 1400 m ü. M. 20% der zugänglichen bestockten Waldfläche ohne Gebüschwald. Um unsere mehrheitlich gleichförmigen Gebirgswälder langfristig in Plenterwälder überzuführen, muss immer wieder kleinflächige Verjüngung angestrebt werden. Im subalpinen Fichtenwald kann die Verjüngung sehr schwierig sein, da die Verjüngungsgunst im Gegensatz zu den Wäldern in tieferen Lagen örtlich und zeitlich begrenzt ist und oft wesentlich durch anthropogen bedingte Störungen beeinträchtigt wird.

Nach *Bischoff* 1987 ist die Naturverjüngung der Pflanzung vorzuziehen; die Naturverjüngung hat sich meistens als lebensfähiger, kräftiger, gesünder, besser differenziert und stabiler erwiesen als Pflanzungen. Neben der grösseren Stabilität zeichnet sich die Naturverjüngung durch folgende Vorteile aus: geringere Verbissanfälligkeit durch das Wild, grössere Vitalität dank längerer Bewurzelung, bessere Standortsanpassung dank der Auslese vom Keimlingsstadium an sowie keine Probleme mit Wurzeldeformationen, wie sie bei Pflanzungen fast unvermeidlich sind (*Strohschneider* 1987).

Die Ansamung und das Wachstum der Naturverjüngung werden durch verschiedene Faktoren wie zum Beispiel Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Samenanzahl, Pilze usw. in komplexer Weise beeinflusst. Das Zusammenspiel dieser Faktoren gestaltet sich wegen des verschiedenartigen Kleinstandortmosaiks und der zufälligen Witterungseinflüsse sehr wechselhaft und unberechenbar. Deshalb kann die Einleitung und Förderung der Naturverjüngung in solchen subalpinen Wäldern nicht einfach in Form schematischer, modellhafter Rezepte abstrahiert und verallgemeinert werden. Es ist vielmehr notwendig, in jedem Einzelfall den Waldzustand und dessen Reaktion auf Veränderungen zu beobachten. Man

muss sich immer wieder fragen, weshalb sich an der einen Stelle Naturverjüngung einstellt und an der anderen nicht. Aufgrund solcher Überlegungen kann man entscheiden, ob es überhaupt noch möglich ist, nur mit Naturverjüngung zu arbeiten, und es ergeben sich auch bessere Möglichkeiten, um die Naturverjüngung gezielt zu fördern.

Im Sinne dieser Fragestellung und Betrachtungsweise werden im Lehrwald Sedrun der ETHZ seit 1981 erfolgversprechende Massnahmen zur Einleitung der Naturverjüngung erprobt, welche aus mehrjähriger Beobachtungsarbeit und gestützt auf Hinweise von W. Trepp hergeleitet wurden. Auf Anregung von E. Ott (ETHZ) werden nun erste Ergebnisse dieser Verjüngungsmassnahmen überprüft und dokumentiert, und zwar mit einer möglichst einfachen, grössenordnungsgemäss zuverlässigen Untersuchungsmethodik, welche auch für interessierte Praktiker anwendbar wäre.

2. Beschreibung des Gebietes

Die Beobachtungen im Lehrwald Sedrun (GR) der ETH Zürich wurden im Uaul Surrein durchgeführt, an einem etwa 80% steilen NNW-Hang, auf 1600 m ü. M. Das Klima ist mässig feucht bis feucht, ähnlich dem nordalpinen Klimatyp, mit mittelgrossen Temperaturextremen und mit grossen Unterschieden zwischen den Nord- und Südhängen. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen hier 1400 bis 1600 mm. Die geologische Unterlage besteht aus muskowitzreichen Paragneisen des Tavetscher Zwischenmassives (Niggli 1940–1943), auf dem sich hauptsächlich relativ nährstoffreiche Podsole gebildet haben. Als Waldgesellschaft hat Trepp 1979 hier eine typische Variante des heidelbeerreichen subalpinen Fichtenwaldes mit Alpen-Waldfarn (*Athyrium distentifolium*) kartiert (EK 57: Torfmoosfichtenwald mit Reitgras, *Sphagnopiceetum calmagrostietosum villosae*).

Der Standort ist wüchsig; homogen aufgebaute Fichtenbestände neigen deshalb zur Instabilität. Die Verjüngung wird besonders erschwert durch die mangelnde Wärme, durch die üppige Bodenvegetation, die sich in diffus aufgelichteten Beständen und auf offenen Flächen ausbreitet, sowie durch den Schnee (Schneeschemmelbefall). Nach Trepp 1979 bereitet dieser Standort im Lehrwald Sedrun die grössten Verjüngungsschwierigkeiten.

Die untersuchte Verjüngungsöffnung war mit einem etwa 150- bis 200jährigen, einschichtigen, aber kleinkollektivförmig strukturierten mittleren Fichtenbaumholz bestockt. Im Winter 1981/82 wurde durch E. Ott (ETHZ) und Revierförster T. Beer (Gemeinde Tujetsch) ein Holzschlag mit hauptsächlich Verjüngungsmassnahmen gezeichnet. Damit die Sonne den Waldboden bescheinen kann, wurden schräg zur Hangfalllinie schlitzförmige Öffnungen angelegt (über $1\frac{1}{2}$ Baumängen lang, $\frac{1}{3}$ bis maximal $\frac{1}{2}$ Baumängen breit). 1981 war ein

Samenjahr, so dass sich Naturverjüngung ansamen konnte. Nach sieben Vegetationsperioden hat sich die Naturverjüngung an den günstigsten Stellen gut entwickelt; die grössten Bäumchen sind schon über 30 cm hoch.

3. Methode

In zwei Verjüngungsschlitzen wurden im August 1988 30 Stichprobeflächen mit Naturverjüngung ausgewählt. Für die Auswahl waren zwei Kriterien massgebend: unterschiedliche Standorte und die offensichtlichen Wuchshöhenunterschiede der Naturverjüngung. Die ungünstigen Standorte (zum Beispiel Mulden, Stellen mit sehr starker Vegetationskonkurrenz) schieden aus, weil dort keine Naturverjüngung vorhanden war.

Jede Stichprobe weist einen Radius von 20 cm auf, bei allen vorhandenen Bäumchen (1 bis 25 Stück) wurde die Gesamthöhe gemessen (1 bis 35 cm) und das Alter mit Hilfe der Spuren der Knospenschuppen ausgezählt (3 bis 7 Jahre). Mit dem Horizontoskop von Tonne wurde knapp über der Bodenoberfläche die absolute (= potentiell mögliche) durchschnittliche Sonnenscheindauer pro Tag während der Monate Mai, Juni, Juli und August gemessen.

Als weitere Informationen wurden die Vegetation auf der Stichprobenfläche (Arten mit Deckungsgrad) sowie die Lage der Stichprobe im Gelände (bei Baumstrunk, übrige Freifläche, unter Schirm) aufgenommen.

Bei der Auswertung wurden die zwei höchsten Bäumchen pro Stichprobe berücksichtigt, da die vorwüchsigen Individuen dem örtlichen Mikroklima am direktesten ausgesetzt sind und da diese die grössten Chancen haben zum Weiterkommen. Das Wachstum der unterdrückten Bäumchen wird sehr stark durch Konkurrenzwirkungen beeinflusst; diese Bäumchen sind deshalb wenig geeignet, um eine Beziehung zwischen Wachstum und örtlichem Mikroklima nachzuweisen.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe von Punktdiagrammen und Korrelationsberechnungen. Der Wärmefaktor wird gestützt auf die Untersuchungen von *Imbeck* und *Ott* (1987) durch die absolute Sonnenscheindauer repräsentiert; zur Erfassung des Wachstums dient die Gesamthöhe und der Jahreshöhenzuwachs (Gesamthöhe/Alter).

4. Beobachtungen

Bei der Betrachtung der Punktdiagramme (*Abbildung 1*) kann man bei den acht Stichproben unter Schirm keine Beziehung zwischen Wachstum und Sonnenscheindauer feststellen, alle Pflanzen weisen unabhängig von der Beson-

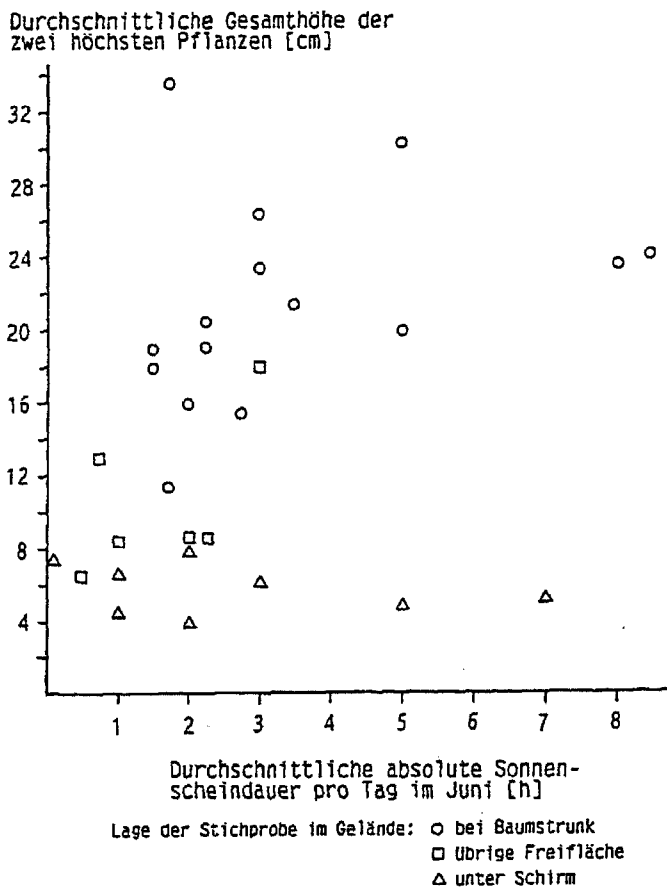


Abbildung 1.
Punktdiagramm zur Darstellung der Beziehungen zwischen Sonnenscheindauer, Gesamthöhe der Fichtenverjüngung und der Lage der Stichprobefläche im Gelände.

nung nur ein geringes Wachstum auf. Das bedeutet, dass hier die Naturverjüngung unter Schirm zwar ansamen kann, danach aber kaum weiterwächst (Abbildungen 2 und 3), obwohl an den gut besonnten Stellen genügend Wärme vorhanden ist. Daraus kann man schliessen, dass es unter Schirm zu trocken ist für das Wachstum der Naturverjüngung, obwohl wir uns an einem NNW-Hang befinden. In diesem Zusammenhang scheint folgende Beobachtung erwähnenswert: auf gleicher Meereshöhe 500 m talaufwärts, wo der gleiche Hang etwas mehr gegen Westen abgedreht ist, ist wüchsige Naturverjüngung unter Schirm vorhanden. Anscheinend dringt dort der Regen, der hauptsächlich bei Westwind fällt, mehr unter die Bäume, so dass es unter Schirm für die Naturverjüngung genügend feucht ist. Für die weiteren Beobachtungen werden die Stichproben unter Schirm weggelassen.

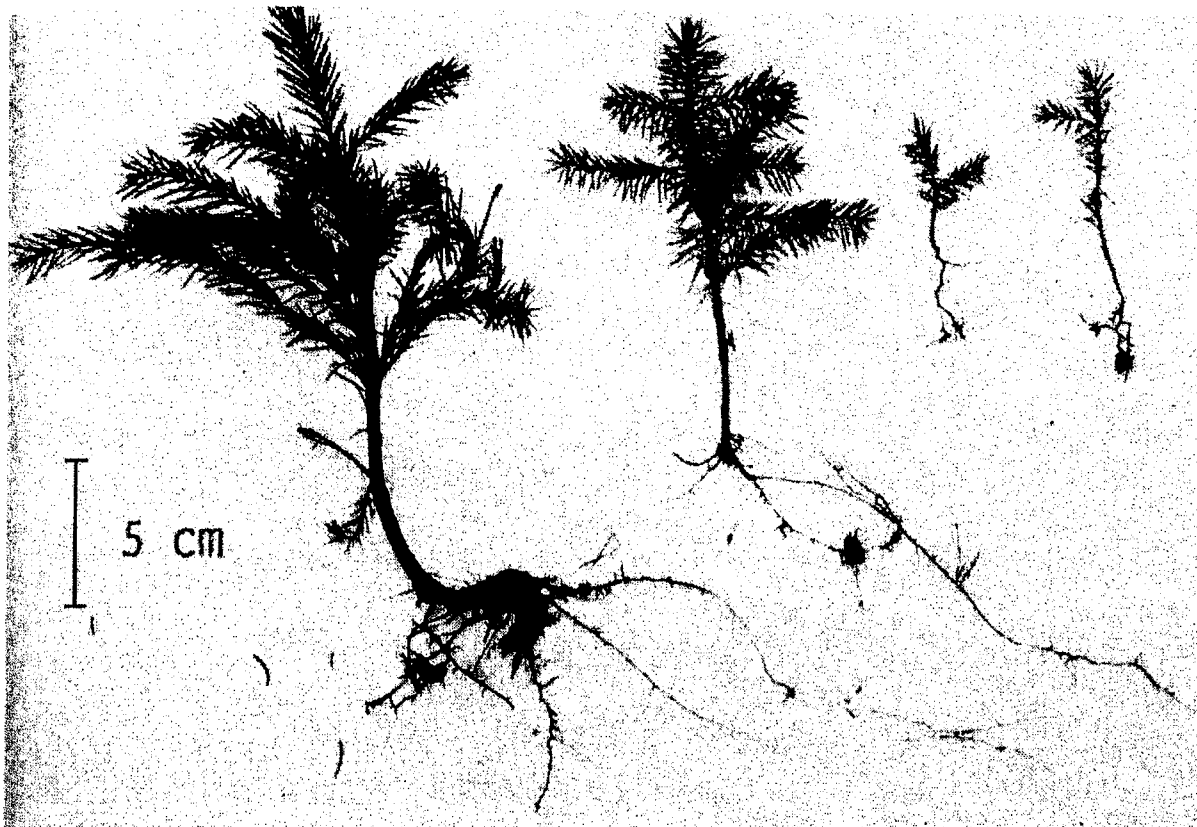


Abbildung 2. Naturverjüngung aus der Nähe von Stichproben. Beschreibung der Pflanzen (SJ = Durchschnitt der täglichen absoluten Sonnenscheindauer im Juni, mit dem Horizontoskop bestimmt; H = Gesamthöhe der Pflanze; A = Alter der Pflanze) von links nach rechts:

- 1. Pflanze: SJ = $4\frac{1}{2}$ h; H = 19 cm; A = 5 Jahre
- 2. Pflanze: SJ = 2 h; H = 12 cm; A = 7 Jahre
- 3. Pflanze: SJ = $4\frac{1}{2}$ h; H = 3 cm; A = 4 Jahre unter Schirm
- 4. Pflanze: SJ = $\frac{1}{5}$ h; H = 7 cm; A = 6 Jahre

Die Zunahme des Wachstums mit der Zunahme der Sonnenscheindauer von Pflanze 4 zu Pflanze 2 und 1 ist deutlich sichtbar. Das Wachstum der Pflanze 3 (unter Schirm) entspricht etwa jenem der Pflanze 4 (SJ = $\frac{1}{5}$ h), obwohl die Pflanze gleich viel Sonne erhält wie die grosse Pflanze 1.

Auffällig ist, dass bei der Pflanze 3 das Verhältnis Spross- zu Wurzelmasse kleiner ist als bei den übrigen drei Pflanzen. (Foto: M. Frehner)

Tabelle 1. Korrelationskoeffizienten r zur Beurteilung der Abhängigkeiten zwischen der Sonnenscheindauer und dem Wachstum, für 22 Stichproben, ohne überschirmte Proben. (Irrtumswahrscheinlichkeit: **: $p < 0,01$; *: $p < 0,02$).

	Sonnenscheindauer während der Monate			
	Juni	Juni/ Juli	Juni— August	Mai— August
Durchschnittliche Gesamthöhe der zwei höchsten Pflanzen	0,54 **	0,49 *	0,47 *	0,46 *
Durchschnittlicher Jahreshöhenzuwachs der zwei höchsten Pflanzen (Alter: 4 bis 7 Jahre)	0,53 **	0,49 *	0,48 *	0,46 *

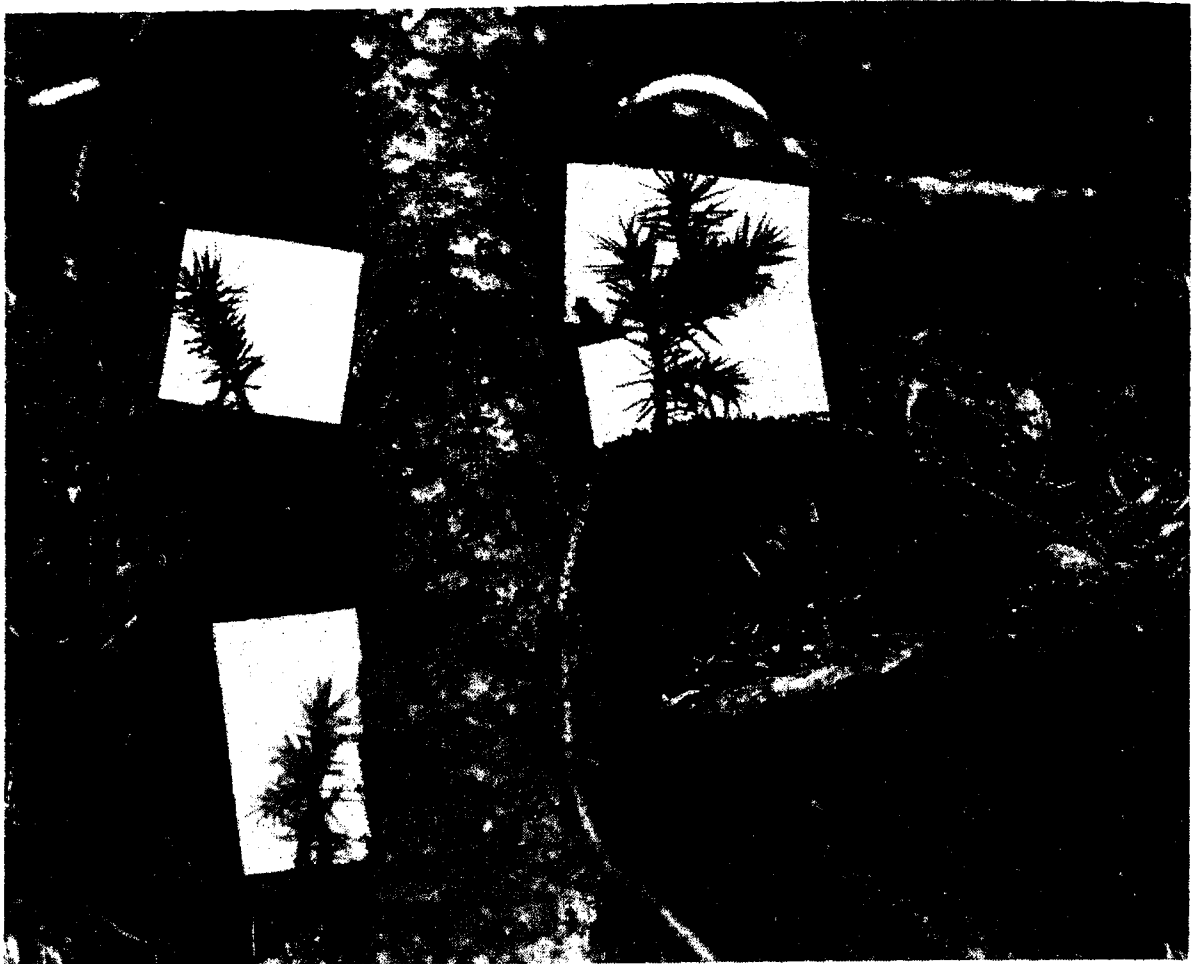


Abbildung 3. Naturverjüngung bei Stichprobe Nr. 19 (unter Schirm): Sonnenscheindauer im Juni (SJ) = 5 h; durchschnittliche Gesamthöhe der zwei höchsten Pflanzen = 5 cm, Anzahl Pflanzen auf der Stichprobe = 4 (Foto: M. Frehner)

Die Korrelationskoeffizienten in *Tabelle 1* zeigen, dass allgemein eine positive Beziehung zwischen Sonnenscheindauer und Wachstum besteht (*Abbildungen 2* und *4*). Die Koeffizienten sind nicht sehr hoch, da nicht nur die Sonnenscheindauer, sondern auch die unterschiedlichen Kleinstandorte (Relief, Hangneigung, Vegetationskonkurrenz usw.) das Wachstum beeinflussen. Die Gesamthöhe und der Jahreshöhenzuwachs sind etwa gleich stark abhängig von der Sonnenscheindauer. Für das Wachstum scheint vor allem die Sonnenscheindauer im Juni wichtig zu sein, die Sonnenscheindauer während der Monate Juni/Juli, Juni/Juli/August und Mai/Juni/Juli/August beeinflusst das Wachstum weniger stark.

Aus den Punktdiagrammen (*Abbildung 1*) ist ersichtlich, dass für ein genügendes Wachstum mindestens $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden Sonnenscheindauer pro Tag während des Monats Juni notwendig sind. Weiter kann festgestellt werden, dass die Stichproben auf der übrigen Freifläche im allgemeinen weniger Sonnenscheindauer und ein geringeres Wachstum aufweisen als die Stichproben bei Baumstrüngen. Das ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass auf der



Abbildung 4.
Naturverjüngung bei Stichprobe Nr. 27
(bei Baumstrunk): Sonnenscheindauer
im Juni (SJ) = 3 h; durchschnittliche
Gesamthöhe der zwei höchsten Pflanzen
= 23,5 cm, Anzahl Pflanzen auf der
Stichprobe = 4. (Foto: M. Frehner)

Freifläche die Konkurrenz durch die Bodenvegetation stärker ist und dass somit bei schwach besonnten Stellen das Wachstum der Naturverjüngung entsprechend reduziert wird, während bei stärker besonnten Stellen die Naturverjüngung sieben Vegetationsperioden nach dem Holzschlag schon von der Bodenvegetation verdrängt worden ist oder gar nie aufkommen konnte.

Ein Vergleich der Lage der Stichproben im Gelände mit der Bodenvegetation (*Abbildung 5*) zeigt, dass die Stichproben bei Baumstrünken eine sehr vielfältige Bodenvegetation aufweisen; die Krautschicht ist immer mehr oder weniger vorhanden; die Moosschicht wechselt von nicht vorhanden bis dominierend. Bei den Stichproben auf der übrigen Freifläche dominiert mit einer Ausnahme die Moosschicht, und die Krautschicht fehlt beinahe. Die Stichprobenflächen unter Schirm weisen mehrheitlich eine geringe Moos- und Krautschicht auf, das heisst die Flächen sind teilweise nur mit Streu bedeckt. Das bedeutet, dass die Naturverjüngung bei Baumstrünken im Vergleich zu jener auf der übrigen Freifläche trotz einer relativ üppigen Bodenvegetation gedeihen kann. Bei dieser Beobachtung muss man aber berücksichtigen, dass vor dem Holzschlag um die Baumstrünke herum nur wenig Bodenvegetation vorhanden war, während auf den übrigen Freiflächen die Moos- und Krautschicht schon üppiger war. Die Naturverjüngung auf der übrigen Freifläche hat also schon von Anfang

Deckungsgrad Moosschicht

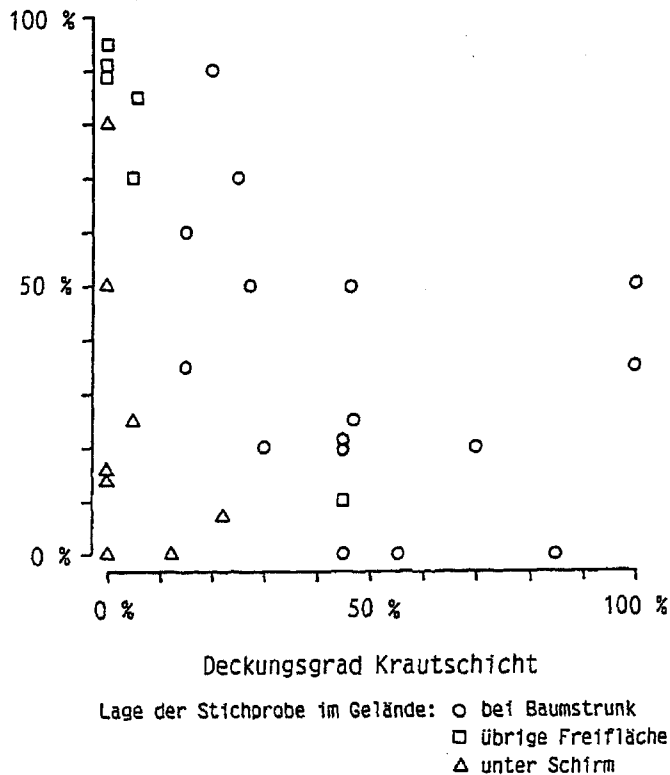


Abbildung 5.

Punktdiagramm zur Darstellung der Beziehung zwischen dem Deckungsgrad der Moos- und Krautschicht und der Lage der Stichprobeflächen im Gelände.

an gegen die Konkurrenz der Bodenvegetation zu kämpfen, jene bei den Baumstrüngen erst mit der Zeit, und es muss weiter beobachtet werden, ob sie sich auch in Zukunft gegenüber der Krautvegetation durchsetzen kann.

5. Folgerungen

Ein Vergleich der Beobachtungen im Uaul Surrein mit der analogen Arbeit von Imbeck und Ott 1987 im Lusiwald, einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald (EK 60, *Piceo-Adenostyletum*) zeigt mehrere Parallelen auf:

- An beiden Orten besteht ein deutlicher positiver Zusammenhang zwischen Wachstum und Besonnung. Im Lusiwald wird für die jungen Fichten in den Monaten Juni/Juli täglich mindestens 1 bis 2 Stunden direktes Sonnenlicht empfohlen, im Uaul Surrein sind im Monat Juni mindestens 1½ Stunden notwendig.
- Im Lusiwald entwickeln sich die Fichtenkeimlinge unter Schirm weniger gut als in der Öffnung, im Uaul Surrein ist das Wachstum der Naturverjüngung unter Schirm unabhängig von der Sonnenscheindauer gering, eine relativ geringfügig erscheinende Veränderung des Standortes (geringere Niederschlagsabschirmung) kann hier aber schon bewirken, dass Naturverjüngung unter Schirm aufkommt.

- Im Lusiwald wie im Uaul Surrein bevorzugt die Naturverjüngung in den Verjüngungsschlitzten die unmittelbare Umgebung von Baumstrünken.

An beiden Standorten ist deshalb die Erhaltung dichter Baumkollektive mit wenig Bodenvegetation bis zum Zeitpunkt der kleinflächig schlitzförmigen Räumungen eine unerlässliche Voraussetzung für die Erzielung von Naturverjüngung. An diesen Stellen kann sich bei genügend Besonnung in den ersten Jahren nach dem Aushieb von Verjüngungsschlitzten Naturverjüngung einstellen, gleichsam in einem Wettlauf mit der zunehmend üppigeren Vegetationsausbreitung.

In bereits verlichteten Beständen mit geschlossenen Vegetationsteppichen ist im Uaul Surrein nach den vorliegenden Beobachtungen und nach Trepp 1979 von Natur aus kein genügender Jungwuchs zu erwarten. Deshalb sind ergänzende stützpunktartige Pflanzungen notwendig. Zum gleichen Schluss kommen Imbeck und Ott 1987 auch im Lusiwald.

Schliesslich wurde auch beobachtet, dass das Überleben zunächst vielversprechender Ansammlungen im Bereich von Baumstrünken nicht selten durch die rasch zunehmende Vegetationskonkurrenz (zum Beispiel Himbeeren) in Frage gestellt wird. Diese üppige Vegetationsentwicklung wird durch die plötzliche Mineralisierung der angehäuften Nadelstreu begünstigt. Durch rechtzeitigen Schutz vor verdämmender Vegetationsüberwucherung liesse sich deshalb die Anzahl überlebensfähiger Jungwuchskollektive erheblich erhöhen. Dieser Schutz lässt sich durch folgende Jungwuchspflege erreichen: nach dem Holzschlag wird die Bodenvegetation im Bereich der Baumstrünke jährlich sorgfältig geknickt oder abgerissen, bis sich der Jungwuchs soweit entwickelt hat, dass er aus der Bodenvegetation herauschaut. Diese Pflege muss zu Beginn der Vegetationsentwicklung durchgeführt werden (spätestens im Juni). Da vor allem die Junisonne für das Wachstum der jungen Fichten entscheidend ist, nützt eine Pflege im August wenig. Die Pflege von Naturverjüngung ist sinnvoller als Ergänzungspflanzungen, um so mehr als auch diese zunächst vor der Vegetationskonkurrenz geschützt werden müssen.

Diese Folgerungen beziehen sich in erster Linie auf die Beobachtungsgebiete Uaul Surrein und Lusiwald. Sie dürfen nur in dem Masse auf ähnliche nordexponierte Steilhänge im subalpinen Fichtenwald übertragen werden, wie die wechselnden, örtlich speziellen Standortbedingungen aufgrund eigener Beobachtungen berücksichtigt werden.

Résumé

Observations au sujet de l'introduction du rajeunissement naturel sur le versant nord d'une forêt d'épicéas subalpine

Dans la forêt expérimentale de l'EPFZ à Sedrun, au cours d'une coupe pratiquée durant l'hiver 1981/82 sur un versant nord escarpé d'une forêt d'épicéas subalpine située à 1600 m, ayant une bonne croissance, on a effectué des ouvertures en forme de fente, ouvertures obliques par rapport à la ligne de la plus grande pente et cela dans le but de favoriser le rajeunissement. Entre-temps un rajeunissement naturel d'épicéa s'est développé dans ces ouvertures. A l'aide d'une méthode simple, on a examiné la relation entre le développement du rajeunissement naturel et l'enselement.

Les relations suivantes ont été observées pour cette surface expérimentale:

- Pour une croissance suffisante du rajeunissement naturel, une moyenne d'enselement de 1½ à 2 heures par jour est nécessaire durant le mois de juin.
- Le rajeunissement naturel se développe mal sous couvert.
- La proximité immédiate de souches d'arbres est propice au rajeunissement naturel.

On peut tirer de ces observations pour cette surface expérimentale les conséquences sylvicoles suivantes:

- Pour obtenir le rajeunissement naturel, il est indispensable d'entretenir des collectifs d'arbres compacts avec peu de végétation au sol jusqu'au moment des ouvertures par petite surface en pente.
- Sur des surfaces déjà éclaircies avec un tapis de végétation clos il faut, si le rajeunissement naturel est insuffisant, le compléter par une plantation de soutien.

Pour reporter ces résultats sur des stations similaires, il faut les adapter en fonction de l'observation des facteurs locaux.

Traduction: S. Croptier

Literatur

- Bischoff, N.* 1987: Pflege des Gebirgswaldes, EDMZ Bern.
- Ellenberg, H., Kloetzli, F.* 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz, Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen, Mitt. Bd. 48, 4.
- Imbeck, H., Ott, E.* 1987: Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung und der Lawinenbildung. Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung, Mitt. 42, Weissfluhjoch/Davos.
- LFI*, 1988: Schweizerisches Landesforstinventar, Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986, Bericht Nr. 305 der Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen.
- Niggli, E.* 1940-1943: Geologisch-mineralogische Kartenskizze Disentis–Oberalp.
- Strohschneider, I.* 1987: Wurzeldeformationen infolge verschiedener Pflanzverfahren. Östr. Forstztg. 3: S. 20-21.
- Trepp, W.* 1979: Vegetationskundliche Kartierung des Versuchswaldes des Instituts für Waldbau ETHZ, Gemeinde Tavetsch GR, unveröffentlicht.