

## Änderungen im Artenbestand der Flora auf den Rohhumusböden der Hochlagen des Bayerischen Waldes bei natürlicher Auflichtung und bei künstlicher Auflichtung mit Kalkung

Von G. Prießhauer, Zwiesel, Bayer. Wald

Die Gebirgsteile des Bayerischen Waldes von ca. 1150 m aufwärts werden als Hochlagen bezeichnet. Sie sind vom Lophozieto-Piceetum besetzt, in dem nur spärlich *Sorbus aucuparia* und sehr vereinzelt auf geneigterem Gelände auch noch Buche, Bergahorn und Tanne vorkommen. Die Flora des Waldbodens ist artenarm und besteht hauptsächlich aus Moosen.

An einem Beispiel im Forstamt Zwiesel-West, Abteilung Hochwiesl, soll gezeigt werden, wie sich größere natürliche und künstliche Freistellungen vom Fichtenbestand, letztere mit Kalkung, auf die Zusammensetzung der Rohhumusbodenflora auswirken.

Die Abt. Hochwiesl liegt auf dem mäßig nach Norden geneigten Hang des Bergrückens Ruckowitschachten-Ruckowitzberg-Falkenstein zwischen 1200 und 1250 m Höhenlage.

Die nachstehenden Klimadaten stammen von der Klimastation auf dem Großen Falkenstein in 1308 m Höhenlage. Die Mittelwerte stammen aus den Jahren 1947 bis 1956

10 j. Temperatur Jahresmittel: 3,6 Gr., höchstes Jahresmittel: 4,6 Gr. (1953), niedrigstes Jahresmittel: 2 Gr. (1956)  
10. j. Monatsmittel:

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
—5,0	—4,5	—1,5	2,5	7,2	10,1	12,1	12,0	9,6	4,8	—0,5	—2,4

Vegetationsruhe: —0,9 (7 Monate), Vegetationszeit: 10,2 (5 Monate), Mai mit Sept.  
10. j. Monatsmittel der Maxima und Minima:

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Max.	—2,4	—1,8	2,4	6,5	11,8	14,4	16,5	16,6	13,7	8,6	2,4	1,7
Min.	—7,2	—8,3	—4,5	—0,6	4,0	6,9	8,9	8,0	6,7	2,2	—2,6	—4,7
Schw.	4,8	6,5	6,9	7,1	7,8	7,5	7,6	8,6	7,0	6,4	5,0	6,4

Vegetationszeit: Max.: 14,6 Min.: 6,9 — Schwankung: 7,7

10 j. Mittel der Jahresniederschläge: 1275,7 mm, höchster: 1558,8 (52), niedrigster: 833,8 (53)

9 j. Mittel während der Vegetationszeit: 576,7 mm, während der Vegetationsruhe: 729,2 mm

Dauer der Schneedecke: 166,2 Tage (9 j. Mittel), mittlere Maximalschneehöhe: 157 cm

Eistage: 81, Frosttage: 163, Sommertage: 4,2

Während der Vegetationszeit Mai mit September:

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Eistage . . . . .	0,1	.	.	.	.
Frosttage . . . . .	5,9	0,6	.	.	1,1
Sommertage . . . . .	0,2	0,3	1,4	1,8	0,8
Sonnenscheind. . . . .	6,4	6,3	7,1	7,0	5,5 Stunden
Rel. Luftfeuchte . . . . .	79,2	81,5	83,4	79,3	81,3%

Häufigkeit der Windrichtungen:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
6,4	10,2	8,0	7,5	9,2	19,3	17,7	9,8	3,0

Die Bodenunterlage besteht aus Firneisgrundschutt der letzten Kaltzeit (Jüngere Tundrenzeit, Endwürm), die vor ca. 10000 Jahren zu Ende gegangen ist. Vorausgegangen sind 7 Kaltzeiten, vier mit Eisbedeckung, drei mit nur periglazialen Wirkungen. Die drittletzte Kaltzeit ohne Eisdecke bereitete älteren Firneisgrundschutt zu Frosterde auf und erzeugte durch Frost- und Insulations-sprengung aus anstehendem Gestein die zahlreichen Felstrümmer, die die Hauptmasse des vorletzten und letzten Firneisgrundschuttes bilden.

Das Firneis nahm bei der langsamen Abwärtsbewegung von der Unterlage aus Teile des älteren Firneisgrundschuttes auf, der bei der unterschiedlichen Bewegung der einzelnen Firneisschichten zwischen diesen auseinander gezogen wurde, wobei die Gesteinsstücke durch den mitgeführten Sand Abschleifungen und Zurundungen erfuhren.

Der Absatz des mitgeführten Schuttes erfolgte erst während des Abschmelzens des Eises, das teils flächenhaft von unten durch die Bodenerwärmung teils durch löcheriges, muldiges Abschmelzen durch die Sonneneinwirkung von oben her vor sich ging.

Beim Abschmelzen von unten her wurde der Schutt aus dem schuttgebänderten Eis auf die Unterlage abgesetzt, wie er flächenhaft ausaperte. Dabei legte sich das Zerreibungsmehl auf die Oberseite der Gesteinsstücke als festhaftende lehmartige Haut, während deren Unterseite sauber blieb. Das Zerreibungsmehl wirkte wie Zement und verursacht die Festigkeit des abgesetzten Schuttes, der entsprechend den Schuttbändern im Eis ziemlich parallel zur Oberfläche ausgerichtet ist. Die rauhe, sandig schwach lehmige Beschaffenheit des Firneisgrundschuttes ist auf die Körnung des zerriebenen Ausgangsgesteins, Schiefergneis mit Übergang zu Glimmerschiefer, zurückzuführen.

Beim löcherigen, muldigen Abschmelzen von oben her sammelte sich an diesen Stellen in Eishohlformen der freigesetzte Schutt. Beim endgültigen Abschmelzen der Eisreste legte sich der gesammelte Schutt auf den von unten her ausgeaperten Schutt und kehrte seine Form um. Das Zerreibungsmaterial reicherte sich zwischen den Gesteinstrümmern auf der Unterlage an. Der Schutt blieb lockerer, da er auch nicht unter Eisbelastung gestanden war.

Die Landoberfläche erhielt durch diese Schuttabsatzung die bezeichnende Ausbildung, den Wechsel zwischen flachen Buckeln und flachen Mulden.

Die Unterlage der älteren Firneisgrundschutte wird von Zersatz des Schiefergneises gebildet, der im oberen Teil Verziehungen und Gesteinseinpressungen, verursacht durch die Eisbewegung, zeigt.

Der hohe Gehalt an frischem, zerriebenem Material der Schiefergneise verlieh dem jüngsten Firneisgrundschutt eine große nachschaffende Kraft an Pflanzennährstoffen, die reichliche Beimischung von Gesteinstrümmern in der rauhen, sandigen Grundmasse die Fähigkeit rasch die Niederschläge aufzunehmen und nach unten abzugeben.

Während der Nacheiszeit haben diese standörtlich günstigen Eigenschaften der Bodenunterlage mehr oder minder weitgehende Einbußen erlitten, die auf die Anhäufung von Rohhumus unter dem Fichtenschirm zurückzuführen sind. Die Bodenentwicklung ist erst bis 30 bis 40 cm in die mineralische Bodenunterlage vorgedrungen.

Die Fichte tritt bereits gegen Ende der Vorwärmezeit in den Hochlagen auf und dominiert dort seit Beginn der Wärmezeit. Nach den pollenstatistischen Untersuchungen von W. Trautmann trat sie um die Wende des 14. zum 15. Jahrhundert die absolute Herrschaft an. Vorher war der Hochlagenfichtenwald immerhin noch, wenn auch nicht reichlich, mit Buchen Bergahorn und Tannen durchsetzt. Reste dieser Holzarten haben sich in alten Exemplaren noch auf den Weideschachten erhalten. Das Alter der Rohhumusdecke beträgt demnach ca. 500 Jahre. Als Ursache der Rohhumusanhäufung wird eine Klimaschwankung angenommen, welche den Abbau der Fichtenstreu verzögerte und Laubböhlzern das natürliche Aufkommen nicht mehr möglich machte.

Die Rohhumusanhäufung wirkte sich auf das Mikrorelief wie folgt aus: Die Fichte konnte in der Zeit vor der Rohhumusanhäufung die Buckeln wie die Mulden bestocken, ein Flachwurzelsystem im A-Horizont und Absenker in den Mineralboden entwickeln. Der nun verzögerte Abbau der Nadelstreu verursachte die Ausbildung eines humosen B-Horizontes, der fortschreitend dichter wurde. Damit konnten die hohen Niederschläge nicht mehr restlos in die Tiefe absinken. Von den Buckeln floß der zeitweise Wasserüberschuß in die Mulden, die dadurch länger vernäßt blieben. Mitgeführte Humusstoffe aus der Vermoderungszone beschleunigten in den Mulden die Verdichtung des B-Horizontes, der sich in größeren Mulden sogar gleyartig entwickelte. Infolge des Luftmangels konnte keine Neubestockung der Muldenböden mehr eintreten. Den Fichten verblieben so lediglich die Buckel als Standorte; sie konnten aber nur mehr mit den Flachwurzeln die Muldenböden zur Gewinnung von Nährstoffen und Wasser mit Hilfe der Mykorrhiza ausnützen, soweit die Pflanzenreste noch ausreichend belüftet waren und der pH-Wert nicht unter pH 3,5 lag. Auf den lange vernäßten Muldenböden siedelte sich *Sphagnum Girgensohnii*, auf den weniger lang vernäßten *Polytrichum commune* an. Die absterbenden Reste dieser Pflanzen erzeugten nun an Stelle des fehlenden Nadelstreuinfalls eine Rohhumusdecke, deren Abbau unter ständiger starker Überbefeuchtung schmierigen, speckigen Humus lieferte, der jeden Wasserabstieg unmöglich machte. Nach starken Regenfällen und nach der Schneeschmelze sind die Mulden solange überschwemmt, bis die Verdunstung den Überschuß beseitigt hat. Über den Winter gefriert der Muldenboden nicht, da der sehr früh fallende lockere Schnee vor Wärmeableitung schützt.

Auf den Buckeln häufte sich der Streuabfall der Fichten, die bis zu 500 Jahre alt werden können, fortlaufend an. Der Abbau wird durch die nachstehend behandelten mikroklimatischen Verhältnisse gehemmt.

1. Im Winter bildet sich unter dem Fichtenschirm aus dem nach den ersten Schneefällen auf den Boden fallenden Naßschnee eine Eisdecke, unter der die Nadelstreuanhäufung bis 20 cm tief gefrieren kann und erst nach vollzogener Schneeschmelze im Frühjahr wieder auftaut. Die Streu bleibt lange kalt.

2. Die Regen- und Nebelniederschläge erreichen die Streudecke der Schirmfläche meist überhaupt nicht. Starke Niederschläge fließen wegen der schweren Benetzbarkeit der dicht gelagerten Streu rasch oberflächlich in die Mulden ab. Die Streu bleibt trocken.

3. Der dichte Schirm verhindert eine nennenswerte Erwärmung der Streudecke.

4. Für eine Belebung der Streu durch aufschließende Pilze, Kleintiere und Bakterien fehlen Wärme und dauernde Befeuchtung. Nur beim Auftauen des Bodenfrostes wird viel Wasser frei, das aber rasch absinkt oder gegen die Mulden abfließt und kalten Boden hinterläßt. Es wird während der Vegetationszeit nicht mehr ausreichend ersetzt, so daß sich keine Bodenbelebung einstellen kann. Das absinkende Wasser nimmt Humusstoffe aus der Vermoderungszone mit, die bei der Berührung mit dem Mineralboden ausgefällt werden und die Verdichtung des B-Horizontes fördern. Die Wirkung des sauren Wassers ist aber nur kurz, so daß es im ungünstigsten Fall nur zu schwacher Podsolierung kommt.

Nach dem Ausbleiben einer Fichtenbestockung auf den Muldenböden bildete sich auf dem schwachen Abfall der Buckel zum Muldenboden im Bereich des Traufrandes eine Zone heraus mit relativ günstigen mikroklimatischen Verhältnissen: Dauernde Feuchthaltung des Bodens durch Niederschläge und Traufwasser, aber ohne Wasserstauung wie in den Mulden, gute Bodenbelüftung im Gefolge des in die Mulden abziehenden Wasserüberschusses, ausreichend Licht und Wärme für Pflanzenwuchs. Der Nadelrohhumus kann abgebaut werden.

Durch das Zusammenwirken des Kleinreliefs und des Fichtenbestandes schälten sich im Ablauf von ca. 500 Jahren 3 gut abgrenzbare Kleinstandorte heraus, die wesentliche mikroklimatische und edaphische Unterschiede aufweisen:

1. Die Schirmflächen der Fichten auf den Buckeln mit mächtiger Nadelstreuansammlung, verursacht durch Mangel an Feuchtigkeit während der Vegetationszeit und das Fehlen einer Bodenbelebung. Gegen den B-Horizont hatte nur eine Vermoderung der Nadelstreu stattgefunden (pH: 3,2) und meist nur schwache Podsolierung; eingeschlammte und ausgefällte Humusstoffe hatten einen humosen, dichten B-Horizont (mit pH: 4,0) erzeugt. Die Streu beherbergt keine Mykorrhizen. Bei stärkerer Auflichtung des Schirms erscheint der Fichtennadeln bewohnende *Marasmius perforans*.
2. Die Muldenböden ohne Fichtenbestockung mit dichtem speckig-schmierigem Humus, pH: 3,2, unter *Sphagnum Girgensohnii* ohne und mit *Polytrichum commune*, verursacht durch langanhaltende Übervernässung bei vollem Tageslichtzutritt. Sphagnumstreu: pH: 3,5, B-Horizont, dicht humos: pH: 4,0.
3. Die Traufzone auf den Einhängen von den Buckeln zu den Mulden mit relativ günstigen Wärme-, Licht-, Wasser-, Bodenluft- und Humusverhältnissen bei fortlaufendem Streuabbau unter wesentlicher Mitwirkung der Bodenpflanzen. A-Horizont, Humus pH: 3,5, B-Horizont, leicht humos verdichtet, pH: 4,0, C Firneisgrundschutt: pH: 4,5—5,0.

Die ökologischen Unterschiede zwischen diesen 3 Kleinstandorten finden einen deutlichen Ausdruck in der Artenzusammensetzung der Bodenflora (siehe Tabelle 1, S. 00).

#### Veränderungen in der Artenzahl der Bodenflora bei Freistellungen

Bei Auflichtungen von so geringem Umfang, daß noch keine längere Einwirkung von unmittelbarer Sonneneinstrahlung stattfinden kann, entwickelt sich auf freigestellten Buckeln die Flora des Traufrandes. Die Aufschließung des Nadelrohhumus zu Moder kommt in Gang, während der verdichtete humose B-Horizont nur geringfügige Veränderungen erfährt. In den Mulden bleibt der Zustand wie zuvor erhalten. Fichtenverjüngungen kommen nur auf den Buckeln an, und hier nur in Stockachseln und an Wurzelaufläufen, wo sie durch den nicht verfestigten humosen B-Horizont rechtzeitig Absenkerwurzeln entwickeln können. *Deschampsia (Aira) flexuosa* tritt aus der Schattenform heraus. *Calamagrostis* erscheint oder beginnt sich aus kleinen Anfängen zu entfalten.

Bei Auflichtung von größerem Umfang mit länger anhaltender unmittelbarer Sonneneinstrahlung auf den Rohhumusboden tritt eine rasche Veränderung in der Artenzahl der Bodenflora ein: Die Moose gehen zum größten Teil sofort ein oder verkümmern allmählich. Die Zahl der krautigen Pflanzen verringert sich, während die Gräser *Deschampsia flexuosa* und *Calamagrostis villosa* zu luxurieren beginnen und fertil werden. Die krautigen Pflanzen werden im Laufe der Jahre bis auf *Luzula maxima* verdrängt. *Athyrium alpestre* und *Dryopteris spinulosa* können sich nur in kümmerlicher Form erhalten. *Calamagrostis villosa* erobert sich allmählich mit Hilfe der Ausläufer die ganze Fläche und bedrängt auch die ausläuferlose *Deschampsia flexuosa*.

An *Deschampsia*-Standorten wird der B-Horizont durch die tiefgehenden Fadenwurzeln gelockert. *Calamagrostis* schließt mit Hilfe von Mykorrhizawurzeln die Nadelstreu auf, hinterläßt aber viel Grasstreu, welche keine anderen Pflanzen mehr aufkommen läßt, auch keine Fichtenkeimlinge. Fichtenverjüngungen kommen im günstigsten Falle in Stockachseln an und durch, wenn sie vor dem Erscheinen von *Calamagrostis* Fuß gefaßt haben. Auf stärker geneigten Flächen sind die Aussichten für das Ankommen der Fichte günstiger. Die Mulden bleiben aber regelmäßig unbestockt.

Verteilung der Pflanzenarten im Bereich des Hochlagenwaldbestandes

Pflanzenarten	Unversehrter Bestand			Durch Windwurf versehrt. Bestand			
	mit Schirm- und Lichtstellen			Ohne direkte(r) Sonneneinstrahlung		Mit	
	Schirmst. Buckel	Traufzone Abfall	Lichtst. Mulde	Buckel	Mulde	Buckel	Mulde
<b>Holzarten</b>							
Fichte . . . . .	5.5	.	.	.	.	.	.
Fi. Verjüngung . . . . .	.	+	.	+	+	+—0	.
Buchen-Verj., gepflanzt . . . . .	+	.	.	.	.	.	.
Tannenverjüngung . . . . .	+	.	.	.	.	.	.
Vogelbeere . . . . .	+	+	.	+	.	+	.
<b>Sträucher</b>							
Heidelbeere . . . . .	.	.	.	+1	.	+1	.
<b>Krautige Pflanzen</b>							
<i>Anemone nemorosa</i> . . . . .	.	+	.	+	.	.	.
<i>Homogyne alpina</i> . . . . .	.	+1	.	+1	.	.	.
<i>Luzula maxima</i> . . . . .	.	+	.	+	.	+	.
<i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .	.	+	.	+1	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i> . . . . .	.	+	.	+2	.	.	.
<i>Polygonatum verticillatum</i> . . . . .	.	+	.	+	.	.	.
<i>Soldanella montana</i> . . . . .	.	+	.	+	.	.	.
<i>Streptopus amplexifolius</i> . . . . .	.	+	.	+	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i> . . . . .	.	+	1.1	+	1.1	.	.
<b>Gräser</b>							
<i>Deschampsia flexuosa</i> . . . . .	0—+	+1	+1	1.1	1.1	1.2	1.1
<i>Calamagrostis villosa</i> . . . . .	.	+	.	+2	.	4.5	4.5
<b>Farne</b>							
<i>Athyrium alpestre</i> . . . . .	.	+	.	+	.	+—0	.
<i>Blechnum spicant</i> . . . . .	.	+	.	+	.	.	.
<i>Dryopteris spinulosa</i> . . . . .	.	+	.	+	.	+—0	.
<b>Bärlappe</b>							
<i>Lycopodium annotinum</i> . . . . .	.	+	.	+	.	.	.
<b>Moose</b>							
<i>Dicranum scoparium</i> . . . . .	.	+2	.	1.2	.	+—0	.
<i>Hypnum Schreberi</i> . . . . .	.	+	.	1.1	.	.	.
<i>Hylocomium loreum</i> . . . . .	.	1.2	.	1.3	.	.	.
<i>Lophozia lycopodioides</i> . . . . .	0—+2	1.2	.	1.2	.	.	.
<i>Lophozia Floerkei</i> . . . . .	.	1.2	.	1.2	.	.	.
<i>Plagiothecium undulatum</i> . . . . .	.	+2	.	+2	.	.	.
<i>Polytrichum formosum</i> . . . . .	.	1.2	.	1.2	.	.	.
<i>Polytrichum commune</i> . . . . .	.	0—+	1.2	+2—0	1.2	.	.
<i>Sphagnum Girgensohnii</i> . . . . .	.	.	4.5	.	1.2	.	.
<b>Pilze</b>							
<i>Marasmius perforans</i> . . . . .	0—2.2	.	.	.	.	.	.

Auf östlich exponierten windgeschützteren Lagen in Südosten tritt häufig *Dryopteris oreopteris* in Gruppen auf, *Athyrium alpestre* ist häufiger, *Luzula maxima* erscheint zahlreicher.

Wo *Calamagrostis* vorherrscht, dauert es bis 15 Jahre und mehr, bis der Fichtenrohhumus abgebaut ist und das Gras rückläufig wird. Der verdichtete humose B-Horizont aber wird nur wenig verändert Fichtensaat und Pflanzungen versagen auf diesen Flächen regelmäßig.

Die Erneuerung des Fichtenbestandes der Hochlagen erfolgte stets nur auf Windrißkahlfächen durch Naturverjüngungen.

Die Veränderungen in der ursprünglich standörtlich günstigen Bodenunterlage durch Rohhumusaufgabe und Bodenverdichtung bedeuten nicht nur Nachteile für den Wasserhaushalt der Landschaft, sondern auch Schwierigkeiten für die forstliche Behandlung der Hochlagen.

Nachstehend beschriebener Versuch diente der Feststellung, durch welche Maßnahmen die Rohhumusdecke und die Bodenverdichtung so rasch abgebaut werden konnten, daß Naturverjüngung, Saat und Pflanzung angingen noch ehe *Calamagrostis villosa* verdämmend sich entwickelte.

### Maßnahmen zur Beseitigung der Rohhumusdecke und der Bodenverdichtungen

Versuche mit Kalkung im Bestand unter Schirm zeitigten keinen Erfolg, weder im Abbau der Rohhumusdecke noch in Änderungen im Pflanzenbestand.

Auf Grund von Beobachtungen, daß auf Hochlagenböden mit Sonneneinstrahlung ein teilweiser natürlicher Abbau des Rohhumus, wenn auch sehr langsam, vor sich geht, wurden in der Abteilung Hochwiesl des Forstamtes Zwiesel-West zwischen 1200 und 1250 m Höhenlage vier Lichtungen von 2 Baumstämme-Länge und einer Baumstamm-Breite geschlagen mit Verlauf der Längsrichtung Ost—West. Die Flächen erhielten gegen Weidevieh und Wild eine Einzäunung.

Fläche	Länge	Breite	qm	Kalkart u. Menge	pro ar	Pflanz-Fi. ½ Fläche	Saat ½ Fläche
1	58 m	23 m	1334	12,5 dz K. Kalk	9,37 kg	518	ca. 23000
2	54 m	21 m	1134	12,5 dz K. Kalk	11,02 kg	425	ca. 23000
3	46 m	19 m	874	12,5 dz B. Kalk	14,42 kg	384	ca. 23000
4	54 m	20 m	1080	12,5 dz B. Kalk	11,57 kg	405	ca. 23000
Zaun:	212 m + 83 m 295 m		4422	50 dz	11,59 kg Mittel	1732	ca. 92000

Die Flächen wurden im August 1952 angelegt, jede Fläche der Länge nach halbiert, im nördlichen Teil der Kalk mit dem Humus umgehackt, im südlichen Teil nur eingehackt.

1953 (vom 19. bis 22. Juni) erfolgte die Bepflanzung der nördlichen Hälfte mit dreijährigen Hochlagenfichten im Verband 1,2 . 1,2. Die südliche Hälfte wurde mit bodenständigem Saatgut besät.

1952 erfolgte die Aufnahme des ursprünglichen Pflanzenbestandes und die Untersuchung der Bodenverhältnisse auf den 3 Kleinstandorten.

Die Veränderungen im Pflanzenbestand und die Bodenentwicklung fanden laufende Beobachtung bis 1957.

### Veränderungen des Mikroklima durch die Anlage der Flächen

Die gesamten Niederschläge (1275 mm i. 10. j. Durchschnitt) können direkt auf den Boden auf-treffen. Der unmittelbar einfallende Schnee bleibt liegen, wie er fällt, und verfirnt nur geringfügig. Der Boden gefriert in der Regel nicht unter der lockeren Schneedecke wie unter Fichtenschirm unter abgefallenem Naßschnee. Taubildung kann eintreten.

Der Windschutz durch den umgebenden Bestand bleibt bei der geringen Größe der Flächen erhalten, so daß dort auch bei stürmischem Wetter relative Luftruhe herrscht und keine gefährliche Wirbelbildung eintreten kann.

Licht und Wärme haben nun unmittelbaren Zutritt auf den Boden, jedoch nicht auf alle Teile mit gleicher Intensität gleichzeitig und gleich lang. Die Morgensonne kann erst beim Erreichen eines gewissen Standes auf die Fläche einstrahlen, beginnend auf der Westseite. Die Mittagssonne erfaßt den größten Teil der Fläche mit Ausnahme des Schattenbereiches des Bestandes am Südrand der Flächen.

Die Abendsonne kann die Fläche vom Schattenrand der Westseite bis zum Ostrand erreichen. Mittags-, Nachmittags- und Abendsonne bewirken eine relativ stärkere Erwärmung als Morgen- und Vormittagssonne, deren zugeführte Wärme zum größten Teil für den Ausgleich der nächtlichen Abkühlung verbraucht wird. Die stärkste und längste Wärmeinstrahlung empfängt der Mittelteil der Fläche nördlich des Bestandsrandes außerhalb dessen Schattens. Die beiden südlichen Ecken stehen am kürzesten unter direkter Sonnenbestrahlung, wobei die südöstliche Ecke wärmemäßig etwas günstiger als die südwestliche liegt, dann folgen Nordost- und Nordwestecke. Der Schattenrand im Süden der Flächen steht nur morgens und abends kurze Zeit unter direkter Sonnenbestrahlung, so daß die wesentliche Erwärmung des Bodens über den erwärmten Luftkörper erfolgt.

## Veränderungen im Pflanzenbestand

Nachstehende Pflanzenliste gibt ein übersichtliches Bild vom Anfangsbestand vor dem Auftrieb der Flächen 1952 und den Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung bis einschließlich 1957:

## Veränderungen im Pflanzenbestand auf Lichtstellen mit Sonneneinstrahlung und Kalkung

Pflanzenarten	Im Waldbestand			Flächen mit direkter Sonneneinstrahlung Ausgefallene, erhaltene und neue Pflanzen					
	Wald	Fläche 1	Seit (Jahr)	Fläche 2	Seit (Jahr)	Fläche 3	Seit (Jahr)	Fläche 4	Seit (Jahr)
<b>Holzarten</b>									
Fichte . . . . .	5.5	+	55	+	55	+	55	+	55
Buche, gepflanzt, Fl. 2 . . .	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Tanne . . . . .	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Vogelbeere . . . . .	+	1.1	54	1.1	54	1.1	54	1.1	54
Bergahorn . . . . .	.	+	54	.	.	.	.	.	.
Warzenbirke . . . . .	.	+	57	+	54	+	54	+	54
Zitterpappel . . . . .	.	+	54	+	54	+	57	+	57
Weidenbastarde . . . . .	.	1.2	54	1.2	54	1.2	54	2.2	54
Hirschholunder . . . . .	.	1.1	54	1.1	54	1.1	54	1.2	54
<b>Sträucher</b>									
Himbeere . . . . .	.	1.1	54	1.2	54	1.1	54	1.2	54
Heidelbeere . . . . .	1.2	1.3	.	1.2	.	1.2	.	1.2	.
<b>Krautige Pflanzen</b>									
<i>Anemone nemorosa</i> . . . . .	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Homogyne alpina</i> . . . . .	1.1	1.2	.	1.3	.	1.1	.	1.2	.
<i>Luzula maxima</i> . . . . .	1.1	1.1	.	1.1	.	+1	.	+1	.
<i>Majanthemum bifolium</i> . . . .	1.1	1.2	.	1.3	.	1.1	.	+1	.
<i>Oxalis acetosella</i> . . . . .	1.1	.	.	+1	.	+3	.	.	.
<i>Polygonatum verticillatum</i> . . .	+	.	.	.	.	+2	.	.	.
<i>Soldanella montana</i> . . . . .	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Streptopus amplexifolius</i> . . . .	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i> . . . . .	1.2	1.3	.	1.3	.	1.2	.	.	.
<i>Alchemilla vulgaris</i> . . . . .	.	+	55	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus crispus</i> . . . . .	.	+	55	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium caespitosum</i> . . . . .	.	.	.	.	.	+	55	+	55
<i>Cirsium arvense</i> . . . . .	.	+2	55	+2	55	+2	56	+2	55
<i>Cirsium palustre</i> . . . . .	.	+	55	+	55	.	.	.	.
<i>Cirsium heterophyllum</i> . . . . .	.	.	.	+	54	.	.	.	.
<i>Crepis biennis</i> . . . . .	.	.	.	+	55	+	54	+	55
<i>Epilobium angustifolium</i> . . . .	.	2.3	53	3.4	53	4.5	53	3.5	53
<i>Epilobium montanum</i> . . . . .	.	1.1	53	1.1	53	1.1	53	1.2	53
<i>Epilobium spec.</i> . . . . .	.	+	55	+	55	.	.	.	.
<i>Erigeron acer</i> . . . . .	.	+	55	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i> . . . . .	.	+1	54	+2	55	.	.	+3	54
<i>Galium scabrum</i> . . . . .	.	+	55	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium Robertianum</i> . . . . .	.	+1	55	.	.	+2	55	2.3	54
<i>Gnaphalium silvaticum</i> . . . . .	.	+1	54	+1	55	+1	54	+1	55
<i>Hieracium silvaticum</i> . . . . .	.	.	.	+	55	.	.	+	55
<i>Hieracium pilosella</i> . . . . .	.	1.2	54	+2	55	+	55	+	55
<i>Hieracium spec.</i> . . . . .	.	+	55	+	55	+	55	+	.
<i>Hypochoeris radicata</i> . . . . .	.	+	54	+	55	.	.	+1	54
<i>Juncus effusus</i> . . . . .	.	1.1	54	+	55	.	.	+1	54
<i>Lactuca muralis</i> . . . . .	.	1.1	55	+	55	.	.	+	55
<i>Lactuca scariola</i> . . . . .	.	.	.	.	.	.	.	+2	56
<i>Luzula campestris</i> . . . . .	.	.	.	+	55	.	.	.	.
<i>Lysimachia nemorum</i> . . . . .	.	.	.	.	.	.	.	+3	55
<i>Moebringia trinerva</i> . . . . .	.	+1	55	+1	55	.	.	.	.
<i>Melandrium rubrum</i> . . . . .	.	+	55	+2	54	+2	55	+1	55
<i>Mimulus guttatus</i> . . . . .	.	.	.	.	.	+1	57	.	.
<i>Myosotis palustris</i> . . . . .	.	.	.	+	55	.	.	.	.
<i>Petasites albus</i> . . . . .	.	1.2	55	+2	55	.	.	+2	56
<i>Plantago lanceolata</i> . . . . .	.	.	.	+	56	.	.	.	.

Pflanzenarten	Im Wald- bestand		Flächen mit direkter Sonneneinstrahlung Ausgefallene, erhaltene und neue Pflanzen						
	Wald	Fläche 1	Seit (Jahr)	Fläche 2	Seit (Jahr)	Fläche 3	Seit (Jahr)	Fläche 4	Seit (Jahr)
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	1.1	55	+	55	.	.	+	55
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	+	55	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	+1	54	+1	55	.	.	1.3	54
<i>Ranunculus bryinnis</i>	.	+2	55	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	1.2	54	1.3	54	1.1	54	1.3	54
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	.	+	55	+	55	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	+	56	+	57	+	55	1.2	54
<i>Senecio Fuchsii</i>	.	.	.	+	55	+	55	+	55
<i>Stellaria media</i>	.	+2	55	+2	55	+2	54	1.2	54
<i>Stellaria nemorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+2	55
<i>Stachys silvatica</i>	.	+2	55	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>	.	1.1	54	1.1	54	1.1	54	1.2	54
<i>Trifolium repens</i>	.	1.2	55	1.1	55	1.1	55	+1	55
<i>Tussilago farfara</i>	.	.	.	+	57	+	57	.	.
<i>Urtica dioeca</i>	.	1.2	54	1.3	54	1.2	54	1.3	54
<i>Veronica officinalis</i>	.	1.3	54	1.3	53	1.2	54	1.3	54
<i>Veronica serpyllifolia</i>	.	.	.	+	55	.	.	+1	55
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	1.1	54	.	.	+2	55	.	.
<i>Veronica spec.</i>	.	.	.	+	55	.	.	.	.
<b>Gräser</b>									
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1.2	1.3	.	1.3	.	2.3	.	2.3	.
<i>Calamagrostis villosa</i>	1.2	1.4	.	1.3	.	1.1	.	2.4	.
<i>Agrostis vulgaris</i>	.	+1	54	+1	54	1.2	54	+2	54
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	+	55	.	.	+1	55
<i>Poa annua</i>	.	+2	54	+	54	.	.	+2	54
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	+	55	.	.	+	55
<b>Carex-Arten</b>									
<i>Carex silvatica</i>	.	.	.	+	55	.	.	+	55
<i>Carex canescens</i>	.	1.2	54	+2	54	+2	55	+1	55
<i>Carex leporina</i>	.	1.2	55	+	+	.	.	+1	55
<i>Carex pilulifera</i>	.	.	.	+	55	.	.	.	.
<i>Carex flava</i>	.	.	.	.	.	+	55	.	.
<i>Carex spec.</i>	.	.	.	+	55	.	.	.	.
<b>Farne</b>									
<i>Athyrium alpestre</i>	+1	1.1	.	.	.	.	.	+1	.
<i>Blechnum spicant</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris spinulosa</i>	1.1	+	.	+	.	+	.	+1	.
<b>Bärlappe</b>									
<i>Lycopodium annotinum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Moose</b>									
<i>Dicranum scoparium</i>	2.3	+	.	3.4	.	1.1	.	+1	.
<i>Hypnum Schreberi</i>	+2	+	.	+	.	+	.	+	.
<i>Hylocomium loreum</i>	1.2	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lophozia lycopodioides</i>	2.3	+	55	+	.	+	57	+	57
<i>Polytrichum formosum</i>	2.2	+1	.	+1	.	+1	.	+2	.
<i>Polytrichum commune</i>	1.2	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium undulatum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum Girgensohnii</i>	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Marchantia polymorpha</i>	.	2.5	54	1.2	54	+2	54	1.3	54
<i>Fumaria hygrometrica</i>	.	1.3	54	+3	54	1.2	54	+3	54
<i>Webera nutans</i>	.	2.3	54	1.3	54	1.3	54	1.2	54

**Änderungen der Zahl der Arten**

1952 im Bestand	Abgang sofort	Neue Arten	Abgang	Stand 1957
29	4	68	1	92

**Aufgliederung**

	1952 im Bestand	Abgang sofort	Zugang	Abgang später	1957
Holzarten . . . . .	4	0	5	0	9
Sträucher . . . . .	1	0	1	0	2
Kräuter . . . . .	9	0	49	1	57
Gräser . . . . .	2	0	4	0	6
Carex-Arten . . . . .	0	0	6	0	6
Farne . . . . .	3	0	0	0	3
Moose . . . . .	9	3	3	0	9
Bärlappe . . . . .	1	1	0	0	0
<b>Arten . . . . .</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>68</b>	<b>1</b>	<b>92</b>

**Aufteilung der Pflanzen nach der Beweglichkeit der Samen**

Pflanzen mit ausgeprägtem Flugapparat der Samen . . . . .	24
Davon Kompositen . . . . .	20
Holzarten . . . . .	2
Pflanzen mit Samen von geringerem Flugvermögen . . . . .	4
Davon Holzarten . . . . .	4
Pflanzen mit Beerenfrüchten . . . . .	8
Davon Holzarten . . . . .	2
Pflanzen mit schweren Samen ohne Flugvermögen . . . . .	1
Davon Holzarten . . . . .	1
Pflanzen mit sehr leichten Feinkornsamen . . . . .	43
Pflanzen mit Sporen . . . . .	12
	<u>92</u>

**Aufteilung nach der Lebensdauer**

Ausdauernde Pflanzen . . . . .	85
Davon mit Rhizomen . . . . .	9
mit Ausläufern . . . . .	20
Ein- und zweijährige Pflanzen . . . . .	7
	<u>92</u>

**Hauptverbreitung einiger Pflanzen außerhalb des Waldes**

Wiesenpflanzen . . . . .	11
Acker- und Schuttpflanzen . . . . .	9

Die Hauptmasse der 68 neuen Pflanzenarten verdankt der Einwehung der Samen durch Winde, hauptsächlich westliche Winde (ca. 50%) auf die Schlagflächen ihre Einbringung. Ein kleinerer Teil wurde durch Vögel vertragen. Die größte Flugweite haben die Samen der Kompositen. Ein bezeichnendes Beispiel gibt das kurze, einjährige Auftreten von *Lactuca scariola*, deren Flugsamen nur aus dem ca. 40 km entfernten Donauraum stammen können. Ein Teil der erschienenen Schlagpflanzen ist vermutlich aus Samen hervorgegangen, die bereits in Keimruhe im Waldboden vorhanden gewesen sind.

Das Auftreten zahlreicher neuer Pflanzen innerhalb kurzer Zeit läßt den Schluß zu, daß im Laufe längerer Zeiträume die Samen aller geographisch möglichen Pflanzen an jede Stelle des Geländes gelangen, aber nur dort zur Entwicklung und zum Fruchten kommen, wo die ökologischen Verhältnisse ihrer ökologischen Valenz entsprechen.

Durch das Aufhauen der Flächen für den Zutritt der Sonneneinstrahlung unmittelbar auf den Boden und durch das Einbringen von Brannt- oder kohlen-sauren Kalk in den Rohhumus, wurden die ökologischen Bedingungen für die neuen Pflanzen geschaffen.

Der mit dem Rohhumus vermischte Kalk leitete bei dauernd vorhandener Bodenfeuchte dessen Aufschließung ein. Er setzte in erster Linie aus dem Rohhumus den Stickstoff frei, worauf das massenweise Auftreten von *Epilobium angustifolium*, *Urtica dioeca*, *Senecio vulgaris*, *Rubus idaeus* und *Taraxacum officinale* mit üppigem Wuchs und die hohe Vitalität der übrigen Pflanzen hinweisen. Die Freisetzung des Stickstoffes und anderer Pflanzennährstoffe aus dem Rohhumus bei guter Belüftung und Befeuchtung führte auch zu einer Belebung des Bodens mit Mikroorganismen und Kleintieren. Regenwürmer wurden bis jetzt noch nicht beobachtet.



Die Neubelebung des Bodens und die Existenz vieler der neu angekommenen Pflanzen ist nur so lange gesichert, als die aus dem Rohhumus freigesetzten Nährstoffe ausreichen. Bereits 1957 zeigte sich am Nachlassen der Üppigkeit von *Epilobium angustifolium*, *Urtica dioica* und *Taraxacum officinale* ein Rückgang der Stickstoffproduktion an. Nur die tiefer wurzelnden Holzsträucher setzen ihr üppiges Wachstum fort, ein Zeichen, daß ihre Wurzeln den nährstoffreichen Mineralboden unter dem B-Horizont bereits erreicht haben. Die Pflanzfichten, die von 1953 bis 1955 kümmernten, setzten 1956 und 1957 mit Längenzuwächsen bis zu 20 cm ein, nachdem sie durch den aufgelockerten B-Horizont Absenkerwurzeln in den Mineralboden entwickeln konnten.

Nach Einleitung der Rohhumusaufschließung durch den Kalk besorgten die zahlreichen neu angekommenen Pflanzen die Aufschließung des dichten humosen B-Horizontes durch ihre Wurzel-tätigkeit, so daß wieder günstige Luft- und Wasserbewegung im Boden möglich ist. Die zahlreichen Laub abwerfenden Pflanzen, insbesondere die tiefer wurzelnden Laubholzsträucher, brachten den Nährstoffumlauf aus dem nährstoffreichen Mineralboden wieder in Gang und sorgten damit für einen vielseitigen aktuellen Nährstoffvorrat im Humus für neu ankommende Pflanzen und die Bodenmikroflora und -fauna.

Die Bedeutung der Wärmezufuhr durch die unmittelbare Sonneneinstrahlung ergibt sich deutlich aus der unterschiedlichen Vitalität der Pflanzenarten auf den länger und kürzer erwärmten Teilen der Flächen.

Durch die komplexe Wirkung von Kalkung, Wärme, Bodenbelüftung bei Durchwurzelung und andauernder Feuchthaltung verloren Rohhumus und humoser B-Horizont nicht nur ihre Dicht-lagerung, sondern erfuhren auch eine Abstumpfung der Azidität: der mullartig gewordene Roh-humus von pH 3,2 zu pH 4,5 — 4,9, der humose B-Horizont von pH 4,1 zu pH 4,5 (1957).

Auch in den Flachmulden wurde der speckige Humus in gleicher Weise verändert, aber sichtlich etwas langsamer.

An Stellen, wo zu viel Kalk unvermischt mit Rohhumus eingebracht worden ist, siedelten sich kleinflächig dicht *Marchantia polymorpha* und *Webera nutans* an. Im Schutz des Schattens der Laub-sträucher treten die Moose wieder stärker in Erscheinung, auch *Isoetes macrospora*.

Die Fichtensaat von 1953 ist nicht zur Entwicklung gekommen. Der Boden war noch nicht bereit dafür. Die wenigen Keimlinge gingen rasch wieder ein.

Erst seit 1955, als der Boden schon mit zahlreichen neuen Pflanzen bedeckt war, und die Pflanz-fichten aus ihrem kümmerlichen Zustand heraustraten, kamen auch Jungfichten aus eingeflogenen Samen an, vornehmlich auf Buckeln und in Stockachseln. Sie entwickelten sich bis heute gut. Jedes Jahr kommen neue hinzu. *Calamagrostis villosa* konnte mit der Kalkung bis jetzt nicht bekämpft werden, wird aber bereits stellenweise durch flottwachsende Laubholzsträucher bedrängt.

Die Laubsträucher bilden einen Vorwald, in dessen Schutz nicht nur Fichten sondern auch andere Laubholzarten wie Bergahorn, Aspe und Warzenbirke erscheinen. Auch die Vogelbeere kann in den werdenden Waldbestand mit einwachsen.

Nach den günstig gewordenen Bodenverhältnissen ist es wohl möglich, Laubhölzer durch Pflanzung oder Saat verstärkt einzubringen.

Ein möglichst großer Laubholzanteil im heranwachsenden Fichtenwald ist wesentlich für die Erhaltung des erreichten günstigen Bodenzustandes und zur Vermeidung der Wiederentwicklung einer Rohhumusdecke eines reinen Fichtenbestandes mit den Nachteilen für die Bewirtschaftung und den Wasserhaushalt der Landschaft. Nur durch den Nährstoffumlauf über die Laubhölzer ist es möglich, die Schäden durch den Nadelstreubefall zu kompensieren. Sonneneinstrahlung auf den Rohhumusboden der Hochlagen ohne Kalkung führt nur zu schwacher Rohhumusumwandlung zu Moder und zu leichter Lockerung der Bodenverdichtung im humosen B-Horizont auf den Buckeln, nicht aber in den Mulden, zu einer Abnahme der Arten und Förderung der Vergrasung mit *Calamagrostis villosa*, welche keine anderen Pflanzen mehr aufkommen läßt, bis nach ca. 10 bis 15 Jahren der Rohhumus abgebaut ist, nicht aber die Verdichtung und *Cal. vill.* rückläufig werden. Nach diesem Zeitraum erscheinen Fichtenverjüngungen nur zögernd im Bereich der Stöcke auf den Buckeln, aber keine Laubhölzer.

Sonneneinstrahlung auf den Rohhumusboden der Hochlagen mit Kalkung bewirkt nach wenigen Jahren eine völlige Umstellung der Bodenentwicklung mit Umwandlung des Rohhumus zu mull-artigem Humus und Aufschließung der Bodenverdichtung im B-Horizont. Die Artenzahl nimmt in den ersten Jahren der Kalkung sehr rasch zu, bringt den Nährstoffumlauf aus dem nährstoffreichen Firneisgrundschutt wieder in Gang. Im gelockerten Humus kann sich eine Mikroflora und -fauna entwickeln und erhalten. Eingeflogene Baumsamen von Fichten und Laubhölzern, Einsaaten und Pflanzungen können sich ungestört auf Buckeln und in Mulden rasch durchsetzen.

In dem wieder heranwachsenden Wald aus Fichte, mit Laubhölzern durchsetzt, besteht die Gefahr von Wiederanhäufung von Rohhumus und neuer Bodenverdichtung nicht mehr in dem Maße wie im Reinfichtenbestand.

Übersicht über die Veränderungen auf Flächen mit Sonneneinstrahlung ohne und mit Kalk

Veränderungen	ohne Kalkung	mit Kalkung
1. im Pflanzenbestand	Fortschreitendes Absterben der Moose und krautigen Pflanzen. Luxurieren der Gräser <i>Distansia flexuosa</i> und <i>Calamagrostis villosa</i> mit starker Ausbreitung von <i>Cal. vill.</i> bis zur Unterdrückung der ersteren. Abnehmen der Artenzahl.	Ausfall einiger Moose, Rückgang der übrigen, Ankunft neuer Moose und allmähliche Wiederkehr ausgefallener Moose. Umstellung der Schattenformen der übrigen Pflanzen zu Lichtformen. Erscheinen 68 neuer Arten. Zunahme der Artenzahl
2. im Bodenzustand		
a) im Rohhumus	Langsame Umwandlung des Rohhumus und Abbau zu Moder auf den Buckeln von pH 3,2 zu 3,5 in einem Zeitraum von bis zu 15 Jahren und mehr; nicht aber in den Mulden.	Rasche Umwandlung des Rohhumus innerhalb weniger Jahre zu mullartigem Humus von pH 3,2 zu 4,5 bis 4,9 auf den Buckeln und etwas langsamer in Mulden.
b) im humosen B-Horizont	Schwache Lockerung im Bereich der Stöcke und Wurzelaufläufe auf den Buckeln, nicht aber in den Mulden.	Vollkommene und rasche Aufschließung auf den Buckeln, etwas langsamer in den Mulden.
c) in der Bodenbelüftung	Schwache Bodenbelüftung nur auf den Buckeln, nicht in den Mulden.	Rasch eintretende Bodenbelüftbarkeit auf Buckeln und in Mulden.
d) in der Wasserführung	Leichte Verbesserung der Wasseraufnahme auf den Buckeln, nicht aber in den Mulden.	Völlige Wiederherstellung der Wasseraufnahmefähigkeit auf den Buckeln und in den Mulden.
e) im Nährstoffumlauf	Keine wesentliche Änderung. Neuer saurer Rohhumus entsteht aus dem Grasabfall von <i>Cal. vill.</i> und von den wenigen Fichten auf den Buckeln. Der nährstoffreiche Mineralboden bleibt un- ausgenützt.	Die zahlreichen tiefer wurzelnden ausdauernden Laubholzsträucher stellen den Nährstoffumlauf über den Laubabfall aus dem nährstoffreichen Mineralboden wieder her und schaffen einen günstigen aktuellen Nährstoffvorrat im mullartigen Humus.
f) im Bodenleben	Das Bodenleben erfährt keine Verbesserung und beschränkt sich auf die Tätigkeit von Mykorrhizapilzen.	Der nährstoffreiche Laubhumus und die gute Bodenbelüftung fördern Mikroflora und -fauna.
3. in der Wiederbewaldung		
a) in der Vorwaldbildung	Keine Vorwaldbildung, nur Vergrasung.	Vorwald aus tiefwurzelnden ausdauernden Laubholzsträuchern.
b) in der Holzartenverjüngung	Fi.-Verjüngungen nur auf Buckeln in Stockachseln und Wurzelaufläufen nach Umlauf von bis zu 15 und mehr Jahren mit schwachem Wuchs. Selten Vogelbeere, kein weiteres Laubholz. Fi.-Saat und Pflanzung haben geringen Erfolg.	Fi.-Naturverjüngungen bereits vom 3. Jahr an, Saat und Pflanzung dann erfolgreich. Laubhölzer: Bergahorn, Aspe, Warzenbirke und Vogelbeere kommen selbst an. Saat und Pflanzung möglich.
c) in der Waldentwicklung	Es entsteht wieder Reinfichtenwald ohne Laubholz wie vorher mit Anreicherung von Rohhumus.	Der Aufbau eines laubholzreichen Fichtenwaldes ist möglich und damit die Erhaltung eines guten Bodenzustandes.

Literatur

- Priehäuser, Gg.: Bodenfrost, Bodenentwicklung und Flachwurzeligkeit der Fichte. Forstw. Centralblatt, 61. Jg., 1939. — Priehäuser, Gg.: Der Klimaablauf der Späteiszeit im Bayr. Wald. Geologische Blätter für NO Bayern, Bd. 6, H. 2, 1956. — Ruoff, S.: Stratigraphie und Entwicklung einiger Moore des Bayr. Waldes in Verbindung mit der Waldgeschichte. Forstw. Centralblatt, 54. Jg., 1931. — Trautmann, W.: Pflanzensoziologische und pollenanalytische Untersuchungen der Fichtenwälder des Bayr. Waldes. Diss. Göttingen, 1952. — Woelfle, M.: Waldbau und Forstmeteorologie. Bayr. Landwirtschaftsverlag GmbH, München 1950.