

Oberösterreichisches
Landesmuseum

I 92658/190

58

MITTEILUNGEN
STLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN

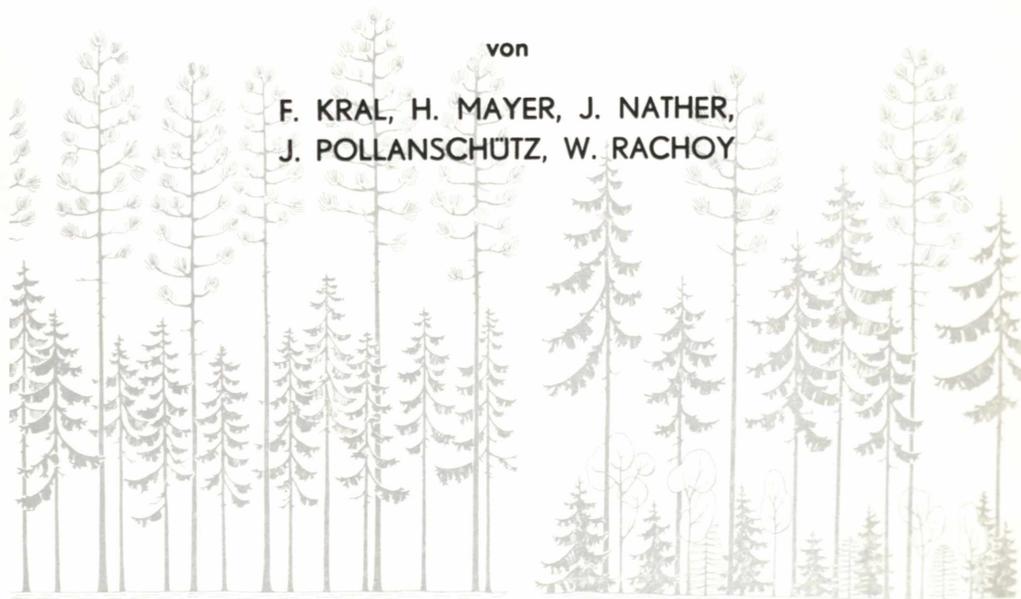


Naturverjüngung im Mischwald

Bestandesumbau sekundärer Kiefernwälder

von

F. KRAL, H. MAYER, J. NATHER,
J. POLLANSCHÜTZ, W. RACHOY



FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT
A 1131 WIEN
(Tel. 82 36 38)

DIREKTOR: HOFRAT DIPL.-ING. HANS EGGER
Stellvertreter: Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Braun

Institut für Waldbau

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Günther ECKHART

Waldbaugrundlagen; Samenkunde und Forstpflanzennachzucht; Waldaufbau und Waldpflege; Prüfstelle für Waldsamen

Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik

Leiter: Dipl.-Ing. Leopold GÜNZL

Grundlagen der Züchtung; Angewandte Züchtung; Biologische Holzforschung

Institut für Standort

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Helmut JELEM

Klimatologie; Bodenkunde und Forstdüngung; Forstliche Vegetationskunde; Standortskartierung

Institut für Forstschutz

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Edwin DONAUBAUER

Entomologie; Phytopathologie; Allgemeiner Forstschutz; Forstchemie und Rauchsäden; Prüfstelle für forstliche Pflanzenschutzmittel

Institut für Ertrag und Betriebswirtschaft

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Josef POLLANSCHÜTZ

Forstliche Meßkunde; Produktionsforschung; Forsteinrichtung; Betriebswirtschaft

Institut für Forsttechnik

Leiter: Dipl.-Ing. Rudolf MEYR

Arbeitstechnik und -organisation; Bringung; Arbeitshygiene und -physiologie; Prüfstelle für Werkzeuge, Geräte, Maschinen

Institut für Forstinventur

Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Rudolf BRAUN

Organisation; Methodik; Auswertung; Holzvorratsbilanz; Inventurinterpretation

Institut für Forschungsgrundlagen

Leiter: Dipl.-Ing. Otmar BEIN

Biometrie; Rechenzentrum; Photogrammetrie; Dokumentation und Publikation
Versuchsgärten: Mariabrunn, Schönbrunn

Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung

Leiter: Dipl.-Ing. Gottfried KRONFELLNER-KRAUS

Geomorphologie und Abtragsforschung; Hydrologie und Gewässerkunde; Schnee und Lawinen; Verbauungstechnik

Außenstelle für Subalpine Waldforschung in Innsbruck

Leiter: Prof. Dr. Walter TRANQUILLINI

Forstpflanzenphysiologie; Bodenbiologie; Forstpflanzenökologie; Grünverbauung
Klimahaus am Patscherkofel; Bodenkundliches Labor in Imst

MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

90. Heft

1970

NATURVERJÜNGUNG IM MISCHWALD
BESTANDESUMBAU SEKUNDÄRER KIEFERNWÄLDER

ODC 231 226

Natural regeneration in mixed forest.
Stand conversion of secondary pine forests.

Rajeunissement de la nature dans la forêt mixte.
Modification des effectifs des forêts de pins secondaires.

Омоложивание древостоя в смешанном лесу.
Перестройка древостоя в производных сосновых лесах.

OÖLM LINZ



+XOM2263907

von

F. KRAL, H. MAYER, J. NATHER
J. POLLANSCHÜTZ, W. RACHOY

Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1014 Wien

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Wien.

Printed in Austria

Herstellung und Druck:
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 Wien

I 92658/90
Oberösterreichisches
Landes Linz/D
Apothek
Inv. Nr. 433/1983

I N H A L T

Vorwort	5
1. Einleitung und Fragestellung	7
2. Allgemeiner Überblick	9
2.1 Klima	9
2.2 Geologie	10
2.3 Morphologie	11
2.4 Boden	12
2.5 Vegetation	13
2.6 Standortseinheiten	15
2.7 Forstgeschichte	20
2.8 Literaturverzeichnis	22
3. Pollenanalytische Untersuchungen zur Frage der natürlichen Be- waldung im Oberen Waldviertel (Litschauer Raum) Dr. F. Kral und Prof. Dr. H. Mayer (Hochschule f. Bodenkultur)	23
3.1 Pollenanalytische Untersuchungen Rottalmoos (540 m)	24
3.11 Stratigraphie des gewonnenen Profiles	24
3.12 Diagrammbeschreibung	24
3.2 Der natürliche Waldgesellschaftskomplex im Litschauer Raum	32
3.3 Zusammenfassung	33
3.4 Literaturverzeichnis	34
4. Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Böden im Raume Litschau Dipl. Ing. W. Rachoy (Forstliche Bundesversuchsanstalt)	37
4.1 Untersuchungen der Wasserkapazität im Bodenprofil	45
4.11 Zusammenfassung	55
4.2 Untersuchungen über die Beeinflussung des Wassergehaltes im A ₁ Horizont durch die Standortsfaktoren Niederschlag und und Temperatur	61
4.21 Zusammenfassung	69
4.3 Literaturverzeichnis	70

5. Ertragskundliche und lichtökologische Untersuchungen im Raume Litschau	
Dipl. Ing. Dr. J. Pollanschütz und Dipl. Ing. J. Nather (Forstliche Bundesversuchsanstalt)	71
5.1 Arbeitsmethodik	71
5.2 Untersuchungen in primären Mischbeständen	73
5.21 Untersuchungsbestand und Fragestellung	73
5.22 Beschreibung der Aufnahmeflächen	74
5.23 Interpretation der Bestandesgeschichte durch jahrring-chronologische Untersuchungen	79
5.24 Zustandserfassung und Zuwachsuntersuchungen am Altbestand	91
5.25 Lichtökologische Erhebungen im Altbestand	96
5.26 Untersuchungen am Nachfolgebestand	100
5.27 Leistungsvergleich zwischen Schirmschlagbetrieb und Kahlschlagbetrieb	113
5.28 Zusammenfassung	124
5.3 Untersuchungen in sekundären Kiefern - Fichten - Beständen	126
5.31 Untersuchungsbestand und Fragestellung	126
5.32 Beschreibung der Aufnahmeflächen	129
5.33 Interpretation der Bestandesgeschichte durch jahrring-chronologische Untersuchungen	132
5.34 Zustandserfassung der Vergleichbestände	139
5.35 Lichtökologische Erhebungen am horizontalen und vertikalen Bestandesaufbau	145
5.36 Zusammenfassung	149
5.4 Literaturverzeichnis	151
6. Schlußfolgerungen	152
Conclusion (english)	153
Conclusion (français)	155
В ы в о д ы	156

VORWORT

Im Frühjahr 1966 wurde vom Fachausschuß für Waldbau des Österreichischen Forstvereines in Litschau/Niederösterreich eine Arbeitstagung abgehalten. Die Vorbereitungen der Tagung und insbesondere der Exkursionen oblagen den Instituten für Waldbau, für Standort und für Ertrag und Betriebswirtschaft der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Die Untersuchungen zu den gestellten Themen "Naturverjüngung im primären Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald" und "Bestandesumbau sekundärer Kiefern-Wälder" konnten in den Jahren 1964/65 in dankenswerter Weise und unterstützt von der Gutsleitung in den Revieren Hütten und Langau der Seilern-Aspang'schen Forstverwaltung durchgeführt werden.

Alle Untersuchungen sollten, ihrem ursprünglichen Zweck entsprechend, nur Anhaltspunkte über die Entwicklungstendenzen der untersuchten Bestände erbringen. So wurden etwa in bezug auf Anzahl und Größe der Probeflächen entsprechende Beschränkungen in Kauf genommen, bei den ertragskundlichen Untersuchungen auf Analysenstämmen verzichtet, sowie bei den Auswertungen vertretbare Verfahrensvereinfachungen angestrebt.

Die mitgeteilten Ergebnisse konnten somit keinesfalls als Resultate gründlicher wissenschaftlicher Untersuchungen gewertet werden, sondern sollten seinerzeit lediglich den Exkursionsteilnehmern eine Vorstellung über die Größenordnungen vermitteln, welche etwa im Hinblick auf die Zuwachsleistungen oder Wachstumstendenzen oder bei der Festlegung ökologischer Bereiche in den einzelnen konkreten Fällen zu veranschlagen waren. Diese Einschränkungen gelten umsomehr, als den Untersuchungen keine langjährigen Dauerbeobachtungen, sondern lediglich temporäre Untersuchungen zugrundeliegen.

Da sich im Zuge der Auswertung die Tatsache herausstellte, daß das Untersuchungsmaterial den Umfang eines Exkursionsführers übersteigt und sich zudem durch die enge Zusammenarbeit von mehreren Instituten der Anstalt eine intensivere Bearbeitung spezifischer ökologisch-ertragskundlicher Fragen angeboten hat, wurde der Entschluß gefaßt, die beiden Hauptthemen der seinerzeitigen Exkursion ausführlicher zu behandeln und die Ergebnisse im Rahmen der Publikationsreihe "Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien" zu veröffentlichen.

Anlässlich der erwähnten Frühjahrstagung 1966 stand die Frage nach der natürlichen Bewaldung des Exkursionsraumes mehrfach zur Diskussion. Prof. H. MAYER, Vorstand der Lehrkanzel für Waldbau an der Hochschule für Bodenkultur, hat zur Klärung dieser Frage zusammen mit Dr. F. KRAL an einem Hochmoorprofil im Bereich des Rottalmooses, Revier Schönau der Seilern-Aspang'schen Forstverwaltung, eine pollenanalytische Auswertung vorgenommen, welche über die Auswirkungen des anthropogenen Einflusses auf die natürliche Bewaldung im einzelnen Auskunft geben soll. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellen ein Bindeglied zwischen den von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt behandelten Hauptthemen dar und ergänzen diese Veröffentlichung in besonderer Weise.

Hofrat Dipl.Ing. H. EGGER

Direktor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Der Raum um Litschau oberes Waldviertel ist dadurch gekennzeichnet, daß neben flächenmäßig überwiegenden, sekundären, anthropogen beeinflussten Waldformen minderer Leistungsfähigkeit lokal einzelne leistungsmäßig optimale Mischwälder vorhanden sind, die sich aus Fichte, Tanne, Buche und der bemerkenswert schattenfesten "Litschauer"-Kiefer zusammensetzen.

Diese Tatsachen wurden zum Anlaß genommen, einerseits die Möglichkeiten der natürlichen Verjüngung der erwähnten primären Mischbestände zu untersuchen und andererseits die Frage des Bestandesumbaus der sekundären Kiefernbestände zu leistungsfähigeren und den natürlichen Standortsgegebenheiten entsprechenderen Waldformen zu behandeln.

Im ersteren Falle ist die Zielsetzung die Erziehung eines gleichwertigen und gleichartigen Nachfolgebestandes, also die Wahrung der Kontinuität einer optimalen Ausschöpfung der Produktionskraft der natürlichen Standorte.

In gemeinsamen ökologisch-ertragskundlichen Untersuchungen soll daher die Frage geklärt werden, welche Auflichtungsgrade und Verjüngungszeiträume notwendig sind, um die Leistungskontinuität der natürlichen Mischbestände dieses Waldgebietes in höchstem Maße zu wahren.

Im zweiten Falle wird dagegen eine Veränderung der durch menschliche Einflüsse bedingten unbefriedigenden Bestandesverhältnisse angestrebt. Hierbei geht es sowohl um die Erhaltung und Förderung der unter Kieferschirm meist zahlenmäßig noch ausreichend vorhandenen Fichte, als auch um eine nachhaltige Verbesserung der vor allem durch langwährende Streunutzung, aber auch durch Beweidung, verursachten Degradationen und um eine Korrektur der dadurch eingetretenen Artenverarmung.

Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt sind gerade im Zusammenhang mit dem Umbau sekundärer Kiefernbestände neben den lichtökologischen und ertragskundlichen Erhebungen von besonderer Bedeutung.

Zur Klärung der wesentlichen Frage der natürlichen Waldformen, beziehungsweise ihrer anthropogenen Veränderungen, sollen pollenanalytische Untersuchungen in entscheidendem Maße beitragen.

2. ALLGEMEINER ÜBERBLICK

2.1 KLIMA

Das Untersuchungsgebiet ist in der nördlichsten Ecke des niederösterreichischen Waldviertels auf einer sanft welligen, plateauartigen Ver-
ebnung gelegen. Die Seehöhen schwanken zwischen 500 und 680 m.

Der Einfluß der im Norden anschließenden, böhmisch-mährischen Sen-
ke bedingt hier eine ziemlich ausgeprägte kontinentale Klimatönung.
Der noch in den westlichen, höher gelegenen Teilen des Waldviertels
deutlich spürbare ozeanische Einfluß ist stark abgeschwächt. Aller-
dings sind die klimatischen Faktoren relativ großen Schwankungen un-
terworfen.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt über einen zwanzigjährigen
Zeitraum $6,9^{\circ}\text{C}$, wobei allerdings Schwankungen zwischen $5,0^{\circ}\text{C}$ und
 $8,2^{\circ}\text{C}$ auftreten. Das Jännermittel desselben Beobachtungszeitraumes
ist mit $-3,5^{\circ}\text{C}$, das Julimittel mit $17,4^{\circ}\text{C}$ gegeben, die jährliche
Amplitude erreicht somit $20,9^{\circ}\text{C}$. Die Andauer der Tagesmittel über
 $+5^{\circ}\text{C}$ beträgt 209 Tage. Spät- und Frühfröste sind besonders in den
Tal- und Beckenlagen häufig, es ist mit ihnen von Anfang Oktober
an, bzw. bis Mitte Mai zu rechnen.

Der Jahresniederschlag beträgt im fünfzigjährigen Beobachtungszeit-
raum 734 mm, wobei 409 mm in der Vegetationsperiode von Mai bis
September fallen und der niederschlagsreichste Monat im Juli gege-
ben ist. Schwankungen zwischen den Extremen 400 mm und 1200 mm
können im Jahresniederschlag auftreten. Bezüglich der Sommernie-
derschläge muß gesagt werden, daß diese in der Regel in Form von
Gewitterregen (20 - 25 Gewittertage/Jahr) fallen, und daher ein dis-
kontinuierliches, physiologisch schlecht verwertbares Feuchtigkeits-
angebot darstellen.

Die Nebelbildung ist hier, wie im übrigen Waldviertel, sehr groß.
Es treten ein Herbstmaximum im November mit durchschnittlich
13,8 Tagen und ein Frühjahrsmaximum im Mai mit durchschnittlich
10,8 Tagen auf. Durch den Nebel kommt es einerseits zu einer nicht
unwesentlichen Niederschlags-erhöhung, andererseits bedingt dieser
im Vorwinter oft Rauhreifbildung, welche erhebliche Bruchschäden
hervorrufen kann.

Die mittlere Dauer der Schneebedeckung beträgt 78 Tage, sie dauert
im Mittel vom 20. November bis 26. März, die durchschnittliche
Maximalschneehöhe ist 33 cm. Besonders gefährlich sind im Unter-

suchungsraum die häufigen Naßschneefälle im Vorwinter bzw. Spätherbst. Sie führen stets zu mehr oder weniger großen Schneebruchschäden.

Infolge der morphologischen Voraussetzungen herrscht nahezu ganzjährig eine starke Windtätigkeit, wobei West- und Nordwestwinde überwiegen. Die Folge davon sind Bodenaustrocknung und -verhagerung bzw. eine erhöhte Windwurf­tätigkeit. Dieser sogenannte "Böhmische Wind" ist für das Waldviertel charakteristisch und bedingt eine Senkung der durchschnittlichen Lufttemperatur um $0,5^{\circ}\text{C}$ bis $1,0^{\circ}\text{C}$ gegenüber Orten gleicher Seehöhe in den ober- und niederösterreichischen Voralpen, was auch in den tieferliegenden Grenzen der pflanzensoziologischen Höhenstufen zum Ausdruck kommt.

Aus den obigen Daten läßt sich trotz der gegebenen Schwankungen ein deutlich kontinental beeinflusstes, kühles Höhenklima erkennen. Lang andauernde, relativ schneearme, kalte Winter stehen kurzen, trockenen Sommern gegenüber, wobei starke Gewittertätigkeit und Windbeeinflussung hier noch verstärkend eingreifen.

2. 2 GEOLOGIE

Der Raum Litschau liegt nach WALDMANN (1927) in der moldanubischen Zone der Böhmischen Masse. Diese stellt einen der wenigen, nicht der Abtragung verfallenen Horste des variszischen Gebirgszuges dar.

Schon in der Urzeit der Erdgeschichte kam es in diesem Bereich zu gebirgsbildenden Vorgängen, es entstand der prävariszische Gebirgsbogen. Im ausgehenden Erdaltertum, in der Steinkohlenzeit, kam dieses inzwischen fast völlig abgetragene Gebirge neuerlich in eine starke Gebirgsbildungsperiode, die sogenannte variszische Regionalmetamorphose. Durch den Aufstieg mächtiger Magmen und die Umkristallisation alter Gesteine entstanden im wesentlichen die Granite und Gneise, die heute das Wald- und Mühlviertel aufbauen. In der Folge kam es hier zu keinen gebirgsbildenden Vorgängen mehr, lediglich lokale Hebungen und Senkungen längs Störungszonen traten vereinzelt auf. Bis zum Beginn des Erdmittelalters war dieser Gebirgsbogen bereits wieder bis auf spärliche Horste abgetragen und durch Sedimente überdeckt.

Während in Böhmen alt- und jungpaläozoische Sedimente weite Teile des Gebirges überlagern, fehlen diese im österreichischen Teil der Böhmischen Masse bis auf Restvorkommen völlig. Auch von den mächtigen tertiären Ablagerungsdecken sind hier nur Ausläufer anzutreffen. Einzig die äolischen Sedimente des Quartär sind etwas weiter verbreitet.

Im Untersuchungsraum ist von den variszischen Gesteinen der Eisgärner Granit großflächig vertreten. Er ist der jüngste und nährstoffärmste der variszischen Granite. Es handelt sich um einen grobkörnig-porphyrischen, quarzreichen Zweiglimmergranit mit charakteristischen, dünntafeligen Kalifeldspaten von 1 - 5 cm Länge. Seine Nährstoffkapazität ist aus dem folgenden Salzsäureauszug ersichtlich.

Eisgärner Granit-Zersatz	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Fe ₂ O ₃ %
Probeentnahme aus 105 cm	0,12	0,17	0,21	0,15	3,60

Weiters umschließt das Untersuchungsgebiet noch eine gering mächtige Randzone des Gmünder Binnentertiärs, dessen Zentrum im Wittingauer und Budweiser Becken liegt. Im Waldviertel füllt dieses die Gmünder Bucht und reicht beiderseits der Lainsitz nach Weitra. Diese Sedimente sind limnischen Ursprungs und vermutlich im Unter- und Mittelmiozän abgelagert worden. Das darunterliegende Gebirge ist in der Regel tiefgründig aufgemürbt, sehr oft auch kaolinitisiert. Es handelt sich hier um flachliegende, wechsellagernde Quarzsande, örtlich schalten sich bunte, sandige Tone und Quarzgerölle ein. Stellenweise sind Sandbänke durch Tone und Brauneisen verkittet. Diese Sande sind noch wesentlich nährstoffärmer als der Eisgärner Granit. Der nachstehende Salzsäureauszug beweist dies.

Quarzsand	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Fe ₂ O ₃ %
Probeentnahme aus 105 cm	Sp.	Sp.	0,10	0,05	1,30

2.3 MORPHOLOGIE

Der schwer verwitterbare, flach lagernde Eisgärner Granit bildet im Untersuchungsgebiet weitläufige, plateauartige Verebnungen, flache Kuppen-, Rücken- und Hanglagen und sanfte Talmulden aus. Die tertiären Sande sind infolge solifluidaler Vorgänge heute hauptsächlich in den Mulden- und Tallagen anzutreffen, örtlich konnten sie sich auf den Verebnungen erhalten. In allen anderen Reliefformen wurden sie bis auf Reste abgetragen.

Unter den tropischen Klimaten des Tertiär trat eine tiefgreifende Aufmürbung der geologischen Substrate ein. Je nach den morphologischen Gegebenheiten reichte diese vom groben Zersatz bis zum Kaolinit. Während des nachfolgenden Pleistozäns, in dem nach PRIEHÄUSER (1955) das Wald- und Mühlviertel in den tieferen Lagen eisfrei war, kamen diese Verwitterungsdecken unter die typischen

Bildungsvorgänge des periglazialen Raumes. Einerseits kam es durch die Frostwirkung zu einer weiteren Zerkleinerung des Zersatzmaterials (Frosterdebildungen), andererseits in Kuppen-, Rücken- und Hanglagen zu einem sukzessiven Abgleiten der Bodenschichten (Fließerdebildungen). Zusätzlich wurden noch große Mengen an Feinerdematerial aus den unbedeckten Böden ausgeweht. Durch die Fließerdebewegungen kam es, je nach den morphologischen Voraussetzungen, zu einer mehr oder minder intensiven Verfrachtung der Zersatzdecken des Eisgarner Granites bzw. vor allem der tertiären Sande. An Unterhängen und in Mulden- und Tallagen wurden diese dann in typischer Strukturierung wieder angelagert. Im Extremfall konnten Kuppenlagen bis zum anstehenden Gestein abgetragen werden, auf denen heute die für die Böhmisches Masse charakteristischen "Wollsäcke" ausgebildet sind.

2.4 BODEN

Die rezente Bodenbildung ist hier infolge der pleistozänen Vorgänge sehr vom Relief abhängig. Im Bereich des Eisgarner Granites bilden sich nach JELEM (1966) in der Regel Böden der Podsolreihe aus. Podsolige Braunerden und Semipodsole sind an Hangkolluvien mit ausreichendem, ortsfremdem Wasserzstrom gebunden und daher nur an deutlich ausgebildeten Unterhängen anzutreffen. Die Podsole sind je nachdem, ob sie reliefbedingt aus Zersatzmaterial oder aus nur grob angewittertem Gestein gebildet wurden, mehr oder minder seichtgründig und grobskelettreich. Die Podsolierung ist hier auf allen Standorten infolge der klimatischen Voraussetzungen nicht sehr extrem. Dem Ausgangsmaterial seicht beigemengter Quarzsand kann diese allerdings anscheinend verstärken.

Da der Granit in grund- bzw. tagwasserbeeinflussten Lagen größtenteils von den tertiären Quarzsanden überlagert wird, sind Gleye bzw. Pseudogleye in seinem Bereich nur lokal anzutreffen.

In durch anthropogenen Einfluß degradierten Podsolen kann es neben der Intensivierung der chemischen Substanzverlagerung unter bestimmten Voraussetzungen zu einer mechanischen Verschlammung von Feinbodenanteilen kommen.

Auf den nicht stauwasserbeeinflussten tertiären Quarzsanden sind durchwegs relativ mächtige, allerdings fahl gefärbte Podsole mit geringer Anreicherung in den Illuvialhorizonten ausgebildet. Die Nährstoff- und Sesquioxydarmut dieser Sande findet hier ihren unmittelbaren Ausdruck.

Auf die im Untersuchungsraum spezifischen, anthropogenen Einflüsse reagieren diese Podsole ähnlich wie die auf Eisgarner Granit, nur

ist die Neigung zur mechanischen Substanzverlagerung infolge des fehlenden Grobskelettes geringer.

Stehen die Sande unter Grundwassereinfluß, wie dies in den Tal- und Muldenlagen der Fall ist, so sind je nach der Höhe des Wassereinflusses Gley-Podssole oder Gleye ausgebildet. Degradationen, meist bedingt durch reinen Fichtenanbau, treten hier durch Anheben des Grundwasserspiegels zutage.

Auf Grund des geringen Nährstoffpotentials im mineralischen Bodenbereich kommt den humosen Oberböden als physiologische Anreicherungs-horizonte eine besondere Bedeutung zu.

In den nicht stauwasserbeeinflußten Böden ist hier im Untersuchungsgebiet ein mullartiger Arthropoden-Lumbricidenhumus (HARTMANN) das Optimum der Humifizierung. Dieser tritt aber nur kleinörtlich unter reinen, dicht geschlossenen Laubholzschirmen auf. Unter den primären, nicht degradierten Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Beständen findet man bei genügender Beschattung Arthropodenfeinmoder mit nur leichter Humussoleinwaschung ausgebildet. Unter extremeren Standortbedingungen sinkt die Güte der Arthropodenhumusbildung, die Pilzbeeinflussung nimmt zu. Typische Pilzhumusbildung tritt jedoch in den primären Zustandsformen nur untergeordnet auf.

Unter sekundären, degradierten Standortzuständen, welche hier nach Großkahlschlägen, Fichtenmonokulturen und intensivster Streunutzung entstanden sind, treten vor allem schwerste Humusverarmungen auf. Wurde in solchen Beständen nach Beendigung der Streunutzung keine Melioration eingeleitet, so kam es in der Folge zum Aufbau von Pilzmoderschichten, im Extremfall von Waldtrockentorf.

In den stauwasserbeeinflußten Böden ist je nach der Höhe der Wasserbeeinflussung und der Güte des Bestandesabfalles kohlig-schmieriger, faseriger und Sphagnum-Waldnasstorf ausgebildet. Durch anthropogene Einflüsse kann es hier zu Degradationen in derselben Reihenfolge kommen.

2. 5 VEGETATION

Das Untersuchungsgebiet liegt in der mittleren Buchenstufe im Klimaxgebiet subherzynischer Fichten-Buchen-Tannen-Wälder.

Auf den tiefgründigeren, morphologie- und expositionsbegünstigten Standorten erreicht die Fichte infolge der silikatischen Ausgangssubstrate und des ihr noch sehr zusagenden Klimas einen auffallend hohen Anteil. Ihre Wuchsform und -leistung sind außerordentlich

gut. Die Buche tritt, wohl infolge des subborealen Klimacharakters, in die Bestandeszwischen- bzw. -unterschichte zurück. Die Tanne ist hier nicht mehr im Optimum ihres Verbreitungsgebietes, sie erreicht aber bei günstigem Bestandesklima einen noch relativ hohen Anteil. Die ziemlich starke Stieleichenbeimischung dürfte vor allem auf die kontinentale Klimabeeinflussung zurückzuführen sein. Baumarten mit sehr hohen standörtlichen Ansprüchen, wie Bergulme, Linde, Esche und Bergahorn, fehlen fast zur Gänze.

Die Lärche zeigt auf diesen besseren Standorten hervorragendes Gedeihen und gute Wuchsformen. Nach Geradschaftigkeit, Vollholzigkeit, Feinstigkeit und relativ feiner Borkebildung können die hier nach geschichtlichen Untersuchungen von TSCHERMAK (1932) um etwa 1800 eingebrachten, unbekanntes Herkünfte zum Sudetenlärchen-Typus, eventuell auch zur randalpinen Tieflagenlärche gerechnet werden (Archive mit geeigneten, weit zurückreichenden Urkunden sind nicht vorhanden). Infolge der sehr befriedigenden Wuchsleistung und der reichlich sich einstellenden, natürlichen Verjüngung wurde früher allgemein ein natürliches Vorkommen der Lärche angenommen.

Unter extremeren Standortsbedingungen tritt mehr die Kiefer in den Vordergrund. Diese, hier klimatisch bedingt sehr vitale Lichtbaumart zeichnet sich durch geraden, vollholzigen, astreinen Wuchs und eine plattige Borke, sowie eine ziemlich schmale Krone aus. Diese "Litschauer Kiefer" ist dem Typ der hercynischen Höhenkiefer zuzurechnen. Ähnliche Ökotypen treten z. B. in Nordostbayern (Selb), im Schwarzwald und im hercynischen Mittelgebirge auf (Thüringerwald, Erzgebirge, vgl. RUBNER-REINHOLD, 1960).

Die stauwasserbeeinflussten Standorte tragen als naturgegebene Bestockung Fichte, Kiefer und bis zu einem gewissen Vernässungsgrad Tanne.

Sehr zahlreich treten auf allen Standorten die Pionierholzarten Birke und Vogelbeere auf.

Der Großteil der Strauch- und Krautflora gehört dem "baltischen Raum" an, aber auch montane und subalpine Vertreter sind beige-mischt.

Durch die im 18. Jahrhundert einsetzenden, intensiven, anthropogenen Einflüsse wurden diese naturgegebenen Verhältnisse so stark verändert, daß primäre Mischbestände im Untersuchungsraum nur mehr sporadisch auftreten. Die derzeitige Holzartenverteilung zeigt dies deutlich.

Fi	59,5 %	Lä	1,3 %
Ki	34,1 %	Bu	1,5 %
Ta	2,4 %	LH	1,2 %

Großkahlschläge, Fichtenmonokulturen und intensivste Streunutzung führten im Laufe von Jahrzehnten zu derart starken Oberbodendegradationen, daß sich auf die Dauer die Fichte im Reinbestand nicht mehr halten konnte und allmählich von der klimatisch begünstigten, vitalen Kiefer in den Unterstand gedrängt wurde. In diesen Beständen erreicht die Fichte minimale Wuchsleistungen und kommt kaum zur natürlichen Verjüngung.

Die hier auftretende Strauch- und Krautschichte ist sehr spärlich und artenarm.

2.6 STANDORTSEINHEITEN

In den Jahren 1964 und 1965 wurde von JELEM eine Standortserkundung durchgeführt. Die vorgefundene Standortsgliederung ist aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen.

Die in der Folge behandelten Untersuchungen wurden auf den Standortseinheiten 3 Fichten-Föhren-(Tannen)-Wald auf sonnigen Flachhängen mit Podsol (Eisgarner Granit) -, 5 Fichten-Föhren-(Tannen)-Wald auf frischem, tertiärem Sand in ebenen Lagen und 6 Fichten-Buchen-Tannen-Wald auf schattseitigen Flachhängen mit Podsol und Semipodsol (Eisgarner Granit, tertiärer Sand solifluidal eingemengt) durchgeführt.

Im einzelnen kann in der primären Zustandsform der Standortseinheit 3 der *Aira flexuosa*-Fichten-Buchen-Tannen-Wald mit einem *Oxalis*-Typ in der Krautschichte als natürliche Waldgesellschaft angesehen werden. Die hier großflächig auftretende sekundäre Zustandsform ist der Fichten-Föhren-Wald über einem AHD- bzw. einem *Vaccinium*-Moostyp. Standortseinheit 5 zeigt im primären Zustand den *Calamagrostis villosa*-Fichten-Buchen-Tannen-Wald über einem *Oxalis*-Typ. In der vorwiegend auftretenden sekundären Zustandsform findet man den Fichten-Föhren-Wald über einem *Molinia*-*Pteridium*-Typ, welcher bei weiterfortschreitender Oberbodendegradation zu einem AHD-, im Extremfall zu einem *Calluna*-Typ abfallen kann. Die natürliche Waldgesellschaft in Standortseinheit 6 stellt der *Oxalis*-Fichten-Buchen-Tannen-Wald dar, wobei in der primären Zustandsform darunter ein *Oxalis*-Typ anzutreffen ist. Bei Begründung von Nadelholz-Reinbeständen tritt eine rasche Degradation in Richtung AHD-Typ ein. Die Untersuchungen zum Thema "Bestandesumbau sekundärer Kiefernwälder" wurden in Standortseinheit 3 und 5, die Untersuchungen zum Thema "Naturverjüngung im Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald" in Standortseinheit 6 durchgeführt (Siehe auch Exkursionsführer zur Frühjahrstagung des Fachausschusses für Waldbau des Österreichischen Forstvereins in Litschau, Niederösterreich. Veröffentlichung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt 1966).

GLIEDERUNG DER STANDORTE IM RAUM LITSCHAU (WALDVIERTEL, N.Ö.)

+)H=Hauptbaumarten
N=Nebenbaumarten
D=Dienende Baumarten

- I. WUCHSGEBIET: VI (Mühl- und Waldviertel)
II. WUCHSBEZIRK: Nördliches Waldviertel
III. HÖHENSTUFE: Mittlere Buchenstufe (Mäßig warme Stufe)

IV. STANDORTSEINHEITENGRUPPEN		V. STANDORTSEINHEITEN		VI. VEGETATIONSTYPEN (ZUSTANDSFORMEN)			
Bodenreihe u. Was- serhaushaltsklasse	Natürliche Waldgesellschaft	Nr.	Bezeichnung	Lage, Boden, Humus, Bezeichnende Pflanzen	Nicht degradierte Typen (unter na- turnaher Bestock- ung)	Degradations- typen	Baumartenwahl ⁺⁾
S 2	nährstoffarm, mäßig trocken Moosreicher Fichten-Föhren- Wald	1)	Fichten-Föhren-Wald auf felsigen Flach- rücken mit Podsol (Eisgarnner Granit)	Flache Rücken; sehr seichtgründiger Podsol; Pilz- moder; überwiegend Moose wie Dicranum scoparium, Pleurozium schreberi, Pohlia nutans; Cladonia rangi- ferina Die Produktionsbedingungen sind wegen der Seichtgründi	AHD	Vaccinium-Moos- Typ	H: Fi, Ki D: Bi, Eberesche
				es ist eine Dauerbestockung anzustreben			
		2)	Föhren-Fichten-Wald auf tiefergründigem, trockenem, tertiärem Sand (Podsol)	Diese Standorte liegen hauptsächlich im Norden des Untersuchungsgebietes, an der tschechoslowakischen Grenze, welches in das Seengebiet von CHLUM führt. Die Standorte sind weder großflächig, noch produktiv, haben aber insofern eine Bedeutung, als der Quarz- sand sich für die Herstellung von Formsteinen (Gie- ßerei) sehr gut eignet; Podsol; Melampyrum pratense und Moose, Freiflächen (Kahlschläge) sind mit Calluna oder Calamagrostis epigeios bedeckt. Auf den trockenen Sanden ist der wirtschaftliche Schwerpunkt auf die Kiefer zu legen.	AHD	Calluna-Typ Calamagrostis epigeios-Typ	H: Ki D: Eberesche
S 3	nährstoffarm, mäßig frisch Aira flexuosa- Fichten-Buchen- Tannen-Wald	3)	<u>Fichten-Föhren-(Tannen)-Wald auf sonnigen Flachhängen mit Podsol (Eisgarnner Granit)</u>	Diese Einheit ist weit verbreitet; nur flache Hänge. Zumeist Podsol; Pilz- oder Insektenmoder, der ober- flächlich verpilzt ist. Es hat sich besonders die Kie- fer sehr stark ausgebreitet, wengleich noch Reste von Buche und Tanne zu finden sind. Fichte hat einen hohen Anteil. Vaccinium myrtillus, Dryopteris dilatata Aira flexuosa, Leucobryum glaucum, Carex pilulifera, Pleurozium schreberi, Polytrichum formosum, Di- cranum undulatum. Auf solchen Standorten bewährt sich die Düngung sehr gut. Die Bestandenerneuerung soll entweder in kleinen Sämen erfolgen, oder in größeren Femelhieben, damit genügend Feuchtigkeit auf den trockenen Boden kommt. Besonders wichtig ist die Umwandlung von Kiefernbeständen mit Fichte im Zwischenbestand, die nicht über Kahlhieb erfolgen soll, sondern dadurch, daß die Fichten vom Unterstand in den Hauptbestand einwachsen, damit keine Zuwachsverluste eintreten.	Oxalis-Typ	AHD AHD mit Leuco- bryum Vaccinium-Moos- Typ	H: Fi, Ki N: Ta D: Bu

S 3	nährstoffarm, mäßig frisch	Aira flexuosa- villosa - Fichten- Buche- Tannen-Wald	4) <u>Fichten-Buchen-Tannen-Wald in ebenen Lagen mit Podsol (Eisgarnier Granit)</u>	In ebenen Lagen hat die Fichte einen höheren Anteil, die Tanne ist selten. Podsol bis Semipodsol; Insektenmoder, stellenweise oberflächlich verpilzt. Bezeichnende Pflanzen wie vor. Die Umwandlung der Föhrenwälder mit Fichte im Nebenbestand ist vordringlich und etwas leichter durchführbar als auf Sonnenhängen, wobei sich aber auch hier empfiehlt, femelartige Löcher anzulegen, damit genügend Wasser auf den Boden gelangen kann. Bei starker Degradation sind auch Saumkahlhiebe mit Aufforstung möglich.	Oxalis-Typ	AHD Moos-Typ Calluna-Typ	H: F1 N: Ta, Ki D: Bu
S 4	nährstoffarm, frisch	Calamagrostis villosa - Fichten- Buche- Tannen- Wald	5) <u>Fichten-Föhren-(Tannen)-Wald auf frischem, tertiärem Sand in ebenen Lagen</u>	Diese Standorte sind äußerlich oft von den Granitstandorten kaum zu unterscheiden. Tiefgründiger Humuspodsol auf Sand. Weil im Untergrund genügend Wasser vorhanden ist, das kapillar nach oben befördert wird, ist der Standort waldbaulich gut. Die Standorte sind vielfach stark degradiert und mit Kiefer und Fichte bestockt. Doch gibt es Mischwald-Altholzreste, die erkennen lassen, daß auch hier Buche und Tanne beheimatet waren. Bezeichnende Pflanzen wie vor, ferner Pteridium aquilinum, Molinia coerulea. Die Umwandlung ist hier schwieriger, weil Fichte und Tanne infolge des durchlässigen Bodens sehr labil, außerdem frostgefährdet sind. Eine Meliorierung wird durch Düngung mit Lupinenanbau rasch und leicht erreicht. Eine Meliorierung mit Grauerle hätte den Vorteil, daß eine tiefe Bewurzelung erreicht wird und die Nadelholzkulturen gegen Wind und Frost geschützt werden. Der Wasserhaushalt ist auf den sandigen Standorten der Niederung gut, da die Baumwurzeln stets das Grundwasser erreichen. Gleichaltrige Bestände sind sehr schneedruckgefährdet, besonders die Kiefer.	Oxalis-Typ	Molinia-Pteridium-Typ AHD Calluna-Typ (Die Degradationen fallen durch das Massenauf-treten von Pfeifengras und Adlerfarn auf.)	H: F1, Ki N: Ta D: Grauerle, Bi, Bu
		Oxalis-Fichten- Buche- Tannen- Wald	6) <u>Fichten-Buchen-Tannen-Wald auf schattseitigen Flachhängen mit Podsol und Semipodsol (Eisgarnier Granit)</u>	Auf Schattseiten ist der Boden im natürlichen Wald teils ein Podsol teils Semipodsol, je nach Kleinrelief. Der Humus unter natürlicher Bestockung ist Insektenfeinmoder, nur unter Fichte kann er schwach verpilzt sein. In "ortsfernen" Lagen sind noch natürliche Bestände mit guten Boden- und Vegetationstypen anzutreffen, weil hier weniger streugenutzt worden ist. Bezeichnende Pflanzen wie bei 3, dazu: Luzula pilosa, Oxalis acetosella, Galium rotundifolium, Lycopodium annotinum, Prenanthes purpurea, Lactuca muralis, Senecio fuchsii, Polygonatum verticillatum. Auf dem produktiven Standort läßt sich sehr leicht ein Plenter- und Femelwald aufbauen, der als optimales Betriebsziel anzustreben ist, wie waldbauliche Beispiele mit massenreichen Mischwaldbeständen zeigen. Fichtenreinbestände können langsam in Mischwald übergeführt werden, dazu müssen Laubholzreste im Nebenbestand besonders gefördert und gepflegt werden.	Oxalis-Typ	AHD	H: N: D:

M 4 mäßig nährstoffreich, frisch	Oxalis-Fichten-Buchen-Tannen-Wald	7) Fichten-Buchen-Tannen-Wald auf steileren Schatthängen mit Braunerde und Semipodsol	Braunerde bis podsolige Braunerde; mullartiger Moder (Insektenfeinmoder). Der bessere Boden mit Semipodsolen ist hier weniger die Folge des guten Waldaufbaues, Fehlens von Streunutzung infolge ortsferner Lage, sondern hauptsächlich auf die steilere Hanglage zurückzuführen. Calamagrostis arundinacea, Luzula pilosa, Hieracium murorum, Carex digitata, Galium rotundifolium, Eurhynchium striatum, Oxalis acetosella, Lactuca muralis, Scrophularia nodosa, Senecio fuchsii, Asperula odorata.	Oxalis-Asperula-Typ	Calamagrostis arundinacea-Typ Aira-Vergrasung	H: Fi, N: Bu, D: Bu
S 5 nährstoffarm, sehr frisch	Calamagrostis villosa-Fichten-Buchen-Tannen-Wald (mit Soldanella montana)	8) <u>Fichten-(Buchen-Tannen)-Wald in Talböden und Mulden mit Humuspodsol auf grundwassernahem Sand</u>	In fast allen Tälern und Mulden ist tertiärer Sand eingeschwemmt und abgelagert worden. Wo das Grundwasser sehr nahe ist, sind die Produktionsbedingungen außerordentlich gut; Humuspodsol aus Sand; in 80 cm Tiefe wird meist Grundwasser erreicht; Mull; Calamagrostis villosa, Hieracium murorum, Dryopteris spinulosa, Senecio fuchsii, Prenanthes purpurea, Milium effusum, Soldanella montana, Oxalis acetosella, Athyrium filix-femina, Scrophularia nodosa, Carex brizoides, Polytrichum formosum.	Oxalis-Carex brizoides-Typ	Calamagrostis villosa-Typ Ledum palustre-Sphagnum-Typ Calluna-Typ	H: N: D:
			Erhalten gebliebene natürliche Waldbilder zeigen, daß früher auch in Talböden Fichten-Buchen-Tannen-Wälder standen, wenngleich die Täler heute stark degradiert und unter reiner Fichte stark vergrast sind. Es sind labile Standorte, auf denen sich Wollreitgras (Calamagrostis villosa) oder Seegrass (Carex brizoides) ausgebreitet hat. Die Tallagen sind Frostlagen, und wenn einmal eine Vergrasung vorhanden und der Fichtenbestand verlichtet ist, ist es sehr schwer, wieder einen Mischbestand aufzubringen. Kahlschläge und größere Femeihiebe sind wegen der Frostgefahr besonders bedenklich. Reste mehrschichtigen Pflenterwaldes sollten erhalten bleiben, damit die Gefährdung durch Bodenfrost verringert wird. Außerdem wird durch den Pflenterwald eine andauernde Pumpwirkung erreicht und die Vernässung und Vergrasung der Standorte vermieden.			
	Calamagrostis villosa-Fichten-Tannen-Wald	9) Fichten-Tannen-Wald auf Gley (wechselfeucht)	Im Raume Litschau ist in den Tälern mehr Sand vorhanden, während im Gebiet von Heidenreichstein, insbesondere von Tauers, wo das Verwitterungsmaterial als Kaolin zusammengeschwemmt ist, tertiärer Ton in den Beckenlandschaften abgelagert ist. Gley bis Gleyodsol; sehr kalte, wechselfeuchte Böden. Diese Flächen sind heute durchwegs mit Kiefer bestockt, mit Fichte im Nebenbestand, doch dürften auch hier früher Fichten-Tannen-Wälder gestanden sein, nur die Buche wird gefehlt haben; Calamagrostis villosa, Vaccinium vitis-idaea, Ledum palustre, Sphagnum spec., Potentilla tormentilla, Majanthemum bifolium, Polytrichum formosum.	Oxalis-Typ	AHD Calamagrostis villosa-Typ (im lockeren Bestand) Sphagnum-Typ mit Polytrichum commune (in Lücken) Sphagnum-Typ Ledum palustre-Sphagnum-Typ	H: Fi, N: Ta D: Weiden (Salix aurita)
			In Bestandeslücken breitet sich Sphagnum aus. Es entstehen kleine Kälteseen, Frostlöcher, wo sich im verlichteten Bestand Calamagrostis ausbreitet. Lichtstellungen und Löcherhiebe sind also unbedingt zu vermeiden. Entweder wählt man den Kahlschlag, um sogleich aufzuforsten oder man strebt einen mehrstufigen Bestand an. Es sollte versucht werden, die Tanne einzubringen, um den Boden aufzuschließen.			

M 5 mäßig nährstoffreich, sehr frisch	Schwarzerlen-Bachwald	10) Schwarzerlen-Bachwald	Diese Einheit ist nur vollständigshalber aufgezählt, sie hat waldbaulich keine Bedeutung;	Carex brizoides-Typ	Carex brizoides-Typ	
M 6-7 mäßig nährstoffreich, feucht bis naß	Calamagrostis villosa-Fichtenwald	11) Anmooriger Fichtenwald	Flache Hangfuß-, Mulden- und Tallagen. Vergleyte sandige Lehme bis Lehme mit mehr oder weniger mächtiger tiefschwarzer, schmieriger Anmoorhumusschicht. Calamagrostis villosa, Equisetum silvaticum, Crepis paludosa, Sphagnum spec. Polytrichum commune. Die Fichte ist sehr produktiv, aber sturmgefährdet. Verjüngung unter Schirm ist günstig, weil erhöhte Frostgefahr besteht. Bei zu starker Bestandesauflichtung breitet sich das Torfmoos aus.	Oxalis-Typ	Calamagrostis villosa-Typ Sphagnum-Typ	H: F1, K1 N: B1, MoorB1, Ta D: SERle, Grauerle, Eberesche
S 6-7 nährstoffarm, feucht bis naß		12) Moorfichtenwald	Die Moorfichtenwälder sind im Böhmischem Massiv häufig und soziologisch vielfältig. Vaccinium myrtillus, Calamagrostis villosa, Molinia coerulea, Mastigobrytrilobatum, Sphagnum girgensohni, Sphagnum acut., Vaccinium vitis-idaea, Rhamnus frangula. Im Moorfichtenwald ist die Fichte unbedingt zu erhalten. Kahlschläge vermeiden, Einzelstammentnahme (plenterartige Bewirtschaftung).	Calamagrostis villosa-Typ	Sphagnum-Typ	H: N: D:
	Ledum palustre-Moorföhrenwald	13) Moorföhrenwald (mit Spirke)	Die Hochmoore mit Spirken sind floristische Kleinode, die unbedingt erhalten und unter Naturschutz gestellt werden sollten. Das Rottalmoor ist 7 ha groß und enthält zumeist Spirken. Hier ist Ledum palustre weit verbreitet; Vaccinium myrtillus, Vaccinium uliginosum, Eriophorum vaginatum, Ledum palustre, Carex panicea, Vaccinium vitis-idaea, Calluna vulgaris, Molinia coerulea, Rhamnus frangula, Sphagnum medium etc.	Vaccinium-Typ mit Ledum palustre		H: D:

2. 7 FORSTGESCHICHTE

Bis in die Zeit der Völkerwanderung fehlen aus dem nördlichen Waldviertel Siedlungsfunde so gut wie vollständig, und wohl noch zur Zeit der Babenberger (Stiftsgründung von Zwettl 1137) dürfte der sogenannte "Nordwald" Niemandland gewesen sein. Nach PONGRATZ (1967) wurde das obere Waldviertel verhältnismäßig spät besiedelt. Noch im 12. Jahrhundert sprechen die mittelalterlichen Geschichtsquellen von undurchdringlichen "finsteren" Nadelwäldern und sumpfigen Niederungen. Bald nach 1100 begannen Rodungstrupps das Land urbar zu machen. Aber erst um die Mitte des 12. Jahrhunderts drangen die Siedler in größerem Ausmaß in die herrenlosen Gebiete vor. Viele kleine Ortschaften im Waldviertel mit merkwürdig klingenden Namen wie Hörmanns, Wolfgers, Pertholz, Hartmanns und dgl. erinnern an Namen der ehemaligen Rodungsführer, Ortsnamen mit "-schlag" und "-brand" weisen ebenfalls auf die Art der Besiedelung hin. Damals entstanden auch im Litschauer Raum die sogenannten Waldhufendörfer. In diesen rodete jeder Siedler das Land um seinen Hof oder einen breiten Streifen gleich hinter seinem Haus die Berghänge hinan. Die während der ersten Rodungsperiode in den Wäldern durchgeführten Schlägerungen hatten nur sehr lokalen Charakter, sie führten wohl zu einem Rückgang in der Walddichte, brachten aber keine entscheidenden Veränderungen in der natürlichen Baumartenverteilung.

Litschau selbst ist als Pfarre erstmals 1233 urkundlich erwähnt. Es wurden hier allerdings Hügelgräber (Brandbestattung) aus dem 12. Jahrhundert gefunden (BÖHM, 1968).

Während im oberen Waldviertel die Besiedelung erst im 13. Jahrhundert verstärkt einsetzte und zunächst nur eine geringe Auswirkung auf das natürliche Waldkleid eintrat, waren in den klimatisch begünstigten Frühsiedlungsgebieten (Kremser Bucht, Horner Becken, Drosendorf) bereits seit der Alt- bis Jungsteinzeit Menschen ansässig. Durch frühe Rodung und größere Besiedlungsdichte muß dort schon seit der Bronzezeit mit wesentlichen Baumartenveränderungen (Weide, Stockausschlagbetrieb) gerechnet werden. Im Gegensatz zu den ungemein zahlreichen vorgeschichtlichen Funden im kollinen Eichenmischwaldgebiet ist im Atlas von Niederösterreich (1951 58) für das tiefmontane Litschauer Nadelwaldgebiet lediglich ein eisenzeitlicher Einzelfund kartiert.

Nach dieser ersten Rodungsperiode entstanden Streusiedlungen der Kleinbauern, die im Dienste ihrer Grundherrschaft später dann auch für die Waldarbeit eingesetzt wurden, um für die ab dem 16. Jahrhundert zahlreich entstehenden Glashütten das Brennmaterial bereitzustellen.

Der Rodungsperiode im 13. und 14. Jahrhundert folgte ein zweiter Höhepunkt menschlicher Einflußnahme im ausgehenden 18. Jahrhundert, als die Glasindustrie ihre Blüte erreichte.

Von etwa 1540 bis 1875 war diese hier der Hauptverbraucher des Holzes. Ihren Höhepunkt erreichte sie um 1790. Ein einziger Glasschmelzofen mit direkter Feuerung verbrauchte im Jahr etwa 5000 rm Brennholz. Dieser sehr hohe Holzbedarf führte durch Großflächennutzungen zu einer aktiven Begünstigung der sich hiezu am besten eignenden Fichte und zu einer direkten und indirekten Ausrottung der nicht genug ertragsbringenden Buche, die als Unterfeuerholz wegen der zu starken Hitzeentwicklung unbrauchbar war. Auch der ehemals reichliche Tannenanteil sank durch diese großflächigen Eingriffe rasch.

Zu diesen exploitativen Waldnutzungen kam noch eine äußerst intensive Nutzung von Waldstreu, bei der es sich in der Regel um raubbauähnliche Humusentnahmen handelte.

Diese Eingriffe hatten zur Folge, daß die vorliegenden labilen Böden in kürzester Zeit sehr stark degradierten und die Kiefer allmählich die Fichte immer mehr verdrängte. Verlichtete Kiefernbestände mit ertragsschwacher, unterdrückter Fichte begannen die Fichtenreinbestände abzulösen. Der Zuwachs ging auf 4,5 fm/ha zurück. Forstgeschichtlich ist dieses relativ späte Hervortreten der Kiefer daraus zu ersehen, daß erst ab 1750 das "Pechsieden" Bedeutung erlangte.

Die Krisenjahre um 1900, 1930 und 1945 brachten nochmals eine für den Bestandesaufbau nachteilige "Auslese" mit sich. Vielfach wurden die ehemaligen Nebenbestände zu Hauptbeständen und vermitteln nun durch eine dem Bestandesalter nicht entsprechende Stärke und Baumhöhe den Eindruck jüngerer Bestände, die erst bei Unterstellung des richtigen Alters die schlechten Bonitäten erkennen lassen.

Dieser Entwicklung konnte nur langsam Einhalt geboten werden. Erst um 1950 wurde die Kahlschlagwirtschaft eingestellt, und erst 1958 die Streunutzung endgültig abgeschafft.

Wie aus den obigen Ausführungen zu ersehen ist, war hier im Untersuchungsgebiet der menschliche Einfluß trotz der relativ kurzen Dauer außerordentlich intensiv. Obwohl zeitlich stark verkürzt, wirkte er sich im Vergleich zu den Frühsiedlungsgebieten deshalb ganz ähnlich aus, weil infolge der labilen Bodenverhältnisse die bodensauren Silikat-Waldgesellschaften von wesentlich geringerer Resistenz gegen anthropogene Einflüsse sind als auf stabileren Standorten.

Atlas von Niederösterreich, Wien 1951 58.

BÖHM, A.: Siedlungsgeschichte des Raumes Litschau.
Manuskript 1968.

JELEM, H., KILIAN, W., NATHER, J., POLLANSCHÜTZ, J. und
RACHOY, W.: Beiträge zum Bestandesumbau sekundärer Kiefernwälder
und zur Naturverjüngung im Fichten-Tannen-Buchen-
Mischwald.
Exkursionsführer zur Frühjahrstagung des Fachausschusses
für Waldbau des Österreichischen Forstvereins in
Litschau, Niederösterreich. Veröffentlichung der Forst-
lichen Bundesversuchsanstalt. Wien 1966.

PONGRATZ, W.: Das obere Waldviertel als historische Landschaft.
Natur und Land, 53, Heft 4, 1967.

PRIEHÄUSER, G.: Der Nachweis der Eiszeitwirkungen im Bayeri-
schen Wald mit Hilfe von Schuttausbildungen.
Geologische Blätter NO-Bayern, Band 1, Heft 3, 1955.

RUBNER, K. und REINHOLD, F.: Die pflanzengeographischen Grund-
lagen des Waldbaues.
5. Auflage. Radebeul und Berlin 1960.

TSCHERMAK, L.: Die natürliche Holzartenverbreitung (mit besonde-
rer Berücksichtigung der Lärche) und die ökologischen
Bedingungen im Waldviertel und Dunkelsteiner Wald in
Niederösterreich.
Cbl. f. d. FW., 58. Jg, Nr. 3, 1932.

WALDMANN, L.: Umformung und Kristallisation in den moldanubi-
schen Katagesteinen des nordwestlichen Waldviertels.
Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien. 1927.

3. POLLENANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR
FRAGE DER NATÜRLICHEN BEWALDUNG IM
OBEREN WALDVIERTEL (LITSCHAUER RAUM)

von

Dr. F. KRAL und Prof. Dr. H. MAYER

(Institut für Waldbau der Hochschule für Bodenkultur in Wien)

Anlässlich der Frühjahrstagung 1966 des Fachausschusses für Waldbau im Österreichischen Forstverein in Litschau (SEILERN-ASPANG'sche Forstverwaltung) stand die Frage der natürlichen Bewaldung mehrfach zur Diskussion. Die bisherigen Untersuchungen (JELEM KILIAN NATHER-POLLANSCHÜTZ-RACHOY, 1966) erlauben im Verein mit einer orientierenden Standortserkundung eine vorläufige Ausscheidung natürlicher Waldgesellschaften. Infolge des intensiven anthropogenen Einflusses in den vergangenen Jahrhunderten, der wegen der relativ geringen Resistenz der bodensauren Silikat-Waldgesellschaften zu einer starken Abwandlung des natürlichen Waldbildes führte, ist eine Überprüfung der standortskundlichen Erhebungen durch walddeschichtliche Untersuchungen wünschenswert, um die natürliche Leitgesellschaft des Gebietes noch genauer ansprechen zu können. Dann kann die Baumartenwahl für den Umbau der kiefernreichen Bestände in naturnähere und stabilere Strukturformen mit größerer Sicherheit und noch zielbewußter durchgeführt werden. Die heutigen fichtenreichen Nadelwälder sind wie im Kapitel 2 ausführlich dargelegt das Ergebnis eines jahrhundertelangen intensiven anthropogenen Einflusses. Wie lediglich kleinflächig vorkommende Mischbestände auf stabileren Standorten zeigen, hat die Umformung des Naturwaldes ein so großes Ausmaß erreicht, daß eine Rekonstruktion des ursprünglichen Waldbildes ohne walddeschichtliche Erhebungen nicht voll befriedigen kann. Zur Klärung der bei der Diskussion angeschnittenen, aber seinerzeit nicht befriedigend zu klärenden Fragen wurde nach der Tagung im Rottalmoos (Revier Schönau) ein Hochmoorprofil für die pollenanalytische Auswertung gewonnen, das über die Auswirkungen des anthropogenen Einflusses auf die natürliche Bewaldung im einzelnen Auskunft geben soll. Bezüglich der allgemeinen Beurteilungsgrundlagen für die Auswertung des Diagrammes sei auf das Kapitel 2 "Allgemeiner Überblick" verwiesen.

3.1 POLLENANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN ROTTALMOOS (540 m)

Das rund 7 ha große Rottalmoos liegt im Revier Schönau der SEILERN-ASPANG'schen Forstverwaltung. Obwohl in diesem Hochmoor früher Torf gestochen wurde, haben sich im Zentrum des Moores noch unberührtere Teile erhalten. Von 1770 bis 1874 bestand im Revier Schönau (Galthof) eine Glashütte, die zum Teil mit Torf aus dem Rottalmoos beheizt wurde (BÖHM, 1968). Es handelt sich um eine Hochmoor-Kiefernwaldgesellschaft (Ledo-Pinetum prov.) mit \pm Dominanz von Moorspirke, *Pinus mugo* var. *arborea*, neben *Pinus silvestris* und etwas weniger vitaler Fichte. Kennzeichnende Arten der Bodenvegetation sind *Vaccinium oxycoccus*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex panicea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Molinia coerulea*, *Rhamnus frangula*, *Sphagnum medium*, *Aulacomnium palustre*. Charakterart dieses floristischen Kleinodes ist das massenweise Vorkommen von *Ledum palustre*. Dadurch ergibt sich ein subarktisch-subkontinentaler Charakter. Bewahrender Naturschutz für dieses *Ledum palustre*-Spirken-Hochmoor wäre erwünscht.

3.11 Stratigraphie des gewonnenen Profiles

Zunächst wurde nur eine 58 cm lange Profilsäule an einer Stichwand (Schlitzprofil) gewonnen, um lediglich die waldbaulich interessierenden Fragen beantworten zu können.

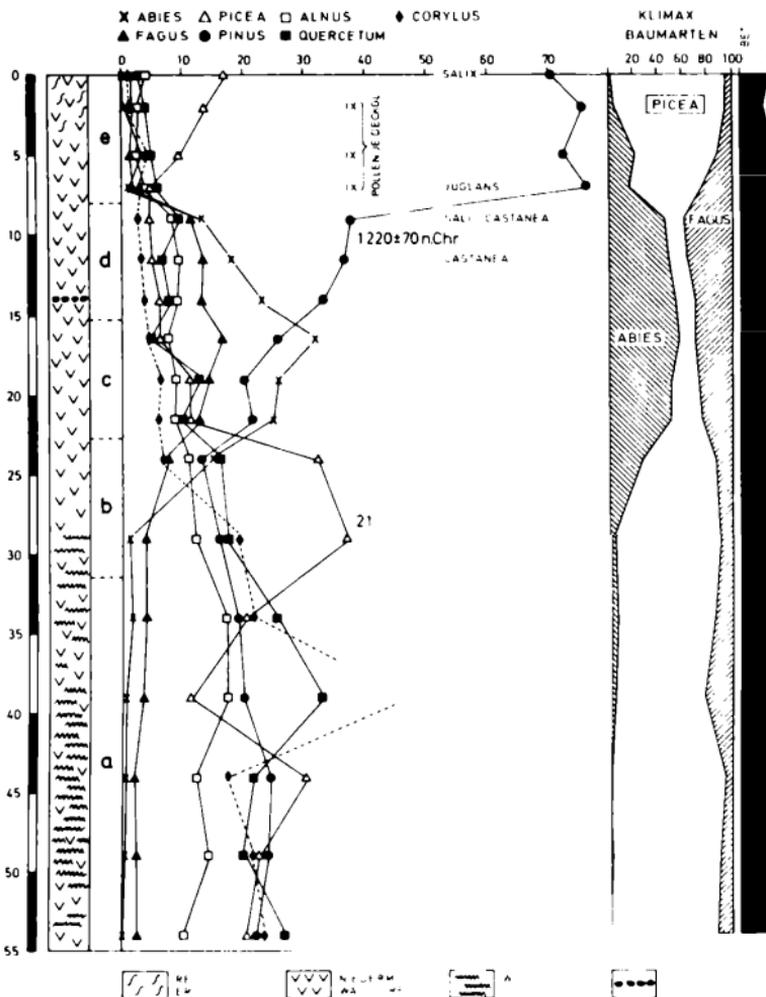
- 0 5 cm: Reiser-Waldtorf (Ericaceen-Reiser und abgestorbene Wurzeln).
- 5 28 cm: Dunkelbrauner Waldtorf, bis ca. 18 cm von krümeliger, darunter von mehr schmieriger Beschaffenheit, bei 14 cm Holzkohle!
- 28 58 cm: Schwarzbrauner Waldtorf mit \pm hohem Anteil von *Eriophorum*, zwischen 43 und 52 cm ziemlich reiner *Eriophorum*-Torf.

3.12 Diagrammbeschreibung

Da bisher lediglich ein Profil vorliegt, kann nur eine vorläufige zeitliche Eingliederung des Diagramms in die mitteleuropäische Waldgeschichte durchgeführt werden. Gleiche Diagrammlage bedingt nicht immer vergleichbare Zeitstellung. Die auf den lokalen Besonderheiten aufbauende vorläufige zeitliche Gliederung bedarf daher der kritischen Überprüfung.

ROTTALMOOS 540m (LITSCHAU)

BAUMPOLLEN



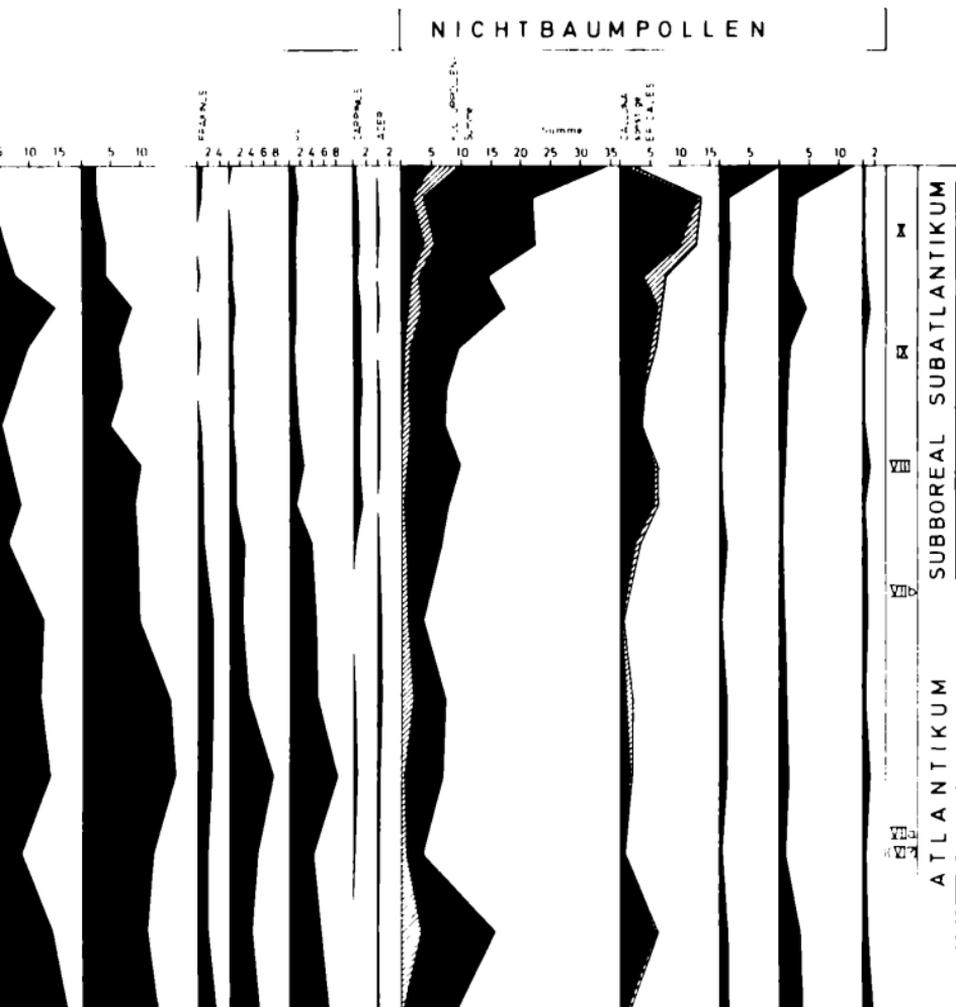


Abb. 1

a) Eichenmischwald-Fichten-Zeit

(54 - 34 cm, 5 Proben), sog. "ältere EMW-Zeit"

Fichte und Eichenmischwaldarten scheinen im Diagramm etwa mit gleichen Werten um 20 - 30 % auf. Im Quercetum mixtum dominiert die Eiche, auch Tilia und Ulmus sind stark vertreten. Von den übrigen Baumarten kommen Pinus, Alnus und Betula mit Werten über 10 % der Baumpollensumme vor; Fagus und Abies sind noch ohne Bedeutung. Acer erreicht regelmäßig sehr niedrige Werte; Carpinus tritt nur sporadisch auf. Mit relativ hohen Werten ist Corylus vorhanden, im Durchschnitt mit 25 %, ausnahmsweise mit 50 %. Diese Eichenmischwald-Fichtenzeit entspricht in ihrer Zusammensetzung ungefähr dem randalpinen Zeitabschnitt VI.

Die Walddichte muß infolge eines durchschnittlichen Nichtbaumpollenprozentes von nur 8 % relativ hoch sein. Auf feucht-reicheren Standorten mit ausgeprägterem Eichenmischwaldcharakter dürfte vor allem die nachgewiesene artenreiche Vegetation mit Kräutern, Umbelliferen, Compositen und Rosaceen vorgekommen sein (auch Gramineen und Ericales). Gelegentlich tritt Artemisia auf, die für waldfreie Standorte typisch ist.

Ob es sich bei diesem Profilabschnitt tatsächlich schon um das ältere Atlantikum handelt, kann erst die beabsichtigte Analyse des gesamten Profiles klären. Typisch für diesen Zeitabschnitt sind einzelne Gipfel von EMW und Corylus, die aber auch lokal bedingt sein können durch vorübergehende Überrepräsentation nahestehender Pollensponder. Bei ähnlicher Diagrammlage konnte KLAUS (1960, 1961; Haslauer Moos, Schremser Moor) auch in zwei weiteren Mooren des Waldviertels bereits früher parallellaufende Gipfel für den Eichenmischwald und Corylus nachweisen. Eine dadurch angezeigte Klimaschwankung (wärmer - trockener) liegt immerhin im Bereich des Möglichen.

b) Fichten-Eichenmischwald-Tannenzeit

(29 - 24 cm, 2 Proben), "jüngere EMW-Zeit"

Die Grenze zu diesem Abschnitt ist eindeutig gegeben durch den endgültigen Abfall der EMW-Werte einschließlich Corylus und das beginnende Picea-Maximum.

Dieser Abschnitt ist gekennzeichnet durch Fichten-Dominanz mit Werten zwischen 30 und 40 %. Der Eichenmischwald tritt mit 15 - 20 % in den Hintergrund, Pinus erreicht minimale Werte. In diesem Zeitabschnitt beginnt die Ausbreitung der Tanne, die gegen Ende des Zeitabschnittes bereits rund 15 % erreicht, während die früher etwas reich-

licher vertretene Buche nunmehr ins Hintertreffen gerät. Vor allem am Anfang des Zeitabschnittes ist mit einem Höchststand der Bewaldungsdichte zu rechnen, wie die bescheidenen NBP belegen, auch *Betula* erreicht nur geringe Werte. Mit dem zunehmenden borealen Fichtenwald-Charakter breiten sich allmählich *Ericales* aus, wobei nun schon *Calluna* eine größere Rolle spielt. Nach wie vor spielen die Kulturpollen eine sehr untergeordnete Rolle. Dieser Zeitabschnitt könnte dem jüngeren Atlantikum (VII) zugeordnet werden. Möglicherweise handelt es sich schon um eine frühe subboreale Phase. +)

c) Tannen-Kiefern-Buchen-Zeit

(22 16 cm, 3 Proben), vermutlich Subboreal

Die Grenze zu diesem Zeitabschnitt ist eindeutig. Nach starkem Abfall der Fichtenkurve dominieren nun *Abies*, *Pinus* und *Fagus*. Gleichzeitig beginnen die NBP stärker zuzunehmen. In dieser Tannenzeit erreicht *Abies* Werte um 25 - 35 %. Wenn man ihre etwa 20- bis 40prozentige Unterrepräsentation bedenkt (KRAL-MAYER, 1968), so müssen die Wälder der Umgebung eindeutig von der Tanne geprägt worden sein. Buche (13 - 17 %) ist die wesentliche Mischbaumart neben Fichte, deren Werte um 10 % pendeln. Fallende Tendenz weisen die EMW-Arten, sowie Erle, Birke und Hasel auf. Etwa vom gleichen Zeitpunkt an ist die Hainbuche regelmäßig und mit höheren Werten als früher vertreten. *Acer* kommt nur sporadisch vor. Nach wie vor ist die durchschnittliche Walddichte (NBP-Prozent rund 8 %) unvermindert hoch. Gegenüber *Tilia* und *Ulmus* schiebt sich im EMW Eiche in den Vordergrund. Die krautige Vegetation ist typenärmer geworden. Der erste Getreidepollen wurde in 16,5 cm Tiefe, also schon gegen Ende des Abschnittes, gefunden. Wie auch schon früher treten von den Kulturbegleitern vereinzelt *Plantago*, *Rumex* und *Chenopodium* auf. Der Kastanienpollen in 24 cm Tiefe stammt bestimmt aus Fernflug. In diesem Zeitabschnitt ist für die unmittelbare nähere und weitere Umgebung noch kein wesentlicher anthropogener Einfluß nachweisbar. Bei subborealer Zeitstellung, die ein Vergleichsprofil zu bestätigen hat, handelt es sich um die Bronzezeit, in der in Altsiedlungsgebieten bereits ein stärkerer, länger dauernder anthropogener Einfluß wirksam war. Der etwas stärkere Anteil der Kiefer (Werte um 20 - 25 %) geht, ebenso wie die nur gering steigenden Werte der Kulturpollen, auf Fernflug zurück. In dem Profil, das

+) Eine für die Tiefe von 28 cm, also für die Zeit der Fichten-Dominanz bzw. des Beginnes der Tannen-Ausbreitung nachträglich durchgeführte Radiokohlenstoffdatierung ergab 2160 ± 90 v. Chr.; dies entspricht dem frühen Subboreal.

lokal keinerlei anthropogenen Einfluß in der Umgebung erkennen läßt, prägt sich sehr deutlich die Siedlungs-, Rodungs- und Umwandlungstätigkeit in den regional benachbarten Frühsiedlungsgebieten aus. Eine subboreale bzw. bronzezeitliche Einordnung dieses Abschnittes scheint dadurch bestätigt. Die Grenze zum nächsten Abschnitt bildet der Kurvenschnittpunkt der Abies- und Pinuskurve.

d) Kiefern-Tannen-Buchen-Zeit

(14 9 cm, 3 Proben), älteres Subatlantikum

Bei zurückgehenden Tannenwerten (20 %) erreicht hier nun die Buche die Kulmination (15 %). Kiefernpollen nehmen allmählich zu (30 40 %). In Verbindung mit einem ersten Kulturpollen- und Nichtbaumpollenmaximum weist dies nun auf einen sich verstärkenden anthropogenen Einfluß in der weiteren Umgebung hin. Für die unmittelbare Moornähe ergibt sich aber noch kein Hinweis auf größere Rodungen, Kahlschläge oder künstlich verursachte Baumartenveränderungen. *Betula* und *Quercus* nehmen ebenfalls zu und erreichen gegen Ende des Abschnittes eine sekundäre Gipfelung. Die in 14 cm Tiefe gefundene Holzkohle kann ohne weitere "Kultur-Pollenweiser" nicht als Hinweis auf eine Brandrodung gewertet werden (vermutlich Waldbrand infolge Blitzschlages). Die noch in der weiteren Umgebung vor sich gehende und langsam näherrückende Rodung wird belegt durch die auftretende krautige Vegetation, Zunahme der krautigen Nichtbaumpollen (auch Gramineen und Ericales) und durch die Begünstigung der lichtliebenden Freiflächen-Baumarten Kiefer und Birke. Auch *Salix* konnte erstmals wieder pollenanalytisch nachgewiesen werden. Das vorübergehende Wiederansteigen der Eichenkurve in diesem Zeitabschnitt ist in Mitteleuropa immer wieder zu beobachten; es spiegelt die Förderung der Eiche als masttragendem Baum wider. Unter den Kulturpollen befinden sich neben Getreide von nun an kontinuierlich auch Arten wie *Plantago*, *Rumex* und *Chenopodium*. Die Werte sind aber so gering, daß noch nicht ohne weiteres auf das Vorhandensein von Siedlungen in der unmittelbaren Umgebung geschlossen werden kann. +)

+) Eine Radiokohlenstoffdatierung von Probematerial aus 10 cm Tiefe ergab 1220 ± 70 n. Chr. Im 12./13. Jahrhundert wurden danach in der weiteren Umgebung schon Schlägerungen durchgeführt, in der unmittelbaren Moornähe wies der Wald dagegen noch die natürliche Dichte und Zusammensetzung auf. Die absolute Radiokohlenstoffdatierung und die Datierung auf Grund der Diagrammlage weisen eine erstaunlich gute Kongruenz auf.

e) Kiefern-Fichten-Zeit

(7 0 cm, 4 Proben), jüngerer Subatlantikum

Die Grenze ist so deutlich ausgeprägt, daß klimatische Ursachen für die Änderung der Baumartenkombination ausscheiden. Das Hinaufschneiden der Pinus-, Picea-, Kultur-, NBP- und Ericales-Kurven zeigt die anthropogen bedingte Umwandlung des natürlichen Waldbildes an. Abies und Fagus verlieren sehr rasch Boden, während gleichzeitig die Kiefernkurve von 37 % auf 70 76 % in die Höhe schnellte. Diese plötzliche Änderung in der Baumartenzusammensetzung des Waldes, die zudem mit einem zweiten gegenüber dem ersten deutlich höheren Kulturpollen- und NBP-Maximum Hand in Hand geht, belegt die Auswirkungen eines lokal erheblichen anthropogenen Einflusses. Langsam nimmt die Fichte während des ganzen Abschnittes zu, die Kiefer behält die hohen Werte (rund 70 %) bis in die Gegenwart bei, während alle übrigen Arten im Oberflächenspektrum zusammen nur auf 13 % kommen. Durch ein NBP-Prozent von 34 % ist die Walddichte gegenwärtig niedriger als jemals zuvor. Nach einem wohl nicht sehr lange zurückliegenden Maximum der Ericales dominieren jetzt bei den NBP die Gramineen neben verschiedenen Kräutern. Unter den Kulturpollen finden sich außer Cereales in sämtlichen Proben des Abschnittes interessanterweise Pollen des Humulus-Typs, die auf einen Anbau von Hopfen (Hanf ?) schließen lassen.+) Unter den üblichen Kulturbegleitern wie Plantago und Artemisia weisen auch die Ruderalarten Rumex, Chenopodium, Urticaceen auf landwirtschaftliche Einflüsse hin. Bemerkenswert sind auch Einzelfunde von Centaurea cyanus, Castanea und Juglans.

Durch dieses Ergebnis werden die forstgeschichtlichen Ergebnisse Förderung von Kiefer, sekundär von Fichte unter Zurückdrängen von Tanne und Buche bestätigt. Aus diesem Diagrammabschnitt geht hervor, daß erst relativ spät (nach der Forstgeschichte etwa um das 15. und 16. Jahrhundert) im unmittelbaren Litschauer Raum das natürliche Waldbild entscheidend verändert wurde.

f) Zur Frage der natürlichen Lärchenverbreitung

Besonderes Interesse gebührt dem Fund von zunächst zwei Lärchenpollen in 7 cm, die sich nach dem Durchmustern einer größeren Zahl von Präparaten auf insgesamt neun erhöhten; sie verteilen sich auf die Proben aus 7 cm, 5 cm und 2 cm Tiefe, wobei die Häufigkeit

+) Nachträglich wurde uns mitgeteilt, daß auf der sogenannten "Hopfenwiese" (früher "Hopfengarten" bzw. "Hopfgartenwies") in 3 km Luftlinie vom Rottalmoos vom 16. bis wahrscheinlich ins 18. Jahrhundert Hopfen für die Brauerei Litschau gebaut wurde.

nach oben deutlich abnimmt. Trotz der sehr geringen Lärchenpollenzahl sind in Anbetracht der starken Unterrepräsentation von *Larix* im Pollenspektrum Schlußfolgerungen zulässig. Die ältesten eindeutig künstlich begründeten "Lärchenbestände" entstammen der Anbauwelle Anfang des 19. Jahrhunderts (vgl. TSCHERMAK, 1932). Der Beginn des Lärchenanbaues außerhalb des natürlichen Areals in Mitteleuropa kann Mitte des 18. Jahrhunderts angenommen werden (vgl. MAYER, 1961). Da ein künstlicher Lärchenanbau in einer noch früheren Zeit so gut wie sicher ausscheidet, müssen die ältesten Lärchenfunde etwa aus dem 15. und 16. Jahrhundert (C-14-Datierung erwünscht) natürlich sein. Im Gegensatz zur bisher vertretenen Ansicht kann schon jetzt mit großer Sicherheit angenommen werden, daß damals vereinzelte Reliktvorkommen der Lärche in der näheren oder weiteren Umgebung des Moores existierten. Während der Dominanz fichten- und tannenreicher Klimaxgesellschaften mit hoher Walddichte wird Lärche infolge überdurchschnittlich starker Unterrepräsentation von den Klimaxbaumarten so stark überdeckt und "ausgefiltert", daß sie auch bei reichlichem Vorkommen der Lärchenpollen lediglich fluktuierend auftritt (MAYER, 1963). Spezielle Untersuchungen auch in der Nähe der heutigen Lärchenbestände sollen noch die Kontinuität des Lärchenvorkommens belegen. Im Anschluß an den starken menschlichen Eingriff (Rodung, Waldlichtung, Kahlschläge) konnte sich die Lärche als Lichtbaumart von den wohl gerade verlöschenden Reliktstandorten aus auf den Freiflächen ausbreiten und sich vorübergehend eine Zeitlang in Mischung mit Kiefer behaupten, bis sie schließlich der vom Menschen geförderten Halbschattbaumart Fichte wieder unterlag. Auf den ehemaligen Reliktstandorten (kiefernreiche Schlußwaldgesellschaften reduzierter Vitalität) fehlt heute die Lärche. Die Anbauten wurden auf wüchsigeren Klimaxstandorten durchgeführt.

Dieses Verhalten der Lärche hat eine erstaunliche Parallele zur Arealentwicklung der polnischen Tieflagenlärche, die in einem ähnlichen ökologischen Milieu beheimatet ist (RUBNER-REINHOLD, 1953). Auch hier zeigte sich nach den forstgeschichtlichen Untersuchungen, daß zunächst die in tannen-, fichten- und kiefernreichen Beständen eines weitumfassenden Areals beigemischte Lärche durch den anthropogenen Einfluß gefördert wurde, aber dann mit zunehmender Intensität gerade in den letzten Jahrhunderten bedeutende Arealeinbußen hinnehmen mußte, so daß es gegenwärtig nur mehr wenige bedeutende Vorkommen gibt (MAUVE, 1932).

Nach den pollenanalytischen Befunden ist an einem natürlichen Vorkommen der Lärche kaum mehr zu zweifeln, das aber auch soziologisch-ökologisch verständlich ist, denn gerade im hercynisch-sudetischen Bergmischwaldgebiet zeigt die Lärche einen ähnlichen Gesellschaftsanschluß (RUBNER, 1943). Die Sudetenlärche fehlt in den

fichtenreichen Hochlagen und ist auf tief- bis submontane Höhenlagen beschränkt (300-800 m), wo sie in Mischung mit Fichte, Tanne und Buche, auf trockenen bis warmen Standorten auch mit Höhenkiefer, Eiche und Hainbuche, und insbesondere in trockeneren Vegetationseinheiten auftritt.

Das nährstoffarme silikatische Ausgangsgestein, eine gewisse Standortslabilität und das schon trockenere subkontinentale Klima reduzieren im Litschauer Raum die Vitalität der von Natur aus sehr tannenreichen Klimaxgesellschaft. In dieser trockenen Ausbildung der Schlußwaldgesellschaft hatte randlich (Fels- und Moorstandorte) die primäre Pionierbaumart Kiefer Lebensmöglichkeiten seit dem Spätglazial bis heute. Als sekundärer Pionier konnte sich auch die Lärche in einem geringeren Maße (vgl. MAYER, 1962) gegen die Schattbaumartenkonkurrenz bis heute behaupten.

Als Refugialstandorte für die Zeit des subborealen Tannen- und Buchen-Optimums kommen für die Lärche die nur kleinflächigen, morphologisch wenig auffälligen Felsbildungen kaum in Frage, so daß die relativ reichlich vorkommenden anmoorigen und hochmoornahen Übergangstandorte dafür übrig bleiben. Auch der Lärchenpollenfund am Rande des Rottalmooses spricht dafür. Infolge der außerordentlichen Unterrepräsentation der Lärche, der hohen Sinkgeschwindigkeit des Pollens (drei- bis vierfach höhere Sinkgeschwindigkeit als Pinus-Pollen; siehe Angaben in FIRBAS, 1949 - 52, EISENHUT, 1961), sowie der damit verbundenen geringen Verwehbarkeit, kommt für Lärche praktisch nur Nahflug in Frage. Die Lärchen müssen also in unmittelbarer Nähe des Moores gestanden sein. Hier zeigen nun Beobachtungen aus dem Gebiet der Tatralärche (Tatranská - Lomnica/Lomnický štít), daß dort ebenfalls im Fichtenwald und im tannenreichen Mischwaldgebiet mit sehr starker Konkurrenz durch die Schattbaumarten die Lärche in flachmoornahen Standorten bei verminderter Vitalität von Fichte und Tanne überdauern kann (RUBNER, 1951). Auch im randalpinen Areal der Ostalpenlärche findet sich gelegentlich ein überraschendes Lärchenvorkommen auf Moorstandorten (MAYER, 1954).

Bei dem natürlichen Vorkommen der Lärche im Litschauer Raum kann es sich nach den bisherigen Untersuchungen nur um aussterbende reliktsche Restbestände mit reduzierter Vitalität auf diesen extremen Sonderstandorten gehandelt haben. Wie TSCHERMAK (1932) berichtet, wurden im 14. Jahrhundert zum Bau des Schlosses lediglich Fichten- und Tannenholz von teilweise beachtlichen Dimensionen herangezogen (20 m lange Balken mit 60 cm Zapfdurchmesser). Auch im Jahre 1789 verwendete Legschindeln waren aus Fichte und Tanne, ebenso wie ältere Blockhäuser (auch Kiefer verbaut). Das natürliche Lärchenvorkommen muß also tatsächlich reliktsch gewesen sein. Ein unmittelbarer Konnex zu den künstlichen Anbauten scheint nicht ausgeprägt gewesen zu sein.

Mit dem natürlichen Lärchenvorkommen im Litschauer Raum wäre die wiederholt gesuchte Verbindung zwischen der Alpen- und Sudetenlärche (vgl. RUBNER-REINHOLD, 1960) gefunden. Man wird nördlich der Donau noch weitere auffallende Lärchenvorkommen pollenanalytisch überprüfen müssen. Selbst unmittelbar an der Donau nördlich des Dunkelsteiner Waldes, für den TSCHERMAK (1932) den archivalischen und KRAL (1968) den pollenanalytischen Nachweis für die Ursprünglichkeit der Lärche führte, dürften sich weitere spätglaziale Relikt-vorkommen der Lärche erhalten haben. Über diese noch laufenden Untersuchungen wird an anderer Stelle berichtet.

3. 2 DER NATÜRLICHE WALDGESELLSCHAFTSKOMPLEX IM LITSCHAUER RAUM

Zur individuelleren Auswertung des Pollendiagramms und zur genaueren Beurteilung des anthropogenen Einflusses gibt eine Gegenüberstellung des Pollenspektrums der Oberfläche mit der durchschnittlichen Baumartenverteilung in der näheren und weiteren Umgebung Hinweise.

		Fichte	Kiefer	Tanne	Lärche	Buche	übriges Laubholz
Pollen-Oberflächen-spektrum		16,9	70,3	0,2		1,2	11,4
heutige Baumartenverteilung	Rev. Schönau	55,9	38,5	2,2	1,1	2,3	
	FV. Litschau	59,5	34,1	2,4	1,3	1,5	1,2

Aus dem Vergleich der heutigen Baumartenverteilung und dem Oberflächenspektrum ergibt sich, daß die Fichte in diesem Waldmoor unter- und die Kiefer sehr stark überrepräsentiert ist. Unterrepräsentiert sind ebenfalls Lärche und Tanne, während die Buche dem tatsächlichen Vorkommen in etwa nahekommt. Um aus dem Pollenspektrum unmittelbar auf die benachbarte Baumartenkombination schließen zu können, muß auf Grundlage von Untersuchungen in anderen Gebieten eine zwei- bis vierfache Überrepräsentation bei der Kiefer, eine Unterrepräsentation um 20 40 % bei Tanne und eine ganz erhebliche Unterrepräsentation bei Lärche (5 %-Lärchenpollen entsprechen bereits einem sehr lärchenreichen Bestand) zugrunde gelegt werden.

Demnach war zu Beginn des anthropogenen Einflusses der Naturwald ungemein tannenreich. Wesentliche Mischbaumart war die Fichte, sekundär auch Buche. Unter Berücksichtigung der vorläufigen Standortserkundung ergibt sich folgende Gliederung der natürlichen Waldgesellschaften in diesem mäßig trockenen subkontinentalen Raum.

a) Klimabedingte Schlußwaldgesellschaften

Bodensaurer Silikat-Fichten-Tannen-Buchenwald, Abies-Picea-Variante (Luzulo-Abieti-Fagetum s.l.) auf durchschnittlichen Standorten. Da Luzula albida fehlt, wird diese bodentrockenere Ausbildung der Gesellschaftsgruppe als Deschampsio flexuosae-Abieti-Fagetum (prov.) bezeichnet.

b) Klimaxnahe Schlußwälder

Auf stark bodensauren und überdurchschnittlich feuchten Standorten mit reduzierter Vitalität der Buche kommt relativ flächig der Plateau-Fichten-Tannenwald (Myrtillo-Abietetum KUOCH 1954) und der Waldschachtelhalm-Fichten-Tannenwald (Equiseto-Abietetum KUOCH 1954) vor.

c) Dauergesellschaften

Torfmoos-Fichtenmoorrandwald mit natürlichem Kiefernanteil (Sphagnopiceetum KUOCH 1954), Spirken-Waldkiefern-Hochmoor (Ledo-Pinetum prov.), Fichten-Schwarzerlen-Bachwald (Piceo-Alnetum RUBNER 1954), Fels- und Sandkiefernwald (Dicrano-Pinetum PREISING et KNAPP 1942).

3.3 ZUSAMMENFASSUNG

Im Litschauer Raum mit mäßig trocken-subkontinentalen Klimabedingungen herrscht bereits von Natur aus ein nadelbaumreicher Waldgesellschaftskomplex vor, der Parallelen zum hercynisch-sudetischen Bergmischwaldbereich aufweist (von Lärche abgesehen). Neben Fichte spielt im Naturwald Tanne die beherrschende Rolle, während die Buche nur als sekundäre Mischbaumart zu werten ist. Da der Kiefer im Naturwald eine bescheidene Rolle zukommt, weisen die vorhandenen Kiefernbestände auf eine erhebliche Standortsdegradierung hin. Diese nachhaltige Verschlechterung der standörtlichen Leistungsfähigkeit geht auf die jahrhundertelange "unentgeltliche Entwicklungshilfe" des Waldes für den industriellen Aufschwung und die landwirtschaftliche Existenzsicherung zurück, da bis in die Neuzeit der Wald unerlässliche Lebensgrundlage in diesem Raum war. Nach den pollenanalytischen Ergebnissen spielt für eine biologische Sanierung die Tanne die entscheidende Rolle, nicht dagegen die Buche. Erst in Jahrhunderten kann auf natürlichem Wege das Produktionspotential wieder auf die ehemalige Höhe gebracht werden. Durch kombinierte Meliorationsmaßnahmen (Düngung in Verbindung mit Anbau von biologischen Hilfsbaumarten unter Zaunschutz) kann der Sanierungszeitraum erheblich abgekürzt werden. Dies ist mit großen Kosten verbunden. Eine Subventionierung dieser Maßnahmen wäre nichts anderes als eine "Rückvergütung für die geleistete Entwicklungshilfe des Waldes in der Vergangenheit".

- BÖHM, A.: Siedlungsgeschichte des Raumes Litschau.
Manuskript, 1968.
- EISENHUT, G.: Untersuchungen über die Morphologie und Ökologie der Pollenkörner heimischer und fremdländischer Waldbäume.
Forstw. Forschungen. Beil. z. Forstw. Cbl. 15. Hamburg und Berlin 1961.
- FIRBAS, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen.
Jena 1949 52.
- JELEM, H.: KILIAN, W., NATHER, J., POLLANSCHÜTZ, J. und RACHOY, W.: Beiträge zum Bestandesumbau sekundärer Kiefernwälder und zur Naturverjüngung im Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald.
Exkursionsführer zur Frühjahrstagung des Fachausschusses für Waldbau des Österreichischen Forstvereins in Litschau, Niederösterreich.
Veröffentlichung der Forstl. Bundesversuchsanstalt.
Wien 1966.
- KLAUS, W.: Pollendiagramme der Moore des niederösterreichischen Waldviertels. I. Das Haslauer Moos.
Verh. Geolog. Bds.anst., H. 1, 1960.
- KLAUS, W.: Pollendiagramme der Moore des niederösterreichischen Waldviertels. II. Das Schremser Moor (Schwarzinger Torfstich).
Verh. Geolog. Bds.anst., H. 2. 1961.
- KRAL, F.: Pollenanalytische Untersuchungen zur jüngeren Waldgeschichte des Dunkelsteiner Waldes.
Cbl. f. d. ges. Fw. 85, 1968.
- KRAL, F. und MAYER, H.: Pollenanalytische Überprüfung des Urwaldcharakters in den Naturwaldreservaten Rothwald und Neuwald (Niederösterreichische Kalkalpen).
Forstw. Cbl. 87, 1968.
- MAUVE, H.: Die polnische Lärche.
Jahrb. d. Deutsch. Dendrol. Ges. 1968.
- MAYER, H.: Die Lärche in den Waldgesellschaften der Berchtesgaderer Kalkalpen.
Beih. z. Forstw. Cbl. 1954.

- MAYER, H. : Waldbauliche Beiträge zur genetischen Beurteilung der Lärche.
Forstw. Cbl. 80, 1961.
- MAYER, H. : Gesellschaftsanschluß der Lärche und Grundlagen ihrer natürlichen Verbreitung in den Ostalpen.
Angewandte Pflanzensoziologie XVII, 1962.
- MAYER, H. : Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen.
München-Basel-Wien, 1963.
- RUBNER, K. : Das Areal der Sudetenlärche.
Tharandter Forstl. Jahrbuch, 1943.
- RUBNER, K. : Die Tatalärche.
Forstw. Cbl. 70, 1951.
- RUBNER, K. und REINHOLD, F. : Das natürliche Waldbild Europas als Grundlage für einen europäischen Waldbau.
Hamburg und Berlin, 1953.
- RUBNER, K. und REINHOLD, F. : Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues.
5. Auflage, Radebeul und Berlin, 1960.
- TSCHERMAK, L. : Die natürliche Holzartenverbreitung (mit besonderer Berücksichtigung der Lärche) und die ökologischen Bedingungen im Waldviertel und Dunkelsteinerwald in Niederösterreich.
Cbl. f. d. ges. Fw., 58, 1932.

4. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN WASSERHAUSHALT DER BÖDEN IM RAUME LITSCHAU

von

Dipl. Ing. W. RACHOY (Forstliche Bundesversuchsanstalt)

Wie eingangs erwähnt, wurden im Untersuchungsraum neben den licht-ökologischen und ertragskundlichen Erhebungen auch Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt durchgeführt. Dabei galt es auch hier, die Verhältnisse in den flächenmäßig dominierenden Zustandsformen primäre, nicht degradierte Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Mischbestände, sekundäre, degradierte Kiefern-Fichten-Bestände und ebensolche mit eingeleiteter Melioration zu durchleuchten.

Diese Untersuchungen drängten sich hier aus mehreren Gründen besonders auf. Zunächst entsprachen sie dem Wunsche der örtlichen Wirtschaftsführung, welche infolge bereits begonnener bzw. geplanter, großflächiger Meliorationen im Bereich der Sekundärbestände an einer intensiven Durchforschung der Bodenverhältnisse interessiert war, und rein gefühlsmäßig die zahlreichen Ausfälle bzw. Wachstumsstagnationen in den Beständen und Jungwüchsen zu einem Großteil auf sommerliche Engpässe in der Wasserversorgung zurückführte. Ein weiterer, sehr wesentlicher Grund waren die vorgegebenen klimatischen und geologischen Verhältnisse.

Das kontinental getönte Klima des Untersuchungsraumes beeinflusst den Bodenwasserhaushalt insbesondere durch die jährlich auftretenden, mehr oder weniger lang andauernden Sommertrockenperioden, die in der Regel nur von kurzen, niederschlagsarmen Gewittern unterbrochen werden. Verstärkend greift hier noch die nahezu andauernde Bewindung ein.

Die geologischen Ausgangssubstrate, Eisgarner Granit und tertiäre Quarzsande, sind neben ihrer Nährstoffarmut dadurch gekennzeichnet, daß sie bei der rezenten Bodenbildung eine an den Fraktionen Schluff und Rohton arme Korngrößenzusammensetzung bilden. Wie nachstehend ausgeführt, sind aber gerade diese Feinbodenanteile neben einer optimalen Humifizierung die Voraussetzung für einen günstigen Bodenwasserhaushalt.

Zuletzt wies das Relief des Untersuchungsraumes auf die hier besonders bedeutende Wasserhaltefähigkeit der Böden hin. Der überwiegende Teil der Standorte (Kuppen, kuppenartige Verebnungen, flache Oberhanglagen) ist durch das Fehlen eines ortsfremden Wasserangebotes (Hang- bzw. Sickerwasser) gekennzeichnet. Die Durchfeuchtung der Böden kann hier nur durch das Niederschlagswasser erfolgen.

Aufgrund dieser Voraussetzungen konnte zu Recht angenommen werden, daß im Untersuchungsraum dem Bodenwasserhaushalt eine erhöhte Bedeutung zukommt, dieser eventuell sogar zum wachstumsbegrenzenden Minimumfaktor zu werden vermag.

Nach FRANZ (1960) kann Wasser in den humosen, wie auch in den mineralischen Bodenhorizonten entweder durch Adsorption an die Bodenkolloide, welche ja den Sorptionskomplex der pflanzenverfügbaren Nährstoffe bilden bzw. an freibewegliche Ionen oder durch kapillare Kräfte gegen die Schwerkraft festgehalten werden. Dieses wird Haftwasser genannt. Alles darüber hinaus dem Boden angebotene Wasser ist freibeweglich, es folgt der Schwerkraft mehr oder minder langsam nach abwärts, es wird als freibewegliches Wasser bezeichnet. Die Saugspannung, mit der das Bodenwasser zurückgehalten wird, ist bei dem adsorptiv gebundenen am größten und nimmt mit zunehmendem Durchmesser der Kapillaren immer mehr ab. In der obigen Reihenfolge geschieht auch die Wasseraufnahme bzw. -abgabe. Nun können aber die Pflanzenwurzeln mit ihren Saugkräften nur einen beschränkten Teil des im Boden gegen die Schwerkraft festgehaltenen Wassers aufnehmen. Adsorptionswasser und Kapillarwasser, welches oberhalb einer Dampfspannung von durchschnittlich 15 at festgehalten wird, kann von ihnen nicht verwertet werden. Daraus wird verständlich, daß für eine optimale, pflanzenverfügbare Wasserhaltung ein Porenbereich eines bestimmten Durchmesserrahmens notwendig ist.

Im humosen Oberboden sind diese Poren indirekt an eine individuen- und artenreiche Bodenfauna und -flora gebunden, welche einerseits zur Schaffung von hochmolekularen Humusstoffen, andererseits zu intensiver Lebendverbauung befähigt ist. Nur mit den meist in Krümelform vorliegenden, hochwertigen Humusstoffen und mit einer intensiven Lebendverbauung ist die Ausbildung einer genügend großen Anzahl von geeigneten Kapillaren möglich. Stark gedrosseltes oder unterbundenenes Bodenleben, wie dies beim Aufbau von Rohhumusformen der Fall ist, bedingt schwere Benetzbarkeit und nachfolgend ungenügende Speicherfähigkeit des pflanzenverfügbaren Wassers.

Im mineralischen Bodenbereich sind es die Korngrößen Schluff und Rohton (Teilchengröße unter 0,02 mm), aus denen großteils die obigen Poren aufgebaut werden. Besonders der Kolloidanteil des Rohtones ist als Kittsubstanz der Primärteilchen bei der Bildung der Bodenstruktur von großer Bedeutung. Allerdings ist hier ein genau abgewogenes Maß zwischen den Feinbodenbestandteilen und dem vorhandenen Grobskelett von größter Wichtigkeit, da ein Zuviel an Schluff und Rohton Wasserstau und damit vegetationsungünstige Luftarmut mit sich bringen kann.

Wie eingangs erwähnt, sollten bei den gegebenen Untersuchungen die Unterschiede im Wasserhaushalt der Böden unter primären, nicht degradierten Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Mischbeständen und unter sekundären, degradierten Kiefern-Fichten-Beständen, welche nach Großkahlschlägen, Fichtenmonokulturen und jahrhundertelanger Streunutzung entstanden sind, auf den beschriebenen Standorten herausgestellt werden. Zusätzlich sollten die nämlichen Verhältnisse noch unter Sekundärbeständen mit bereits eingeleiteter Meliorierung untersucht werden.

Bei dieser Themenstellung drängten sich nun zwei Fragenkomplexe auf:

Wie verhält sich die Wasserhaltung in den einzelnen Horizonten der repräsentativ zur Untersuchung ausgewählten Böden bzw. durch welche Faktoren wird diese beeinflusst?

Wie reagiert der für den Wasser- und Nährstoffhaushalt hier besonders bedeutende humose Oberboden auf die Beeinflussung durch die Standortfaktoren Temperatur und Niederschlag?

Als Beispiel für den primären, nicht degradierten Standortzustand wurde ein 110-jähriger Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Mischbestand in sanft geneigter, nach NW exponierter Lage gewählt. Der Waldort ist mit "Revier Hütten U. Abt. 18 f₁" beschrieben. Der unter diesem Bestand zur Untersuchung herangezogene Boden ist ein Podsol auf Eisgarner Granit.

Profilbeschreibung zu Profil 1:

A ₀₀ +A ₀	2	0 cm	Streu, Grobmoder
A ₁ H	0	5 (10) cm	in Taschen, wellig, schwarzer Feinmoder in Bleichsand, stark durchwurzelt; in Bändern und Wellen, übergehend in
A ₂	5	18 cm	anlehmigen Sand, feucht, schwach grusig, mäßig durchwurzelt, 7,5 YR 5 - 6/2 ⁺) strukturlos
B ₁ hfe	18	25 cm	frischer, lehmiger Sand, stellenweise Grus, zusammengepackt durch Fe, Humussoleinwaschungen, stark durchwurzelt, 7,5 YR 4/4
B ₂ fe	25	40 cm	lehmiger Sand, mäßig grusig, mäßig durchwurzelt, 7,5 YR 5/5

+) Munsell Color Company: Soil Color Charts. Baltimore, USA, 1954

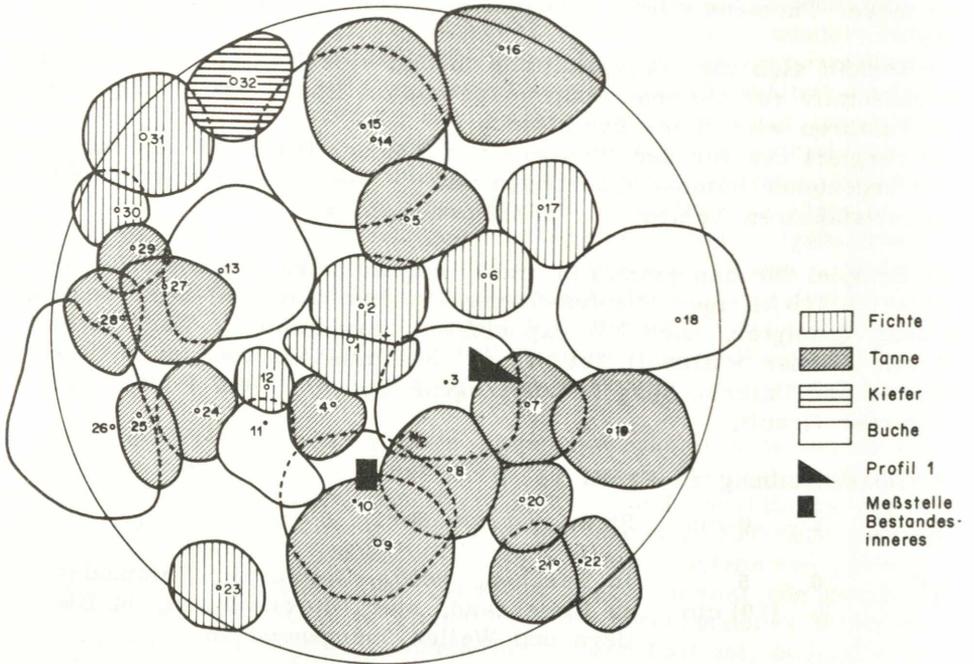


Abb. 2

BC	40	70 cm	Grus, noch gefärbt, Wurzelaufläufer
C ₁	ab	70 cm	grober Zersatz

Die Holzartenverteilung bzw. die Beschirmungsverhältnisse im Bereich des Profiles sind in Abb. 2 dargestellt.

Die auftretende Strauch- bzw. Krautschicht ist in der nachstehenden Aufnahme beschrieben.

Strauchschicht

<i>Abies alba</i>	1
<i>Fagus silvatica</i>	1
<i>Picea excelsa</i>	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+

Krautschicht

<i>Abies alba</i>	2	<i>Hieracium murorum</i>	+
<i>Picea excelsa</i>	2	<i>Veronica officinalis</i>	+
<i>Oxalis acetosella</i>	2	<i>Lactuca muralis</i>	+
<i>Fagus silvatica</i>	1	<i>Galeopsis tetrahit</i>	+
<i>Polygonatum vert.</i>	1	<i>Scropholaria nodosa</i>	+
<i>Galium rotundif.</i>	1	<i>Aira flexuosa</i>	+
<i>Majanthemum bifol.</i>	+	<i>Carex digitata</i>	+
<i>Geranium robertianum</i>	+	<i>Carex pilulifera</i>	+
<i>Rubus idaea</i>	+	<i>Calamagrostis villosa</i>	+
<i>Fragaria vesca</i>	+	<i>Dryopteris filix-mas</i>	+
<i>Prenanthes purpurea</i>	+	<i>Dryopteris filix-femina</i>	+
<i>Chamaenerion angust.</i>	+	<i>Pleurocium schreberi</i>	+

Als Beispiel für den sekundären, degradierten Standortzustand wurde ein 85jähriger Kiefern-Fichten-Bestand in flacher Kuppenlage gewählt. Der Waldort ist hier "Revier Langau U. Abt. 33 d₂". Der zur Untersuchung herangezogene Boden ist ein Podsol auf Eisgarnier Granit.

Profilbeschreibung zu Profil 2:

A ₀₀	5	3 cm	Streuauflage aus Abfall von Ki, Fi
A ₀	3	0 cm	Grobmoder, stark verpilzt, braun gefärbt, trocken
A ₁	0	2 cm	braun gefärbt, wenig zersetzte, stark verpilzte humose Substanz lose in Bleichsand eingestreut, mäßig durchwurzelt, rasch übergehend in

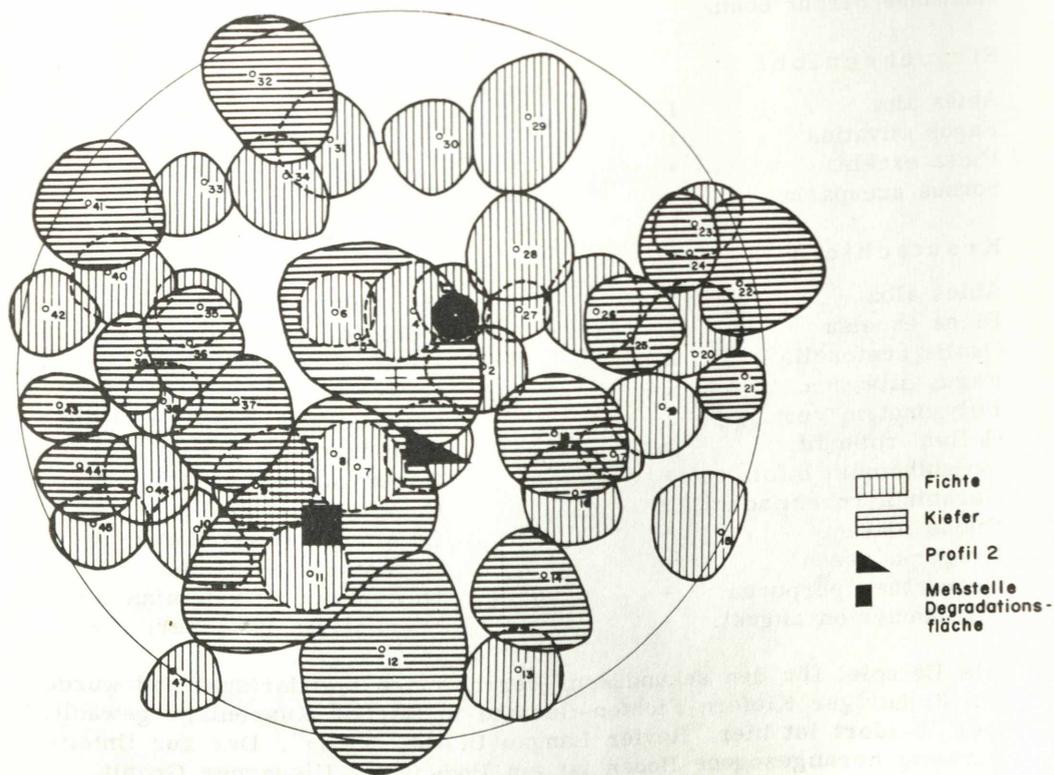


Abb. 3

A ₂	2	12 cm	Eluvialhorizont, nicht sehr deutlich ausgeprägt, anlehmiger Sand, schwach grusig, kaum durchwurzelt, strukturlos, 7,5 YR 5-6/2
B _{fe}	12	34 cm	Illuvialhorizont, lehmiger Sand, stellenweise Grus, nach unten stark zunehmender Grobskelettanteil, Einzelkörner von Sesquioxid-Gelhäuten umgeben und durch sie zusammengepackt, stärker durchwurzelt, 7,5 YR 5/5
BC	34	75 cm	Grus mit sehr hohem Grobskelettanteil, die Zwischenräume sind mit sehr frischem, feuchtem, lehmigem Sand ausgefüllt und verklebt, die Grus- und Grobskeletteile sind damit ummantelt, vereinzelt noch Wurzelausläufer, 7,5 YR 5/5
C	ab	75 cm	anstehende Gesteinsblöcke

Die Holzartenverteilung bzw. die Beschirmungsverhältnisse im Bereich des Profiles sind in Abb. 3 dargestellt. Eine Strauch- bzw. Krautschicht fehlt hier völlig.

Als Beispiel für die Meliorierung von sekundären Kiefern-Fichten-Beständen wurde der Waldort "Revier Langau U. Abt. 1 a₂" gewählt. Das Relief stellt eine kuppenartige Verebnung dar. 1951 wurde hier der stockende 70jährige Kiefern-Fichten-Bestand in einem schmalen Streifenschlag entnommen und nachfolgend ein dichter Verband von Eiche, Buche, Esche, Grau- und Schwarzerle, Birke, Salweide und Aspe, zusammen mit Lupine, eingebracht. Etwas Fichte wurde beigemischt. Bei der Aufforstung kam eine Lochkalkung zur Anwendung. Heute bilden die Laubhölzer einen dicht geschlossenen Schirm, die Fichte ist infolge unterbliebener Freistellung unterdrückt.

Der unter diesem Bestand zur Untersuchung herangezogene Boden ist ein Podsol auf tertiärem Sand.

Profilbeschreibung zu Profil 3:

A ₀₀	0,5	0 cm	Streuaufgabe aus Abfall von Erle, Eiche und Salweide, A ₀ nicht festzustellen
A ₁	0	3 cm	Arthropodenfeinmoder in nach unten rasch zunehmendem Bleichsand, amorph, schwarz, stark durchwurzelt; in Bändern und Wellen, übergehend in
A ₂	3	6 cm	Eluvialhorizont, mäßig frischer, anlehmiger Sand bis Sand, schwach durchwurzelt, strukturlos, 7,5 YR 5 6/2

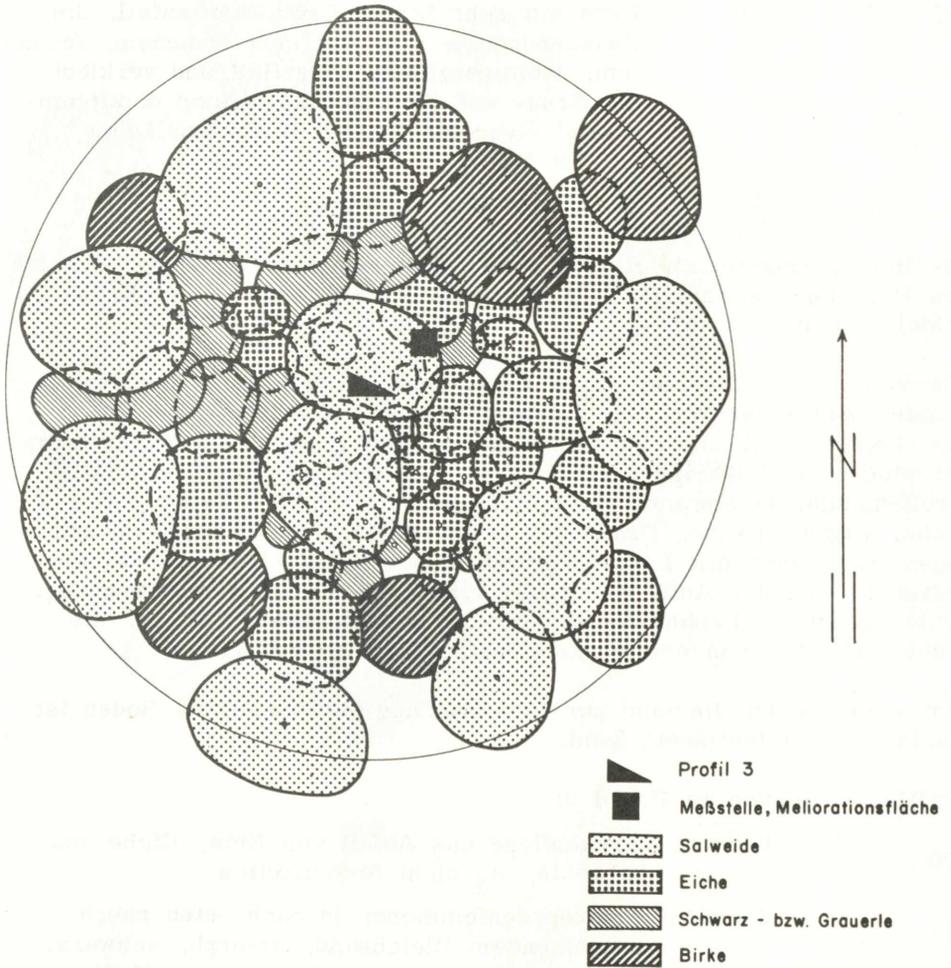


Abb. 4

B _{1(h)fe}	6	18 cm	Illuvialhorizont, frischer, lehmiger Sand, kaum wolkig, nur ganz sporadisch Humussol-einwaschung, die Einzelkörner sind von Sesquioxidhäutchen umgeben und durch sie zusammengepackt, stark durchwurzelt, 7,5 YR 5/5
B _{2 fe}	18	46 cm	Illuvialhorizont, lehmiger Sand, der Gehalt an Sesquioxiden nimmt ab, mäßig durchwurzelt, 7,5 YR 5/5, nach unten rasch übergehend in
C		46-(105) cm	Sand, keine Farbbeeinflussung durch Fe mehr, einzelne Wurzelausläufer

Die im Profilbereich auftretende Strauch- bzw. Krautschichte ist in der nachstehenden Aufnahme beschrieben.

Strauchschichte

Picea excelsa 1

Krautschichte

<i>Lupinus polyphyllus</i>	2	<i>Dicranum undulatum</i>	+
<i>Lactuca muralis</i>	+	<i>Polytrichum formosum</i>	+
<i>Latus corniculatus</i>	+	<i>Hylocomium splendens</i>	+
<i>Ajuga pyramidalis</i>	+	<i>Thuidium tamariscinum</i>	+
<i>Hypochaeris radicata</i>	+	<i>Mnium affine</i>	+

Die Holzartenverteilung bzw. die Beschirmungsverhältnisse im Profilbereich sind in Abb. 4 dargestellt.

4.1 UNTERSUCHUNG DER WASSERKAPAZITÄT IM BODENPROFIL

Zur Durchleuchtung des ersten Fragenkomplexes ist zunächst notwendig, die Krongrößenverteilung in den einzelnen Horizonten der untersuchten Böden näher zu erörtern. Tabelle 1 zeigt die nach der Schlämmanalyse gefundenen Werte.

Verteilung der Korngrößen

Profil Nr.	Profil Tiefe/cm	Grobsand % 2 - 0,2 mm	Feinsand % 0,2 - 0,02 mm	Schluff % 0,02 - 0,002 mm	Rohton % 0,002 mm
1	A ₂ 6 -17,5				
	B ₁ 17,5-24	49	22	20	9,4
	B ₂ 24 -34	51	20	21	8,4
	BC 34 -52	69	20	8	3,0
2	A ₂ 2 7				
	B 7 -34	66	20	12	2,7
	BC 34 -75	44	29	21	5,6
3	A ₂ 3 6				
	B ₁ 6 18	56	22	19	3,2
	B ₂ 18 - 46	65	21	10	4,3
	C 46 -105	85	13	2	0,3

Tabelle 1

In Profil 1 ist deutlich die für einen Podsol typische Verarmung von Schluff und Rohton im Eluvialhorizont (A₂) und deren Anreicherung in den Illuvialhorizonten (B₁ und B₂) zu erkennen. Das rasche Absinken dieser Korngrößen im BC-Horizont weist auf die langsame, grobskelettreiche Verwitterung des Eisgarners Granites hin.

Ein völlig anderes Bild zeigt Profil 2. Der Boden ist hier infolge der etwas extremeren Morphologie (Kuppenlage) reicher an Grobskelett und seichtgründiger als das im Ausgangssubstrat vergleichbare Profil 1. Die Verwitterungsgrundlage war hier nicht Zersatz, sondern anstehende Gesteinsblöcke. Der unter einem A₂-Horizont von geringer Mächtigkeit welche auf die erst vor zwei Jahrzehnten eingestellte, intensive Streunutzung zurückzuführen sein dürfte liegende B-Horizont ist im Vergleich zu dem durch Sesquioxide und Humussole intensiv gefärbten Illuvialhorizont von Profil 1 auffallend fahl und an Schluff und Rohton relativ arm. Hingegen weist der darunterliegende, grobskelettreiche BC-Horizont in einer Tiefe von 60 75 cm eine Anreicherung dieser Korngrößen auf, wie man die-

se normalerweise im B₁-Horizont antrifft. Die Grobskelette sind meist mit einer dicken Haut von Feinbodenmaterial überzogen, dasselbe füllt auch die dazwischenliegenden Hohlräume aus. Da dieser untypische Illuvialhorizont keinerlei Anzeichen chemischer Substanzverlagerung (Podsolierung), beispielsweise blanke Quarzkörner, zeigt, liegt nahe, die Anreicherung im BC-Horizont durch einen mechanischen Abtransport der Feinbodenanteile von oben nach unten zu deuten. Der bei der Podsolierung eintretende Zerfall der Tonminerale und das selbständige Beweglichwerden des limonitischen Eisens unterblieb hier offensichtlich. KRAPFENBAUER(1957) hat an Braunerden auf Weinsberger Granit, welcher bezüglich der Art der Verwitterung ganz ähnliche Verhältnisse zeigt wie der Eisgarner Granit, durch bodenmikroskopische Untersuchungen nachgewiesen, daß besonders in den humiden Gebieten des Waldviertels - eine mechanische Wanderung der feinsten Bodenbestandteile nach abwärts stattfindet, und führt diese Tatsache auf den besonders großen Grobskelettreichtum dieser Granitverwitterungsböden zurück. Bei Podsolen wird diese Tendenz normalerweise durch die chemische Substanzverlagerung verwischt. Sind aber die dabei auftretenden chemischen Vorgänge durch das Fehlen der ständig durch Streunutzung entnommenen organischen Substanz gedrosselt, kann infolge des ungehinderten Auftreffens der Niederschläge auf den eines humosen Oberbodens beraubten Mineralboden im Laufe der Zeit eine allmähliche mechanische Verlagerung des Feinbodens aus dem Anreicherungs-horizont in tiefere Bodenschichten, zumindest unter extremen Standortsbedingungen, angenommen werden. Dabei dürfte die relativ starke sommerliche Gewittertätigkeit, im Zusammenhang mit den in der Regel sehr verlichteten Sekundärbeständen, einen wesentlichen Einfluß ausüben.

Ähnliche Verhältnisse, in abgeschwächter Form und nur auf den Roh-ton bezogen, zeigt Profil 3. Offensichtlich ist die mechanische Substanzverlagerung hier in den Quarzsanden infolge der günstigeren standörtlichen Voraussetzungen und des fehlenden Grobskelettes weniger intensiv. Zusätzlich dürfte der allgemein geringe Feinbodenanteil dieser Sande auch eine gewisse Rolle spielen. Der hier im Vergleich zu den Profilen auf Eisgarner Granit wesentlich niedrigere Prozentsatz an Roh-ton weist auf den geringen Anteil an Primärmineralien, die zum Aufbau von sekundären Tonmineralien befähigt sind, und damit auf ein besonders beschränktes Nährstoffpotential hin. Der auffallend wenig mächtige Eluvialhorizont dürfte einerseits auf die bis vor zwei Jahrzehnten intensiv durchgeführte Streunutzung, welche den Aufbau einer für die Podsolierung notwendigen Rohhumusdecke verhinderte, andererseits auf die unmittelbar nach Einstellung der Streunutzung eingeleitete Oberbodenmeliorierung, zurückzuführen sein.

Aufbauend auf die beschriebenen bodenphysikalischen Grundlagen, ergaben sich nun in den untersuchten Böden nachstehende Wasserhaushaltsverhältnisse. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargelegt.

Die Proben zur Erstellung der angeführten Daten wurden nach WILDE (1955) mit 100 ccm-Stechzylindern aus den einzelnen Bodenhorizonten in zehnfacher Wiederholung entnommen. Die Probenentnahmen erfolgten am 18. und 19. August 1965.

Das spezifische Gewicht der festen Bodensubstanz (γ_B) wurde nach dem Verfahren von ALBERT u. BOGS (1914) ermittelt. Das Prinzip dieser Methode geht dahin, daß das Volumen einer bei 105° C getrockneten Bodenprobe mit bekanntem Gewicht bestimmt wird. Dabei wird die Probe in einem Meßkolben bekannten Volumens mit Xylol versetzt. Nach Auffüllen bis zur Marke des Meßkolbens liest man die verbrauchte Flüssigkeitsmenge an der Bürette ab. Die Differenz zum Volumen des Meßzylinders ist das Volumen der Bodenprobe. Die Beziehung lautet $\gamma_B = b - a/50 - c$, wobei a das Gewicht des leeren, b das Gewicht des mit absolut trockenem Boden gefüllten Meßkolbens und c der Xylolverbrauch ist. Das Frischraumgewicht (r_f) des Bodens wurde aus $r_f = G_B/V_T$, das Trockenraumgewicht (r_{tr}) aus $r_{tr} = G_T/V_T$ ermittelt, wobei G_B das Gewicht der im Stechzylinder gewonnenen Bodenprobe unmittelbar nach der Entnahme, G_T das Gewicht des bei 105° C getrockneten Bodens und V_T das Volumen des Stechzylinders darstellen. Das spezifische Gewicht des Boden-Wasser-Gemisches (γ_{BW}) setzt zunächst die Bestimmung des Wassergehaltes im frisch gewonnenen Boden voraus. Die Beziehung lautet:

$G_W \% = G_B - G_T / G_T \times 100$. Dabei ist G_B wieder das Gewicht nach der Stechzylinder-Entnahme und G_T das Gewicht des bei 105° C getrockneten Bodens. Mit Hilfe von $G_W \%$ läßt sich γ_{BW} unschwer aus

$$\gamma_{BW} = \frac{100 + G_W \%}{\gamma_B}$$

errechnen. Poren-, Wasser-, Luft- und Bodenvolumen stehen in direktem Zusammenhang und verstehen sich als die Werte, die unmittelbar nach der Stechzylinder-Entnahme in den einzelnen Bodenhorizonten vorgegeben sind. Poren- und Bodenvolumen bzw. Wasser-, Luft- und Bodenvolumen komplimentieren sich jeweils auf 100 %. Das Porenvolumen (V_p) ist durch die Beziehung

$$V_p \% = (1 - r_{tr} / \gamma_B) \times 100,$$

das Luftvolumen (V_l) durch

$$V_l \% = (1 - r_f / \gamma_{BW}) \times 100$$

und das Bodenwasservolumen (V_w) durch

$$V_w \% = r_{tr} \times G_W \%$$

Profil	Spez. Gew. des Boden-Wasser- Gemisches (γ_{BW}) g/ccm	Spez. Gew. der festen Boden- substanz (γ_B) g/ccm	Frisc- raumgew. d. Bodens (r_f) g/ccm	Trocken- raumgew. d. Bodens (r_{tr}) g/ccm	Poren- volumen (V_p) %	Wasser- volumen (V_w) %	Luft- volumen (V_l) %	Wasser- volumen (V_b) %	Wasser- kapazität (FK_v) %
I A ₁ 0 - 6	1,45	1,60	0,73	0,23	84	48	36	16	68,2
A ₂ 6 - 18	2,17	2,60	1,41	1,23	55	16	39	45	28,6
B ₁ 18 - 24	2,04	2,60	1,44	1,17	53	26	27	47	34,5
B ₂ 24 - 34	2,09	2,60	1,47	1,25	52	22	30	48	33,3
BC 34 - 52	2,29	2,70	1,52	1,32	49	16	33	51	21,6
C 52 - 105	2,40	2,70	1,58	1,39	47	11	36	53	14,0
II A ₁ 0 - 2	1,14	1,30	0,52	0,44	77	18	59	23	54,7
A ₂ 2 - 12	2,17	2,60	1,41	1,23	55	17	38	45	18,8
B 12 34	2,11	2,70	1,45	1,20	53	18	35	47	28,2
BC 34 - 75	2,40	2,70	1,58	1,40	47	21	26	53	31,2
III A ₁ 0 - 3	1,74	1,80	0,75	0,25	82	33	49	18	74,1
A ₂ 3 - 6	2,29	2,60	1,40	1,23	55	14	41	45	20,0
B ₁ 6 - 18	2,10	2,60	1,48	1,20	53	23	30	47	30,7
B ₂ 18 - 46	2,23	2,70	1,51	1,30	52	22	30	48	32,4
C 46 - 105	2,37	2,70	1,60	1,47	46	14	32	54	16,3

Tabelle 2

gegeben. Die Feldkapazität (FK) ist nach FIEDLER (1962) jener Wassergehalt, den ein Boden nach totaler Sättigung und nachfolgendem 24stündigem Abtropfen aufweist. Dieser Wert zeigt annähernd die maximale Wassermenge, die im Boden längere Zeit gegen die Schwerkraft zurückgehalten werden kann. Die Werte für die Feldkapazität errechnen sich aus der Beziehung

$$FK_V \% = \frac{G_{BW}}{G_B/V_T} \times 100.$$

Dabei bedeutet G_{BW} das Gewicht von Boden und Wasser nach 24stündigem Abtropfen, G_B das Gewicht nach der 105°-Trocknung und V_T das Volumen des Stechzylinders. Die aus Tabelle 2 ersichtlichen Werte des Wasser-, Luft- und Substanzvolumens zum Zeitpunkt der Probeentnahme und der Feldkapazität sind zur besseren Veranschaulichung in Abbildung 5 graphisch aufgetragen. Darin ist das Wasservolumen auf die obere, der Substanzgehalt auf die untere Abszisse bezogen. Das Luftvolumen entspricht jeweils dem Raum zwischen den Linien für das Wasservolumen bzw. für die Feldkapazität und der Linie für den Substanzgehalt.

Bei Außerachtlassung der Wasserhaushaltsverhältnisse in den humosen Oberböden, welche erst im nachfolgenden Abschnitt behandelt werden, weisen die Mineralbodenhorizonte ganz allgemein mit einem Boden-Wasser-Luft-Verhältnis von 50 : 20 : 30 % auf ihre sehr geringe Wasserhaltefähigkeit hin, wenn man nach FRANZ (1960) das optimale Verhältnis mit 50 : 30 : 20 % annimmt.

Zur Charakterisierung der Wasserhaltung in den einzelnen Bodenhorizonten wird im folgenden repräsentativ die Feldkapazität herangezogen. Dies vor allem deswegen, weil sie im Vergleich zum Wasservolumen, welches ja die Durchfeuchtung zum Zeitpunkt der Probenahme angibt und daher unmittelbar von den klimatischen Faktoren beeinflusst wird, allgemein gültige, objektive Werte liefert. Die Feldkapazität zeigt in den Eluvialhorizonten (A_2) der drei Profile, gemäß der durch die Podsolierungsvorgänge eingetretenen Verarmung an Feinbodensubstanz und der spezifischen Strukturlosigkeit, äußerst geringe Werte. Während der A_2 -Horizont in Profil 1, unter dem primären Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Mischbestand, einen Wert von 28,6 % (Meßtiefe 8,0 cm) erreicht, zeigt dieser in Profil 2, unter dem sekundären Kiefern-Fichten-Bestand mit 19,0 % (Meßtiefe 8,0 cm) deutlich die schlechteren standörtlichen Voraussetzungen, einen durch die extreme Morphologie bedingten Grobskelettreichtum bzw. Feinbodenarmut und eine durch die vorgegebene Kiefern-Fichten-Streu begünstigte Podsolierung an. Der ebenfalls sehr niedrige Wert von 20,0 % (Meßtiefe 4,5 cm) im Eluvialhorizont von Profil 3 dürfte vor allem auf den geringen Feinbodenanteil der Quarzsande zurückzuführen sein.

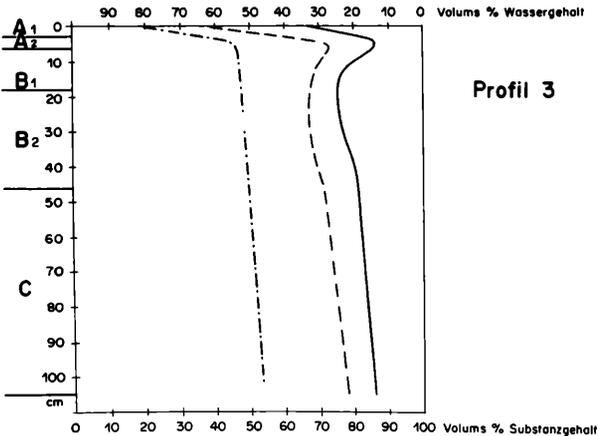
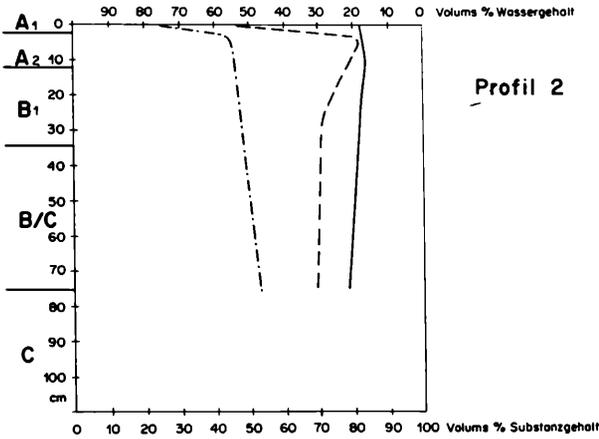
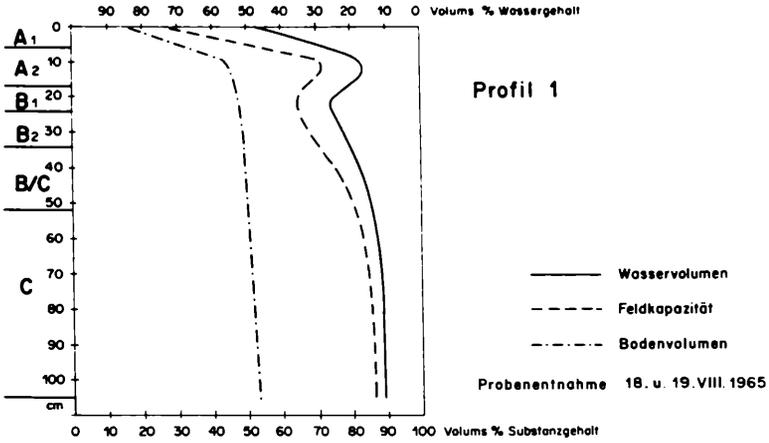


Abb. 5

Gemäß der in Tabelle 1 dargestellten Korngrößenverteilung weist in Profil 1 der B₁-Horizont mit 34,5 % (Meßtiefe 21,0 cm) das Maximum der Wasserhaltung auf, der B₂-Horizont bleibt mit 33,3 % (Meßtiefe 29,0 cm) bereits etwas zurück, und im BC- und C-Horizont sinken infolge der stetigen Abnahme des Feinbodenanteiles die Werte auf 21,6 % bzw. auf 14,0 % (Meßtiefe 43 cm bzw. 105 cm) ab.

Völlig anders sind die Verhältnisse in Profil 2. Hier liegt die Feldkapazität im B-Horizont bei 28,2 % (Meßtiefe 23,0 cm), und erreicht erst am Übergang zum BC-Horizont in einer Meßtiefe von 75 cm mit 31,2 % einen einigermaßen wasserhaushaltsgünstigen Wert. Daten aus größeren Tiefen konnten infolge des anstehenden, grobblockigen Ausgangssubstrates mit dem Stechzylinder nicht mehr erhoben werden. Die zusätzlich durchgeführten Fingerproben ergaben eine rasche Abnahme der angereicherten Feinbodensubstanzen, sodaß ein starkes Zurückgehen der Wasserhaltung im C-Horizont angenommen werden kann.

In Profil 3 weisen die Werte von 30,7 % (Meßtiefe 12,0 cm) im B₁-Horizont, bzw. 32,4 % (Meßtiefe 32 cm) im B₂-Horizont auf die aus Tabelle 1 ersichtliche mechanische Verlagerung von Rohton hin. In Gegenüberstellung zu Profil 1 erscheinen die Werte, absolut gesehen, wesentlich niedriger. Dies dürfte in erster Linie auf den geringeren Feinbodenanteil des Ausgangssubstrates zurückzuführen sein. Die Feldkapazität von 16,3 % (Meßtiefe 105 cm) im C-Horizont entspricht dem hier vorliegenden strukturlosen Quarzsand.

Während also in Profil 1 die Wasserhaltefähigkeit in einer Tiefe von 20 cm ihr Maximum erreicht, tritt letzteres in Profil 3, offensichtlich infolge der oben beschriebenen, mechanischen Substanzverlagerung der Feinbodenanteile, erst in einer Tiefe von 40 cm im B₂-Horizont auf. In Profil 2 wird eine befriedigende Wasserhaltung aus denselben Gründen durch die extremeren Standortsbedingungen gar erst im BC-Horizont in einer Tiefe von 75 cm erreicht. Dies bedeutet bei Unterstellung der allgemein geringen Wasserhaltung dieser Böden, daß unter primären, nicht degradierten Standortzuständen der Waldvegetation unmittelbar unter dem Eluvialhorizont ein günstiger Wasserspeicher zur Verfügung steht, während dieser unter sekundären, degradierten Standortzuständen infolge mechanischer Verlagerung von Feinbodensubstanz je nach den standörtlichen Voraussetzungen in den B₂- bzw. gar bis in den BC-Horizont, also in Tiefen von 60 70 cm, absinken kann.

Auf Grund der ungünstigen Wasserhaltung in den Mineralbodenhorizonten kommt demnach dem über dem A₂-Horizont liegenden humosen Oberboden, insbesondere dem A₀- bzw. A₁-Horizont, eine erhöhte Bedeutung für den Wasserhaushalt zu.

Aus den Daten in Tabelle 2 ist zu ersehen, daß die Feldkapazität in den A_1 - Horizonten absolut wesentlich höher liegt als die der bisher betrachteten Mineralbodenschichten. Dies ist unmittelbar aus dem größeren Porenvolumen der humosen Oberböden zu erklären. Allerdings bestehen zwischen den drei untersuchten Böden infolge der stark divergierenden Standortszustände enorme Unterschiede.

Nach FRANZ (1960) ist die Fähigkeit einer günstigen, pflanzenverfügbaren Wasserspeicherung in den humosen Bodenhorizonten in erster Linie von einer gesunden Bodenflora und -fauna abhängig. Diese nämlich ist befähigt, einerseits den Bestandesabfall zu zerkleinern und nachfolgend in hochmolekulare Humusstoffe umzubauen und andererseits eine Lebendverbauung der Aggregate durchzuführen. Nur dadurch kann eine genügende Anzahl von Hohlräumen kapillarer Größenordnung geschaffen werden, welche imstande sind, Wasser pflanzenverfügbar gegen die Schwerkraft zurückzuhalten.

Gemäß der nährstoffarmen Ausgangssubstrate im Untersuchungsraum ist die Ausbildung von lose in den Mineralboden eingemengtem Arthropodenfeinmoder (HARTMANN, 1952) das Optimum der Humifizierung. Das Bodenleben ist relativ arten- und individuenarm, die Biozönose ist sehr labil. Lumbriciden treten infolge der vorgegebenen Azidität nur sporadisch auf bzw. fehlen ganz. Eine Mullbildung mit der ihr spezifischen Ton-Humus-Koppelung und Einmischung der humosen Substanzen in den Mineralboden ist hier aus diesem Grund kaum anzutreffen. Der Aufbau von Arthropodenfeinmoder ist im Untersuchungsraum von einer nicht durch Streunutzung gestörten Bodenentwicklung, von einer den auftretenden Trockenperioden entgegenwirkenden Beschattung und von einem genügenden Anteil leicht zersetzlichen Bestandesabfalles, welcher hier hauptsächlich auf Tanne und Buche beschränkt ist, abhängig. Daher ist diese Humusform meist nur im Inneren der primären, nicht degradierten Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Bestände anzutreffen. Fehlen alle diese Voraussetzungen, wie dies in den sekundären, degradierten Kiefern-Fichten-Beständen der Fall ist, so kommt es, insbesondere durch die ehemals intensive Streunutzung, zu einem fast völligen Rückgang des Bodenlebens und in der Folge zur Ausbildung von Pilzmoder (HARTMANN, 1952). Damit ist eine Anhäufung von unverrotteter Abfallstreu verbunden, und es werden, statt der hochmolekularen Humusstoffe mit ihrem hohen Angebot an pflanzenverfügbaren Nährstoffen, chemisch hochaktive, die Podsolierung fördernde Humolignin- und Fulvosäuren gebildet. Der pflanzenverfügbare Aufschluß bzw. die Speicherung von Nährstoffen unterbleibt weitestgehend. Infolge des Fehlens einer gesunden und intensiven Humifizierung ist auch der Wasserhaushalt sehr ungünstig beeinflusst. Vor allem durch den überwiegend unzersetzten Bestandesabfall kommt es zu einer ungenügenden Ausbildung der für eine günstige Wasserhaltung nötigen

Kapillaren, bzw. diese werden häufig durch das reichlich vorhandene Pilzmyzel verstopft. Bei anhaltenden Niederschlägen befeuchten sich solche Oberböden infolge des hohen Benetzungswiderstandes sehr langsam, lagern dann zwar eine große Menge hygroskopischen Wassers an, können aber sehr wenig pflanzenverfügbares Wasser zurückhalten, trocken also in sommerlichen Schönwetterperioden rasch wieder zu Werten ab, die in der Wasserversorgung der Waldvegetation zu Engpässen führen können. Die meist starke Verlichtung der Sekundärbestände und die fast stetige Bewindung greifen dabei unterstützend ein.

Die untersuchten Böden zeigen die beschriebenen Verhältnisse deutlich. In Profil 1 unter dem primären Mischbestand ergab sich im A_1 -Horizont, welcher unter einer wenig mächtigen Mischstreudecke (A_{00}) und einem schmalen, bereits sehr gut zersetzten A_0 -Horizont gelegen ist, und aus leicht in den Mineralboden eingemischtem braunschwarzen Arthropodenfeinmoder besteht, eine Feldkapazität von 68,2 %. Im Gegensatz dazu weist das den degradierten Standortzustand repräsentierende Profil 2 unter einer mittelmächtigen Decke von unverrotteter Kiefern-Fichten-Streu (A_{00}) und einem aus verpilztem Grobmoder bestehenden A_0 -Horizont einen schmalen A_1 -Horizont auf, dessen Humusform einen braun gefärbten, wenig verrotteten Pilzmoder, in welchem vereinzelt blanke Quarzkörner eingemengt sind, darstellt. Hier erreicht die Feldkapazität nur einen Wert von 54,7 %. Dazu muß bemerkt werden, daß der Feldkapazität angenäherte Werte infolge des hohen Benetzungswiderstandes erst nach lang anhaltenden Regenfällen erreicht werden. Der in den Sommermonaten vorwiegend in der Form von kurzen, heftigen Gewittern fallende Niederschlag führt in der Regel zu Werten, die stark unter dem der Feldkapazität liegen. Da nach FIEDLER (1964) bei der Verrottung der Abfallstreu die spezifisch leichteren organischen Ausgangsstoffe zu den hochmolekularen Humusverbindungen umgebaut werden, gibt das spezifische Gewicht der humosen Oberböden deutlich die Güte der Humifizierung wieder. Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, weist der A_1 -Horizont in Profil 1 ein spezifisches Gewicht des Boden-Wasser-Gemisches von 1,45 g/ccm, in Profil 2 hingegen nur 1,14 g/ccm auf. Die Gegenüberstellung dieser Werte zu denen der Feldkapazität zeigt eindeutig den äußerst engen Zusammenhang zwischen der Güte der Humifizierung und dem Wasserhaushalt.

Während die oben beschriebenen humosen Oberböden vergleichend die Wasserhaushaltsverhältnisse der primären, nicht degradierten und der sekundären, degradierten Standortzustände darstellen, sollen nachfolgend anhand des Profiles 3 die Gegebenheiten nach eingeleiteter Meliorierung erläutert werden. Wie eingangs erwähnt, wurde im Bereich dieses Profiles der sekundäre Kiefern-Fichten-Bestand in einem Streifen kahlgeschlagen und in dichtem Verband mit Stieleiche, Salweide,

Birke, Grau- und Schwarzerle, unterstützt durch Lochkalkung und Lupinenanbau, aufgeforstet. Diese bilden heute einen dicht geschlossenen, ca. 3 m hohen Bestand und unterdrücken die etwas später eingebrachte Fichte völlig. Infolge des großen Angebotes an besonders leicht zersetzbarer, nährstoffreicher Abfallstreu und des günstigen Bestandesklimas kam es in dieser kurzen Zeit zu einem Umbau des ehemals vorhandenen Pilzmoders. Unter einer schmalen, lockeren Streudecke (A_{00}) und einem nur angedeuteten A_0 -Horizont ist heute ein völlig verrotterter, tiefschwarzer, allerdings noch sehr wenig mächtiger Arthropodenfeinmoder im A_1 -Horizont ausgebildet. Er liegt scharf abgegrenzt dem Eluvialhorizont auf. Die Werte von 74,1 % für die Feldkapazität und von 1,75 g/ccm für das spezifische Gewicht stellen die höchsten diesbezüglichen Daten der drei Profile dar, und sind auf die ausgezeichnete Abfallstreu, welche an Zersetzbarkeit und Nährstoffreichtum den Fichten-Tannen-Buchen-Abfall von Profil 1 bei weitem übertrifft, und auf das für den Untersuchungsraum optimale Bestandesklima zurückzuführen. Der A_1 -Horizont stellt hier bei dem allgemein geringen Nährstoffpotential der Quarzsande geradezu einen physiologischen Anreicherungshorizont dar.

4. 11 Zusammenfassung

Auf den in die Untersuchung einbezogenen Standorten (flache Oberhanglagen, Kuppenlagen und kuppenartige Verebnungen) kommt bei den gegebenen klimatischen Verhältnissen der Wasserhaltung der Böden eine besondere Bedeutung zu. Gerade diese aber ist, zunächst gesehen für die mineralischen Bodenhorizonte, infolge der feinbodenarmen Verwitterung der Ausgangssubstrate allgemein sehr gering. Dabei treten hier zwischen den vorgegebenen Standortzuständen große Unterschiede auf. Während das den primären nicht degradierten Standortzustand repräsentierende Profil 1 unmittelbar unter dem Bleichhorizont einen Trockenperioden überdauernden Wasserspeicher aufweist, kommt es in den Profilen 2 und 3 unter sekundären, degradierten Standortzuständen zu einer offensichtlich mechanischen Verlagerung der feinsten Bodenanteile Schluff und Rohton und damit, je nach den standörtlichen Verhältnissen, zu einem mehr oder weniger starken Absinken eines ausreichend wasserhaltenden Horizontes. Während also in Trockenzeiten die Baumwurzeln im ersten Fall schon in 15 20 cm einen genügenden Wasserspeicher vorfinden, kann im anderen Fall ein Defizit an pflanzenverfügbarem Wasser bis in Tiefen von 60 70 cm auftreten, eine Tatsache, die vor allem für flachwurzelnde Holzarten, insbesondere aber für Jungwüchse, Engpässe in der Wasser- und somit auch in der Nährstoffversorgung mit sich bringt.

Die sehr labilen Wasserhaushaltsverhältnisse in den mineralischen Bodenhorizonten haben zur Folge, daß hier dem humosen Oberboden dies-

bezüglich eine besondere Bedeutung zukommt. Sein Wasserhaltevermögen und die Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbaren Nährstoffen hängen unmittelbar mit einer den Standortsfaktoren gemäßen, optimalen Humifizierung zusammen. Diese ist in den untersuchten Zustandsformen unter den primären, nicht degradierten Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Beständen und unter intensiver, biologischer Meliorierung in Form von Arthropodenfeinmoder gegeben. Unter den sekundären, degradierten Kiefern-Fichten-Beständen sind dagegen grob zerteilte Pilzmoderschichten mit schwerer Benetzbarkeit und schlechter pflanzenverfügbarer Wasserhaltung ausgebildet. Dies bedeutet für die Baumvegetation im ersten Fall, daß ihre Wasser- und Nährstoffversorgung in Sommertrockenperioden auch dann gesichert ist, wenn sie, wie dies bei Jungwüchsen die Regel ist, ihr Wurzelsystem noch nicht bis in den Illuvialhorizont ausdehnen konnte, und ausschließlich in humosem Oberboden wurzelt. In den Pilzmoderschichten kann es dagegen im Verein mit den Gegebenheiten in den mineralischen Bodenhorizonten nicht nur für Jugenden, sondern auch für höhere Altersklassen zu bedeutenden Engpässen in der Wasserversorgung kommen. Die in den Sekundärbeständen durch die genügsame, tiefwurzelnende Kiefer völlig unterdrückte, gleichaltrige Fichte und die Tatsache, daß bei Helligkeitswerten von 5 % der Freilandhelligkeit (NATHER, 1966) in diesen Beständen keinerlei Fichtenanflug festzustellen ist, obwohl dieser Lichtgenuß für ein Aufkommen bei weitem ausreichend wäre, beweisen, daß hier der Wasserhaushalt mit der Hand in Hand gehenden Nährstoffversorgung zum wachstumsbegrenzenden Minimumfaktor geworden ist.

Die Agradation dieser erkrankten Oberböden mittels biologischer Meliorierung konnte anhand des Profiles 3 nachgewiesen werden. Inwieweit eine genau abgestimmte Flächendüngung bzw. eine solche in Kombination mit biologischen Maßnahmen zeitlich und finanziell diese Oberbodenmeliorierung begünstigen könnte, muß mangels geeigneter Versuchsanlagen vorderhand unbeantwortet bleiben.

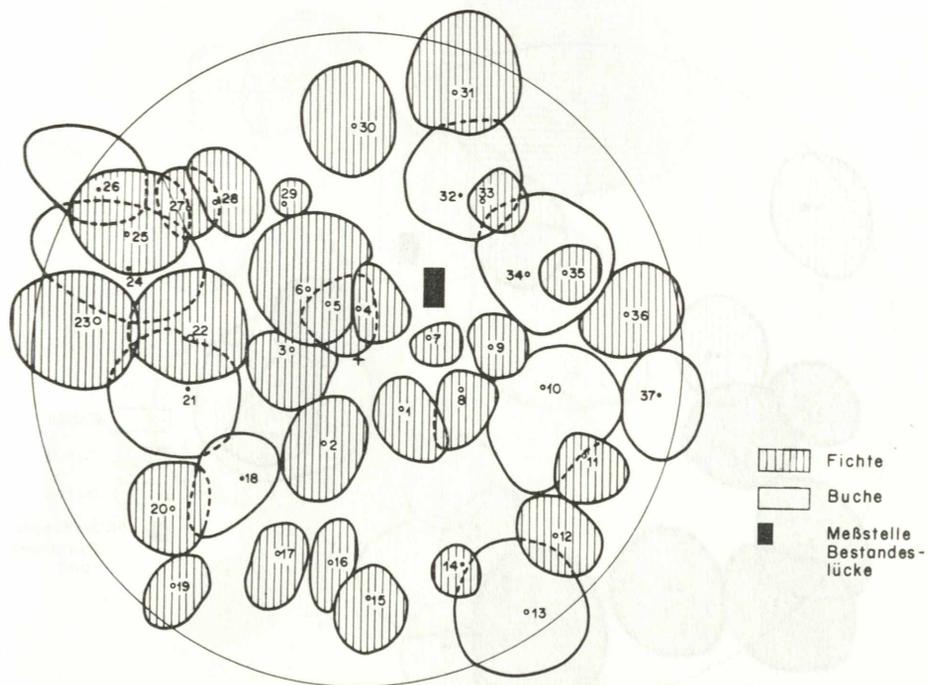


Abb. 6

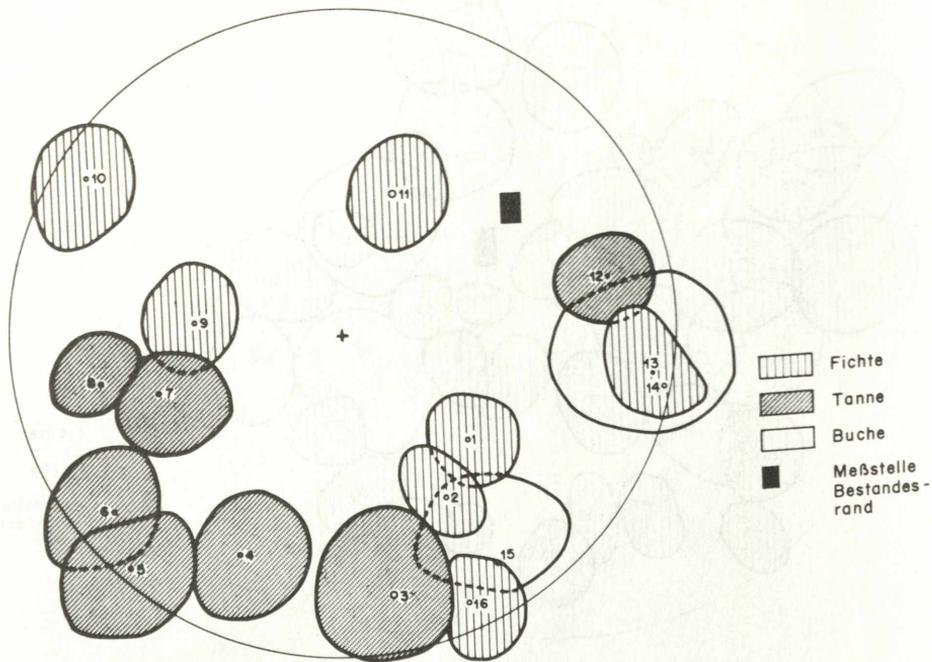


Abb. 7

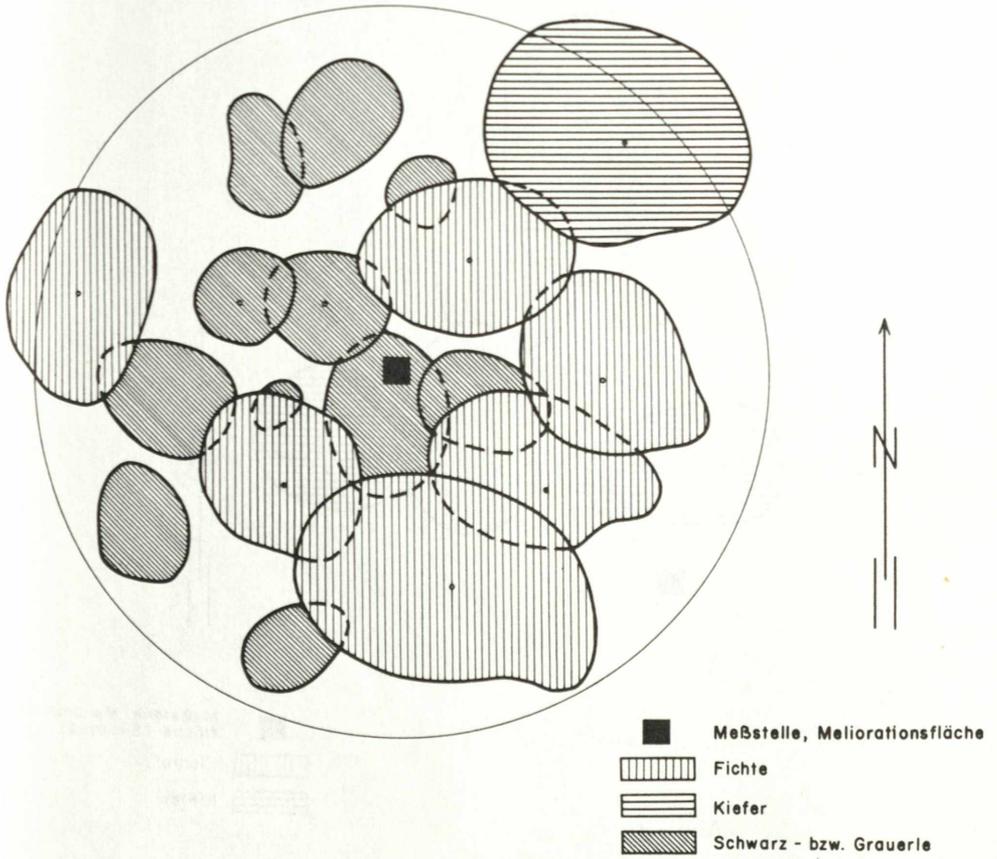


Abb. 8

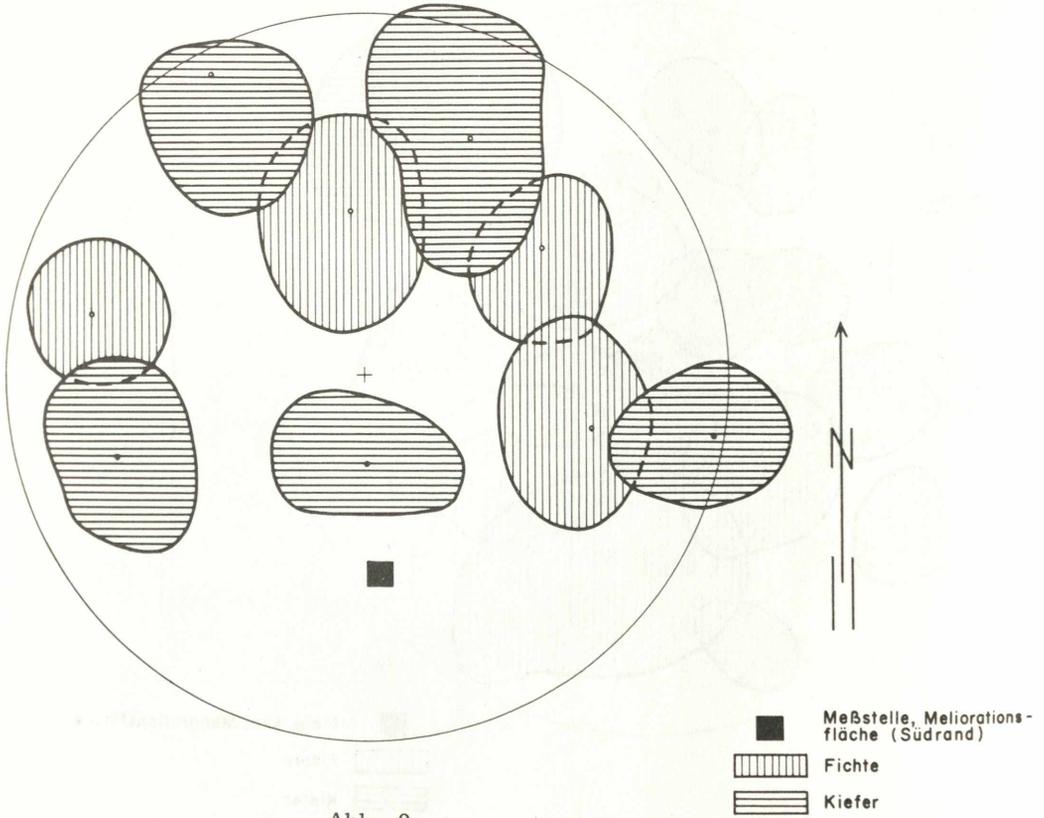


Abb. 9

4.2 UNTERSUCHUNG ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG DES WASSER- GEHALTES IM A₁-HORIZONT DURCH DIE STANDORTSFAK- TOREN NIEDERSCHLAG UND TEMPERATUR

Da im Untersuchungsraum dem humosen Oberboden für den Wasserhaushalt eine besondere Bedeutung zukommt, wurde dieser in längeren Meßperioden im Zusammenhang mit der Beeinflussung durch die Faktoren Niederschlag und Temperatur untersucht.

Im Bereich der primären, nicht degradierten Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Bestände wurden im Waldort "Revier Hütten U.Abt. 18 f₁" drei Meßstellen gewählt. In diesen repräsentiert Meßpunkt 1 in unmittelbarer Nähe von Profil 1 gelegen das Bestandesinnere mit voller Beschirmung, Meßpunkt 2 eine Bestandeslücke und Meßpunkt 3 den Bestandesrand. Die Holzartenverteilung und die Beschirmungsverhältnisse an diesen Meßstellen sind in den Abbildungen 2, 6 und 7 dargestellt. Die Punkte 1 und 3 sind in flacher, nach NW exponierter Oberhanglage gelegen, Punkt 2 befindet sich auf einer nach S exponierten, relativ seichtgründigen Geländerippe, zeigt also extremere Standortsbedingungen als die beiden ersten. Die Probenentnahme erfolgte in allen Meßpunkten an vegetationslosen Stellen.

Die Verhältnisse unter den sekundären, degradierten Kiefern-Fichten-Beständen wurden im Bereich der Profile 2 (Revier Langau U.Abt. 33 d₂) und 3 (Revier Langau U.Abt. 1 a₂) vergleichend zu standörtlich übereinstimmenden Meliorationsflächen (U.Abt. 33 d₁ bzw. U.Abt. 1 a₁) untersucht. Die dem Sekundärbestand in U.Abt. 33 d₂ gegenübergestellte Meliorationsfläche wurde 1954/55 durch eine Auslesedurchforstung stark aufgelichtet und in der Folge mit Schwarzerle, Rotbuche, Bergahorn, Linde und Lupine unterbaut, wobei als Startdüngung eine Lochkalkung durchgeführt wurde. Die Holzartenverteilung und die Beschirmung an den beiden Meßstellen sind aus den Abbildungen 3 und 8 zu ersehen. Beide Punkte liegen in flacher, seichtgründiger Kuppenlage.

In Gegenüberstellung der Meliorationsfläche im Bereich des Profiles 3 wurde der Südrand des benachbarten 90jährigen Sekundärbestandes zur Untersuchung herangezogen. Die hier vorgegebenen Bestandesverhältnisse sind in den Abbildungen 4 und 9 festgehalten. Beide Meßpunkte liegen auf einer kuppenartigen Verebnung. Auch hier wurden zur Probenentnahme Stellen ohne Krautschichte gewählt.

Die Feuchtigkeitsmessungen in den A₁-Horizonten wurden unter Anwendung der Carbid-Methode nach HEIGEL mit einem "CM-Gerät" von RIEDEL-DE HAEN AG. in täglich 12-facher Wiederholung durchge-

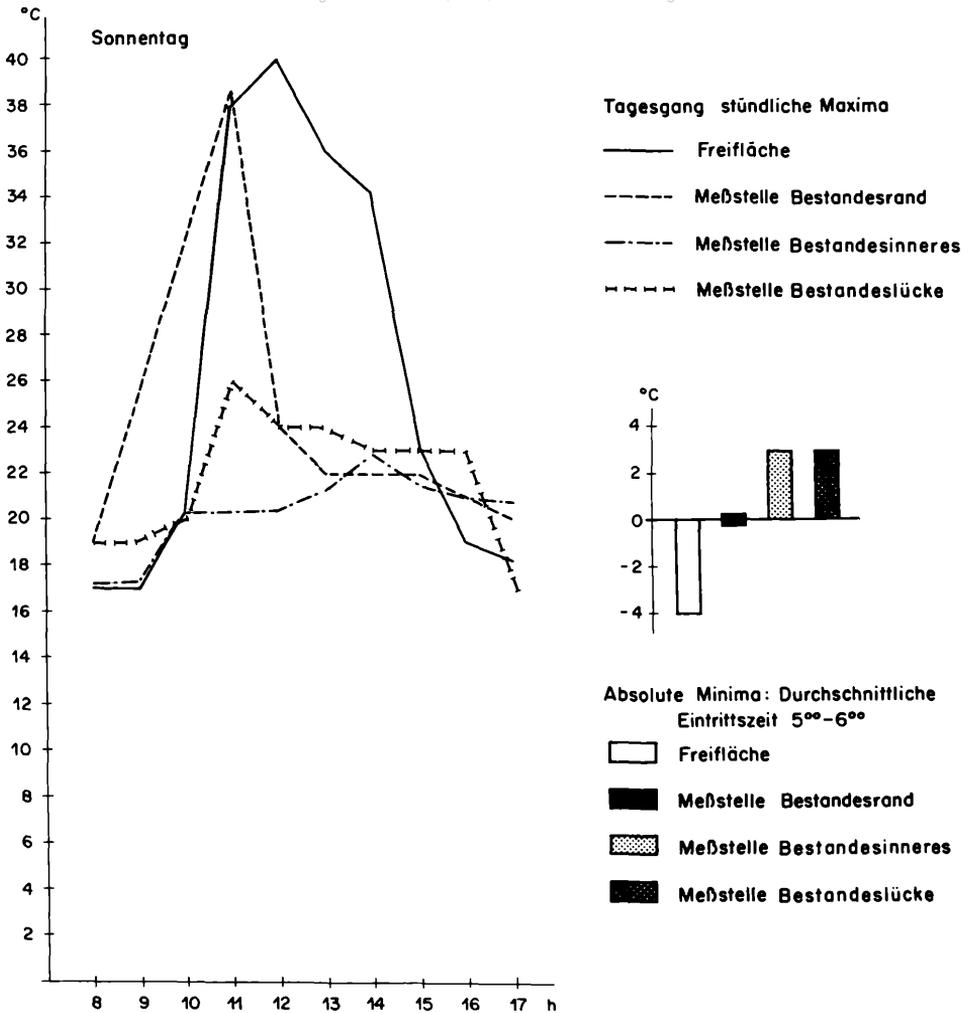


Abb. 10

führt. Zur Erhärtung der Eichabelle für die Umrechnung von Gasdruck in Feuchtegehalt mußten zusätzlich noch Stechzylinderproben entnommen werden. Der besondere Vorteil dieser Methode bzw. des verwendeten Gerätes liegt darin, daß bei der Messung vor allem der Prozentsatz des pflanzenverfügbaren Wassers erfaßt wird und hygroskopisch gebundenes Wasser größtenteils unberücksichtigt bleibt.

Die Ermittlung der Temperaturwerte erfolgte in stündlicher Ablesung mit Maximum-Minimum-Thermometern. Die Niederschläge wurden mit Ombrometern von 100 cm² Auffangfläche gemessen.

Im Bereich des Fichten-Tannen-Buchen-(Kiefern)-Bestandes wurden die Messungen vom 11. August bis 23. August 1965, in den Sekundärbeständen bzw. den Meliorationsflächen vom 24. August bis 2. September 1965 durchgeführt.

Während der Meßperiode im Primärbestand fiel nur vom 10. August, 8 Uhr, bis 11. August, 4 Uhr, also ganz zu Anfang der Periode, Regen. Vorher war während 10 Tagen kein Niederschlag registriert worden. Die größte Niederschlagsmenge wurde mit 64 mm pro 100 cm² Auffangfläche am Bestandesrand (beachte Abb. 6) gemessen. Da die vergleichende Freifläche mit 49,5 mm deutlich davon abfällt, dürfte am Bestandesrand eine starke sekundäre Einwehung aus den benachbarten Bäumen stattgefunden haben, welche durch den nach Ende des Niederschlages auftretenden, böigen NW-Wind zu erklären ist. Der Wert von 24 mm für das Bestandesinnere (beachte Abb. 2) scheint, gemäß der herrschenden Beschirmungsverhältnisse (vertikale Staffelung der Kronen), der Primärniederschlag zu sein, wohingegen die 35 mm in der Bestandeslücke (beachte Abb. 6) sicherlich durch sekundäre Einwehung beeinflusst wurden.

Die Temperaturverhältnisse an der Bodenoberfläche der Meßstellen sind in Abbildung 10 aufgetragen.

Da während der Meßperiode nur gleichverlaufende Sonnentage auftraten, wurde repräsentativ der durchschnittliche Tagesgang, angegeben in den stündlich auftretenden Maxima, ermittelt. Die höchsten mit täglichen Spitzenwerte zeigt erwartungsgemäß die Freifläche, aber auch der Bestandesrand hat eine beachtliche Sonneneinwirkung zu verzeichnen. Die zeitliche Verschiebung in den Morgenstunden ist dadurch bedingt, daß die Freifläche in diesem Zeitraum durch den sie umgebenden Jungwuchs beeinflusst wird, während der Bestandesrand bereits unter Einstrahlung steht. Aber bereits ab 11 Uhr tritt in letzterem die Beschattung durch die Randbäume ein. Der Punkt im Bestandesinneren hat infolge seiner vollen Überschirmung sehr ausgeglichene Werte. Die Bestandeslücke weist durch das relativ geringe Überschirmungsprozent und die Südexposition wieder einen erhöhten Temperaturgang auf.

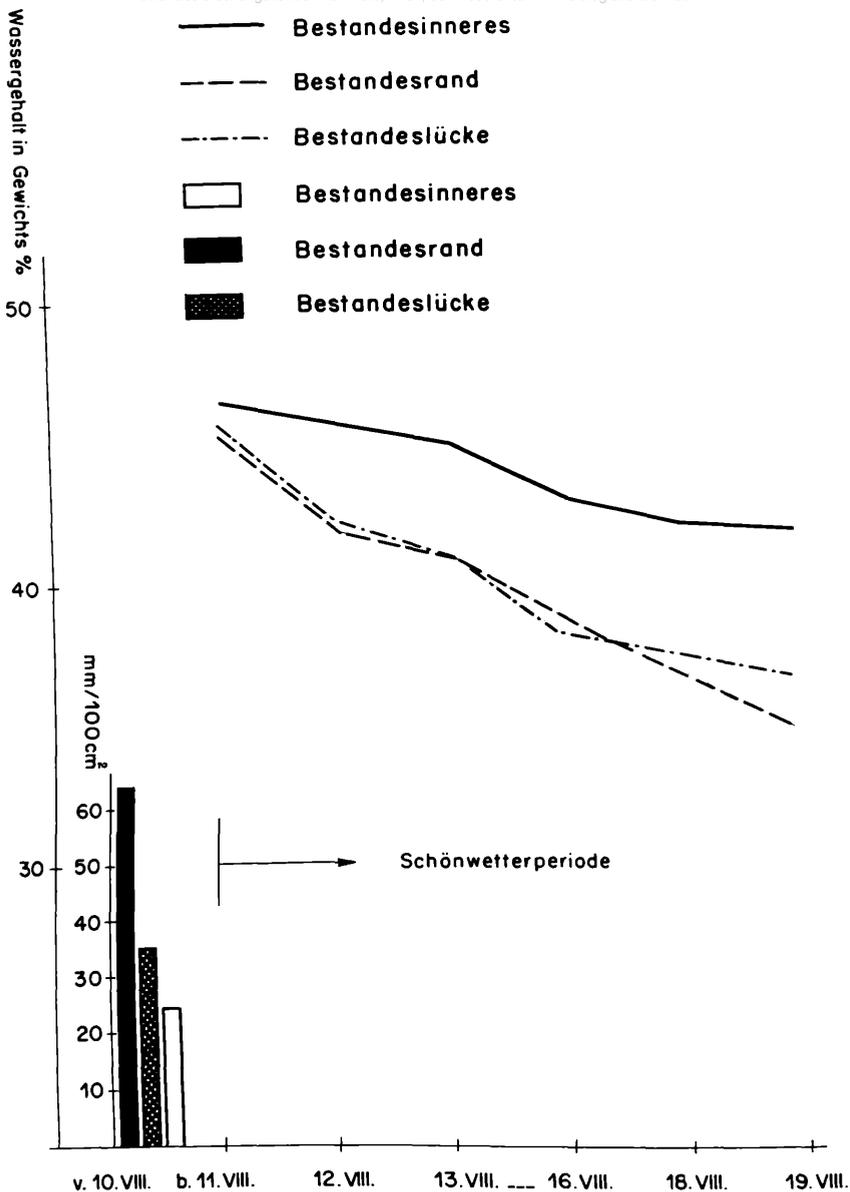


Abb. 11

Die absoluten Minima in den durchwegs klaren Nächten zeigen gleichlaufende Verhältnisse.

Der humose Oberboden setzt sich an der Meßstelle "Bestandesrand" aus einer schwachen Fichten-Buchen-Tannen-Streudecke (A_{00} -Horizont 4 - 2 cm), aus einem, noch reichlich unzersetzten Bestandesabfall enthaltenden, geringmächtigen A_0 -Horizont (2 - 0 cm) und einem braun gefärbten, relativ groben A_1 -Horizont (0 - 2,5 cm), welcher deutlich einen gedrosselten Aufbau echter Humusstoffe erkennen läßt, zusammen. Die erhöhte Temperatureinwirkung, im Zusammenhang mit der starken Bewindung und dem ungehinderten Auftreffen der Niederschläge, findet hier in der ungünstigen Beeinflussung des Bodenlebens unmittelbar ihren Ausdruck.

Ganz andere Verhältnisse bestehen, bei gleichen morphologischen Voraussetzungen, am Meßpunkt "Bestandesinneres". Hier ist unter einer ziemlich mächtigen Tannen-Buchen-(Fichten)-Streudecke (A_{00} 5 - 2 cm) und einem bereits gut zersetzten A_0 -Horizont (2 - 0 cm) ein aus braunschwarzem Arthropodenfeinmoder bestehender A_1 -Horizont (0-5 cm) ausgebildet. Die günstige Zusammensetzung des Streuabfalles und vor allem das ausgeglichene Bestandesklima ließen hier diese optimale Humusform entstehen.

Im Meßpunkt "Bestandeslücke" findet man bei extremeren morphologischen Bedingungen (Geländerücken, Südexposition) und weniger ausgeglichenen Temperaturverhältnissen unter einer Fichten-(Kiefern)-Streu- decke ähnliche Verhältnisse wie am Bestandesrand. Unter einer gering mächtigen Streu- decke (A_{00} 3,5 - 2 cm) und einem groben, sehr wenig verrotteten A_0 -Horizont (2 - 0 cm) liegt ein braun gefärbter, hauptsächlich aus Arthropodengrobmoder bestehender A_1 -Horizont (0 - 4 cm).

Die ermittelten Meßdaten sind in Abbildung 11 graphisch dargestellt. Sie repräsentieren den Durchschnittswert der während eines 12-Stunden- tages (6 Uhr - 18 Uhr) durchgeführten Messungen.

Nach dem Niederschlag vom 10./11. August kam es in den A_1 -Hori- zonten infolge der Schönwetterperiode zu einer allgemeinen Abtrock- nung. Diese verlief im Bestandesinneren gemäß dem ausgeglichenen Bestandesklima und der Güte der Humifizierung langsamer und we- sentlich weniger intensiv als an den beiden anderen Meßstellen, wobei schon der Ausgangswert höher gelegen war. Der Bestandesrand und die Bestandeslücke erbrachten infolge der ähnlichen Zustandsform nahe- zu gleiche Ergebnisse. Lediglich in den letzten Tagen der Meßperiode verlangsamte sich durch die stärkere Beschattung die Wasserabgabe in der Bestandeslücke.

REPRÄSENTATIVE TEMPERATURTAGESGÄNGE WÄHREND DER BODENFEUCHTIGKEITSMESSUNG (Exkursionspunkt 6, Meßstellen Revier Langau, Abt. 1)

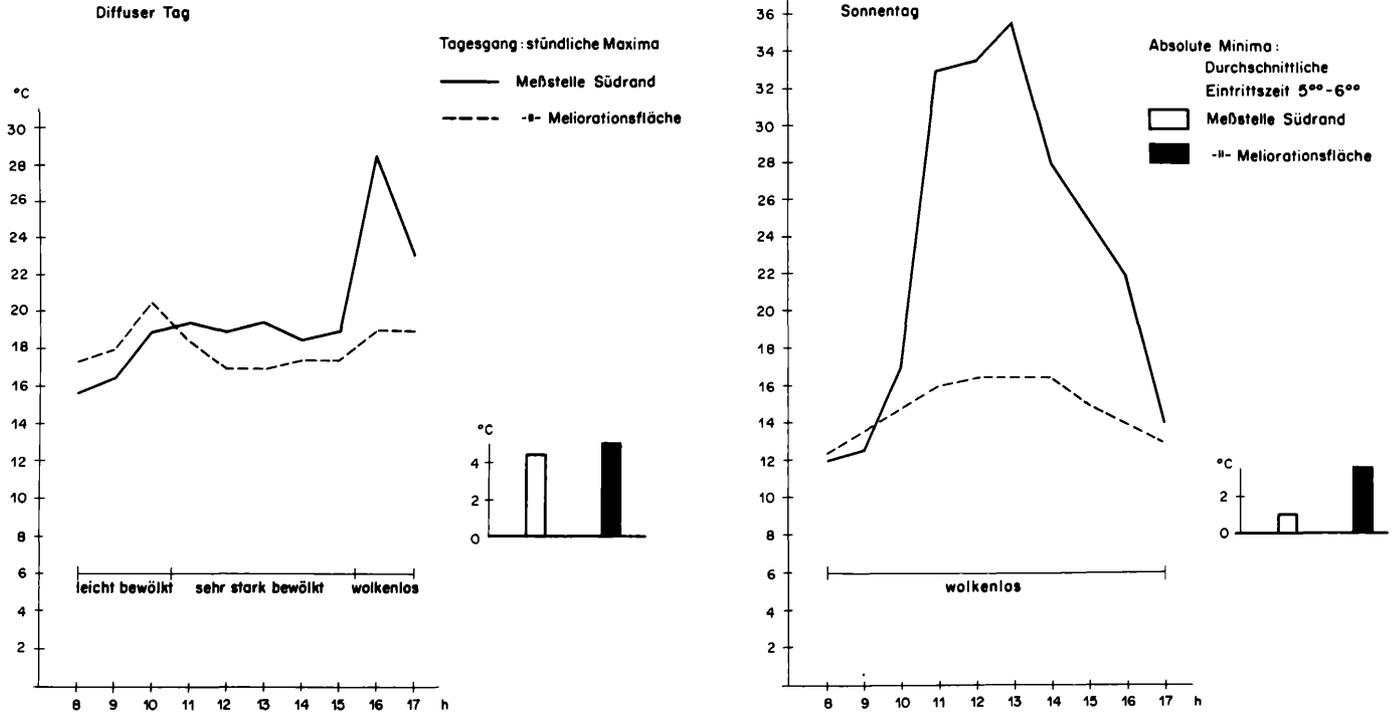


Abb. 12

Obwohl auch in dieser Form der Untersuchung die im vorigen Abschnitt beschriebenen Zusammenhänge bezüglich Wasserhaushalt und Humifizierungsgüte eindeutig zutage treten, kann doch im Vergleich zu den degradierten Standortszuständen angenommen werden, daß ganz allgemein im Bereich der primären, nicht degradierten Mischbestände eine ausreichende Durchfeuchtung der humosen Oberböden, auch während längerer Trockenperioden, gesichert ist. Dabei können allerdings, besonders unter extremeren Standortbedingungen, Übergänge zu den Sekundärbeständen auftreten.

Die Vergleichsmessungen zwischen den Oberböden unter sekundären, degradierten Kiefern-Fichten-Beständen und biologisch meliorierten Oberböden wurden während der Meßperiode vom 24. August bis 2. September parallel in den Abteilungen 1 und 33 durchgeführt. Während dieser Periode fiel nach zweiwöchiger Trockenzeit der erste Niederschlag vom 24. August, 21 Uhr, bis 25. August, 13 Uhr. Bedauerlicherweise kann dieser nur als Freiflächenwert von 54,8 mm/100 cm² Auffangfläche angegeben werden. Der nächste Niederschlag fiel vom 29. August, 17 Uhr, bis 30. August, 5 Uhr. Während dieses Regens traten böige W-Winde auf. Es wurden in Abteilung 33 für die Degradationsfläche 31,5 mm, für die Meliorationsfläche 27,0 mm registriert. Sekundäre Einwehung aus den Baumkronen ist in beiden Meßpunkten nur in abgeschwächter Form anzunehmen. Wie aus den Abbildungen 3 und 8 zu ersehen ist, dürfte in dem einen Fall das aus den vorherrschenden Kiefernkronen eingewehte Wasser von den unterständigen Fichten, im anderen Fall von den Erlen größtenteils aufgefangen worden sein. In Abteilung 1 ergab der Niederschlag vom 24./25. August einen Freiflächenwert von 56 mm. Während nach dem Regen vom 29./30. Aug. auf der Degradationsfläche (Südrand) 40 mm gemessen wurden, blieb die Niederschlagsmenge auf der Meliorationsfläche infolge der vollen Beschirmung mit 18 mm stark zurück, wobei hier infolge des einschichtigen Kronendaches eine leichte sekundäre Einwehung angenommen werden muß. Am Südrand kam diese dagegen nicht zur Geltung.

Die Temperaturtagesgänge, wieder angegeben in stündlichen Maxima an der Bodenoberfläche, waren während der Meßperiode mit Ausnahme des 30. August infolge andauernder Bewölkung sehr ausgeglichen. Kurzfristige Temperaturspitzen durch sonnige Abschnitte traten nur ganz vereinzelt auf. Die nächtlichen Absolutminima waren aus demselben Grund relativ hoch. Lediglich am 30. August wurden ein wolkenloser Tag und eine klare Nacht verzeichnet. Während auf den Meßstellen in Abteilung 33 infolge der starken Beschirmung an den diffusen Tagen wie auch am Sonnentag ähnlich ausgeglichene Temperaturverhältnisse auftraten, zeigten sich in Abteilung 1 am 30. August zwischen dem Südrand und der Meliorationsfläche enorme Unterschiede im Temperaturgang. Dieser ist, vergleichend zu den Verhältnissen an den bewölkten Tagen, in der Abbildung 12 dargestellt.

Der humose Oberboden besteht in der Degradationsfläche der Abteilung 33 aus einer relativ mächtigen Kiefern-Fichten-Streudecke (A_{00} 7 4 cm), einem fast völlig unzersetzten, von Pilzmycel beeinflussten A_0 -Horizont (4 0 cm) und einem A_1 -Horizont, der einen typischen Pilzmoder mit geringem Zersetzungsgrad aufweist. In der Meliorationsfläche ist durch die leicht zersetzliche und nährstoffreiche Abfallstreu und die Verbesserung des Bestandesklimas ein für eine günstige Humifizierung nötiges Bodenleben zurückgekehrt. Die Streudecke ist wenig mächtig (A_{00} 3 2 cm), der A_0 -Horizont (2 0 cm) weist bereits eine gute Zersetzung auf, das Pilzmycel ist weitgehend verschwunden. Im A_1 -Horizont (0 - 3,5 cm) beginnt ein braunschwarzer, nur mehr vereinzelt Pilzmodersubstanzen enthaltender Arthropodenfeinmoder zu dominieren.

In Abteilung 1 treten die obigen Verhältnisse in verstärkter Form auf. Am klimatisch sehr exponierten Südrand kommt es unter einer mittelmächtigen Kiefern-(Fichten)-Streudecke (A_{00} 7 5 cm) im A_0 - und im A_1 -Horizont (5 0 cm bzw. 0 3 cm) zu einer angenäherten Ausbildung einer Humusform, welche von HARTMANN (1952) mit Waldtrockentorf beschrieben wird. Im krassen Gegensatz dazu steht die vergleichene Meliorationsfläche. Unter einer lockeren Laubstreudecke (A_{00} 1 0 cm) fehlt infolge des intensiven Abbaues des besonders leicht zersetzbaren Bestandesabfalles ein A_0 -Horizont meist völlig. Der sehr gering mächtige A_1 -Horizont (0 - 2,5 cm) besteht aus tief-schwarzem Arthropodenfeinmoder. Die durchschnittlichen Tageswerte sind für die vier Meßstellen in Abbildung 13 graphisch aufgetragen.

Nach einer zweiwöchigen Trockenzeit wurden die Böden durch den Niederschlag vom 24./25. August erstmals wieder befeuchtet. Durch den hohen Benetzungswiderstand und die schlechte Wasserhaltung des Pilzmoders ergaben sich am 26. August in den A_1 -Horizonten der Degradationsflächen absolut wesentlich niedrigere Anfangswerte als in denen der Meliorationsmeßstellen. Die verblüffend rasche Abtrocknung der degradierten Oberböden in den folgenden, niederschlagsfreien Tagen dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, daß einerseits bei den Anfangsmessungen noch eine größere Menge langsam nach abwärts ziehenden Sickerwassers miterfaßt wurde und andererseits in diesem Zeitraum eine starke, andauernde Windbeeinflussung auftrat. Unterschiede in der Temperatureinwirkung können infolge der starken Bewölkung in den Hintergrund gestellt werden. Demgegenüber ist besonders die intensive Bewindung in den Meliorationsflächen durch die schützende Wirkung der Laubgehölze abgeschwächt. Das geringere Ansteigen des Wassergehaltes am Südrand nach dem Niederschlag vom 29./30. August hat seinen Grund nicht nur in der besonders schweren Benetzbarkeit des vorliegenden Waldtrockentorfes, sondern vor allem darin, daß hier am 30. August mit den Messungen erst um 13 Uhr begonnen wurde, während diese in Abteilung 33 bereits um 7 Uhr früh

angelaufen waren und hier noch eine wesentlich größere Menge an Sickerwasser miterfaßt wurde. Die Unterschiede in den Gewichtsprozenten geben eindeutig die besonders extremen Verhältnisse am Bestandessüdrand im Vergleich zu der unter Bestand liegenden Degradationsfläche in Abteilung 33 wieder.

Die Wassergehaltslinien für die beiden Meliorationsflächen zeigen den unmittelbaren Zusammenhang von Wasserkapazität und Humusgüte. Die Unterschiede der gemessenen Werte zu denen der Degradationsflächen und der nur geringen Schwankungen unterliegende Wassergehaltsverlauf während der Meßperiode weisen eindrucksvoll auf die voll gelungene Oberbodenregradation hin.

4. 2 1 Zusammenfassung

Der Verlauf des Wassergehaltes in den humosen Oberböden, in Abhängigkeit zu Niederschlag und Temperatur, zeigt deutlich seine unmittelbare Beziehung zu der Güte der Humifizierung. Unter primären, nicht degradierten Zustandsformen kann eine ausreichende Wasserhaltung auch während längerer, sommerlicher Trockenperioden angenommen werden. Bei Fehlen eines ausgeglichenen Bestandesklimas (Beschattung, Windabhaltung) ist aber auch hier, besonders unter extremeren Standortbedingungen, mit Engpässen in der Wasserversorgung und einem damit verbundenen Absinken der Humusgüte zu rechnen. Daher sollte bei der waldbaulichen Behandlung der Bestände, vor allem in den höheren Altersklassen, ein besonderes Augenmerk auf einen genügend dichten Kronenschluß gerichtet werden. Unter den sekundären, degradierten Beständen muß auf allen Standorten ohne ortsfremden Wasserzufluß mit der Austrocknung der Oberböden während längerer Trockenzeiten gerechnet werden. Die einzige Möglichkeit, diesen standörtlichen Minimumfaktor zu beheben, ist die Oberbodenregradation. Das volle Gelingen der letzteren mittels biologischer Meliorierung konnte bezüglich der Wasserhaushaltsverhältnisse nachgewiesen werden. Dazu darf eine damit Hand in Hand gehende Hebung der pflanzenverfügbaren Nährstoffkapazität angenommen werden.

4.3 LITERATURVERZEICHNIS

- ALBERT, R. und BOGS, O.: Beitrag zur Methodik der Bodenuntersuchung. Internat. Mitteilungen Bodenkunde, 4, Leipzig 1914.
- ATTERBERG, A.: Die mechanische Bodenanalyse und die Klassifikation Mineralböden Schwedens. Internat. Mitteilungen Bodenkunde, 2, Leipzig 1912.
- FRANZ, H.: Feldebodenkunde. Wien 1960.
- FIEDLER, H. J.: Die Untersuchung der Böden. Band 1 und 2, Dresden 1964.
- HARTMANN, F.: Forstökologie. Wien 1952.
- HEIGEL, K.: Erfahrungen mit der Carbid Methode zur raschen Bestimmung der Bodenfeuchte. Zeitschrift für Wetter und Leben, München 1954.
- JELEM, H., POLLANSCHÜTZ, J., NATHER, J., RACHOY, W.: Exkursionsführer zur Frühjahrstagung 1966 des Fachausschusses für Waldbau in Litschau. Wien 1966.
- KRAPFENBAUER, A.: Forstliche Standortstypen innerhalb des Granitbinnenhochlandes Arbesbach - Groß Gerungs im Niederösterreich. Waldviertel. Dissertation, Wien 1957.
- WILDE, S. A., VOIGT, G. K.: Analysis of Soils and Plants for Foresters and Horticulturists. Michigan, USA 1955.

5. ERTRAGSKUNDLICHE UND LICHTÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM RAUME LITSCHAU

von

Dipl. Ing. Dr. J. POLLANSCHÜTZ und Dipl. Ing. J. NATHER
(Forstliche Bundesversuchsanstalt)

Diese Untersuchungen wurden, wie eingangs erwähnt, vergleichend in primären, nicht degradierten Fi-Ta-Bu- (Kie-) Mischbeständen und in sekundären, degradierten Fichten- Kiefernbeständen bzw. solchen mit bereits eingeleiteter Melioration durchgeführt. Es sollten dabei einerseits die Möglichkeiten der natürlichen Verjüngung der primären Mischbestände, andererseits des Bestandesumbaues der Sekundärbestände zu leistungsfähigeren und den natürlichen Standortsgegebenheiten entsprechenden Waldformen erkundet werden. In beiden Fällen kommt dem Produktionsfaktor Licht eine wesentliche Bedeutung zu, denn jeder Eingriff in das Bestandesgefüge verändert den Lichtfaktor und gibt so die Möglichkeit zu einer direkten Einflußnahme auf Entwicklung und Massenproduktion in allen Bestandesschichten. Einerseits wirkt sich die Auflichtung der herrschenden Kronenschichte auf die Zuwachsleistung der Einzelbäume aller soziologischen Klassen aus, andererseits ist die Einleitung der Naturverjüngung vor allem ein lichtökologisches Problem.

5.1 ARBEITSMETHODIK

Im Bereich der Fi-Ta-Bu- (Kie-) Mischbestände wurde versucht, sowohl die Wirkung verschieden starker Auflichtung auf die Zuwachsleistung des Altbestandes näherungsweise zu erfassen, als auch die Wirkung der Auflichtung auf die Wuchsleistung des Nachfolgebestandes zu studieren. Die Untersuchungen im Altbestand wurden auf 6 Probekreisen zu 0,1 ha Größe durchgeführt. Für das Studium der Wuchsleistung des Nachfolgebestandes standen für 5 der Probekreise Jungwuchsaufnahmen zur Verfügung. Außerdem wurden 5 weitere Kleinprobeflächen, die im Bereich der Probekreise Nr. 5 und 6 und im nicht überschrmteten Teil der Abteilung (Freiland) subjektiv ausgewählt worden waren, untersucht. Diese Aufnahmen wurden als "Orientierungserhebungen" lediglich auf je 4 m² beschränkt, wobei das Studium auf diesen 5 Zusatzproben der "optimalen" Leistungsfähigkeit des Jungbestandes galt. Die Arbeit "Volumen und Volumenzuwachs in Jungbeständen der Fichte" von K. Johann (1964) gab für die Untersuchungen des Nachfolgebestandes die entsprechenden methodischen Hinweise.

In den sekundären Kie-Fi-Beständen sollte die Wirkung der Auflichtung vor allem an der "beherrschten" Baumart Fichte studiert werden. Für die Zustandserfassung und die Zuwachsuntersuchungen wurden je 6 Probeflächen zu 0,1 ha Größe im nicht aufgelichteten und im ab 1954 aufgelichteten, meliorierten Kie-Fi-Bestand eingerichtet.

Da im Zuge dieser Untersuchungen an den stehenden Probestämmen außer Brusthöhendurchmesser und Baumhöhe je drei obere Durchmesser mit dem Spiegelrelaskop nach Bitterlich bestimmt wurden, konnten der Massenermittlung spezielle Formzahlfunktionen zugrunde gelegt werden, die eine sehr genaue "Schätzung" des Volumens stehender Stämme ermöglichen. Die Gestalt der Formzahlfunktionen ist,

$$f = a + b_1 \frac{d_{0.1h} \cdot d_{0.5h}}{d^2} + b_2 \frac{d_{0.3h}^2}{d^2} + b_3 \cdot \frac{h}{d^2}$$

und die Volumsgleichung lautet:

$$v = a \cdot d^2 \cdot h + b_1 \cdot d_{0.1h} \cdot d_{0.5h} \cdot h + b_2 \cdot d_{0.3h}^2 \cdot h + b_3 \cdot h^2$$

- f Schaftholzformzahl
- v Schaftholzvolumen
- d Brusthöhendurchmesser
- h Baumhöhe
- d_{0.xh} Oberer Durchmesser in 0.x der Baumhöhe
- a Regressionskonstante
- b_i Regressionskoeffizienten

Mit Hilfe derartiger Funktionen (Pollanschütz, 1965, 1966 a) kann das Volumen von Einzelstämmen im Mittel auf + 2 bis + 3 % genau "geschätzt" werden.

Die Zuwachsuntersuchungen am "bleibenden Bestand" wurden an Hand von Bohrkernen durchgeführt. Die Radialzuwachsbestimmungen, die den Berechnungen der Grundflächen- und Volumenzuwächse dienten, wurden auf das letzte Jahrzehnt beschränkt. Um Einblicke in die Entwicklung der Einzelstämme und in die Entwicklungsgeschichte der untersuchten Bestände zu gewinnen, wurden jahrringchronologische Untersuchungen für den Zeitraum 1906 bzw. 1916 bis 1965 angestellt. Die Ausmessung der Einzeljahrringbreiten erfolgte mit Hilfe Eklund'scher Jahrringmeßmaschinen auf 1/100 mm genau. Der Ermittlung der Jahrringkurven (Berechnung der durchschnittlichen bzw. "erwarteten" Jahrringbreiten) wurden Gleichungen von der Form

$$y = a \cdot b^{-x} \cdot x^c \quad (\text{bzw. } y = a \cdot e^{-k \cdot x} \cdot x^c) \quad \text{zugrunde gelegt.}$$

y Jahrringbreite

x Jahr bzw. Alter

a, b, c sind Konstante (bzw. Regressionskoeffizienten).

Die Schätzwerte der Jahrringkurven (Trend der Jahrringbreiten) dienen der Berechnung der "Jahrringindices" und diese wiederum der Bestimmung der "relativen Indices". Dabei ist unter dem "Jahrringindex" (oder in einer anderen Benennung unter der "relativen Jahrringbreite") die gemessene Jahrringbreite in Prozenten der durchschnittlich "erwarteten" bzw. berechneten Jahrringbreite (Werte der Kurve) zu verstehen. Der "relative Index" ist der "Jahrringindex" von Bäumen einer bestimmten (z. B. behandelten) Aufnahme­fläche in Prozenten des "Jahrringindex" einer dazu in Vergleich gestellten (z. B. un­behandelten) Fläche. Durch diese Art der Berechnung gelingt es im ersten Schritt (Jahrringindex) etwaige Standorts- und Bestandes­unterschiede bzw. Alters- und Bonitätsunterschiede weitestgehend auszuschalten. Es bleiben klimatisch bedingte Schwankungen der Jahrringbreiten zusammen mit den durch die Bestandes­behandlung verursachten Abweichungen erhalten. Im zweiten Schritt (relativer Index) ist es möglich, die durch die Bestandes­behandlung verursachten Abweichungen von den klimatisch bedingten Schwankungen zu trennen (Pollans­chütz, 1966 b).

In den Fi-Ta-Bu- Mischbeständen wurden neben den ertragskundlichen Untersuchungen in der Zeit vom 11. VIII. bis 23. VIII. 1965 auch Lichtmessungen durchgeführt. Sie umfaßten die Registrierung von 12 Tages­gängen der Helligkeit an 5 Meßstellen im Bestand (im Mittelpunkt der Probekreise K_1 - K_5) mittels Selen- Photoelementen. Eine 6. Zelle wurde über dem Wipfel eines Randbaumes befestigt und lieferte den Vergleichswert des Freilandes. Durch Überstellung einer Zelle nach 6 Tagen (von K_2 nach K_6) wurde eine zusätzliche Meßstelle gewonnen. Die Registrierung erfolgte, wie schon bei früheren Aufnahmen, durch einen Sechsfarben - Punktschreiber in Form von kontinuierlichen Tages­gängen. Das Intervall der Einzelmessung betrug 2 Min., das ergab insgesamt ca. 30 000 Meßwerte.

5.2 UNTERSUCHUNGEN IN PRIMÄREN MISCHBESTÄNDEN

5.21 Untersuchungsbestand und Fragestellung

Für die Erhebung im Bereich der primären Mischbestände wurde als Beispielfläche der Waldort "Revier Hütten Abt. 18 f₁" gewählt. Das Einrichtungsoperat beschreibt diesen wie folgt:

Standort: Standortseinheit 6: Fi-Bu-Ta-Wald auf schattseitigen Flach­hängen mit Podsol und Semipodsol.

Zustandsform: primär: Oxalis Typ

Substrat: Eisgarner Granit

Boden: ausgeprägter Podsol

Bestand: Baumholz, NO - Rand stark gelichtet mit zahlreichen Verjüngungsgruppen, Einzelmischung, locker bis lückig NO - Rand räumdig; seit 1955 hinter Zaun.

Holzartenanteile: 6 Fi, 1 Ta, 1 Kie, 2 Bu, einz. Lä

Alter: 110 Jahre (Einrichtung 1960/61)

Bonität: Fi: $\frac{I,5}{10,7}$ Ta: $\frac{II,0}{10,6}$ Kie: $\frac{II,0}{7,8}$ Bu: $\frac{III,5}{4,5}$

relative Bonität - (Wiedemann)

absolute Bonität, Basis dGZ₁₀₀ - (Forstliche Hilfstafeln)

Wirtschaftliche Maßnahmen: Fortsetzung des Schirm - Saum- Hiebes am NO - Rand, im Bestandesinneren Femelhiebe, eventuell Ergänzung der Naturverjüngung;

Aus den angeführten wirtschaftlichen Maßnahmen ist zu ersehen, daß die Betriebsführung bestrebt ist, die Naturverjüngung dieses leistungsmäßig optimalen Mischbestandes unter weitgehender Ausnutzung der potentiellen Wuchsleistung des Standortes einzuleiten. Als Erfolgsziel soll dabei die Gleichwertigkeit des Nachfolgebstandes in seiner Ertragsleistung und die Gleichartigkeit in seinem Aufbau und seiner Mischung angestrebt werden.

Von ertragskundlicher Seite ergab sich nun durch diese Zielsetzung die Untersuchung folgender Detailfragen:

Welche bestandesgeschichtliche Entwicklung durchlief der Untersuchungsbestand?

Wie wirken sich verschieden starke Auflichtungsgrade auf die flächenmäßige Zuwachsleistung des "verbleibenden Bestandes" aus?

Welche Auflichtungsfolge ist anzustreben, um für den Nachfolgebstand eine gesicherte und leistungsmäßig zufriedenstellende Entwicklung bei gleichzeitiger optimaler Ausnutzung der Zuwachsleistung des Altbestandes zu erreichen?

Demgegenüber waren von lichtökologischer Seite die folgenden Fragen zu untersuchen:

Wie ändern sich die Lichtverhältnisse mit verschieden starken Auflichtungsgraden?

Wie verläuft die Pflanzenentwicklung insbesondere von Fichte und Tanne bei verschiedenen Auflichtungsgraden?

5.22 Beschreibung der Aufnahmeflächen

Im Untersuchungsbestand wurden 6 Probeflächen (Abb. 13 Situationsplan) so gewählt, daß durch sie typische Bestandesbereiche vom Außensaum über den Innensaum zu verschiedenen Schlußgraden im Be-

Situationsplan der Unterabteilung 18 f₁ Revier HÜTTEN

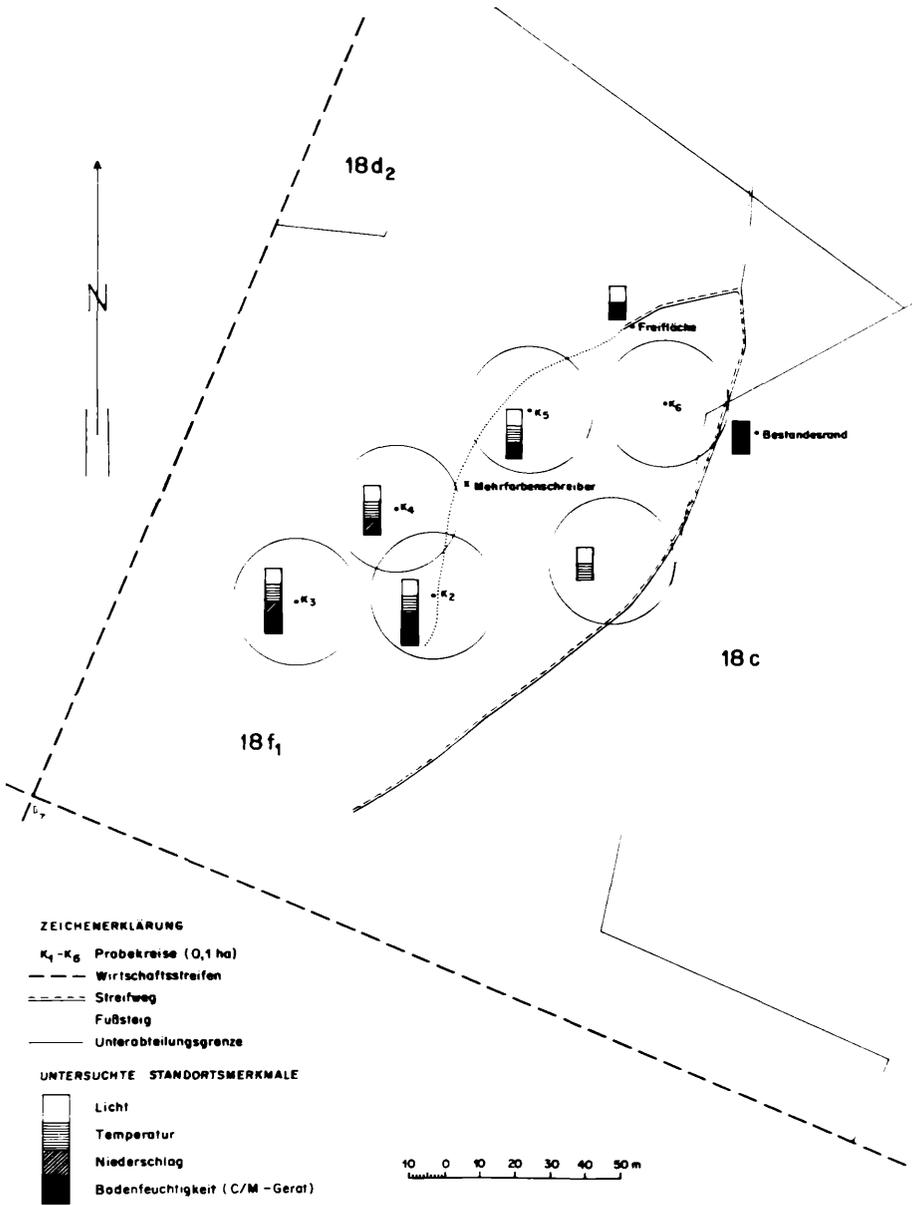


Abb. 13

PROBEKREIS NR. 1
Unterabteilung 18f₁

PROBEKREIS NR. 2
Unterabteilung 18f₁

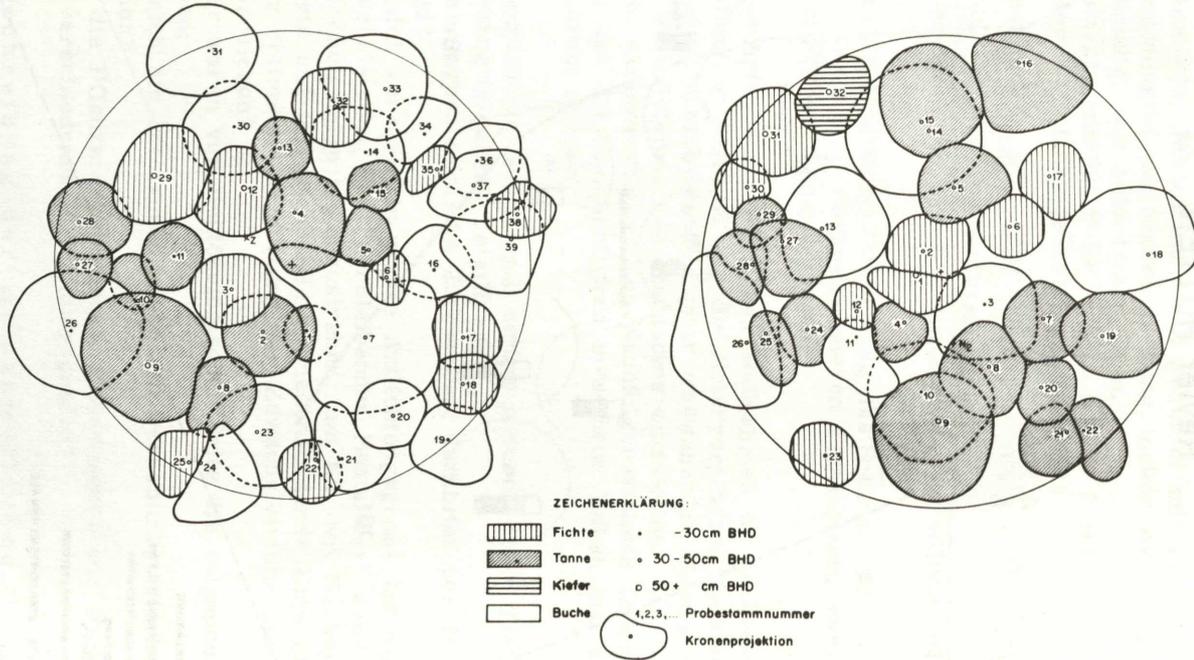
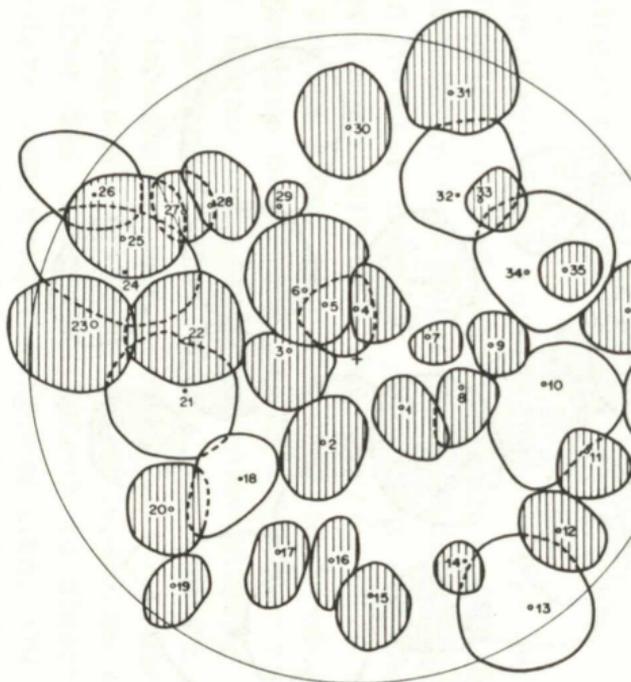


Abb. 14

PROBEKREIS NR. 3

Unterabteilung 18f₁



PROBEKREIS NR. 4
Unterabteilung 18f₁

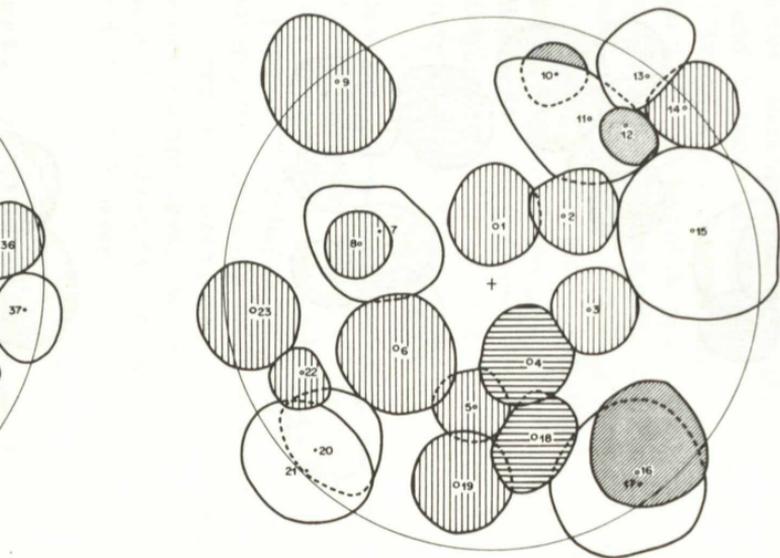
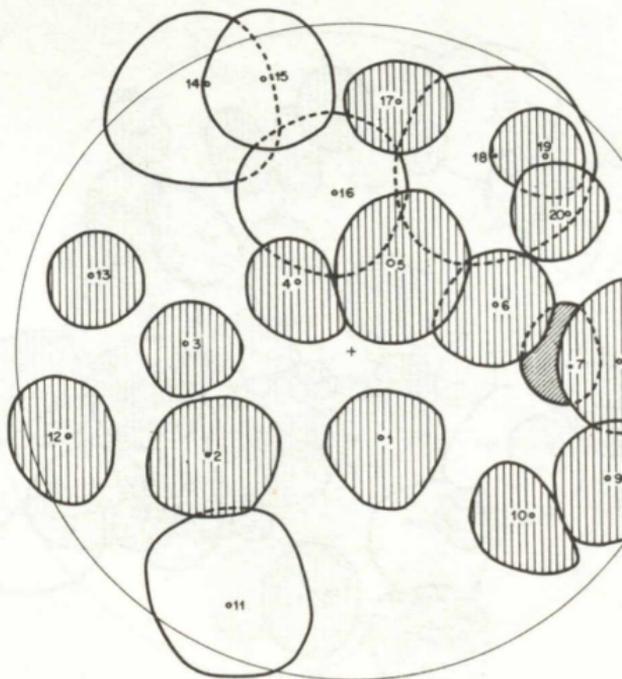


Abb. 15

PROBEKREIS NR. 5

Unterabteilung 18f₁



PROBEKREIS NR. 5
UNTERABTEILUNG 18f₁

PROBEKREIS NR. 6

Unterabteilung 18f₁

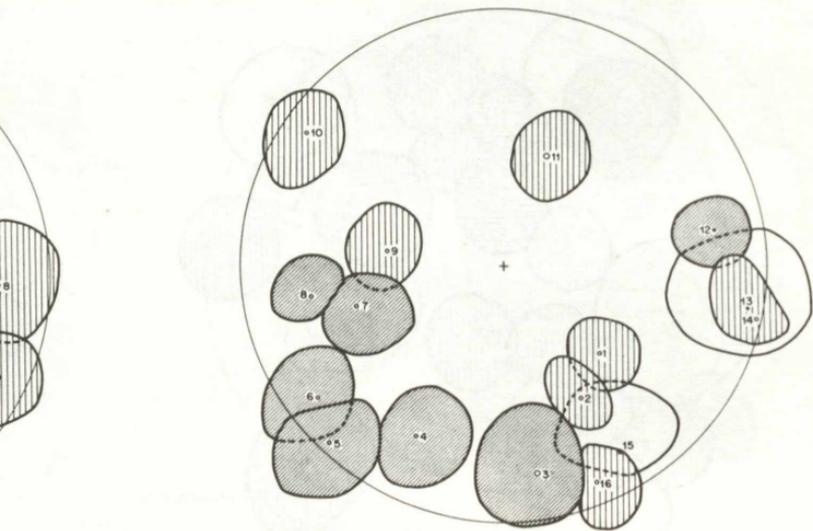


Abb. 16

stand repräsentiert werden. Obwohl bei der Auswahl der Probeflächen besonders auf eine möglichst große Übereinstimmung der Einzelstandorte geachtet wurde, zeigte sich doch im Laufe der Erhebungen, daß zwischen den einzelnen Probeflächen Standortsunterschiede, vor allem hinsichtlich der Bodengründigkeit, gegeben waren. Während die Probeflächen 1, 2 und 5 standörtlich sehr gut übereinstimmen, weisen Probefläche 3 am Rande einer flachen Geländeerippe und in abgeschwächtem Maße Probefläche 6 im Bereich einer sanften, rückenartigen Erhebung gelegen, etwas seichtgründigere, skelettreichere Böden auf. Bei Probefläche 3 kommt noch hinzu, daß hier der Oberboden durch erhöhte Sonneneinwirkung, welche durch eine anschließende Bestandeslücke bedingt ist, Degradationserscheinungen zeigt. Probefläche 4 dagegen liegt in einer flachen Mulde und ist dadurch im Wasserhaushalt und in der Bodengründigkeit begünstigt. Die gegenständlichen Untersuchungen bestätigen diese Standortsunterschiede.

Der Bestandaufbau im Bereich dieser Probeflächen ist in den Abb. 14 - 16 dargestellt. Probefläche 1 befindet sich im geschlossenen Bestand, allerdings ist vom nahen Bestandesrand her eine gewisse Seitenlichteinwirkung gegeben. Probefläche 2 liegt ebenfalls im geschlossenen Bestand, Seitenlichteinwirkung fehlt aber hier. Probefläche 3 liegt am Rand einer größeren Bestandeslücke. Probefläche 4 befindet sich im Bereich einer ehemaligen, heute wieder geschlossenen Vorlichtung. Probefläche 5 repräsentiert den vorgelichteten Bestandesrand, Probefläche 6 den Außenrand in Schirmstellung.

5.23 Interpretation der Bestandesgeschichte durch jahrringchronologische Untersuchungen

Vor allem aus der Jahrringbreitenentwicklung der Buche läßt sich der allgemeine Schluß ableiten, daß etwa zwischen 1920 und 1925 ein sehr entscheidender Eingriff in das Bestandesgefüge erfolgt sein muß (Abb. 23, 24 u. 25). Ein zweiter Eingriff, der nicht nur der Entwicklung der Buche, sondern auch teilweise der Tanne, aber in besonderem Maße der Fichte zugute kam, erfolgte etwa um das Jahr 1930 (Abb. 18 b, 22 a). Insbesondere der erste, aber auch der zweite Eingriff bewirkten bei der Buche ganz allgemein eine ständig zunehmende, zum Teil sehr beachtliche Verbreiterung der Jahrringe. Wie aus der durchschnittlichen Jahrringbreitenentwicklung zu erkennen ist (schmale Jahrringe und abnehmende Tendenz), war die Buche etwa bis zum Jahre 1920 (das Alter des Bestandes betrug zu diesem Zeitpunkt im Mittel 70 Jahre) stark unterdrückt aufgewachsen. Die nach diesem Zeitpunkt einsetzenden, sich rapid verbessernden Wuchsbedingungen und der Umstand, daß die Fichten und Tannen, welche zweifellos schon damals die herrschende Schicht gebildet haben, weiter bis etwa

zum Jahre 1930 (teilweise bis 1935) eine der Altersentwicklung entsprechend leicht abnehmende Tendenz der Jahrringbreitenentwicklung aufweisen, berechtigen zur Annahme, daß dieser Eingriff nach dem Muster einer Niederdurchforstung auf die Entnahme unterdrückter und beherrschter Fichten, Tannen aber auch Buchen beschränkt worden ist. Erst beim nachfolgenden Eingriff (Eingriff oder elementares Ereignis etwa um 1930) wurde erstmals teilweise die obere Kronenschicht etwas durchbrochen. Die nach diesem Zeitpunkt etwa 10 Jahre lang zunehmende Jahrringbreitenentwicklung bei den vorherrschenden Tannen des Probekreises 1 und den herrschenden Tannen des Probekreises 6 geben hiefür den Anhalt. Als Gegenstück dazu zeigt aber die Jahrringbreitenentwicklung der Tanne in den Probekreisen 2 und 4 (Abb. 20b, 21a) bis zum Jahre 1965 eine ungestörte, durchschnittlich leicht abfallende (dem Alterstrend entsprechende) Tendenz. Bei Fichte, hier vor allem bei vorherrschenden Stämmen, zeigt sich demgegenüber im Bereich der Probekreise 2 und 4 (Abb. 17b u. 18b) etwa ab dem Jahre 1939 eine vom Alterstrend abweichende, zunehmende Tendenz der Jahrringbreitenentwicklung. Diese Diskrepanzen weisen deutlich darauf hin, daß es sich bei diesem "Eingriff" um ein elementares Ereignis gehandelt haben muß, welches nur einzelne Bestandesteile erfaßt hat. Insbesondere muß anschließend auf die enormen Wuchsennergien der schattenertragenden Buche aufmerksam gemacht werden, welche auf diesem optimalen Mischwaldstandort allein durch den ersten nachgewiesenen Eingriff in die Mittel- und Unterschicht etwa im Bestandesalter 70 frei gemacht worden ist. Daß durch das Hinaufrücken der grünen Krone der Fichte und Tanne in diesem mittleren Bestandesalter zusätzlich Kronenraum für die unterständige Buche geschaffen wurde, spielte dabei zweifellos eine mitentscheidende Rolle. Obwohl die Buche bis heute (Alter im Jahre 1965 ca. 115 J.) die Unter- und Mittelschicht des Bestandes bildet, wurden durch diesen und die nachfolgenden Eingriffe verstärkt optimale Wuchsbedingungen für diese Baumart geschaffen. Sie übertrifft, am Stärkenzuwachs gemessen, in den letzten beiden Dezenien bei entsprechend zur Verfügung stehendem Kronenraum die durchschnittliche Einzelbaumleistung der Tanne, aber auch der Fichte.

Der 1949 erfolgte Eingriff läßt sich im Bereich der Probekreise 5 und 6 an den erheblich verstärkten Jahrringbreiten der beherrschten Tannen nachweisen. Eine zusätzliche Erhöhung der Jahrringbreiten der beherrschten Buchen im Bereich des Probekreises 5 gibt zusammen mit der ersten Feststellung Auskunft darüber, daß 1949 die Nutzung in erster Linie auf den heutigen Bestandesrand beschränkt worden ist. Mit dem 1951 durchgeführten, relativ starken Eingriff ist der Betriebsführung eine beispielhafte und geradezu klassische Einleitung zu einer natürlichen Bestandesbegründung gelungen. Dieser Eingriff konzentrierte sich besonders auf den heutigen Außen- und Innensaum des Bestandes. Die festzustellenden Jahrringverbreiterun-

gen, vor allem an den Fichten der Probekreise 5 und 6 ab dem Jahre 1953 (Abb. 19 a, 19 b) legen dafür Zeugnis ab. Mit Rücksicht auf das starke Fichten-Samenjahr 1951/52 war der Zeitpunkt des Eingriffes ideal gewählt. Dieses Samenjahr zeichnet sich durch eine starke Zuwachsdpression ganz deutlich in den Jahrringdiagrammen ab (Abb. 17 - 19). Die starke Fruktifikation führte zu einer erheblichen Reduktion der übrigen Stoffproduktion. Das durchschnittlich gleiche Alter von 14 Jahren (bezogen auf das Ende des Jahres 1965) der Fichtenjungwüchse und das Überwiegen der Fichte im Bereich des Außen- und Innensaumes weisen eindeutig auf die günstigen Beschirmungsverhältnisse hin, welche durch den Eingriff 1951 für das Aufkommen der Sämlinge im Jahre 1952 und deren weitere Entwicklung geschaffen worden sind. Die lichtökologischen Untersuchungen (siehe Abschnitt 5.26) weisen ebenfalls in diese Richtung.

Die 1953 durchgeführten Nutzungen waren im wesentlichen femelartige Eingriffe, welche sich mehr auf das Bestandesinnere (Probekreis 1, 3 und 4) konzentrierten. Dies kann aus der relativen Erhöhung der Jahrringbreiten der Fichten ab dem Jahre 1955 geschlossen werden (Abb. 17 a, 18 a u. 18 b). Der 1956 erfolgte Eingriff bewirkte im Bereich des Probekreises 2 an den Fichten eine mäßige Jahrringverbreiterung. (Abb. 17 b). Die 1959 durchgeführte Nutzung läßt sich in ihrer Auswirkung wiederum im Bereich des Außen- und Innensaumes nachweisen, insbesondere bei Probekreis 6. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte die Abdeckung jenes Bereiches, welcher nunmehr an den stark aufgelichteten Außensaum unmittelbar anschließt.

((Die vorausgegangenen Ausführungen legen dafür Zeugnis ab, welche Möglichkeiten sich dem Ertragskundler hinsichtlich der Rekonstruktion der Bestandesentwicklung und der Bestandesgeschichte durch intensive jahrringchronologische Untersuchungen erschließen lassen. Der Wissenschaftler macht sich hiebei die Tatsache zu Nutze, daß bei jedem einzelnen Baum die jährlichen, in unterschiedlichem Maße wirkenden Umwelts- bzw. Witterungseinflüsse in Abhängigkeit von der unmittelbaren Umgebung des Einzelbaumes (Veränderungen des Nachbarschaftsverhältnisses durch Eingriffe in den Bestand) und überdies andere außerordentliche Einflüsse, wie Samenjahre oder Schadenseinflüsse, in verlässlicher Weise an den Breiten der Jahrringe registriert werden. Diese können zu einem beliebigen Zeitpunkt im nachhinein gemessen und im Vergleich zur errechneten durchschnittlichen Jahrringbreitenentwicklung Jahrringkurve hinsichtlich der Einflußfaktoren entsprechend beurteilt werden)).

Probekreis Nr. 1

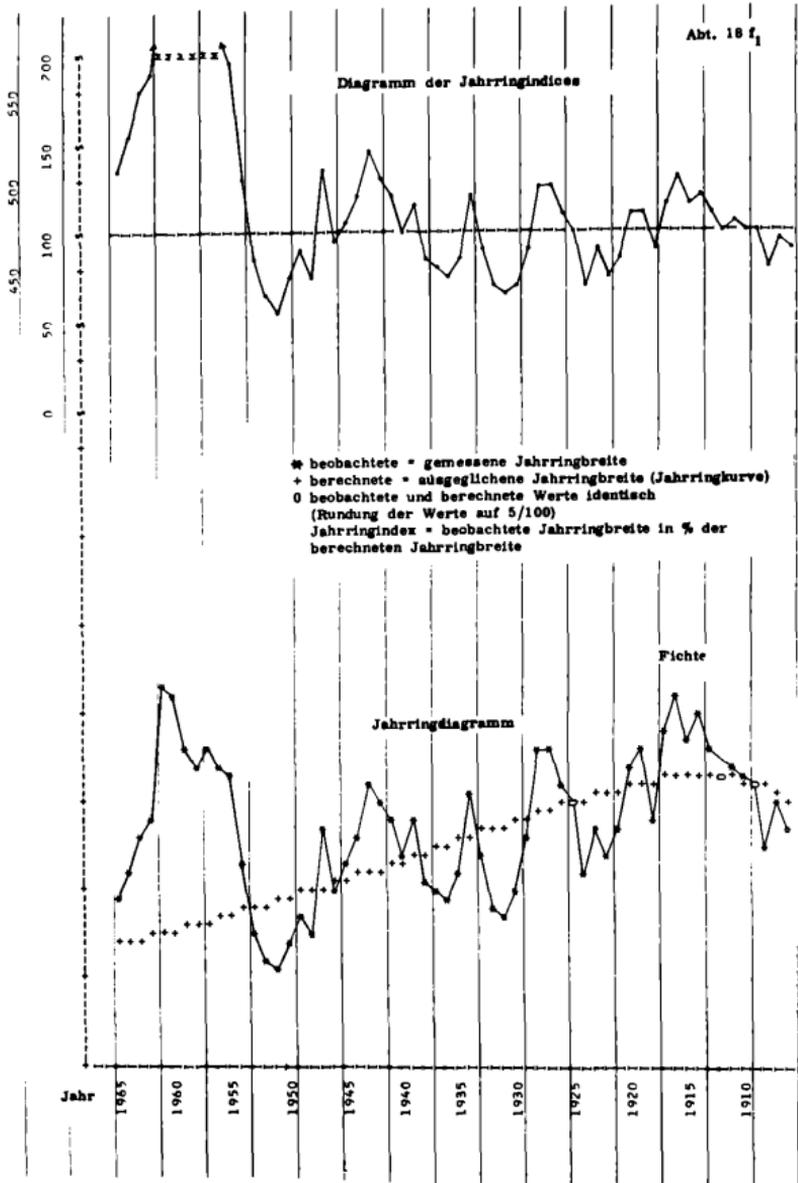


Abb. 17 a

Probetriebs Nr. 2 ENTW.-KL.: 2 WETT.-KL.: STAMMART: VARIABLENKOMBINATION: 3 2 5

JARRINGBREITE IN 57100 MM

INDEX IN PROZENTEN : 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

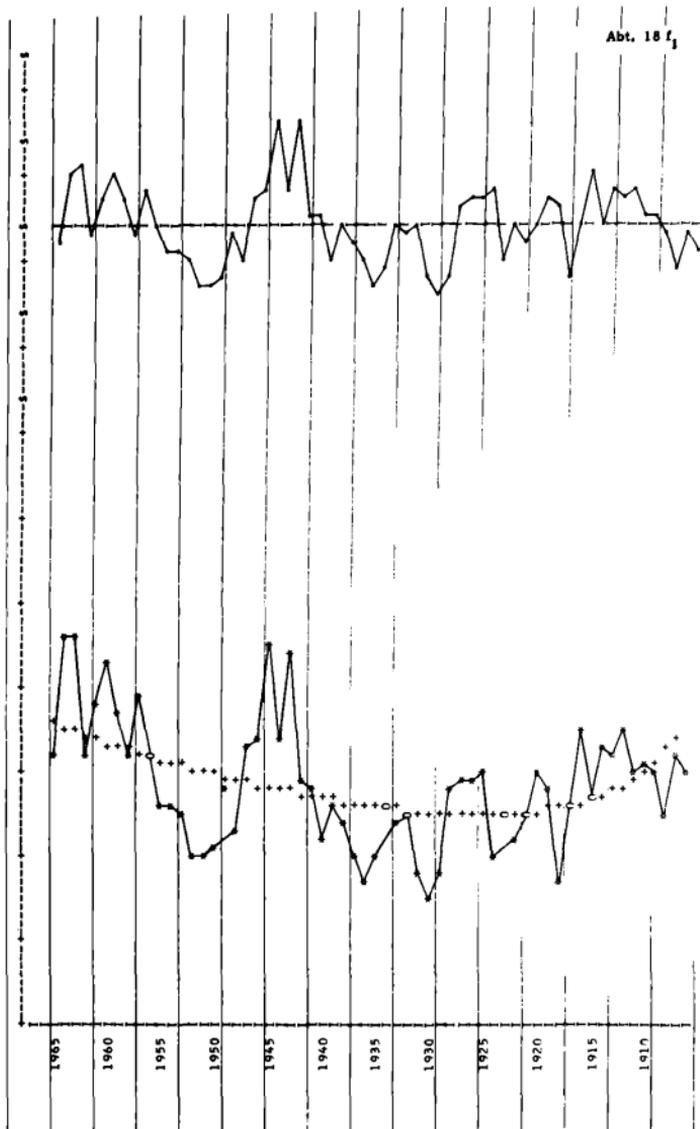


Abb. 17b

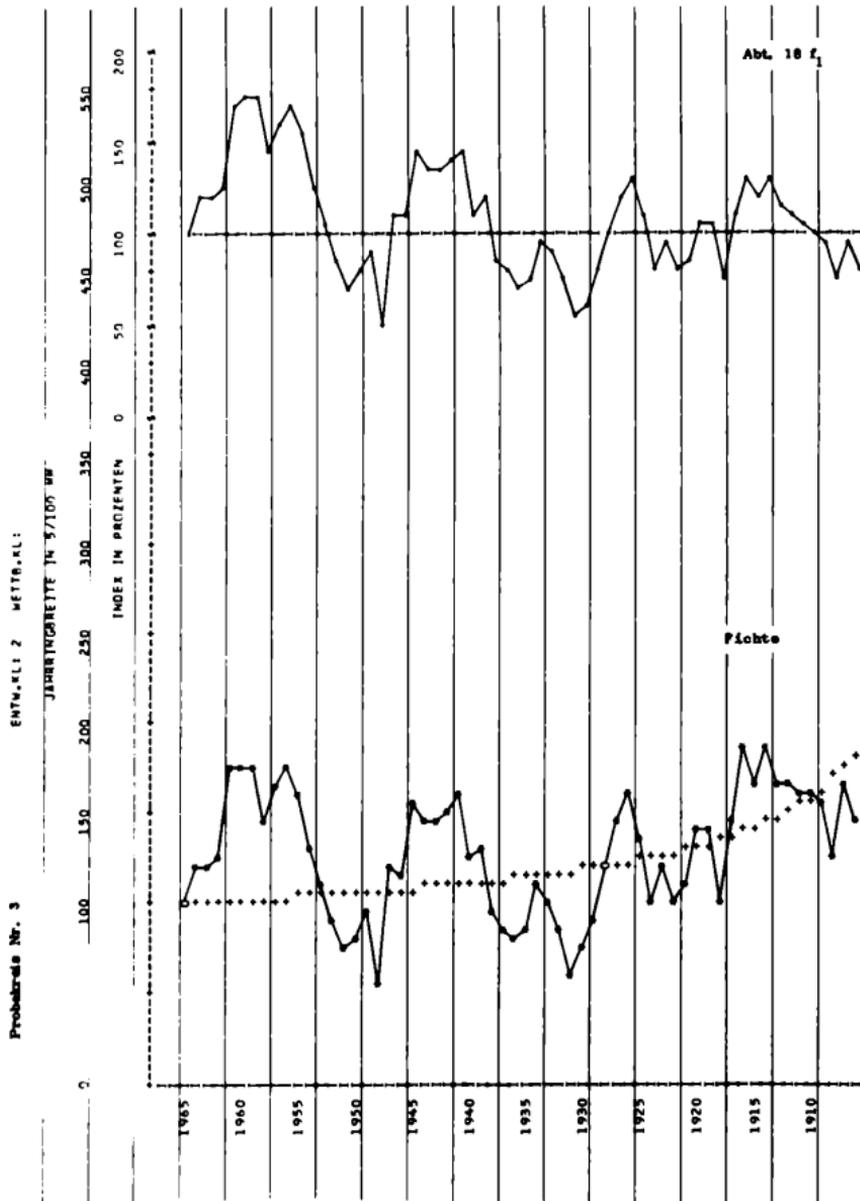


Abb. 18 a

Probekreis Nr. 4 HOLZART 1 ENTH.-KL. 2 WETTG.-KL. 1 STAMMART: VARIABLENKOMBINATION: 3 2 5

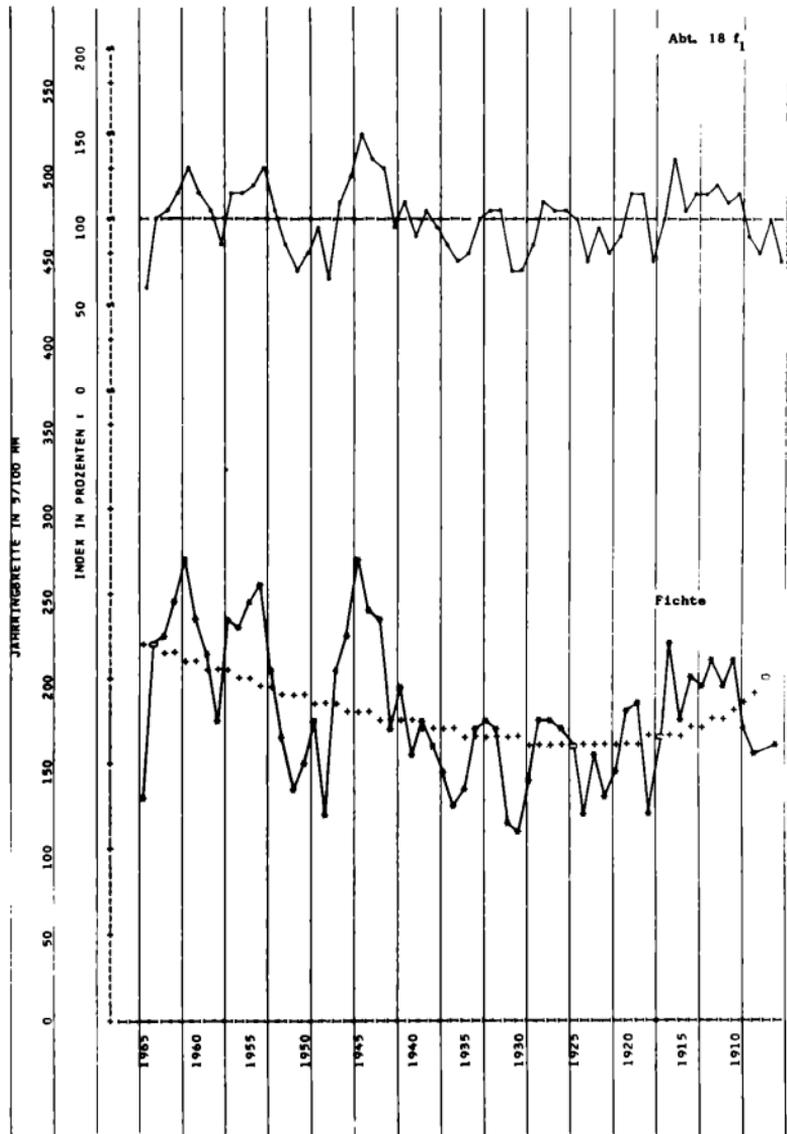


Abb. 18 b

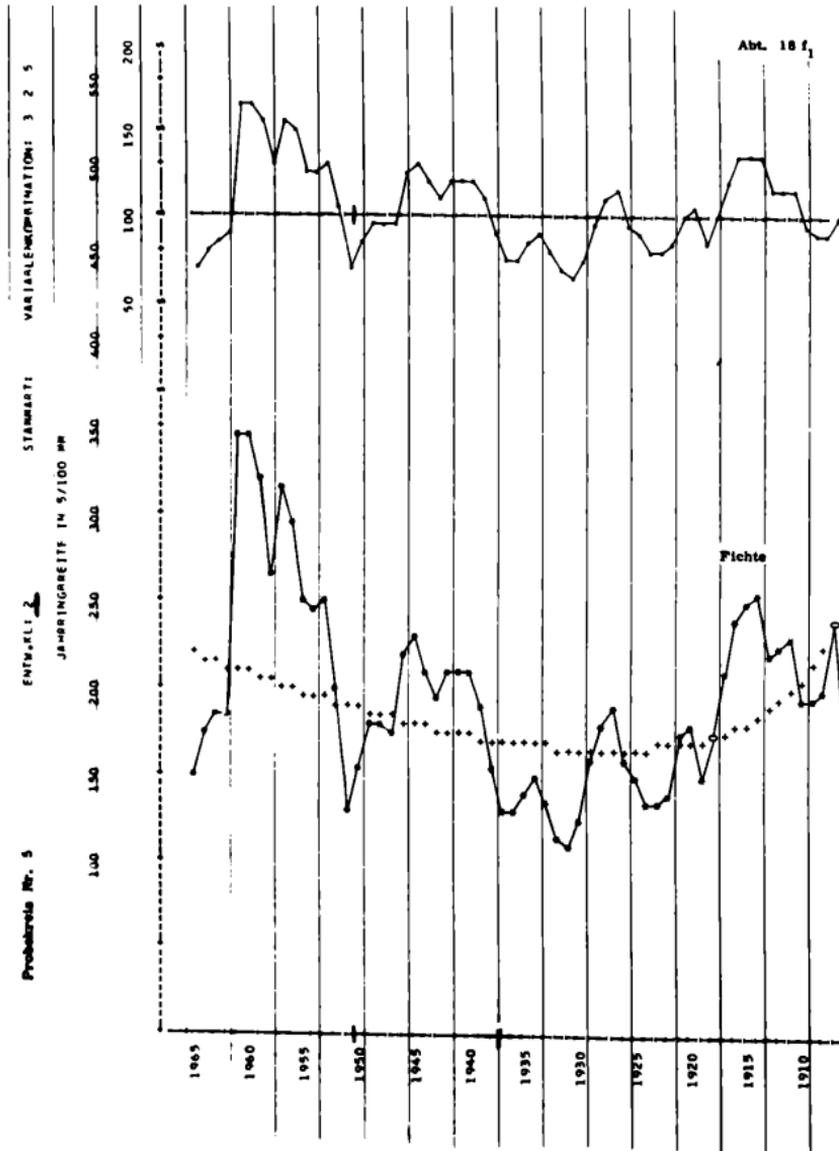


Abb. 19 a

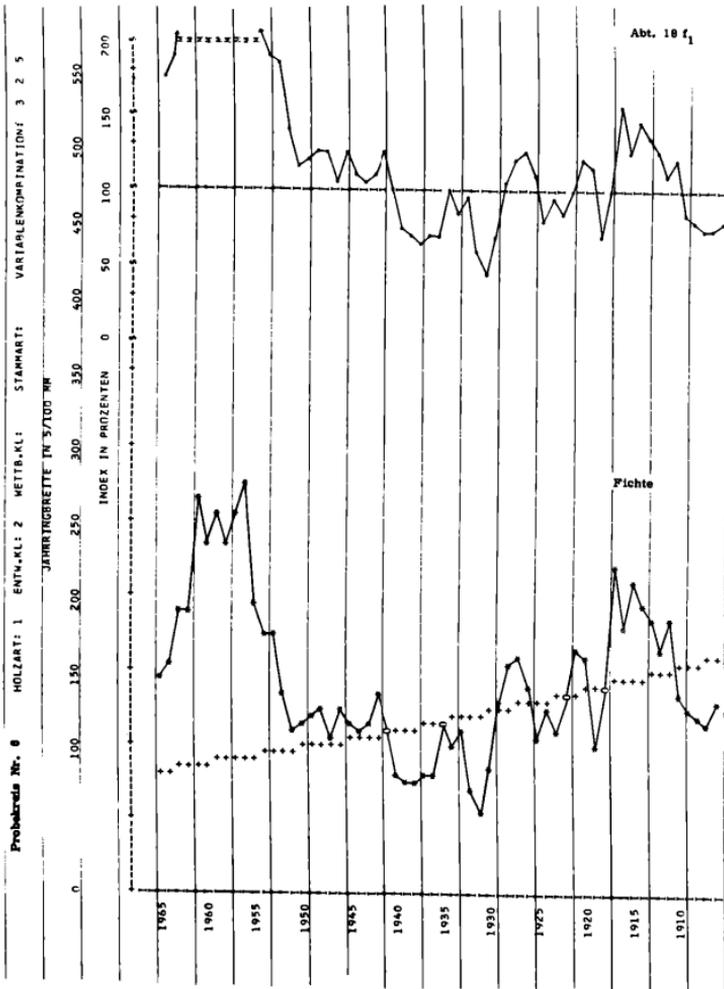


Abb. 19b

Probekreis Nr. 1 HOLZART: 2

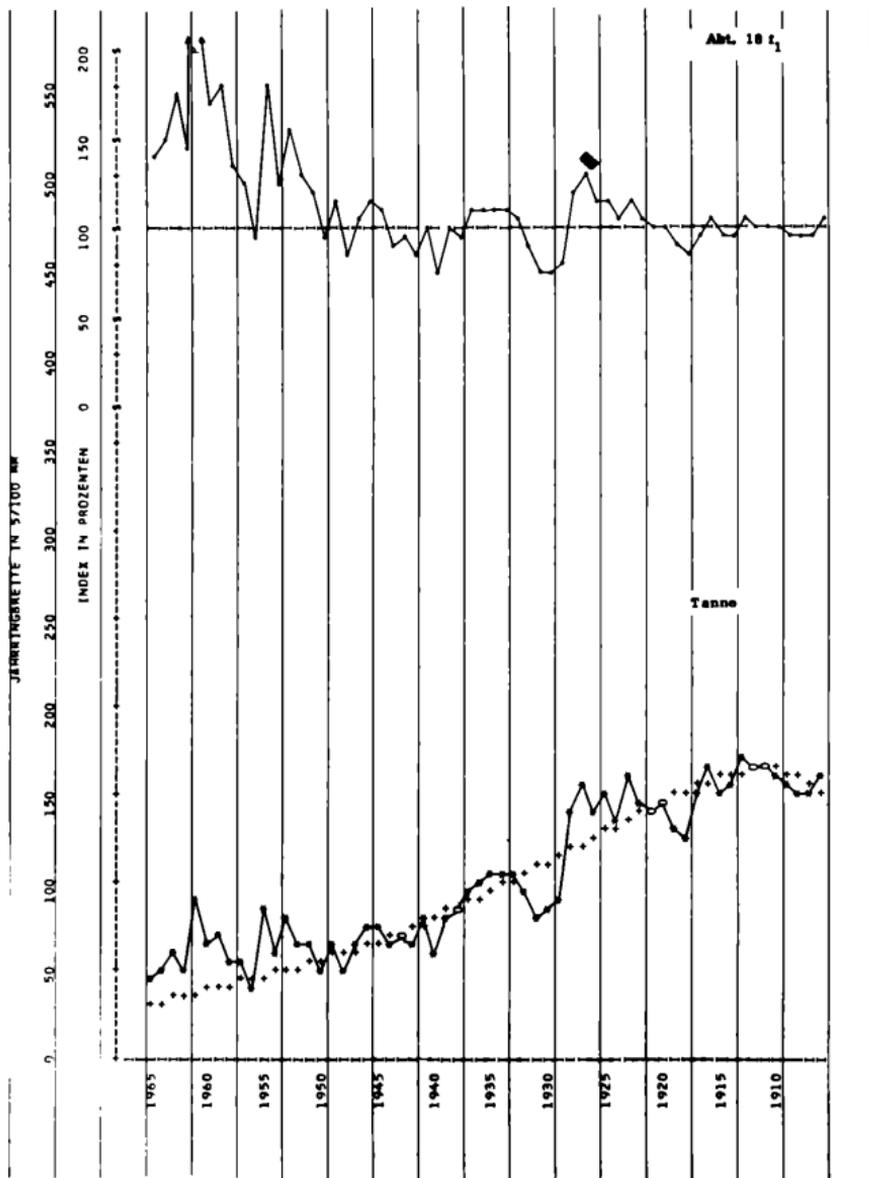


Abb. 20 a

Probekreis Nr. 3 HOLZART: 2 ENTW.-KL: 2 WETTS.-KL: 1 STAMMHART: VARIABLENKOMBINATION: 3 2 5

JAHRRINGBREITE IN 1/100 MM

INDEX IN PROZENTEN

200
150
100
50
0

500
550
600

1985

1980

1975

1970

1965

1960

1955

1950

1945

1940

1935

1930

1925

1920

1915

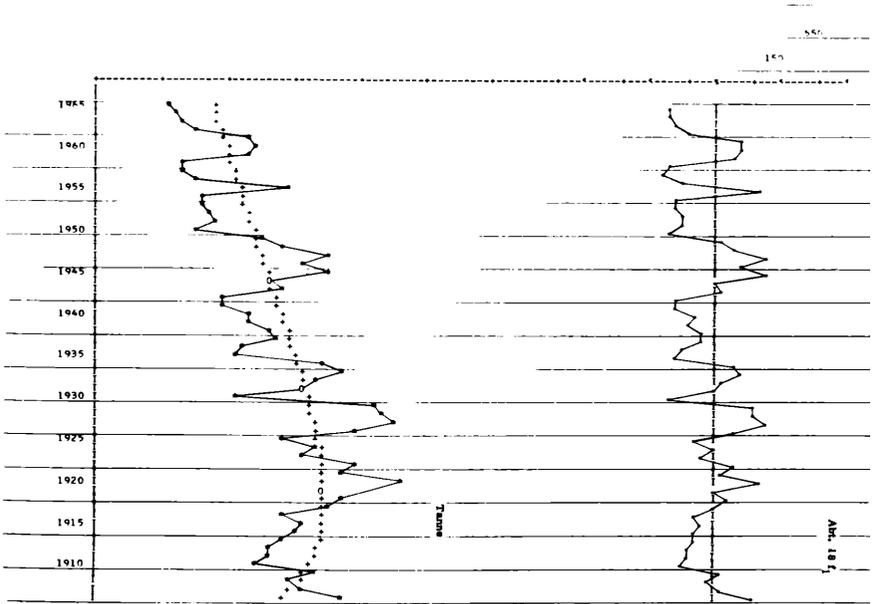
1910

Tanne

Abb. 18 f₁

Abb. 20 b

Abb. 21 a



JAHRRINGDIAGRAMM LITSCHAU

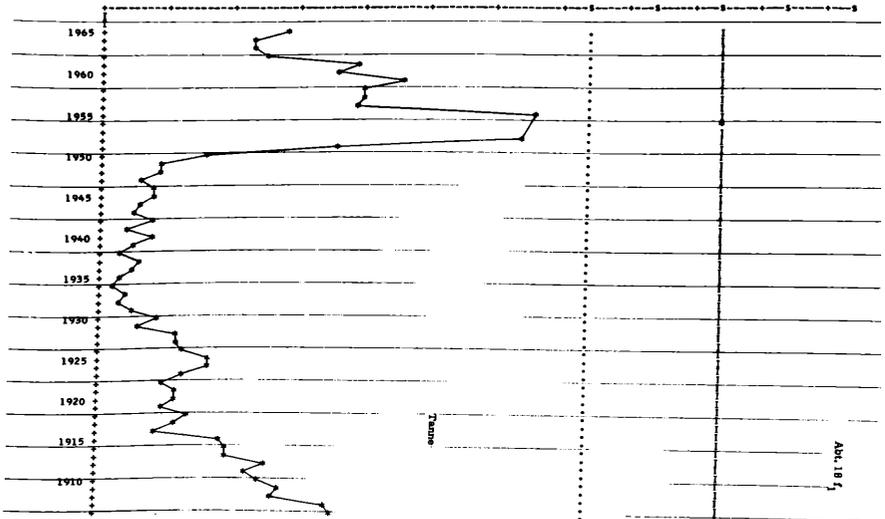
Probestreife Nr. 5 HOLZART: 2 ENTW.KL: METTB.KL: STAMMHART: VARIABLENKOMBINATION:

JAHRRINGBREITE IN 5/100 MM

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

INDEX IN PROZENTEN: 0 50 100 150 200

Abb. 21 b



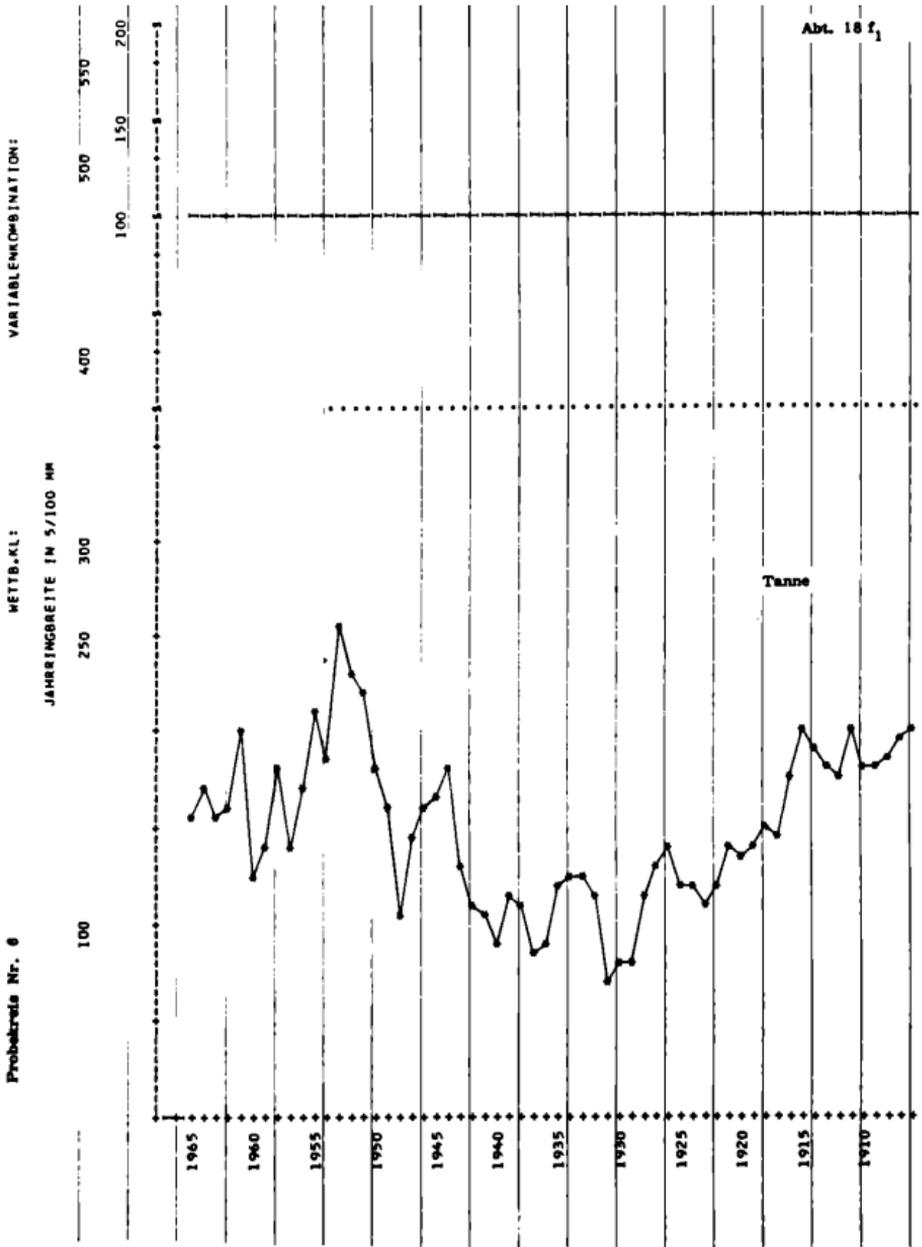


Abb. 22 a

J A H R R I N G D I A G R A M M

Problema Nr. 4 HOLZART: 4 ENTW.KL: 2 WETTR.KL: STANMART: VARIABLENOMINATION: 3 2 5

JAHRESREIHE IN %/100 MM

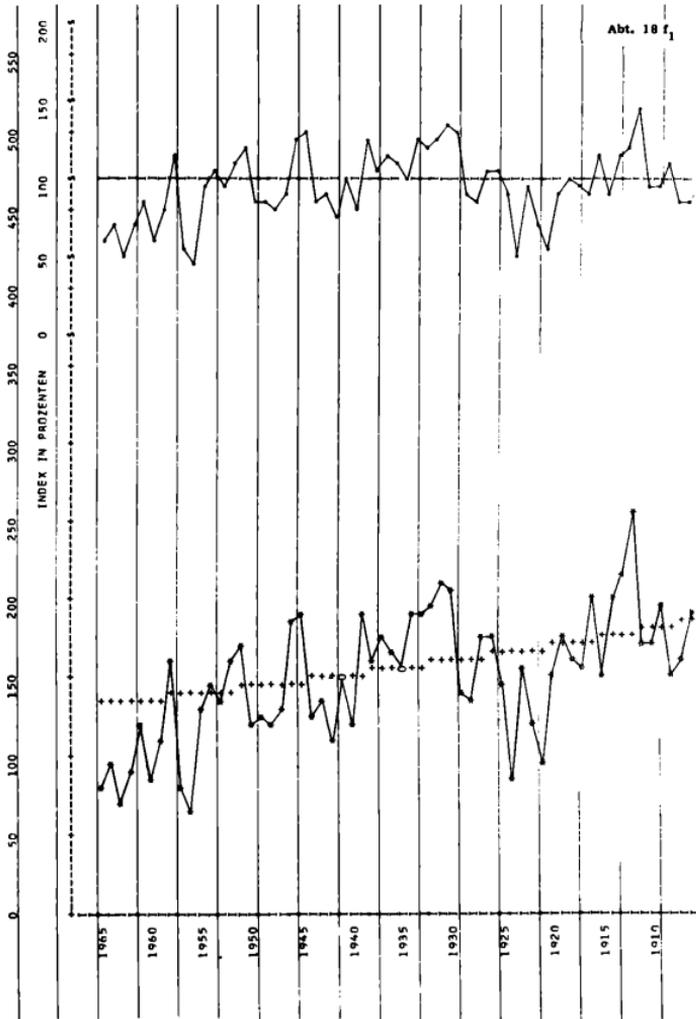


Abb. 22 b

Abb. 23 a

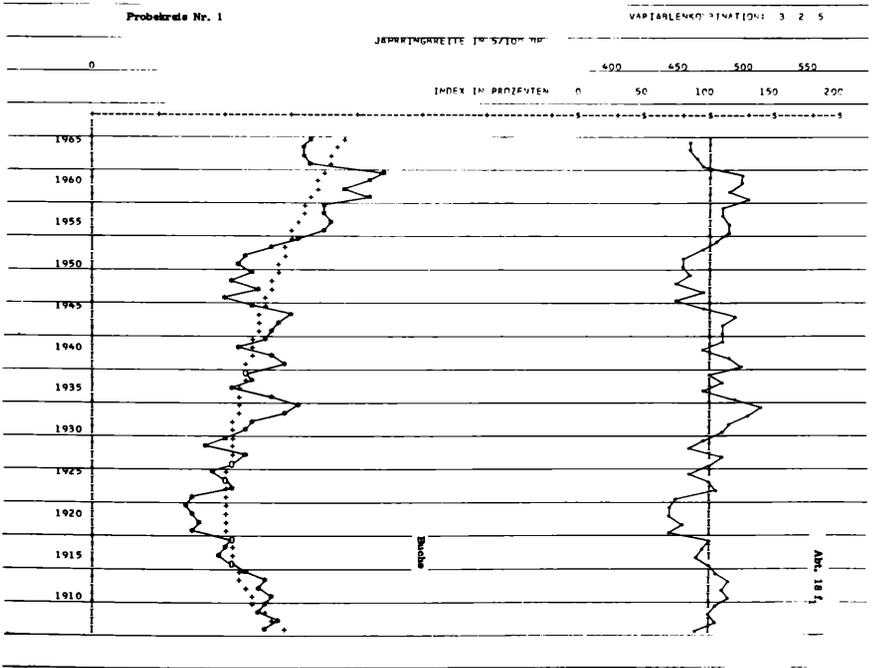
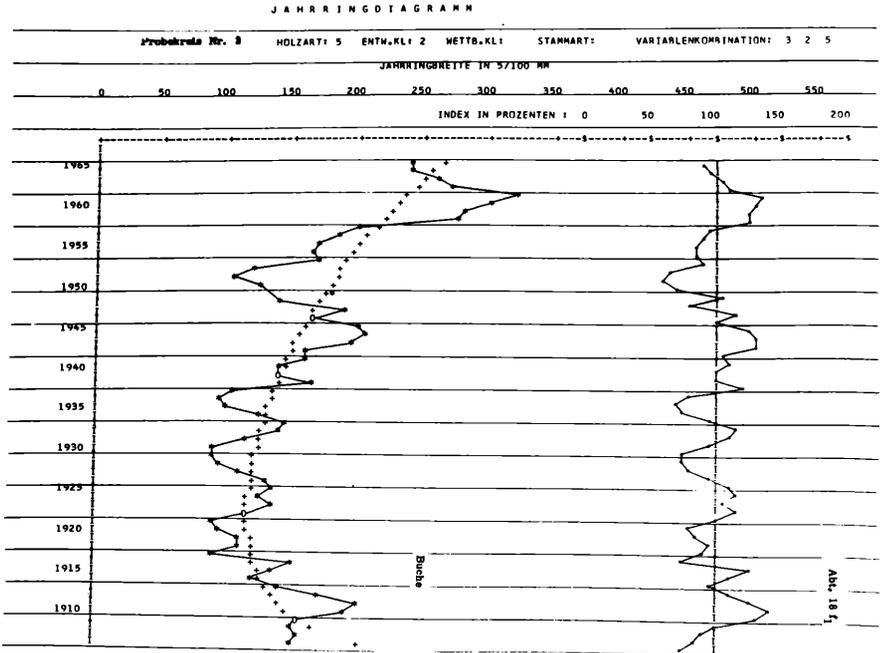


Abb. 23 b



Probekreis Nr. 3 HOLZART: 5 WETT8.KL1 STAMMART: VARIABLENKOMBINATION:

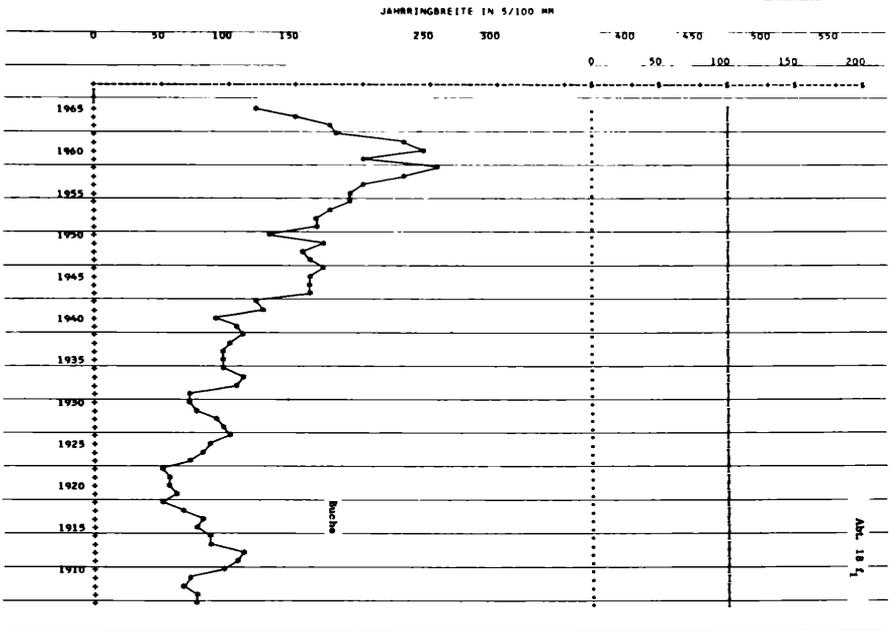


Abb. 24 a

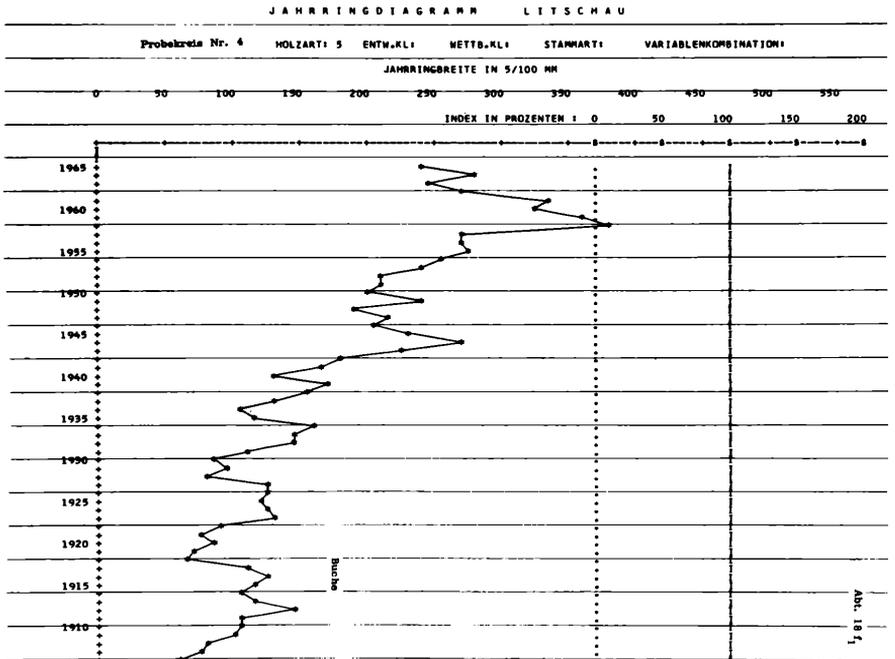
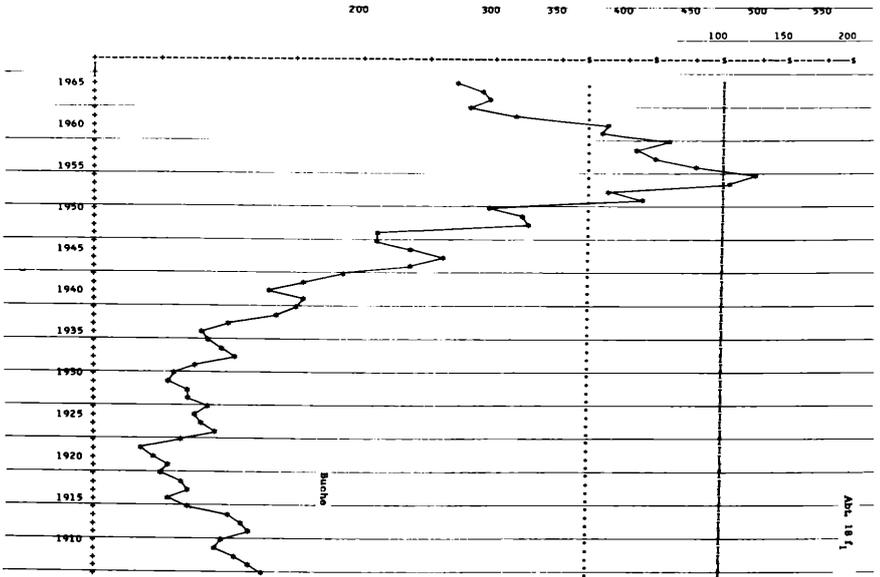


Abb. 24 b

Probekreis Nr. 5

VARIABLENKOMBINATION:



JAHRRINGDIAGRAMM LITSCHAU

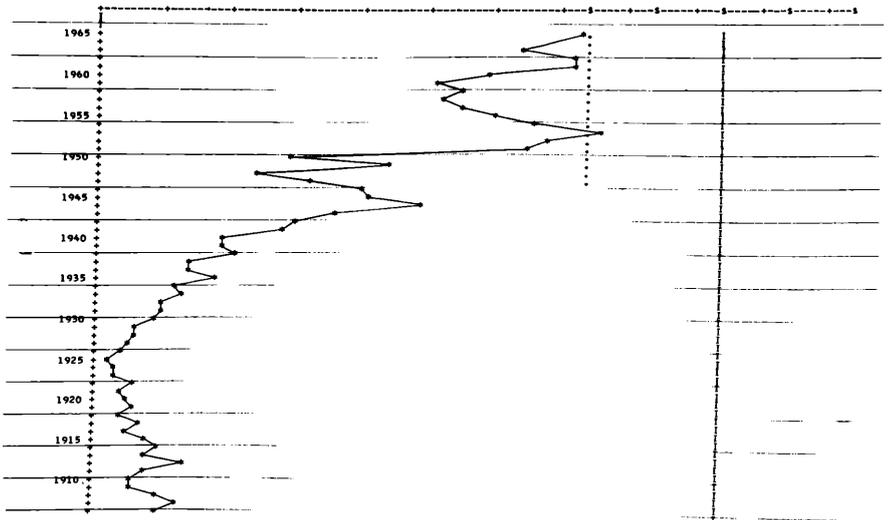
Probekreis Nr. 6

HOLZART: 5 ENTN.-KL.: WEITB.-KL.: STAMMART: VARIABLENKOMBINATION:

JAHRRINGBREITE IN 5/100 MM

100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

INDEX IN PROZENTEN : 0 50 100 150 200



5.24 Zustandserfassung und Zuwachsuntersuchungen am Altbestand

Wie die jahrringchronologischen Untersuchungen zeigten, sind bei Beurteilung des Bestandeszustandes, wie er 1965 am verbleibenden Bestand erhoben wurde, bis 1920 zurückliegende Eingriffe in das Bestandesgefüge zu berücksichtigen. So wurde etwa um das Jahr 1920 die zunehmende Stärkenzuwachsentwicklung der Buche eingeleitet, welche erst 1958 - 1960 ihre Kulmination erreichte. Bei Tanne und insbesondere bei Fichte waren es weniger weit zurückliegende Veränderungen im Bereich der oberen Kronenschicht, welche zu den heutigen Zustandswerten führten. Die Höhe der Zuwachswerte ist vor allem auf die 1949, 1951 erfolgten Eingriffe zurückzuführen. Bei der Betrachtung der ertragskundlichen Kennwerte des Altbestandes (Tab. 3, Abb. 26) sind auch die bei der Beschreibung der Probekreise erwähnten Standortsunterschiede deutlich zu erkennen. So weisen die festgestellten mittleren Stammdimensionen (d_m , h_m) bei Kreis 3 und 6 gegenüber den anderen Probekreisen eindeutig auf geringere Standortsbonitäten hin.

Die unterschiedliche Baumartenverteilung auf den einzelnen Probekreisen bedingt eine weitere Differenzierung der Kennwerte. Die in Abb. 14, 15 u. 16 dargestellten Kronenprojektionen vermitteln eine geeignete bildliche Vorstellung.

Hinsichtlich Stammzahl, Stammgrundfläche, Beschirmungsverhältnis und Kronenquerfläche ist der Probekreis 1 als der dichteste Bestandesteil anzusprechen. Für diesen konnten demzufolge auch die niedrigsten Kennwerte für den relativen Volumszuwachs festgestellt werden. Die Volumszuwachsleistung pro ha liegt im Vergleich zu den übrigen Probekreisen infolge des Dichtschlusses mit 10,2 VfmR/ha auf einem relativ niedrigen Niveau. Im Zuwachsprozent und in der Zuwachsleistung pro 1 m^2 Kronenquerfläche und ganz besonders bei der Volumszuwachsleistung pro 1 m^2 Grundfläche tritt die Wirkung des Dichtschlusses sehr augenfällig in Erscheinung.

Obzwar Probekreis 2 hinsichtlich Kronenschluß und Stammgrundfläche dem Probekreis 1 gleichzusetzen ist, erbringen weniger, aber im Durchschnitt stärkere Stämme (Fi und Bu) unter besserer Ausnutzung der Kronenquerfläche (vor allem Fi) eine wesentlich höhere Zuwachsleistung pro ha.

Unter Beachtung der etwas ungünstigeren Standortverhältnisse fügen sich die Kennwerte des Probekreises 3 gut in die Aufeinanderfolge der Proben ein. Wie oben beschrieben, sind hier nach der entscheidenden Auflichtung vor dem Jahre 1939 relativ niedrige Werte für das Beschirmungsverhältnis und die Kronenquerfläche gegeben.

Ertragskundliche Kennwerte des Altbestandes 18 f₁

92

Probe- kreis Nr.	HA	n		soz. Stellung				Kronenquerfläche (m ²)				Beschir- mungs- verhältn.	d _m	h _m	g		z _g		v		z _v		Zuwachs- prozent		Zuwachsstg. z _v /m ²	
		ha	%	vh	h	mh	bh	O	M	U	Ges.				(m ²) ha	%	(m ²) ha	%	VfmR ha	%	VfmR ha	%	g%	v%	g	Kronen- querfl.
1	Fi	110	28	20	90			1250	490	450	2190	18,9	42,6	33,9	16,1	39	0,24	39	218	41	3,8	37	1,51	1,74	0,234	0,00172
	Ta	120	31	10	110			1920	810	250	2980	26,6	36,5	30,5	13,3	32	0,11	18	174	32	2,2	22	0,82	1,23	0,166	0,00074
	Bu	160	41		120	40		600	2050	2630	5280	36,8	29,9	29,6	11,8	29	0,27	43	146	27	4,2	41	2,27	2,93	0,357	0,00080
	Σ	390	100	30	320	40		3770	3350	3330	10.450	82,3			41,2	100	0,62	100	538	100	10,2	100	1,50	1,89	0,247	0,00097
2	Fi	80	25	30	50			820	650		1470	14,1	41,4	34,0	11,5	29	0,23	33	158	29	3,9	28	2,02	2,43	0,334	0,00262
	Ta	160	50		160			2590	1950	100	4640	44,5	39,9	32,5	20,7	51	0,27	39	285	51	6,1	46	1,32	2,13	0,297	0,001
	Ki	10	3	10				240			240	2,4	55,0	38,0	2,4	6	0,04	5	33	6	0,7	5	1,49	1,88	0,279	0,00279
	Bu	70	22		50	20		540	1530	1870	3940	20,3	31,6	29,8	5,8	14	0,16	23	78	14	2,8	21	2,72	3,74	0,486	0,00072
Σ	320	100	40	260	20		4190	4130	1970	10.290	81,3			40,4	100	0,70	100	554	100	13,5	100	1,73	2,41	0,334	0,00131	
3	Fi	280	76	40	240			2920	1280		4200	39,0	38,1	32,7	33,2	89	0,57	82	430	90	8,5	82	1,70	2,00	0,256	0,00203
	Bu	90	24		30	30	30	130	1170	1290	2590	18,0	21,8	20,2	4,1	11	0,12	18	47	10	1,9	18	3,06	3,89	0,451	0,00071
	Σ	370	100	40	270	30	30	3050	2450	1290	6790	57,0			37,3	100	0,69	100	477	100	10,4	100	1,85	2,19	0,278	0,00153
4	Fi	110	48	20	90			2000	430	550	2980	28,5	45,1	35,0	18,2	58	0,37	58	249	58	6,0	57	2,01	2,35	0,329	0,00200
	Ta	30	13		20	10		580		140	720	6,4	35,7	30,2	3,1	10	0,03	4	39	9	0,4	4	0,86	1,07	0,132	0,00057
	Ki	20	9	10	10			320	280		600	5,6	52,5	36,3	4,3	13	0,05	8	60	14	1,0	10	1,19	1,65	0,244	0,00175
	Bu	70	30		40	20	10	960	1510	940	3410	24,4	30,6	27,5	5,9	19	0,19	30	82	19	3,1	29	3,19	3,72	0,519	0,00090
Σ	230	100	30	160	30	10	3860	2220	1630	7710	64,9			31,5	100	0,63	100	430	100	10,5	100	2,01	2,39	0,333	0,00136	
5	Fi	140	70	30	110			3220	1030		4250	38,5	43,3	33,3	20,9	80	0,49	72	281	80	7,9	69	2,33	2,83	0,380	0,00186
	Ta	10	5			10				160	160	0,7	28,0	19,0	0,6	2	0,02	2	7	2	0,2	2	2,44	2,73	0,300	0,00100
	Bu	50	25		40	10		370	1200	1400	2970	19,5	35,0	29,0	4,8	18	0,17	26	65	18	3,3	29	3,62	4,99	0,692	0,00112
	Σ	200	100	30	150	20		3590	2230	1560	7380	58,7	-		26,3	100	0,68	100	353	100	11,4	100	2,57	3,23	0,433	0,00155
6	Fi	70	44	10	60			960	450		1410	13,4	43,6	31,4	10,8	50	0,27	58	147	50	4,2	57	2,99	3,11	0,392	0,00300
	Ta	70	44	10	50	10		1500	490		1990	17,9	40,6	29,2	9,4	44	0,15	32	134	46	2,6	35	1,57	1,92	0,274	0,00130
	Bu	20	12		20					880	880	4,3	27,0	20,3	1,2	6	0,05	10	12	4	0,6	4	4,23	5,22	0,500	0,00068
	Σ	160	100	20	110	30		2460	940	880	4280	35,6			21,4	100	0,47	100	293	100	7,4	100	2,18	2,63	0,346	0,00173

Ertragskundliche Kennwerte des Altbestandes

18 f₁

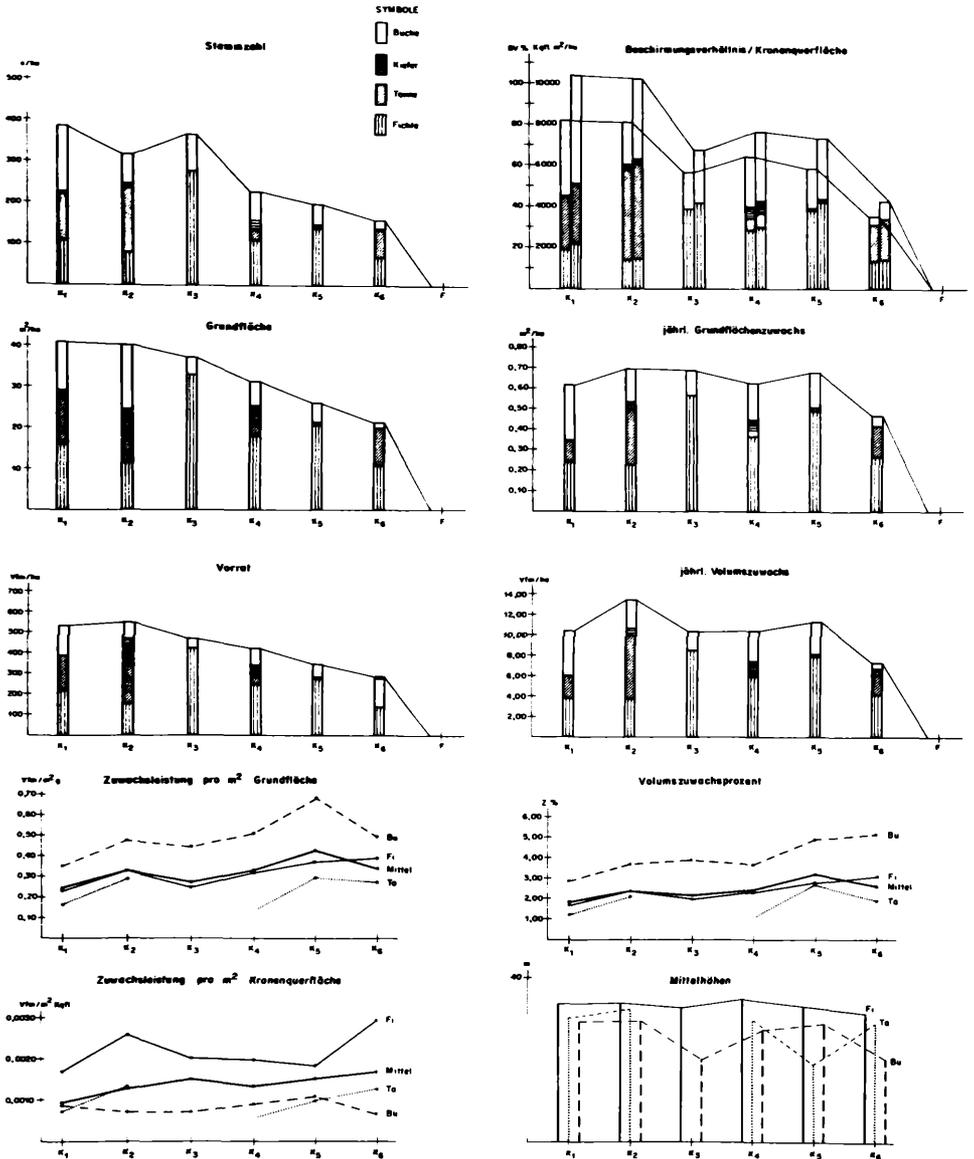


Abb. 26

Bei den Probekreisen 4 bis 6 ziehen erwartungsgemäß die abnehmende Bestandesdichte (Stammzahl, Kreisfläche) und der abnehmende Bestandesschluß (Beschirmungsverhältnis, Kronenquerfläche) eine relative Zunahme der Volumszuwachswerte des verbleibenden Bestandes nach sich, so etwa Zunahme des Volumszuwachsprozentes bzw. der Volumszuwachslleistung pro 1 m^2 Grundfläche und pro 1 m^2 Kronenquerfläche. Daß hierbei der Probekreis 5 mit überdurchschnittlichen absoluten und relativen Zuwachswerten hervorsteht ist vor allem den herrschenden Buchen dieses Probekreises zuzuschreiben. Diese erbringen sowohl hinsichtlich Volumszuwachslleistung pro 1 m^2 Grundfläche als auch in bezug auf die ökonomische Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Kronenraumes (Volumszuwachslleistung pro 1 m^2 Kronenquerfläche) optimale Wuchslleistungen.

In bezug auf die optimale Ausnutzung des Kronenraumes und hinsichtlich der Zuwachslleistung pro 1 m^2 Grundfläche ist der aufgelichtete Probekreis 5 am besten mit dem dichtgeschlossenen Probekreis 2 zu vergleichen, in dessen Bereich allerdings in erster Linie die Fichten ihren Standraum optimal auszunützen verstehen,

Abschließend wurde nun versucht, aus den Daten der 6 Probekreise die für diesen Bestand optimalen Leistungswerte abzuleiten (Abb. 27). Der optimale Wert für die Volumszuwachslleistung pro ha scheint bei einer Bestandesgrundfläche von $45\text{ m}^2/\text{ha}$ oder etwas darüber zu liegen. Soweit nicht die Absicht besteht, die Begründung eines Nachfolgebstandes einzuleiten, müßte dieser Bestand, etwa den Probekreisen 1 und 2 entsprechend, dicht gehalten werden. Wie aus den Kurven der Abb. 27 zu ersehen ist, nimmt die Volumenzuwachslleistung pro 1 m^2 beanspruchter Schirmfläche (Kronenquerfläche) und pro 1 m^2 Stammgrundfläche mit sinkender Bestandesgrundfläche - nach Stammzahlreduktion - anfangs rascher, mit zunehmender Auflichtung dann langsamer zu, bis jeweils die optimale Standraum - bzw. Kronenraumausnützung erreicht ist. Die optimale Volumszuwachslleistung pro 1 m^2 Kronenquerfläche scheint bei diesem Bestand bei durchschnittlicher Baumartenmischung erst unterhalb 20 m^2 Stammgrundfläche pro ha zu liegen. Demgegenüber kann die optimale Volumszuwachslleistung pro 1 m^2 Grundfläche des verbleibenden Bestandes bei durchschnittlicher Baumartenmischung etwa bei 25 m^2 Bestandesgrundfläche pro ha angenommen werden. Die Fichte scheint unter diesen Standortverhältnissen und in dieser Mischung ihr Optimum erst bei 20 m^2 (oder weniger) Bestandesgrundfläche pro ha zu erreichen (siehe Abb. 26, $\text{Vfm}/\text{m}^2\text{ g}$).

Mit diesen Überlegungen soll angedeutet werden, daß die Wuchspotenz der Einzelstämme dieses Bestandes für die Zeit der Schirmstellung dann voll ausgeschöpft wird, wenn der Bestandesschluß so gehalten wird, wie er sich im Bereich der Probekreise 5 und 6 und dem dazwischenliegenden Außensaum repräsentiert. Den Bestand dichter

Volumszuwachswerte in Abhängigkeit von der Bestandesgrundfläche pro ha.

18 f₁

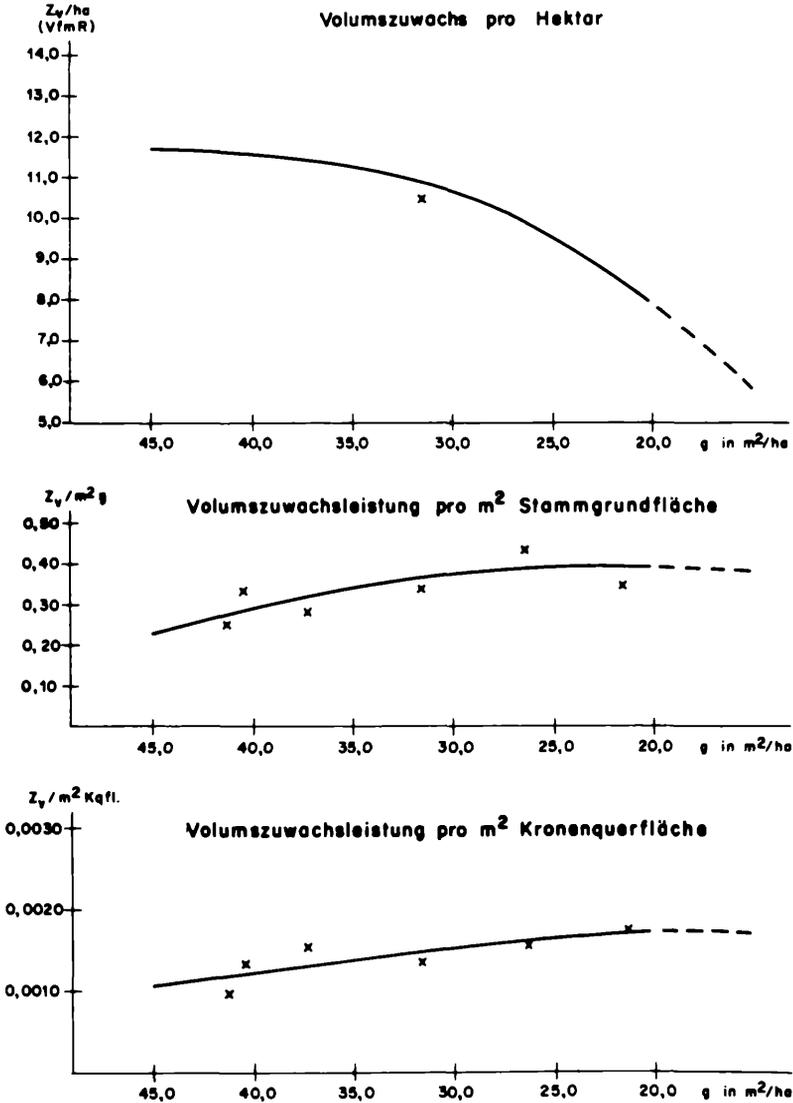


Abb. 27

zu halten (z.B. Probekreis 4), dürfte nicht nur in bezug auf die unvollkommene Ausnutzung der Wuchspotenz der Einzelbäume, sondern auch hinsichtlich der im Folgenden beschriebenen Entwicklung des Nachfolgebestandes unökonomisch sein. Vergleicht man die Baumarten nach ihrer Leistung, dann schneidet die Fichte bezüglich der Ausnutzung des ihr zur Verfügung stehenden Kronenraumes am besten ab. Daß die Buche ihren Volumszuwachs in bezug zur Kronenquerfläche anscheinend unökonomisch produziert, ist nur darauf zurückzuführen, daß ihr praktisch nur der mittlere und untere Kronenraum zur Verfügung steht. Diesen nutzt sie jedoch, wie etwa an der Leistung pro 1 m^2 Grundfläche festgestellt werden kann, als Schattenbaumart ganz vorzüglich aus. Die Tanne, welche zusammen mit der Fichte die Oberschicht bildet, muß im Vergleich zu dieser hinsichtlich Zuwachsprozent, Volumszuwachsleistung pro 1 m^2 Grundfläche und pro 1 m^2 Kronenquerfläche als "fauler Geselle" charakterisiert werden. Bei den Nutzungen zum Zweck der Bestandesauflichtung kann die Berücksichtigung dieses Umstandes in bezug auf die flächenbezogene Volumszuwachsleistung des "verbleibenden Bestandes" von Vorteil sein. Wenn der Tanne im Nachfolgebestand ein geringerer Bestockungsanteil als im gegenwärtigen Altbestand eingeräumt wird, so scheint damit aus ökonomischer Sicht ebenfalls ein Vorteil gegeben, zumal bei genügendem Buchenanteil auch standörtlich keinerlei Gefährdung eintreten kann.

5.25 Lichtökologische Erhebungen im Altbestand

Für die lichtökologische Auswertung standen 12 Tagesgänge zur Verfügung. Bei so kurzen Meßperioden ist die Abhängigkeit vom Witterungsverlauf leider sehr groß. So mußten wir den Nachteil in Kauf nehmen, daß bei sehr wechselhafter Bewölkung kein einziger, gleichmäßig bewölkter Tag erfaßt werden konnte, an welchem die Helligkeit bei diffusem Licht über einen ganzen Tagesgang registriert werden konnte. Bei der Auswertung wurde das insoferne berücksichtigt, als wir versuchten, auf graphischem Wege, durch Auftragung der Einzelwerte über den zugehörigen Vergleichswert eine bessere Übersicht über die Helligkeitsbereiche (Mittelwert und Streuung) zu erhalten. Später wurden aus den Registrierstreifen die Mittelwerte stundenweise bestimmt und daraus zunächst Tagessummen, in der Folge auch die Durchschnittswerte für die gesamte Meßperiode errechnet.

Im Vergleich mit den über dem Bestand gemessenen Freilandwerten ergab sich die relative Helligkeit für die Probeflächen.

TAGESGÄNGE DER HELLIGKEIT AN DEN EINZELNEN MESSTELLEN

28.VIII.1965 Revier Hütten

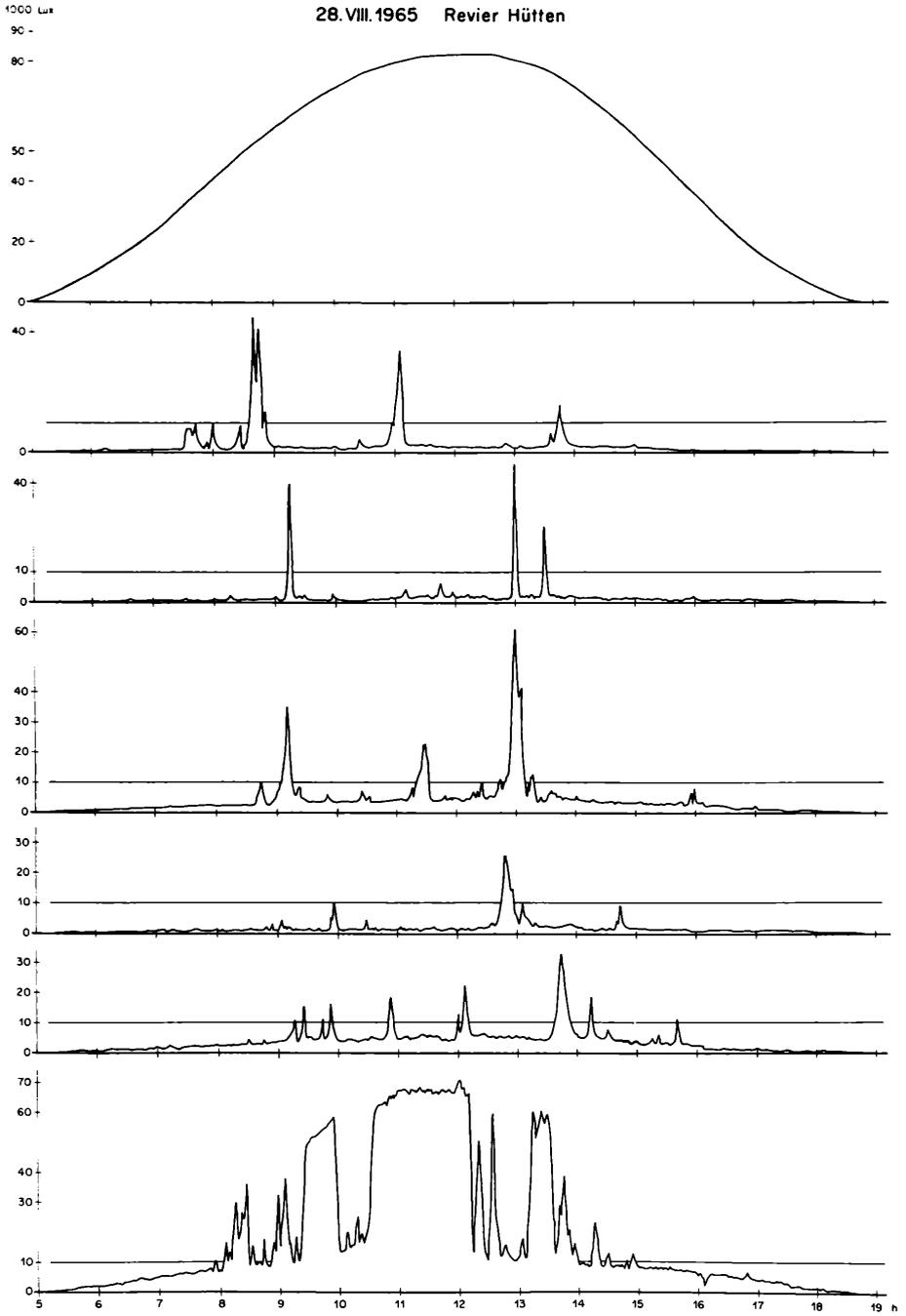


Abb. 28

Für die ganze Meßperiode ermittelten wir folgende Durchschnittswerte:

Probefläche	mittl. Tagessumme	relative Helligkeit	mittl. Grundhelligkeit
K 1	26 000 Lux	4,7 %	ca. 2 500 Lux
K 2	12 000	2,2 %	ca. 1 200
K 3	45 000	8,2 %	ca. 4 500
K 4	15 000	2,7 %	ca. 1 500
K 5	47 000	8,5 %	ca. 5 000
K 6	236 000	43,0 %	(ca. 22 000 ")
Freilandwerte	550 000	100,0 %	

Tabelle 4

Betrachtet man den Tagesgang eines sonnigen Tages im Bestand, so erkennt man, daß ein sehr ausgeglichener Kurvenverlauf im Bereich geringer Helligkeitswerte (im Bestandesschatten) mehr oder weniger häufig bzw. stark durch Helligkeitsspitzen (direkte Sonneneinstrahlung), die ein Vielfaches des Durchschnittswertes erreichen können, unterbrochen wird. Die in Abb. 28 dargestellten Tagesgänge der einzelnen Meßstellen zeigen augenscheinlich das Verhältnis zwischen Grundhelligkeit (Nägeli, 1940) und Lichtflecken. Diese Höchstwerte in den "wandernden Lichtflecken" sind assimilatorisch nur bedingt wirksam. Die Bodenvegetation (auch Verjüngungspflanzen) ist, wie oft festgestellt wurde, auf die Werte der Grundhelligkeit "eingestellt" und kann solche Höchstwerte in den Lichtflecken nicht im vollen Umfang ausnützen. Die ausgeglichene Kurve der sogenannten Grundhelligkeit entspricht im wesentlichen dem diffusen Oberlicht und besitzt eine enge Beziehung zum Überschirmungsgrad.

Zur Einstufung eines Standortes hinsichtlich seiner assimilatorischen Leistungsfähigkeit ist der Zeitfaktor unbedingt zu berücksichtigen. Wir zergliederten daher die Tagesgänge in einzelne Helligkeitsstufen und ermittelten die Dauer der Überschreitung dieser Schwellenwerte. Auf diese Weise erreichten wir eine sehr genaue und charakteristische Unterscheidung der einzelnen Bestandesstellen in lichtökologischer Hinsicht, auch wenn sie im Mittelwert weniger deutliche Abweichungen zeigten.

Als Grenzwert bietet sich zunächst die Kompensationshelligkeit an, jener Wert, bei dem Gleichgewicht zwischen Stoffneubildung und Veratmung besteht. Der tatsächliche Lichtbedarf ist selbstverständlich

bedeutend höher, da ja die Pflanze nicht nur für den Augenblick ihre Bilanz ausgeglichen halten muß, sondern auch für die übrige Tages- und Nachtzeit Reservestoffe speichern und schließlich einen Substanzgewinn erzielen muß. Nehmen wir dazu die Ergebnisse Miller's (1959) aus den vergleichbaren Untersuchungen im Bayerischen Wald, so können wir für Fichte und Tanne folgende Größenordnungen festhalten:

	Schattenform (Bestand)	Lichtform (Freifläche)
Kompens. Fichte:	350 Lux	1 150 Lux
Helligkeit: Tanne:	250 "	550 "
Optimalbereich: Fichte:	10 000	30 000 40 000 Lux
Tanne:	5 000	20 000 - 25 000 "

Tabelle 5

Dauer bestimmter Helligkeitsstufen auf den Probestellen:

Fläche:	1 000 Lux		10 000 Lux		30 000 Lux	
K 1	455 Min.	56,9 %	30 Min.	4,3 %	9 Min.	1,7 %
K 2	134	16,8 %	12	1,7 %		
K 3	600	75,0 %	45	6,5 %	15 Min.	2,8 %
K 4	166	20,8 %	18	2,6 %		
K 5	600	75,0 %	51	7,4 %	6 Min.	1,1 %
K 6	770	96,3 %	370	53,6 %	186	35,2 %
Freifläche	800	100,0 %	690	100,0 %	538	100,0 %

Tabelle 6

Untersuchen wir die Helligkeitsstufen hinsichtlich ihrer Zeitdauer, so kann man feststellen, daß die Mindestwerte von 350 Lux (für Schattentyp der Fichte) in geschlossenen Bestandesteilen während einer Zeit von etwa 6 Stunden, am Bestandesrand hingegen während ca. 11 Stunden auftreten. Der Wert von 1000 Lux ist auf den Flächen K 2 und K 4 nicht einmal mehr 3 Stunden lang anzutreffen. Dagegen wird in den Meßstellen mit Randeinfluß dieser Wert insgesamt etwa 7 Stunden (in K 1) bzw. 10 Stunden (in K 5) überschritten. Am Außensaum wurden 1000 Lux nahezu 13 Stunden lang festgestellt. Dabei ist allerdings der gesteigerte Lichtbedarf der Übergangs bzw. Lichtformen in Betracht zu ziehen. Mit 10 000 Lux erreichten wir nach Miller bereits den Optimalbereich für den Schattentyp der Fichte im Bestand. Auf den Meßstellen im Bestandesinneren registrierten wir diesen Wert nur noch

zwischen 12 Min. in K 2 und 51 Min. in K 5 (Innenrand). Der Außenraum hingegen weist diesen Wert im Verlauf eines Tagesganges noch mehr als 6 Stunden lang auf, das ist über die Hälfte der möglichen Zeit. 30 000 Lux schließlich sind innerhalb des Bestandes nur mehr sporadisch, im Durchschnitt etwa 6 - 15 Min. festzustellen. Wie schon erwähnt, sind solche Höchstwerte für Schattenformen aber nicht verwertbar. Auch am Außensaum, wo wir den Optimalbereich für die Fichte erreichen, sinkt die Zeit für 30 000 Lux bereits auf 3 Stunden ab (etwa ein Drittel der möglichen Zeit). Charakteristisch ist also eine rasche Abnahme der Helligkeit und vor allem auch der Dauer einer bestimmten Helligkeitsstufe gegen das Bestandesinnere. Dies erklärt auch die nachstehend beschriebene auffallende Minderung der Wuchsleistung von Jungpflanzen vom Freiland gegen das Bestandesinnere. Dabei ist meist die Tanne gegenüber der Fichte im Vorteil, da sie geringere Helligkeitsbereiche besser auszunutzen vermag.

5.26 Untersuchungen am Nachfolgebstand

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen galt unser besonderes Interesse der Entwicklung der Verjüngungspflanzen. Dazu wurden zunächst auf Probeflächen in der Größe von 4 m^2 im Zentrum der Aufnahmekreise die Pflanzenzahlen erfaßt und die Gesamtgröße sowie die Länge des letzten Höhentriebes gemessen. Für weitere ertragskundliche Erhebungen wurden zusätzlich 5 Flächen am Bestandesrand (im Bereich der Probekreise 5 und 6) ausgewählt. An Hand von Zweigproben konnten zusätzlich morphologische Werte gewonnen werden. Die Größenordnungen und Tendenzen des Wuchsverhaltens sind trotz des beschränkten Untersuchungsumfanges deutlich erkennbar. Wenn wir den Ablauf der Verjüngung überblicken, so können wir 3 Phasen unterscheiden: Als erste Phase kann man das Keimen bzw. das erste Auftreten von überwinterrungsfähigen Keimpflanzen bezeichnen. Im Untersuchungsgebiet finden wir diese erste Phase nur mehr im Probekreis 2. Sonst ist im untersuchten Bestand diese Phase, mit wenigen örtlichen Ausnahmen, weitgehend abgeschlossen, da Eingriffe in den vergangenen Jahren die Voraussetzungen dafür geschaffen haben. Es dürften dabei vorübergehend sogar günstigere Helligkeitsverhältnisse geherrscht haben. Durch neuerlichen Kronenschluß, wobei die meist unterständigen Buchen mit sehr starker Wuchssteigerung reagiert haben (s. Abschnitt 5.23), sind die Helligkeitswerte in der Folge wieder merklich abgesunken. Verunkrautung und Vergrasung der nichtverjüngten Bestandesstellen bestätigen diese Vermutung. Ein Anwachsen weiterer Keimpflanzen ist dadurch erschwert, wenn nicht ausgeschlossen. Der Großteil der Fläche befindet sich in der zweiten Phase, der "Reservestellung". Sie ist gekennzeichnet durch gut angewachsene Verjüngungspflanzen, die in großer Zahl die Fläche bedecken. Ihr Lichtbedarf steigt mit zunehmender Größe bzw. Nadelmasse allmählich an. Da das Lichtangebot wegen des zunehmenden

Kronenschlusses aber eher eine sinkende Tendenz aufweist, zeigen Pflanzen in dieser Phase bald ein geringeres Wachstum (Stagnation im Längenwuchs) und bilden für eine gewisse, von den Umweltsverhältnissen abhängige Zeit, eine "Verjüngungsreserve". Bei langdauerndem Lichtmangel kann es im Extremfall zum Absterben des Jungwuchses kommen. Stellenweise treten Differenzierungen zwischen Tanne und Fichte (Tannenvorwüchse) als Folge des unterschiedlichen Lichtbedarfes beider Baumarten sehr deutlich hervor und sind zur Regulierung der Baumartenanteile nutzbar. Morphologisch gehören die Pflanzen durchwegs noch zum Schattentyp. Sie besitzen einen relativ hohen Wassergehalt und ein geringes Nadelgewicht (s. Tab. 7 u. Abb. 29). Einer geringen Holzrockensubstanz steht verhältnismäßig viel Nadelsubstanz gegenüber. Verjüngung in Reservestellung können wir auf den Flächen K 1, 3 und 4 feststellen. Bei größerem Lichtangebot, etwa in der Größenordnung ab 10 % des Freilandes, reagieren die begünstigten, vorwüchsigen Pflanzen der Reservephase mit einer merklichen Steigerung des Längenwachstums und erreichen Jahrestriebe bis 30 cm. Im Übergang zum Außenrand und schließlich nach der Freistellung wird das Längenwachstum noch mehr gefördert und wir finden Jahrestrieblängen bis etwa 80 cm. Die Pflanzen gehen damit über in die dritte Wuchsphase, in die Phase des kräftigen Wachstums (Einsetzen eines ertragsmäßig erfassbaren Zustandes). Gleichzeitig verringert sich die Zahl pro Flächeneinheit merklich und es tritt eine Veränderung der morphologischen Merkmale in Richtung auf den Lichttyp ein. Wir finden den Übergang zur dritten Wuchsphase im Probekreis 5. Vom waldbaulichen Standpunkt wäre mit Erreichen dieses Auflichtungsgrades im Hinblick auf eine größtmögliche Ausnutzung der Wuchskraft der einzelnen Baumarten auf diesem Standort eine zügige Freistellung der Verjüngung notwendig.

Betrachten wir nun die Lichtverhältnisse im Bereich der einzelnen Probekreise, dann können wir feststellen, daß Probekreis 1 zwar die stärkste Überschildung, jedoch infolge eines Seitenlichteinflusses in den Morgenstunden eine günstige Helligkeit für die Einleitung der Verjüngung aufweist. Es sind ausschließlich Schattenpflanzen, die im Wuchs stagnieren, anzutreffen. Die Tanne überwiegt gegenüber der Fichte. Die Verjüngung steht in einer typischen Reservestellung. Probekreis 2 ist als geschlossener Bestand zu bezeichnen. Hier herrscht mit 2,2 % die geringste Helligkeit aller Kreise. Dadurch erklärt sich auch das Stückzahl - Minimum der Verjüngungspflanzen. Die Pflanzen haben häufig nur Keimlingsstadium, die Wuchsleistung ist fast Null. Die Verjüngung leidet stark unter Lichtmangel und ist auch als Verjüngungsreserve problematisch. Dies gilt sowohl für Fichte wie für Tanne. Probekreis 3 ist durch seine Lage am Rande einer Bestandeslücke sehr hell. Infolge der eingangs beschriebenen standörtlichen Verhält-

Pflanzenuntersuchung Revier Hütten

Probe- fläche Nr.	Holzart	Stück- zahl	mittlere Pflz. Höhe cm	Triebhg. 1965 cm	Wasserverlust g	%	Nadelgew. trocken g	Zweiggew. trocken g	Verhältnis Zw/Nadgew.	mittl. N. Lg. mm	Gewicht 1000 Nad. mg
K1	Fichte	95	28,1	4,16	5,18	60,1	2,36	1,06	0,45	13,55	84
	Tanne	29	26,8	3,76	13,35	53,4	7,45	4,20	0,56	16,30	280
K2	Fichte	9	9,6	1,44	2,50	62,5	1,05	0,45	0,43	13,95	60
	Tanne	7	11,4	1,72	9,57	58,5	4,95	1,88	0,38	15,55	280
K3	Fichte	15	21,8	2,87	4,05	61,4	1,79	0,76	0,42	11,95	66
	Tanne	6	45,6	7,50	14,97	54,8	8,10	4,23	0,52	14,65	320
K4	Fichte	88	36,1	5,04	7,00	63,6	2,58	1,42	0,55	12,50	76
	Tanne	37	45,5	7,19	12,55	58,2	6,10	2,95	0,48	12,95	292
K5	Fichte	33	76,4	9,80	15,70	57,7	7,30	4,20	0,58	12,90	110
	Tanne	5	59,8	10,20	27,90	54,8	14,68	8,37	0,57	19,05	395
K6	Fichte	11	165,0	31,50	31,50	54,4	15,30	11,20	0,73	13,90	115
	Tanne ^{†)}				15,96	48,6	11,70	5,75	0,49	16,95	410
Frei- fläche	Fichte Tanne	12	210,0	46,00	102,60	58,4	41,20	32,20	0,78	14,30	230

Tabelle 7

DIE ENTWICKLUNG DER VERJÜNGUNG

Revier Hütten

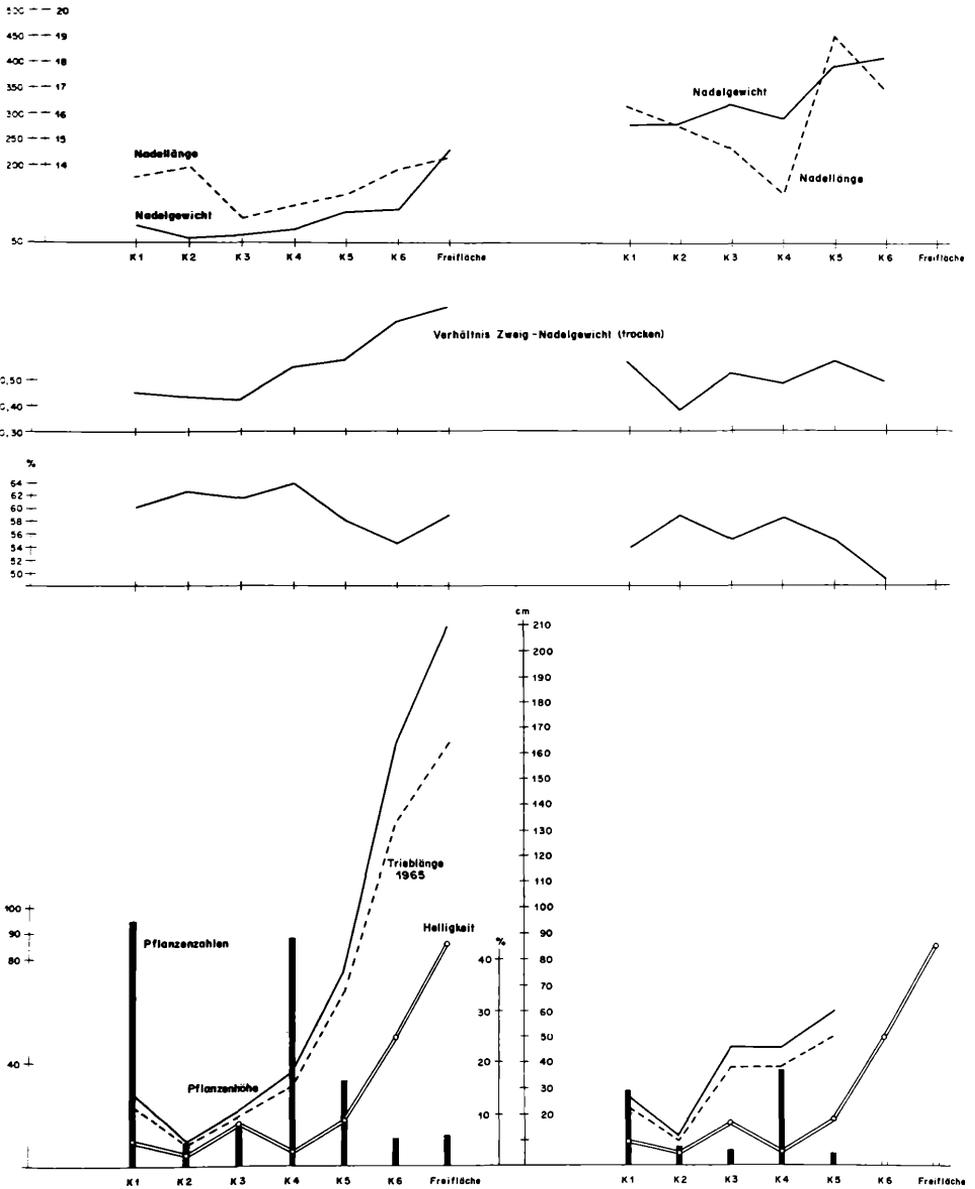


Abb. 29

nisse (Humusverschlechterung, Vergrasung) ist hier jedoch eine gestörte und unbefriedigende Pflanzenentwicklung gegeben. Probekreis 4 weist trotz geringer Helligkeitssummen infolge optimaler Standortbedingungen hohe Pflanzenzahlen und eine günstige Pflanzenentwicklung auf. Die Tanne ist vorwüchsig, aber sowohl Fichte als auch Tanne sind noch in Reservestellung. Probekreis 5 charakterisiert den vorgelichteten Bestandesrand. Die günstigen standörtlichen Verhältnisse und die erhöhten Lichtwerte ergeben hier eine zufriedenstellende Pflanzenentwicklung. Die hier einsetzende starke Zunahme der Pflanzengröße bedingt allerdings eine im Hinblick auf die Stammzahlhaltung im Nachfolgebestand nicht unerwünschte Abnahme der Pflanzenzahl pro Flächeneinheit. Es tritt ein allmählicher Übergang von der Reserve- zur Wuchsphase ein, der Schattentyp geht in den Lichttyp über. Der Wassergehalt, das Nadelgewicht, das Zweignadelverhältnis und die Trieblänge der Pflanzen geben zu diesem Wechsel die Hinweise. Unter den gegebenen Umweltbedingungen wären nun auf Grund der Verhältnisse in Probekreis 5 für den Beginn einer merkbaren Zuwachsleistung mindestens folgende Lichtwerte erforderlich: 8 - 10 % Helligkeit bzw. eine Grundhelligkeit von ca. 5000 Lux, 10 - 11 Stunden über der Kompensationshelligkeit und mindestens 1 Stunde im Optimalbereich von 10000 Lux. Probekreis 6, am Außenrand der Schirmstellung, und die Freifläche, die durch den angrenzenden Bestand etwas verminderte Lichtsummen aufweist, zeigen bereits ein volles Einsetzen des Jugendwachstums. Die mittlere Trieblänge des Jahres 1965 betrug hier beispielsweise 45 - 50 cm.

In der gleichen Meßperiode wurde eine kontinuierliche Temperaturregistrierung vorgenommen. Die Temperaturverhältnisse sind im Bestand weitgehend ausgeglichen. Die Mittelwerte zeigen gegen das Freiland eine sinkende Tendenz auf Grund tieferer Nachttemperaturen, welche dort gemessen wurden. Das Bestandesklima ist ausgeglichen und kühl, was bei dem tieferen Temperaturoptimum für die Assimilation bei Nadelhölzern eher als Vorteil zu werten ist.

Von ertragskundlicher Seite ist vor allem die 3. Phase der Pflanzenentwicklung, das Einsetzen eines ertragsmäßig erfassbaren Zuwachses, von Interesse. Wie oben gezeigt, ist für diese "Wuchsphase" eine starke Auflichtung des Schirmbestandes unerlässlich. Dadurch werden in bezug auf den Lichtgenuß jene entscheidenden Bedingungen geschaffen, die eine kontinuierliche Entwicklung der Jugend ermöglichen. Während im Bereich der Probekreise 1, 3 und 4 die Entwicklung des Nachfolgebestandes infolge zu starker Überschirmung stagniert, ist im Bereich des Probekreises 5 jene Beschaffenheit des Schirmbestandes gegeben, bei welcher eine langsame, aber doch kontinuierliche Entwicklung des Nachfolgebestandes ermöglicht ist. Hier können wir gegenwärtig auch jene Schwelle finden, ab welcher die Zuwachsleistung des Nach-



Verjüngung in Reservestellung im Probekreis 1.
Trotz hohem Überschirmungsgrad günstige Entwicklung der Verjüngung
als Folge des Seitenlichtes.



Dichte Verjüngung mit vorwüchsigen Tannen im Bereich des Probe-
kreises 4



Übergang von der Reservestellung zur Wuchsphase am vorgelichteten Bestandesrand, Probekreis 5



Optimales Jugendwachstum im Übergang vom Außensaum zur Freifläche.

folgebestandes innerhalb einer angemessenen Zahl von Jahren bereits wirtschaftlich bedeutungsvolle Werte annimmt (Abb. 30). Zur exakten Erfassung dieses Randbereiches wurden zusätzlich noch die oben erwähnten 4m^2 großen Probeflächen im Bereich der Probekreise 5 und 6 bzw. im Freiland aufgenommen. Davon sind die Flächen 1 und 2 noch überschirmt, bekommen aber Seitenlicht. Fläche 3 ist zwar nicht mehr direkt überschirmt, hat aber eine relativ starke seitliche Beschirmung. Während diese 3 Flächen innerhalb des Probekreises 5 gelegen sind, befindet sich Fläche 4 im Bereich des Probekreises 6. Diese ist ebenfalls nicht mehr überschirmt und hat zusätzlich auch fast keine Seitenbeschirmung mehr. Fläche 5 ist gänzlich abgedeckt und praktisch ohne seitlichen Einfluß. Sie befindet sich bereits außerhalb des Außensaumes und repräsentiert somit die Freifläche.

Betrachtet man nun die Höhenentwicklung der Jungbäume, so ergibt sich mit zunehmendem Auflichtungsgrad eine beachtliche Steigerung der durchschnittlichen jährlichen Höhenzuwächse (Tab. 8 Abb. 30). Insbesondere die Höhenentwicklung im Bereich des Probekreises 6 (Fläche 4) kann im Vergleich zum Freiland (Fläche 5) zweifellos als zufriedenstellend angesehen werden. Nach diesen Kennwerten steht der Entfernung des Schirmbestandes nichts mehr im Wege (bzw. wäre seit einigen Jahren nichts mehr im Wege gestanden).

Studiert man hingegen die Jungwuchsentwicklung im Bereich des Probekreises 5 (Fläche 3), so bleiben wohl keine Zweifel, daß man diesen Bereich als "Außensaum" wohl zu dicht bzw. zu lange dicht gehalten hat. Noch negativer ist diese Situation im Übergangsbereich zum Innensaum (Fläche 1 und 2) zu bewerten. Übergroße Vorsicht in bezug auf Stärke und Abfolge der Auflichtungseingriffe brachten hier für die Entwicklung des Nachfolgebestandes starke Wuchsverzögerungen mit sich.

Untersucht man nun die Vorratsentwicklung und die Volumszuwachseleistung pro ha der unter relativ günstigem Lichtgenuß aufgewachsenen gleichaltrigen Jungbäume der Flächen 3 bis 5, welche eine unterschiedlich rasche Entwicklung durchlaufen haben, so erscheint es wohl zweckvoll, nur jene Stämmchen in die Untersuchung einzubeziehen, die im Jahre 1965 bereits größer als 1,3 m waren. Eine derartige Einschränkung ist deshalb angebracht, als wohl nur unter diesen Stämmchen, dem durchschnittlich erreichten Grad der Entwicklung entsprechend, jene Bäume zu suchen sind, welche den zukünftigen Bestand bilden werden. Beim Studium der Leistungstabelle der 3 genannten Flächen (Tab. 9) und der zugehörigen Abb. 30 ist zu beachten, daß diese Probeflächen nach dem Gesichtspunkt optimaler Leistungsfähigkeit subjektiv ausgewählt wurden. Die Vorrats- und Zuwachswerte stellen demnach Höchstwerte dar, welche bei entsprechendem Flächenschluß des Nachfolgebestandes erreicht werden können. Die Höhe der 1965 festgestellten Vorratswerte und die

Ertragskundliche Kennwerte des Nachfolgebstandes (Jungbestandes) 18 f₁

Fläche x)	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	n
	h _m in m										
F ₁ (K ₅)	0,10	0,17	0,22	0,28	0,39	0,46	0,53	0,59	0,68	0,80	6
F ₂ (K ₅)	0,12	0,18	0,27	0,34	0,45	0,57	0,71	0,80	0,92	1,08	8
F ₃ (K ₅ - K ₆)	0,19	0,29	0,36	0,43	0,59	0,76	0,94	1,06	1,26	1,49	7
F ₄ (K ₆)	0,20	0,32	0,41	0,59	0,72	0,94	1,16	1,34	1,70	2,13	6
F ₅ (Freifl.)	0,15	0,23	0,33	0,49	0,68	0,94	1,26	1,60	2,04	2,58	11

x) Es handelt sich hiebei um die 4 m² großen zusätzlichen Probeflächen

Leistungstabelle des Jungbestandes, h ≥ 1,30 m

Jahr	Fläche 3 (K ₅ - K ₆)						Fläche 4 (K ₆)						Fläche 5 (Freifläche)								
	h _o	h _m	h _z	Stammzahl N/ha	Zuwachs St/ha	Vorrat Vfm/ha	Zuwachs Vfm/ha	h _o	h _m	h _z	Stammzahl N/ha	Zuwachs St/ha	Vorrat Vfm/ha	Zuwachs Vfm/ha	h _o	h _m	h _z	Stammzahl N/ha	Zuwachs St/ha	Vorrat Vfm/ha	Zuwachs Vfm/ha
1961								0,94							1,31	0,94		5.000	5.000	0,90	0,90 ()
1962								1,32	1,16	0,22	5.000	5.000	0,92 (-)		1,57	1,26	0,32	17.500	12.500	4,08	3,18 (0,51)
1963		1,06						1,54	1,34	0,18	7.500	2.500	1,83 (0,42)		1,92	1,60	0,34	20.000	2.500	7,96	3,88 (3,30)
1964	1,44	1,26	0,20	15.000	15.000	3,23	3,23	1,92	1,70	0,36	15.000	7.500	5,32 (1,26)		2,45	2,04	0,44	25.000	5.000	16,25	8,29 (7,05)
1965	1,81	1,49	0,23	32.500	17.500	8,72	5,49 (2,03)	2,40	2,13	0,43	15.000		9,38 (4,06)		3,12	2,58	0,54	27.500	2.500	30,44	14,19 (13,69)

Anmerkung: Klammerwerte: Z_v ohne Einwuchs

Tabelle 9

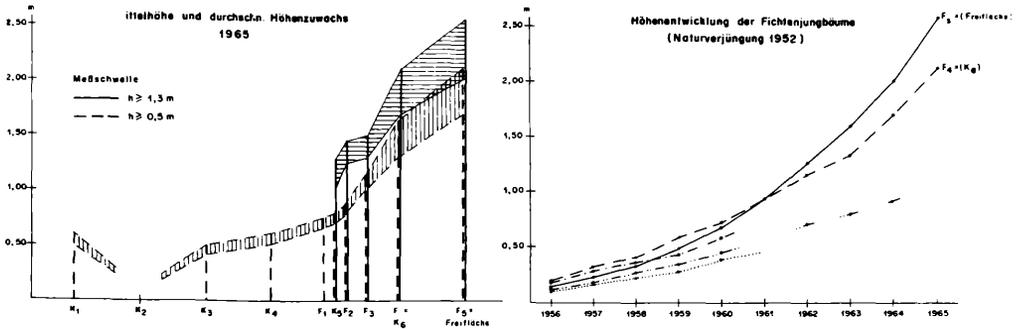
Leistungsvergleich bei verschiedener Einwuchsschwelle für 1965

Probekreis	$h \geq 0,50 \text{ m}$						$h \geq 1,30 \text{ m}$						Zuwachs ohne Einwuchs
	in m		Stammzahl		Volumen		h_m	h_z	Stammzahl		Volumen		
	h_m	h_z	N	Stamm- zahlzun.	Vorrat	Zuwachs			N	Stamm- zahlzun.	Vorrat	Zuwachs	
Fläche x)	1965	1965	1965	1965	1965	1965	1965	1965	1965	1965	1965	1965	
K_2													
K_3	0,51	0,08	5.000	5.000	0,08	0,08							
K_1	0,61	0,10	32.500	12.500	0,82	0,63							
K_4	0,62	0,10	80.000	32.500	2,38	1,20							
K_5	0,80	0,10	85.000	7.500	4,67	1,59	1,30	0,26	2.500	2.500	0,44	0,44	
$F_1 (K_5)$	0,76	0,09	37.500	5.000	1,87	0,65							
$F_2 (K_5)$	0,88	0,09	125.000	15.000	9,37	1,91	1,47	0,21	5.000	2.500	1,23	0,69	0,25
$F_3 (K_5 - K_6)$	1,16	0,14	72.500		11,51	3,53	1,52	0,22	32.500	17.500	8,72	5,49	2,01
$F_4 (K_6)$	1,65	0,32	27.500		10,79	4,53	2,13	0,43	15.000		9,38	4,06	4,06
F_5 (Freifl.)	2,12	0,41	37.500		31,09	13,92	2,58	0,54	27.500	2.500	30,44	14,19	13,69

x) Es handelt sich hierbei um die 4 m^2 großen zusätzlichen Probeflächen

Tabelle 10

Ertragskundliche Kennwerte des Nachfolgebestandes 18 f₁



Entwicklung der Mittelhöhe, der Stammzahl und des Volumens ($h \geq 1,3 \text{ m}$ jeweilige Einwuchsschwelle)

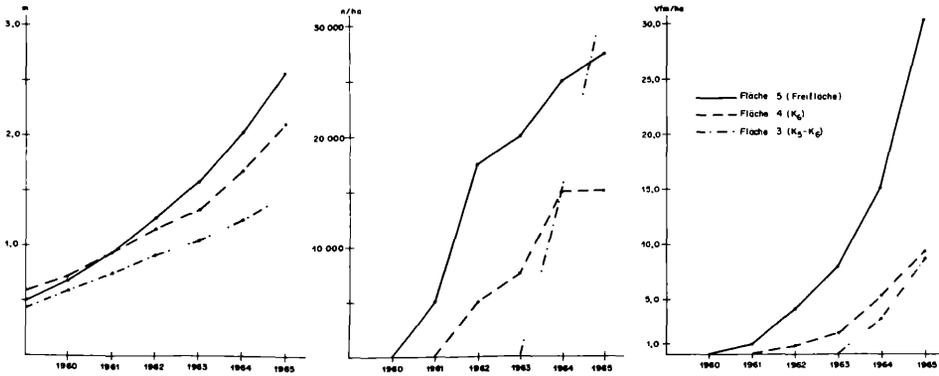


Abb. 30

Zuwachswerte, ebenso wie die rasche jährliche Zunahme dieser Werte ab dem Zeitpunkt des Überschreitens der gewählten Meßschwelle von 1,3 m sind erstaunlich. Die Einschränkung, daß es sich hier um Werte handelt, die im Bereich dieses Bestandes nur bei optimalem Flächen-schluß der Jugend erreicht werden können, ist dabei jedoch entsprechend zu berücksichtigen.

Des Interesses halber sind in Tab. 10 der Vorrats- und Zuwachsentwicklung des Jungbestandes "über 1,3 m" jene Zahlen gegenübergestellt, welche man findet, wenn man die Meßschwelle bereits bei 0,5 m Bäumchenhöhe ansetzt. Bei der Betrachtung dieser Werte ist zu bedenken, daß eine übergroße Zahl an Stämmchen, die zur Zeit noch hinsichtlich Vorrat und Zuwachs von Bedeutung sind, mit zunehmendem Alter und zunehmender Mittelhöhe in sehr rascher Folge ausscheiden werden. (Siehe diesbezüglich etwa Probe 5, bei welcher im Jahre 1964 und insbesondere 1965 bereits jener Zeitpunkt erreicht worden ist, bei welchem nur mehr Bäumchen über 1,3 m Höhe einen entscheidenden Anteil an Vorrat und Zuwachs haben).

5.27 Leistungsvergleich zwischen Schirmschlagbetrieb und Kahlschlagbetrieb

In Anbetracht der Leistungsfähigkeit, die der Nachfolgebestand bei einer angemessenen zeitlichen Folge der Hiebmaßnahmen (Vorlichtung, Nachlichtung, Abdeckung) zu entwickeln vermag, drängt sich die Frage auf, ob nicht die durch Auflichtung des Schirmbestandes in Kauf genommenen Zuwachsverluste durch die Leistungen des unter seinem Schutz erwachsenden Nachfolgebestandes kompensiert werden. Um diese Frage beantworten zu können, ist es notwendig, die Wuchsleistung des sukzessive aufgelichteten Schirmbestandes und des Nachfolgebestandes zu kennen und diese gemeinsame Leistung den Vergleichswerten eines für den gleichen Zeitraum in ortsüblichem Schluß gehaltenen Altbestandes gegenüberzustellen. Da im vorliegenden Falle keine vergleichenden Dauerbeobachtungen zur Verfügung standen, wurden die in "räumlichem Nebeneinander" gewonnenen Zustands- und Zuwachswerte dazu benützt, ein Modell eines "zeitlichen Hintereinanders" des Wachstumsverlaufes zu konstruieren.

Als den örtlichen Verhältnissen und dem Alter entsprechend im "normalen" Schluß erwachsen, wurde jener Bestandesbereich gewählt, der durch die Probekreise 1 - 3 repräsentiert ist. Ausgehend von den durchschnittlichen Bestandeskennwerten (Mittelwerte der Probekreise 1 - 3) des nunmehr 115 Jahre alten Mischbestandes einschließlich der Daten der Zuwachsuntersuchungen wurde unter Verwendung von Ertragstafeln (Forstliche Hilfstafeln 1952) ein Wuchsleistungsmodell konstruiert, das mit hoher Wahrscheinlichkeit dem tatsächlichen Wachstumsverlauf der zurückliegenden 15 Jahre und der Entwicklung in den

Wuchsleistungstabelle für das Bestandesmodell "Kahlschlagbetrieb" (Wuchsleistungen bei ortsüblichem Schlußgrad)

Alter	verbleibender Bestand				ausscheidender Bestand		laufender Volumenzuwachs			Gesamtwuchsleistung ab Alter 100 (Vfm _S)	Produktion ab Alter 100 (Vfm _S)
	N	G (m ²)	HF (m)	V (Vfm _S)	N	V	Z _V pro 1m ² GA (A=Anfang d. Periode)	jährl. Z _V	period. Z _V		
100	457	37.34	12.56	468.8						468.8	
105	421	38.12	12.78	487.1	36	33.2	0.276	10.30	51.5	520.3	51.5
110	389	38.88	12.99	505.1	32	33.1	0.268	10.22	51.1	571.4	102.6
115	360	39.60	13.20	522.6	29	33.2	0.261	10.14	50.7	622.1	153.3
120	334	40.26	13.40	539.4	26	33.5	0.254	10.06	50.3	672.4	203.6
125	310	40.85	13.59	555.2	24	34.2	0.248	10.00	50.0	722.4	253.6

Tabelle 11

Wuchsleistungstabelle für das Bestandesmodell "Naturverjüngungsbetrieb" (Rasche Hiebsfolge Verjüngungszeitraum 15 - max 20 Jahre)

Alter	verbleibender Bestand					ausscheidender Best.		Z _v pro 1m ² GA (A=Anf. d. Per.)	Zuwachs		Gesamtwuchsleistung ab Alter 100 (Vfm _s)	Produktion ab Alter 100 (Vfm _s)	Maßnahmen
	N	G vor Entn.	G nach Entn.	HF (m)	V (Vfm _s)	N	V (Vfm _s)		jährl.	period.			
100	457	37.34	31.74	12.56	468.8						468.8		Vorbereitungshieb Entn. v. 15 % d. Grfl.
105	389	35.40	26.55	12.80	452.4	68	67.2	0.320	10.16	50.8	519.6	50.8	mäßiger Lichtungsh. Entn. v. 25 % d. Grfl.
110	291	29.22	14.61	13.00	379.9	98	117.6	0.340	9.03	45.1	564.7	95.9	starker Lichtungsh. Entn. v. 50 % d. Grfl.
115	146	16.36		13.23	216.5	145	189.0	0.351 (0.3505)	5.12	25.6	590.3	121.5	frühester Termin d. Abdeckung
120	146	18.25		13.43	245.1			0.350 (0.3496)	5.72	28.6	618.9	150.1	spätester Termin d. Abdeckung

Tabelle 12

kommenden 10 Jahren entspricht. Das Resultat der Berechnungen ist in Tab. 11 festgehalten. Bei diesem Modell wird angenommen, daß auf die Einleitung einer geeigneten natürlichen Verjüngung weitestgehend verzichtet wird und der Bestand bei Erreichung des Zieldurchmessers (mittlerer BHD des Nadelholzes um 40 cm) im Alter von 115 Jahren bzw. 120 Jahren zur Nutzung gelangt und der Nachfolgebestand künstlich begründet wird ("Kahlschlagbetrieb").

Dem Wuchsleistungsmodell des "Naturverjüngungsbetriebes" wurden die nachstehende Hiebsfolge und die angeführten Eingriffsstärken unterstellt: Im Alter 100 erfolgt der erste Vorbereitungshieb zur Förderung der Ta- und Bu- Naturverjüngung mit einer Eingriffsstärke, die einer Reduktion der Bestandesgrundfläche um 15 % entspricht. Zwecks Einleitung der letztlich entscheidenden Fi - Naturverjüngung wird im Alter 105 der zweite Vorbereitungshieb bzw. ein mäßiger Lichtungshieb zur Schaffung eines sich verjüngenden Innensaumes eingelegt. Die Eingriffsstärke wird so gewählt, daß von der in diesem Alter vorhandenen Bestandesgrundfläche (des bereits einmal vorgelichteten Bestandes) nunmehr 25 % entnommen werden.

Den Ergebnissen der lichtökologischen Untersuchungen und den Wachstumsuntersuchungen entsprechend, kann, den günstigen Standortverhältnissen angemessen, ein nachfolgender starker Lichtungshieb zur Schaffung eines für die weitere Entwicklung der Naturverjüngung (Fichtenverjüngung durchschnittlich 3 - 4 Jahre alt, Ta und Bu - Verjüngung bis zu 9 Jahre alt) notwendigen Außensaumes bereits 5 Jahre später, also bei einem Bestandesalter von 110 Jahren erfolgen. Um die erhoffte Wirkung zu erzielen, muß dieser Eingriff in den Schirmbestand sehr kräftig ausfallen. Im Modell wurde unterstellt, daß die Bestandesgrundfläche des zweimal vorgelichteten Bestandes um 50 %, somit auf rund 15 m²/ha reduziert wird. Damit werden, abgesehen von einem ausreichenden Lichtangebot für die Naturverjüngung, Verhältnisse geschaffen, die es den verbleibenden Einzelstämmen des Schirmbestandes gestatten, ihre optimale Leistungsfähigkeit zu entfalten.

Wie die Untersuchungen am Nachfolgebestand ergeben haben, reagieren die Jungbäumchen auf dieses entscheidende Mehrangebot an Licht (und auch Niederschlagswasser) mit einer bedeutenden Aktivierung vor allem des Längenwachstums. Für die Tannen-, Buchen- und Fichtenpflanzen geht damit die Wuchsphase der "Verjüngungsreserve" zu Ende und der Übergang zur eigentlichen "Wachstumsphase" wird damit eingeleitet.

Um der Notwendigkeit einer zügigen Freistellung der Naturverjüngung gerecht zu werden, wird die Abdeckung des Nachfolgebestandes bzw. die endgültige Räumung des Altbestandes im Alter 115 vorgesehen. Um die Nachteile einer zu zaghaften Vorgangsweise bei der Freistellung

Leistungsvergleich zwischen den Betriebsmodellen

Alter	Gesamtwuchsleistung ab Alter 100 (V_{fm_s})		Produktion ab Alter 100		Leistungs- differenz (V_{fm_s})
	Kahlschlag- betrieb	Schirmschlag- betrieb	Kahlschlag- betrieb	Schirmschlag- betrieb	
100	468.8	468.8			
105	520.3	519.6	51.5	50.8	0.7
110	571.4	564.7	102.6	95.9	6.7
115	622.1	590.3	153.3	121.5	-31.8
120	672.4	618.9	203.6	150.1	-53.5

Tabelle 13

WUCHSLEISTUNGSVERGLEICH ZWISCHEN SCHIRMSCHLAG- UND KAHLSCHLAGBETRIEB.

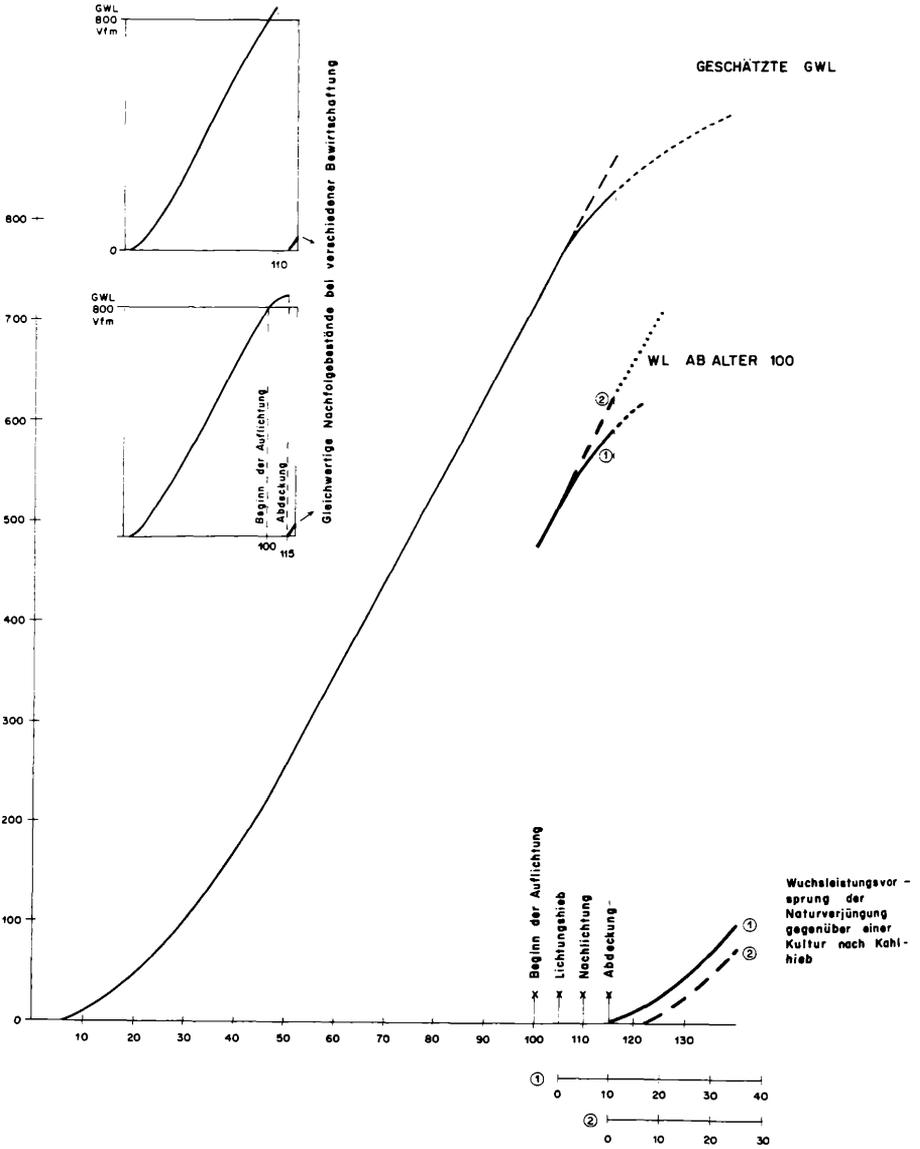


Abb. 31

einer "gesicherten" Naturverjüngung deutlich zu machen, werden die Berechnung bis zum Alter 120 des Schirmbestandes ausgedehnt. Die Wuchsleistungsdaten des "Modelles" für den "Naturverjüngungstrieb" sind in der Tabelle 12 zusammengefaßt.

Vergleichen wir zunächst einmal die Wuchsleistungen beider Altbestände ab dem Alter 100 (siehe Tab. 13 und Abb. 31). Der 1. Vorbereitungshieb wirkt sich mit nur 0,7 Vfm Minderleistung in 5 Jahren praktisch nicht negativ aus. Der 2. Vorbereitungshieb (mäßiger Lichtungshieb) dagegen bewirkt, daß der aufgelichtete Altbestand in den folgenden 5 Jahren bereits um weitere 6,0 Vfm, somit um insgesamt 6,7 Vfm in der Wuchsleistung hinter dem nicht aufgelichteten Bestand zurückbleibt. Der starke Lichtungshieb bewirkt, daß die Minderleistung bis zum Alter 115 auf 31,8 Vfm und bis zum Alter 120 auf bereits 53,5 Vfm anwächst.

Selbst dann, wenn die endgültige Abdeckung des Nachfolgebestandes bei einem Alter des Schirmbestandes von 115 vorgesehen wird, wäre der inzwischen eingetretene Leistungsverlust von rund 32 Vfm im ersten Augenblick und ohne weitere Überlegungen keinesfalls mehr als nebensächlich abzutun.

Wie fällt unser Vergleich dagegen aus, wenn wir berücksichtigen, daß zum Zeitpunkt der Räumung des Altbestandes bereits ein geschlossener und gesicherter Nachfolgebestand vorhanden ist? Zu diesem Zeitpunkt hat der Großteil der für den Nachfolgebestand bedeutsamen Bäumchen bereits die Schwelle von 0,5 m Höhe überschritten, einige haben die 1 - Meter - Marke, und einzelne die Brusthöhe (1,3 m) erreicht. Das Durchschnittsalter beträgt zu diesem Zeitpunkt zumindest 9 Jahre (Fichten durchschnittlich 8 - 9 Jahre, Tannen und Buchen bis zu 14 Jahre). Den Standortverhältnissen gemäß, entspricht der Entwicklungszustand der Naturverjüngung einer rund "4-jährigen Kultur" (2 - 3 jährige Fichtenpflanzen, 4 Vegetationsperioden nach der Pflanzung). Dies bedeutet nichts anderes, als daß der "Naturverjüngungsbetrieb" hinsichtlich Erzielung eines geeigneten Nachfolgebestandes gegenüber dem "Kahlschlagbetrieb" in diesem Falle einen Zeitvorsprung von rund 5 Jahren hat. Gegenüber dem "Kahlschlagbetrieb" ist daher nicht das tatsächliche Endnutzungsalter des Schirmbestandes von 115 Jahren, sondern das um 5 Jahre verminderte "fiktive Endnutzungsalter" von nur 110 Jahren als Vergleichsbasis zu wählen. Denn wenn in beiden Fällen vergleichbare Produktionszeiträume gegenübergestellt werden sollen, dann hätte im "Kahlschlagbetrieb" die Endnutzung bei einem Bestandesalter von 110 Jahren erfolgen müssen. Nur unter dieser Voraussetzung hätte der künstliche und der natürliche Nachfolgebestand zum Vergleichszeitpunkt denselben Entwicklungszustand erreicht (siehe Abb. 31, links oben).

Der Bezugszeitraum, auf den der Zuwachs des Naturverjüngungsbetriebes anzurechnen ist, verkürzt sich in unserem Beispiel um 5 Jahre, denn die Schirmwuchsphase des Nachfolgebestandes fällt mit der Lichtwuchsphase des Altbestandes zusammen. Dieser "Überlappungseffekt" (Assmann, 1961) bringt einen Teil des am Altbestand entstandenen Zuwachses wieder ein. Es scheint jedoch nicht berechtigt, den ganzen Verjüngungszeitraum in Abzug zu bringen, sondern nur so viele Jahre, die bei einer frei erwachsenden Kultur notwendig gewesen wären, um den selben Entwicklungszustand zu erreichen, wie die unter Schirm erwachsene Verjüngung.

Der nunmehr objektive Leistungsvergleich der beiden Betriebsarten sieht wesentlich besser aus, als die erste "unkorrekte" jedoch mitunter übliche Gegenüberstellung. Ab dem Alter 100 hat der Schirmbestand bis zu seiner endgültigen Räumung im Alter 115 insgesamt 121,5 Vfm produziert. Der im "ortsüblichen" Schluß gehaltene Bestand hat bis zur Endnutzung im Alter 110 dagegen nur 102,6 Vfm an vergleichbarer Wuchsleistung erbracht. Der "Naturverjüngungsbetrieb" ist in diesem Falle bei zügiger Freistellung der Naturverjüngung dem "Kahlschlag" um nicht unwesentliche 19 Vfm Produktionsleistung gleichwertiger Dimensionen überlegen! Zieht man nun in Betracht, daß beim "Naturverjüngungsbetrieb" durch die mehrmaligen einzelstammweisen Nutzungen höhere Erntekosten vor allem erhöhte Rückekosten anfallen, dann werden diese durch den Mehrerlös, den die 19 Vfm erbringen, zweifellos ausgeglichen. Am letztlich entscheidenden erntekostenfreien Erlös gemessen, erbringen somit beide Betriebsformen etwa die gleiche Wertleistung.

Bei der Gegenüberstellung beider Betriebsformen ist nun weiters zu berücksichtigen, daß beim Kahlschlagbetrieb die Kosten für die Kultur (in diesem Falle Einbringung von rund 3500 Stück Fichten) in Rechnung zu stellen sind. Die Kosten hierfür müssen den günstigen Geländeverhältnissen entsprechend mit rund S 6000.- veranschlagt werden. Beim Naturverjüngungsbetrieb dagegen ist nach der Freistellung eine Stammzahlreduktion zum Zwecke der Standraumregulierung und Mischungsregelung zu veranschlagen. Für eine mechanische Stammzahlreduktion in relativ dichten Naturverjüngungen, die eine Mittelhöhe von 1,0 - 2,0 m aufweisen, sind gegenwärtig Kosten von rund S 2000.- pro ha zu veranschlagen.

Abgesehen von den waldbaulichen Vorteilen, kann bei einer vergleichenden Erfolgsrechnung der Naturverjüngungsbetrieb dem Kahlschlagbetrieb bei günstigen Standortverhältnissen zweifelsohne dann überlegen sein, wenn der Verjüngungszeitraum möglichst kurz gehalten wird, bzw. die Vorlichtung, die Nachlichtung und Freistellung in rascher Aufeinanderfolge durchgeführt werden.

Eine vergleichende Erfolgsrechnung, bei der die gegenwärtig erzielbaren Erlöse und die gegenwärtigen Kosten (einschließlich der sozialen Lasten) unterstellt werden, soll die im Beispiel feststellbare geringe Überlegenheit des Schirmschlagbetriebes veranschaulichen. Es wird hiebei unterstellt, daß es sich um zwei Normal - Betriebsklassen (110 ha entsprechen einem Produktionszeitraum von 110 Jahren und somit einer jährlichen Nutzungsfläche von 1 ha) gleicher Bestandesmischung und Bonität handelt. Da Kosten und Erlöse theoretisch in beiden Fällen in jährlich annähernd gleichbleibender Höhe anfallen (Annahme eines Nachhaltsbetriebes) kann die Verzinsung außer acht gelassen werden.

Der tatsächliche Produktionszeitraum beträgt beim Naturverjüngungsbetrieb 115 Jahre und entspricht mit Rücksicht auf den Entwicklungszustand des Nachfolgebestandes einem fiktiven Produktionszeitraum von nur 110 Jahren. Der veranschlagte Verjüngungszeitraum beträgt 15 Jahre. Es sind daher für beide Betriebsarten die ab dem Alter 100 eingehenden Erlöse und anfallenden Kosten (für einen einschließlich der Sicherung des Nachfolgebestandes zu berücksichtigenden Zeitraum von etwa 17 bzw. 11 Jahren) in Rechnung zu stellen.

Schirmschlagbetrieb	Kosten (Zeitraum von 17 J.)	Erlöse
1.) Vorbereitungshieb im Alter 100: 67,2 Vfm/ha - 25 % = 50,4 Efm Erntekosten S 150.- pro Efm Verkaufserlös S 500.- pro Efm	7 560.-	25 200.-
2.) Mäßiger Lichtungshieb im Alter 105 und starker Lichtungshieb im Alter 110: 117,6 + 189,0 Vfm = 306,6 Vfm - 20 % 245,3 Efm; Erntekosten S 135.- pro Efm Verkaufserlös S 650.- pro Efm	33 115.-	159 445.-
3.) Räumungshieb im Alter 115: 216,5 Vfm - 20 % = 173,2 Efm Erntekosten S 105.- pro Efm Verkaufserlös S 650.- pro Efm	18 186.-	112 580.-
4.) Stammzahlreduktion im Nachfolgebestand (2 Jahre nach dem Räumungshieb)	2 000.-	
	S 60 861.-	S 297 225.-

Tabelle 14

Abzüglich der für die Stammzahlreduktion im Nachfolgebstand aufgewendeten Kosten liefert der Schirmschlagbetrieb im Zuge der Endnutzung S 236 364.- an erntekostenfreiem Erlös pro ha.

Kahlschlagbetrieb	Kosten (Zeitraum von 11 J.)	Erlöse
1.) Zwischennutzung vom Alter 100 bis 110: 66,3 Vfm - 25 % = 49,7 Efm Erntekosten S 150.- pro Efm Verkaufserlös S 500.- pro Efm	7 455.-	24 850.-
2.) Endnutzung im Alter 110: 505,1 Vfm - 20 % = 404,1 Efm Erntekosten S 105.- pro Efm Verkaufserlös S 650.- pro Efm	42 431.-	262 665.-
3.) Kulturkosten: Einbringung von 3500 Fichtenpflanzen (ein Jahr nach dem Kahlhieb)	6 000.-	
	S 55 886.-	S 287 515.-

Tabelle 15

Abzüglich der Kulturkosten erbringen die Nutzungen ab dem Alter 100 (Endnutzungen) beim Kahlschlagbetrieb S 231 629.- pro ha an erntekostenfreiem Erlös, das sind in unserem Beispiel um S 4 735.- pro ha Nutzungsfläche weniger als beim Naturverjüngungsbetrieb.

Da für beide Fälle die Bestandserziehungskosten bzw. die Kosten und Erlöse der Vornutzungen bis zum Alter 100, sowie die Verwaltungskosten und die sonstige Gemeinkostenbelastung in gleicher Höhe angenommen werden können, erbringt die Normalbetriebsklasse des "Naturverjüngungsbetriebes" in unserem Beispiel einen durchschnittlichen jährlichen Mehrertrag von rund S 4 700.-. Je Jahr und Hektar forstlicher Betriebsfläche entspricht dieser Mehrbetrag bescheidenen S 43.-.

Der Naturverjüngungsbetrieb" bzw. "Schirmschlagbetrieb" ist im vorliegenden Falle dem "Kahlschlagbetrieb" in einer Erfolgsrechnung wohl nur dann knapp überlegen, wenn zwei Voraussetzungen erfüllt sind:

1 Der auf eine Verjüngung der Fichte abzielende mäßige Lichtungshieb muß zeitlich (Ausnützung eines Samenjahres) so gewählt werden, daß mit hoher Sicherheit in den unmittelbar folgenden Jahren das ausreichende Ankommen der Fichtenverjüngung gewährleistet ist.

2. Sobald sich die Verjüngung in einem hinsichtlich Anzahl und Pflanzengröße gesicherten Maße eingestellt hat, müssen in rascher Aufeinanderfolge der starke Lichtungshieb und die Abdeckung folgen. Wird dagegen der Verjüngungszeitraum zu stark in die Länge gezogen, dann können die am Schirmbestand (trotz Lichtungszuwachses an den Einzelbäumen) entstehenden Produktionseinbußen durch den "Überlappungseffekt" Verkürzung des tatsächlichen Produktionszeitraumes auf einen dem Entwicklungszustand des Nachfolgebstandes entsprechenden fiktiven Produktionszeitraum wohl kaum mehr aufgewogen werden. Wird etwa der starke Lichtungshieb (wuchsleistungsfördernde Nachlichtung) verzögert, dann bleiben die Jungpflanzen zu lange und ohne Nutzen im Stadium der "Reservephase". Wird mit der Abdeckung zu lange zugewartet, dann verlängert sich für die Jungpflanzen unnützerweise die Zeitspanne des Übergangs von der "Reservephase" zur "Wuchsphase". Die Relation zwischen dem tatsächlichen Verjüngungszeitraum und dem kalkulatorischen Alter des Nachfolgebstandes (Alter einer dem Entwicklungszustand entsprechenden Kultur) verschlechtert sich in beiden Fällen und führt zusammen mit den sich vergrößernden Produktionseinbußen des Schirmbestandes dazu, daß sich der kalkulatorische Leistungsvorsprung immer mehr verringert und schließlich der Naturverjüngungsbetrieb einen geringeren Erfolg erbringt als der Kahlschlagbetrieb.

Die vorausgegangenen Kalkulationen sehen zwar oberflächlich betrachtet sehr stark nach "Milchmädchenrechnung" aus. Es wurde damit aber vor allem eines bezweckt, nämlich alle jene Faktoren und Komponenten aufzuzeigen, die bei einem Vergleich zwischen Kahlschlagbetrieb und Naturverjüngungsbetrieb unbedingt zu berücksichtigen sind. Es mag sein, daß die Ansätze in den Modellen unwissentlich zu günstig gewählt worden waren. Ein Schluß erscheint jedoch trotz aller denkbaren Einwände berechtigt: "Es ist keinesfalls mit Gewißheit anzunehmen, daß der Kahlschlagbetrieb hinsichtlich Betriebserfolg einem Naturverjüngungsbetrieb, so etwa dem Schirmschlagbetrieb, unter allen Umständen überlegen sei. Bei Vorliegen naturverjüngungsfreudiger Standorte und Wahl eines angemessenen Verjüngungszeitraumes ist vielmehr das Gegenteil anzunehmen". Zu einem ganz ähnlichen Schluß kommt Assmann (1965) in seiner Arbeit "Der Zuwachs im Verjüngungsstadium", er schreibt: "Sonach scheint es durchaus möglich zu sein, in einem planmäßig und zielbewußt, mit guter räumlicher Ordnung arbeitenden Verjüngungsbetrieb, bei dem der spezielle Verjüngungszeitraum so weit verkürzt wird, als es die spezifischen Bedürfnisse der zu verjüngenden Baumarten und die Eigentümlichkeiten des Standortes zulassen, die gleichen durchschnittlichen Zuwachseleistungen nachhaltig zu erreichen, die bei dauernder optimaler Vorratshaltung des Mutterbestandes, ohne dessen Auflichtung, erzielt werden können".

5.28 Zusammenfassung

Für den Bereich des gegenständlichen Untersuchungsbestandes, kann der Schluß gezogen werden, daß hier zu große Vorsicht die Hiebsfolge, räumlich und zeitlich gesehen, stark gebremst hat, die Eingriffsstärken zum Teil zu zaghaft waren und damit die Leistungsfähigkeit des Nachfolgebestandes keinesfalls voll- und somit ökonomisch - ausgeschöpft worden ist. Wollte man demgegenüber aus den am Schirmbestand und am Nachfolgebestand gewonnenen Untersuchungsergebnissen einen Schluß für eine möglichst ökonomische Überführung derartiger, unter (für den Untersuchungsraum) optimalen Standortverhältnissen stockenden Mischwaldbestände in künftig gleichwertige Nachfolgebestände ziehen, so ließe sich der Ablauf der nötigen Maßnahmen in dem nachstehenden Modell einer Hiebsfolge skizzieren. Diesem Modell liegt die Annahme einer Hiebsrichtung Nord Süd zugrunde.

1. Erster Vorbereitungstrieb (Förderung der Ta und Bu Naturverjüngung): Zunächst gruppen- bzw. streifenweise Vorlichtung zwecks Erzielung der Ta- und Bu- Verjüngung. Die Eingriffsstärke ist mit etwa 10 - 15 % der Bestandesgrundfläche zu wählen. Die Entnahme soll sich vornehmlich auf beherrschte und herrschende Tannen, zum geringeren Teil auf Fichten konzentrieren. Bei Buche muß auf die Erhaltung einiger Exemplare der mittleren und oberen Kronenschicht geachtet werden. Die Kronen dieser Buchen dürfen wegen der Beschirmung nicht zu breit ausladend sein. Ein entsprechender Bu- Anteil ist, neben seiner großen Bedeutung für die Erhaltung des natürlichen Standortzustandes, deshalb sehr vorteilhaft, weil die Buche den sonst freien mittleren Kronenraum in einer zweiten Kronenschicht sehr zweckvoll und leistungsfähig ausnutzt.

2. Zweiter Vorbereitungstrieb bzw. mäßiger Lichtungstrieb zur Schaffung eines Innensaumes (Förderung der Fi Verjüngung): Sobald für Tanne und Buche durch Naturverjüngung oder eventuell künstliche Nachbesserung ein diesen Baumarten zukommender Anteil (in etwa 2 Bu, 1 Ta) am Bestandesgefüge des künftigen Nachfolgebestandes gesichert erscheint, soll in einem Fichtensamenjahr ein mittelstarker Eingriff in die Kronenoberschicht erfolgen. Gemessen an der Grundfläche kann diese nun um 20 - 30 % des im ersten Eingriff vorgelichteten Bestandes reduziert werden. Bilden fast ausschließlich Fichten den verbleibenden Schirmbestand, so braucht die Entnahmestärke 20 % nicht zu überschreiten. Denn wie bereits festgestellt, beansprucht die Fichte bei einem derartigen Bestandesgefüge im Vergleich zu der Buche (aber auch zu der Tanne) bei gleicher Grundfläche eine kleinere Kronenquerfläche. Da es nunmehr darum geht, der Fichte im Nachfolgebestand einen gebührenden Platz zu sichern, bedarf es der Tanne nicht mehr, zumal diese gegenüber der Fichte die zur Verfügung gestellte Schirmfläche wesentlich unrationeller nützt. Es sollte also die weitere Auflichtung hauptsächlich

durch Entnahme der Tanne erfolgen. Bei gleichem Beschirmungsverhältnis und bei gleicher Kronenquerfläche sollten, gemessen an der Grundfläche, etwas mehr Fichten in dem Fi- Bu- Schirmbestand belassen werden, wenn Tanne und Buche im Nachfolgebestand bereits in ausreichendem Maße gesichert sind. Dadurch ist nämlich die Gewissheit gegeben, daß der flächenbezogene Massenzuwachs des Schirmbestandes optimale Werte erreicht.

3. Starker Lichtungshieb zur Schaffung eines für die weitere Entwicklung der Naturverjüngung notwendigen Außensaumes: Unter den vorgegebenen günstigen Standortbedingungen hat es keinen Sinn, mit einer weiteren Auflichtung zuzuwarten, sobald die Fichtenverjüngung im Bereich des Innensaumes als gesichert anzusehen ist. Bei entsprechender Flächendeckung können unter diesen Standortverhältnissen 3-jährige Fichtenpflanzen eine gesicherte Verjüngung bilden. Etwa zu diesem Zeitpunkt sollte der letzte und stärkste Eingriff in das Kronendach vor der endgültigen Abdeckung des Nachfolgebestandes stattfinden. Um einerseits dem Nachfolgebestand geeignete Lebensbedingungen hinsichtlich Lichtangebot zu verschaffen und andererseits in den folgenden Jahren die Einzelstammleistungen des Schirmbestandes optimal auszunützen, ist nunmehr die Bestandesgrundfläche auf etwa 20 - 15 m²/ha zu reduzieren. Ist zu diesem Zeitpunkt die Tanne und vor allem die Buche in der Naturverjüngung noch nicht in genügender Stückzahl vertreten, so muß eine genügende Anzahl Tannen- und Buchenpflanzen gruppenweise eingebracht werden. Diese Nachbesserung hat unmittelbar nach dem Lichtungshieb zu erfolgen. In dieser Entwicklungsphase ist die letzte Möglichkeit bzw. der günstigste Zeitpunkt gegeben, wenn eine künstliche Einbringung erforderlich ist, der Buche und Tanne im Nachfolgebestand einen entsprechenden Anteil zu sichern.

4. Abdeckung bzw. Freistellung des Nachfolgebestandes, wobei eine teilweise seitliche Beschirmung noch erhalten bleiben soll: Sobald ein Teil der Jugend, bei allgemein zunehmender, zufriedenstellender Höhenentwicklung des Jungbestandes, am äußeren Rand des Außensaumes die Höhengschwelle von 1m überschritten hat, besteht kein Grund mehr, mit der endgültigen Abdeckung des Nachfolgebestandes zuzuwarten. Die Freistellung ist im Bereich des Außensaumes nur so weit gegen den dichteren Bestand vorzunehmen, als ein entsprechender Anteil von Jungbäumen die 0,5 m Höhengschwelle überschritten hat.

5. Allgemeine Behandlung des Nachfolgebestandes als Zielbestand: Bei der Behandlung des Nachfolgebestandes ist darauf zu achten, daß der Fichte in der oberen Kronenschicht neben der Tanne und einigen wenigen Buchen im künftigen Altholzbestand ein Anteil von 70 % gemessen an der Grundfläche der herrschenden und vorherrschenden Stämme des Bestandes gesichert wird. Die sehr schattenfeste Buche soll im künftigen Nachfolgebestand eine möglichst geschlossene

Mittel- und Unterschicht bilden, welche in ihrer Entwicklung etwa ab einem Bestandesalter zwischen 50 und 70 Jahren durch entsprechende Eingriffe maßgeblich gefördert werden soll. Dabei sollte es aber nur vereinzelt zu einer Entnahme von herrschenden Tannen und Fichten, und somit nur teilweise zu einer Unterbrechung der Kronenoberschicht kommen. Es sind demgegenüber vor allem beherrschte Bestandesglieder dieser beiden Baumarten zu entnehmen und entsprechende Reduktion in der Mittel- und Unterschicht vorzunehmen. Dadurch ist die Schaffung eines erweiterten Kronenraumes in der zweiten Etage für die in ihrer Wuchsleistung darauf dankbar reagierende Buche gegeben.

5.3 UNTERSUCHUNGEN IN SEKUNDÄREN KIEFERN-FICHTEN-BESTÄNDEN

5.31 Untersuchungsbestand und Fragestellung

Für die Erhebungen im Bereich der Sekundärbestände wurden die Waldorte "Revier Langau Abt. 33 d₁ und 33 d₂" gewählt. Das Einrichtungsoperat beschreibt diese wie folgt:

Standort: Standortseinheit 3: Fi-Kie-(Ta)-Wald auf sonnigen Flachhängen mit Podsol.

Zustandsform: primär: Oxalistyp

sekundär: AHD, AHD mit Leucobryum,
Vaccinium Moostyp.

Die sekundären Zustandsformen dieser Einheit dominieren flächenmäßig. Langwährende Streunutzung führte hier zum Verlust der standörtlichen Leistungsfähigkeit und zur Ausbildung von sekundären Kie-Beständen mit unterständigen schlechtwüchsigen Fichten. Abt. 33 d₁ zeigt diesen Sekundärzustand noch unverändert; in Abt. 33 d₂ wurde ab dem Jahre 1954 eine vorwiegend biologische Meliorierung eingeleitet.

Bestand: 33 d₁: angehendes starkes Stangenholz, Einzelmischung, locker bis lückig, Fi allgemein unter dem Druck der Kie, in größeren Lücken Fi-Pflanzungen, vereinzelt Kie-Verjüngungen. Holzartenanteil: 4 Fi, 6 Kie, einzelne Ta, Lä;

Alter 79 Jahre (Einrichtung 1960/61)

33 d₂: angehendes starkes Stangenholz, Einzelmischung, lückig bis räumdig (Schneedruck), Unterbau von Fi, Ta, Dougl, Weyki Bu, Li, Ah, Erl, seit 1955 hinter Zaun, 1954 Entnahme aller schlechten Stämme, in den Folgejahren je nach Entwicklung des Unterbaues weitere Lichtung; Düngung: 1953 mit kohlen-saurem Kalk, 1963/64 mit Vollkorn Linz 10:10:15 (chlorfrei); anlässlich des Unterbaues Pflanzloch-Kalkung; Holzartenanteil: 6 Fi, 4 Kie;

Alter 79 Jahre (Einrichtung 1960/61)

SEKUNDÄRE KIEFERNBESTAND MIT GLEICHALTRIGEN UNTERSTÄNDIGEN FICHTEN



Abt. 33 d₁ ohne Meliorationsmaßnahmen (Siehe Vergleichsfläche
Abt. 33 d₂ umseitig)



Vergleichsfläche Abt. 33 d₂ zehn Jahre nach Einleitung der Melio-
rierung

Wirtschaftliche Maßnahmen: Das Betriebsziel ist hier die Änderung des gegenwärtigen Zustandes, der Schwerpunkt liegt neben dem Bestandesumbau auf der Verbesserung des Bodens und insbesondere seines Wasserhaushaltes. In Abt. 33 d₁ ist die Freistellung von Fi-Gruppen durch die Auflichtung des Kieferschirmes und der Unterbau von Fi, Ta, Bu und Erl vorgesehen. In Abt. 33 d₂ sollen weitere Femelhiebe eingelegt und der Fi-Unterbau fortgesetzt werden.

Aus den im Operat vorgeschriebenen bzw. bisher erfolgten wirtschaftlichen Maßnahmen ist zu ersehen, daß die Betriebsführung eine Meliorierung der standörtlichen Verhältnisse (Bodenregredation, Bestandesumwandlung) anstrebt. Von ertragskundlicher Seite ergab sich nun durch diese Zielsetzung die Untersuchung folgender Detailfragen:

Welche bestandesgeschichtliche Entwicklung durchlief der Untersuchungsbestand?

Wie wirkt sich der Kieferschirm auf das Wachstum der unterdrückten Fichte aus?

Wie reagiert die Fichte auf die Abdeckung bzw. Auflichtung dieses Kieferschirmes?

Auf der lichtökologischen Seite boten sich folgende Fragen an:

Wie gestalten sich die Lichtverhältnisse im Kronenraum der Fichte bei verschiedenen starken Überschirmungsgraden?

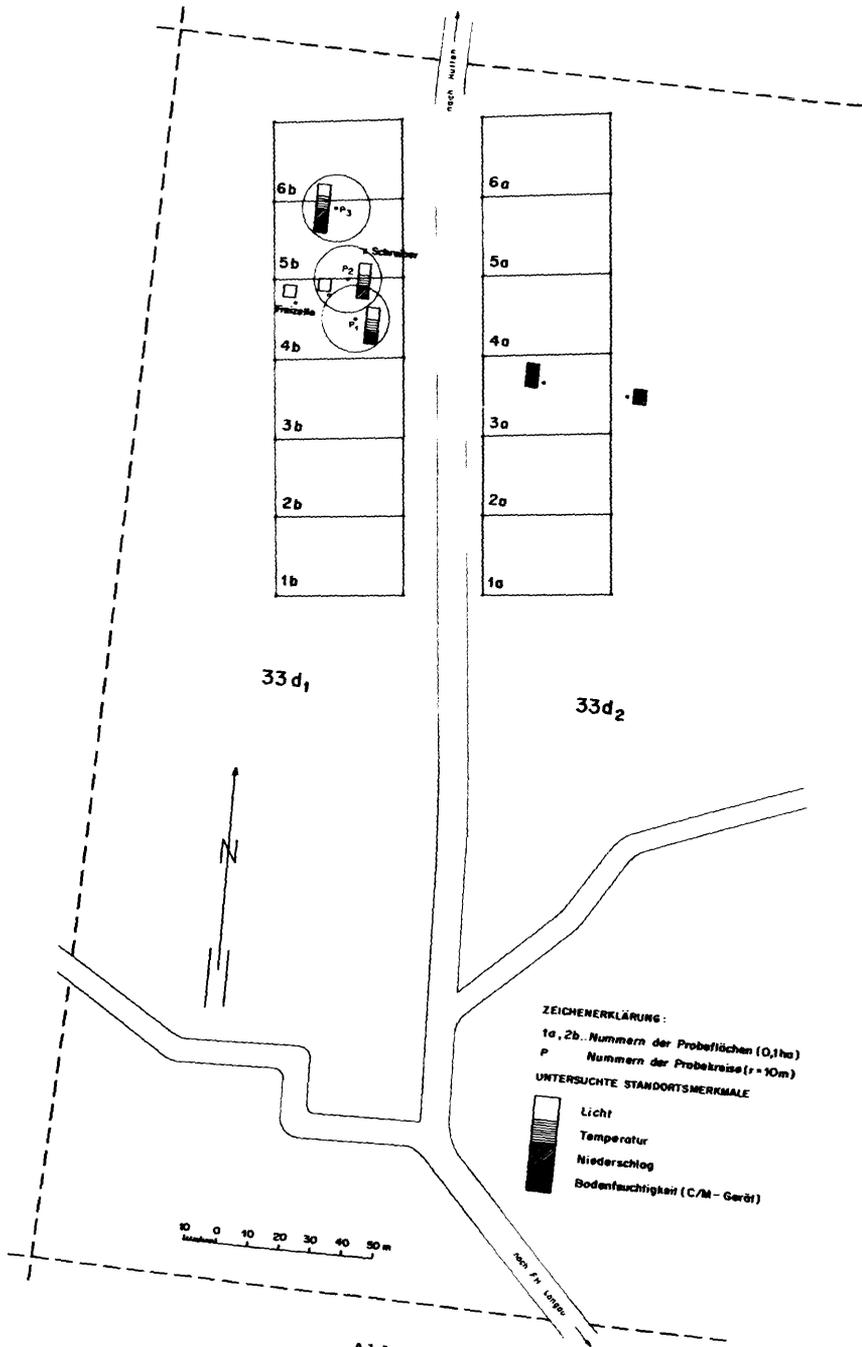
Wie groß ist die Lichteinwirkung in Bodennähe bei unterschiedlicher Bestandesauflichtung?

5.32 Beschreibung der Aufnahmeflächen:

Die räumliche Ordnung der Aufnahmeflächen ist aus Abb. 32 zu ersehen. Die ertragskundlichen Untersuchungen wurden auf 12 Probestellen zu je 0,1 ha durchgeführt, wobei je 6 Flächen im Bestand ohne eingeleitete Meliorierung (Abt. 33 d₁) und im Meliorationsbestand (Abt. 33 d₂) liegen. Standörtlich sind die Flächen nicht völlig gleichartig. Morphologisch ist die Standortseinheit durch eine flache Kuppe charakterisiert, die durch mehrere sanfte Rücken und dazwischenliegende kleinere und größere Mulden (welche sich vorwiegend im Bereich der Abt. 33 d₂ Bestand mit eingeleiteter Meliorierung - befinden) gegliedert ist. Dadurch sind insbesondere im Wasserhaushalt der Böden Unterschiede gegeben. Die Tatsache, daß hier eine wesentlich größere Anzahl von Fichten in den Kieferschirm eingewachsen ist, findet dadurch ihre Erklärung.

Die lichtökologischen Erhebungen wurden in 3 Probekreisen mit einem Radius von je 10 m im Bereich der ertragskundlichen Flächen 4 b, 5 b und 6 b, also im nicht meliorierten Bestand (Abt. 33 d₁) vorgenommen. Die Bestandesstruktur dieser Kreise ist in Abb. 33 dargestellt. Die Einzelstandorte sind hier gleichartig, es handelt sich um einen relativ seichtgründigen, sanften Rücken.

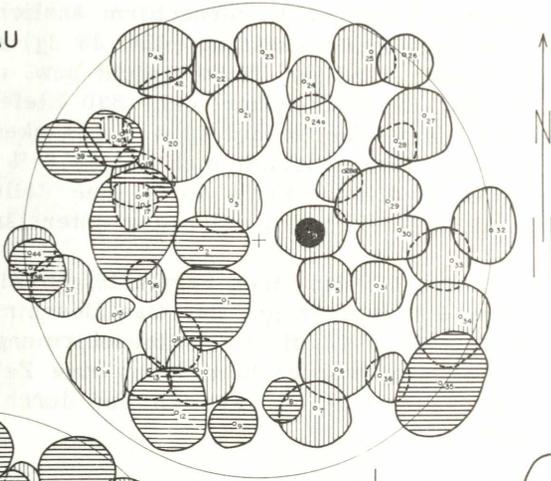
Situationsplan der Unterabteilung 33d₁/33d₂ Revier LANGAU



REVIER LANGAU
Abt. 33 d₁

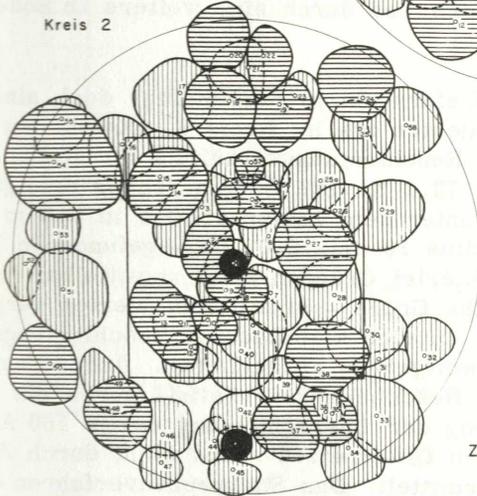
Kreis 1

● Zelle 1

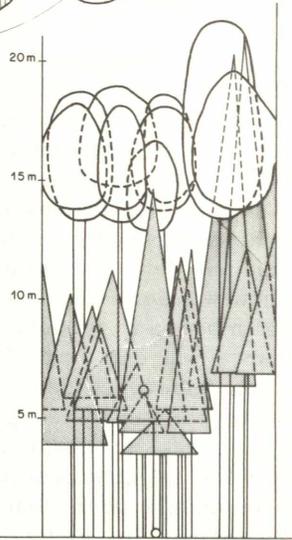


Kreis 2

Zelle 5



Zelle 4



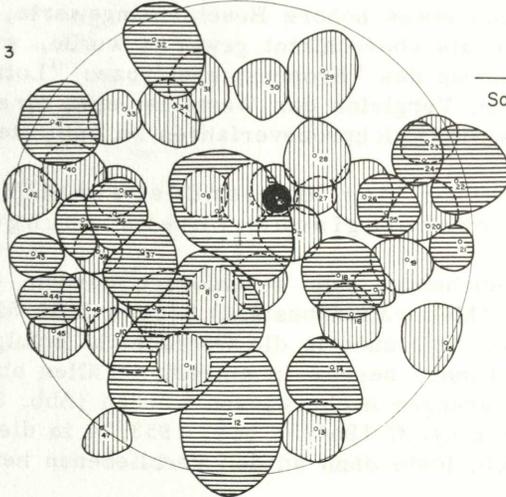
Schematischer Bestandesaufriss

(Kreis 2)

○ Lichtmessungen

Kreis 3

Zelle 2



▨ Fichte
▨ Kiefer

Abb. 33

Im Probekreis 1 ist der Kieferschirm ähnlich stark unterbrochen, wie wir dies im Meliorationsbestand (Abt. 33 d₂) antreffen, wobei allerdings hier in die unterständigen Fichten nicht bzw. nur sehr schwach eingegriffen wurde. Es stocken nur mehr 320 Kiefern pro ha. Die Beschirmung durch die Kiefer ist auf 20,4 % gesunken. Die Gesamtbeschirmung von Kiefer und Fichte beläuft sich auf 65,8 % der Fläche. Die Meßdaten wurden in diesem Kreis durch eine Zelle gewonnen, welche sich in 7,5 m Höhe im Kronenbereich der unterständigen Fichten befand.

Der Probekreis 2 weist einen regelmäßigen Kieferschirm auf. Es stocken hier 600 Kiefern pro ha. Das Beschirmungsverhältnis für die Kiefer beträgt 37,8 %, die Gesamtbeschirmung durch Kiefer und Fichte 73,1 %. Die Daten wurden hier durch eine Zelle in 9,5 m Höhe, ebenfalls im Kronenbereich der Fichten, und durch eine weitere in Bodennähe erfaßt.

Auch im Probekreis 3 ist der Kieferschirm regelmäßig, doch sind die Kronen etwas größer und auch dichter als im Kreis 2. Obwohl nur 510 Kiefern pro ha stocken, ist das Beschirmungsverhältnis für Kiefer 42,8 die Gesamtbeschirmung erreicht 72,1 %. Die Datenerhebung erfolgte hier ebenfalls durch eine Zelle unter dem Kieferschirm in 8,0 m Höhe. (Die auf den Probekreisen Radius 10 m 0,03 ha gefundenen Beschirmungswerte können aus zweierlei Gründen nicht unmittelbar mit den auf den Probeflächen 0,10 ha Größe - ermittelten Werten verglichen werden. Einerseits werden an sich kleinflächige Beschirmungsverhältnisse auf größeren Flächen weitgehend ausgeglichen. Andererseits wurde auf den Probeflächen das Beschirmungsverhältnis durch ein Stichprobeverfahren Bestimmung der Überschirmung auf je 160 Aufnahmepunkten eines gleichmäßigen Gitternetzes - und nicht durch Ablotung der Kronenprojektionen ermittelt. Das Stichprobenverfahren erbrachte augenscheinlich etwas höhere Beschirmungswerte, da ein Aufnahmepunkt auch dann als überschirmt gewertet wurde, wenn nur ein Zweigende im Fadenkreuz des "Kronenspiegel" bzw. "Lotrohres" zu erkennen war. Bei einem Vergleich der Werte ist etwa eine Relation von 85/100 Kronenprojektion/Stichprobeverfahren zu unterstellen).

5.33 Interpretation der Bestandesgeschichte durch jährringchronologische Untersuchungen

Auf Grund der Untersuchungen kann geschlossen werden, daß im Bereich der Abt. 33 d₂ (Meliorationsbestand) bereits 1951/52 ein erster mäßiger Eingriff, zum Teil auch in die Oberschicht erfolgte; denn vor allem an der Kiefer können bereits in einzelnen Fällen ab dem Jahre 1952 Jähringverbreiterungen nachgewiesen werden (Abb. 34). Der ausschlaggebende starke Eingriff 1954/55 bzw. 1953/54 in die Ober-, Mittel- sowie Unterschicht löste dann an den verbliebenen herrschenden,

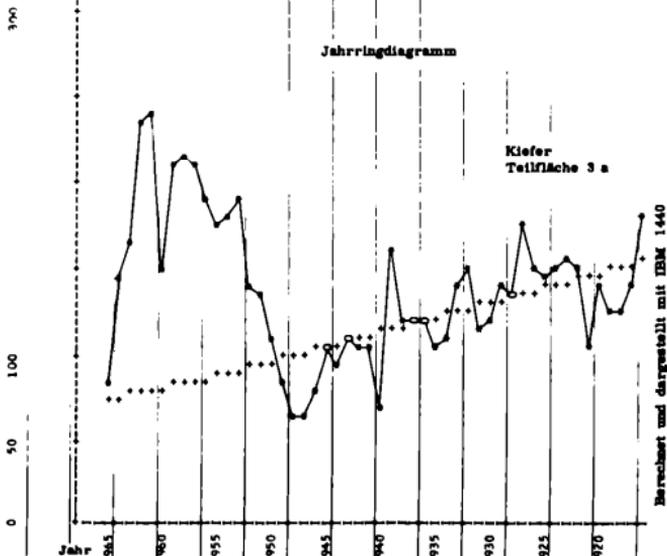
Abt. 33 d2
Kiefer

Diagramm der Jahrringindizes



- beobachtete = gemessene Jahrringbreite
 - + berechnete = ausgeglichene Jahrringbreite (Jahrringkurve)
 - o beobachtete und berechnete Werte identisch (Rundung der Werte auf 5/100)
- Jahrringindex = beobachtete Jahrringbreite in % der berechneten Jahrringbreite

Jahrringdiagramm



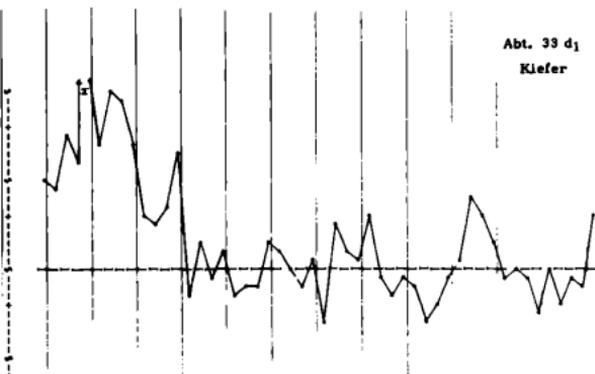
Kiefer
Teilfläche 3 a

Berechnet und dargestellt mit IBM 1440

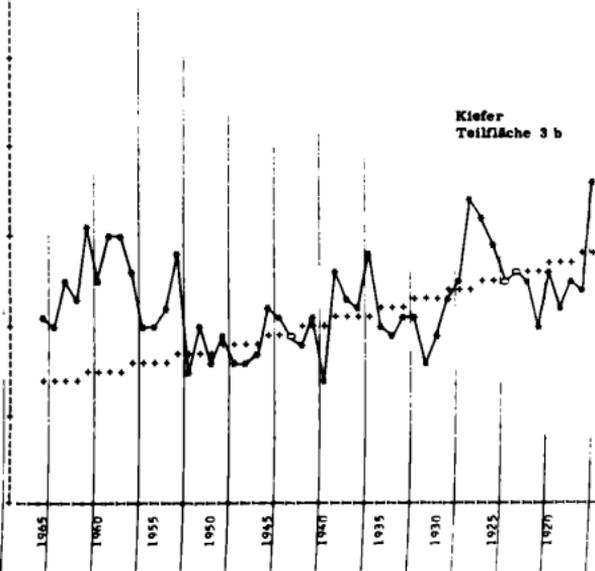
JAHRRINGDIAGRAMM LITSCHAU

TPILZ: 5 HOLZART: ENW-KL: 9 METR-KL: STÄRKE: VARIATIONSKOEFFIZIENT: 3 2 3

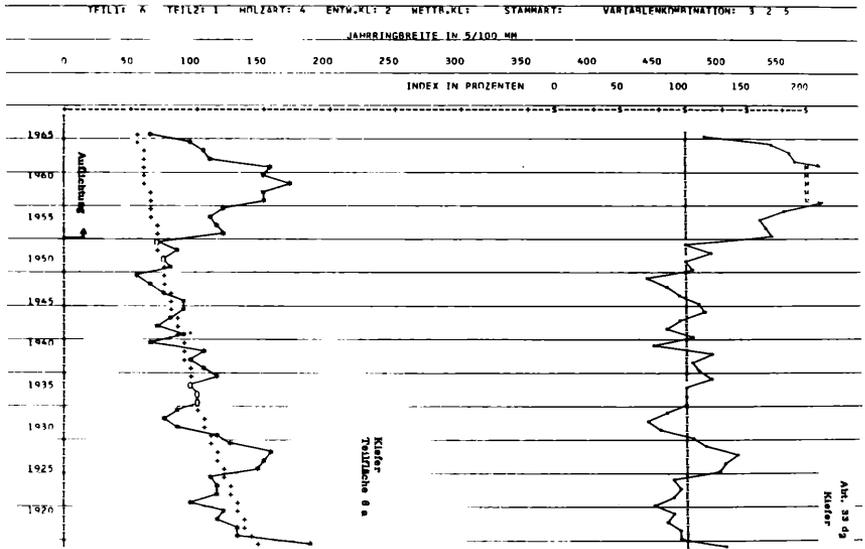
Abt. 33 d₁
Kiefer



Kiefer
Teilfläche 3 b



JÄHRRINGDIAGRAMM LIYSCHAU



JÄHRRINGDIAGRAMM LIYSCHAU

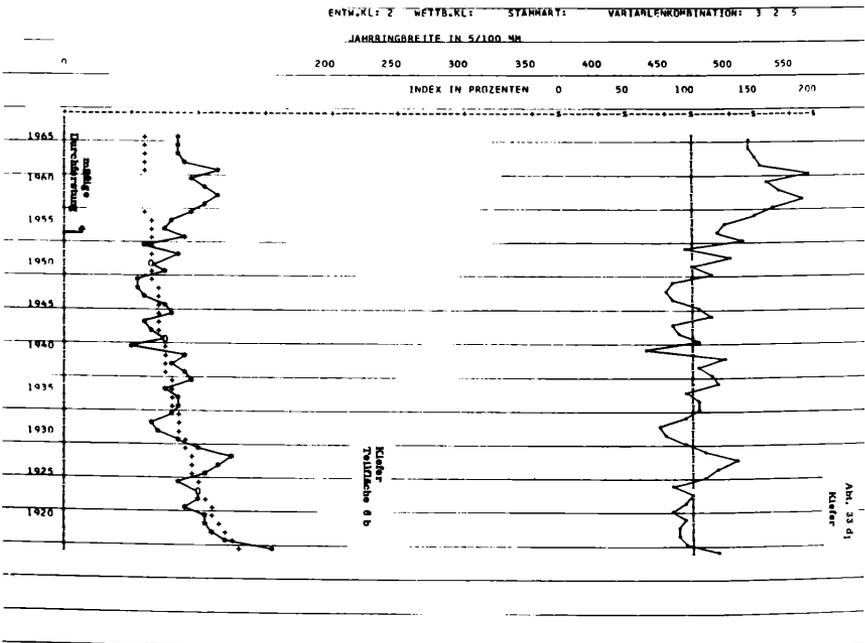


Abb. 35

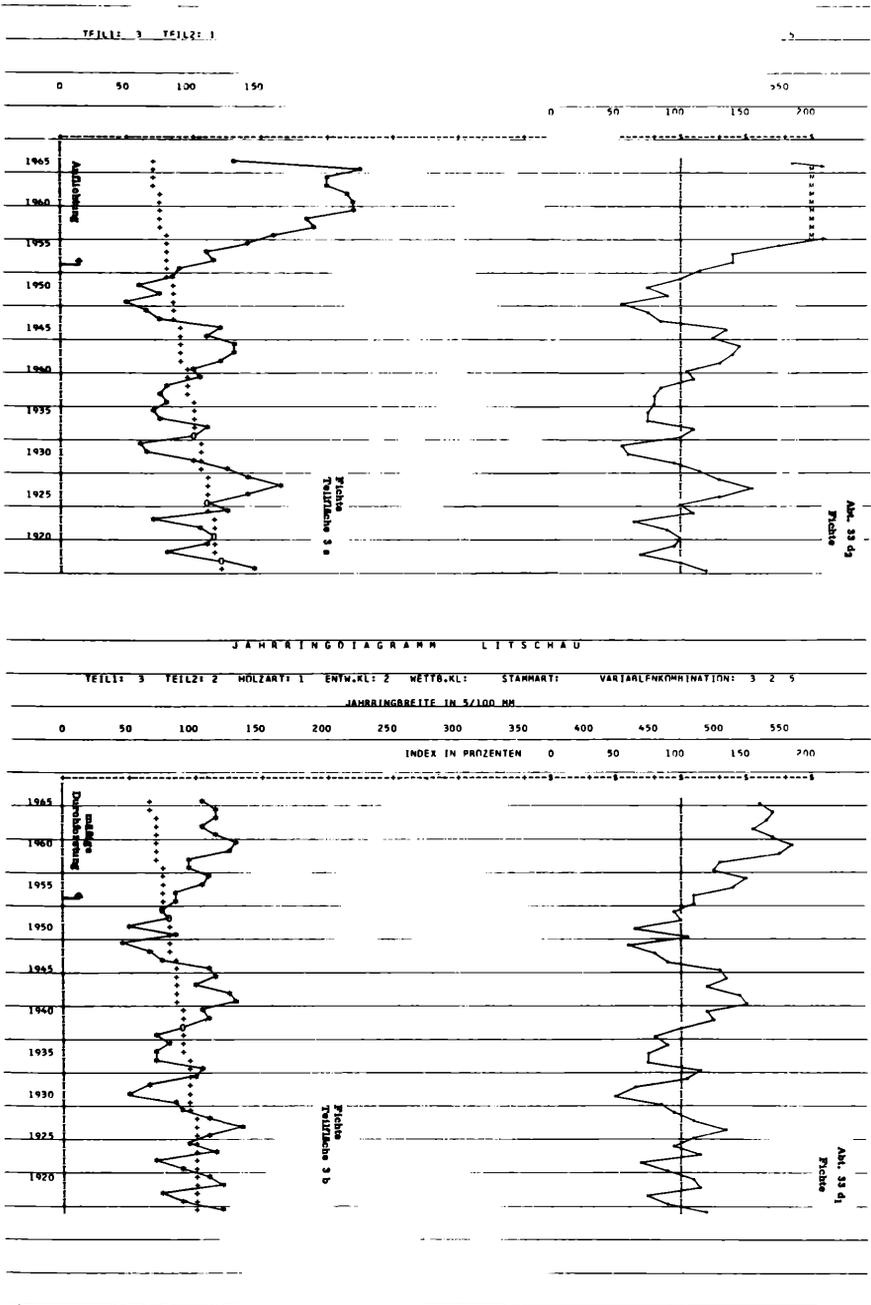
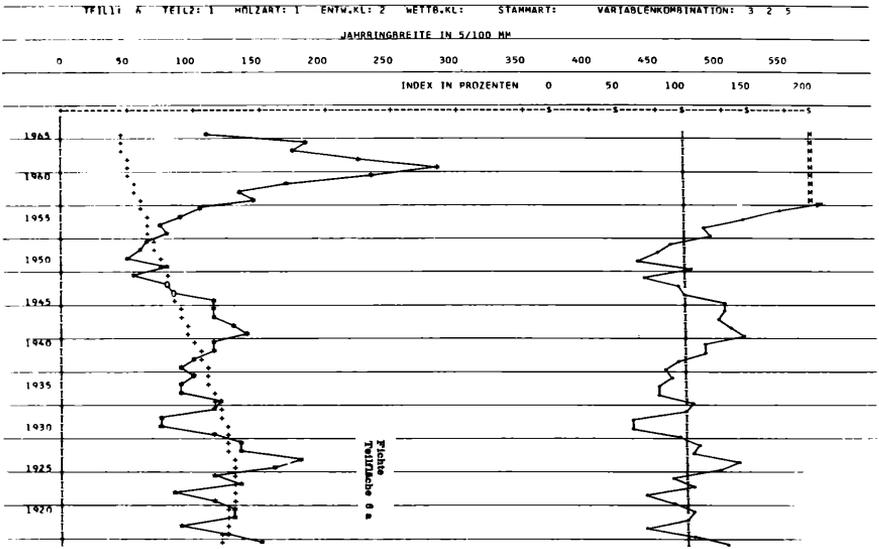


Abb. 36

JÄHRRINGDIAGRAMM LIYSCHAU



JÄHRRINGDIAGRAMM LIYSCHAU

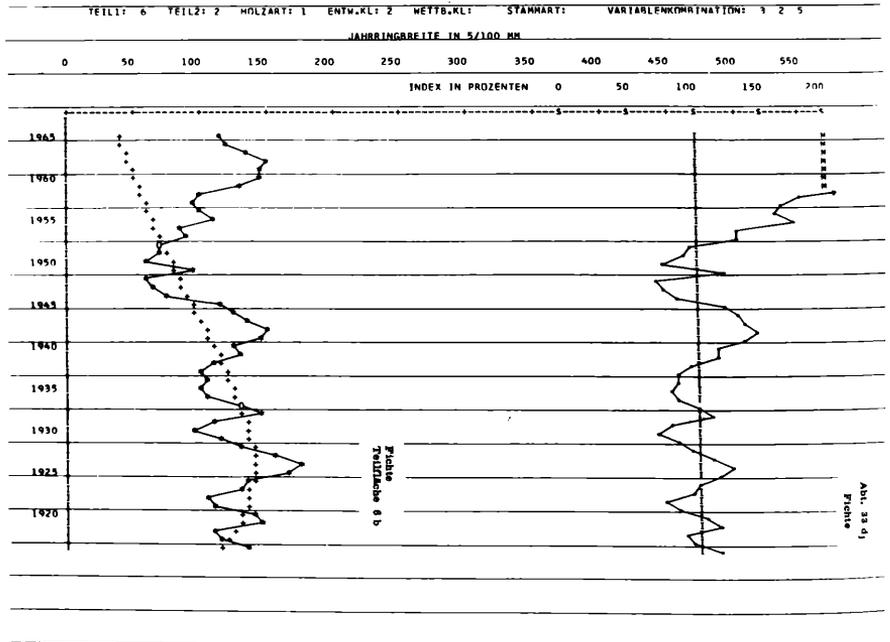


Abb. 37

aber auch an den beherrschten Fichten, in etwas geringerem Maße an den vorherrschenden und herrschenden Kiefern, sehr beachtliche Jahrringverbreiterungen aus. Für die Fichte (Abb. 36 u. 37) läßt sich der Einfluß dieses Eingriffes bei allen Teilflächen (1a - 6a) ab den Jahren 1955 bzw. 1956 nachweisen. Die Jahrringbreitenentwicklung auf den Vergleichsflächen (1b - 6b) deutet darauf hin, daß zu diesem Zeitpunkt wohl auch im Beriech der Abt. 33 d1 (nicht meliorierter Bestand) ein Eingriff erfolgte, der aber sehr mäßig war und nur in den Teilflächen 5b und 6b teilweise die Oberschicht einbezog.

Weitere Auflichtungseingriffe in Abt. 33 d2 (Meliorationsbestand) lassen sich besonders an den Jahrringdiagrammen der Teilflächen 2a und 4a, jedoch auch in geringerem Maße im Bereich der übrigen Teilflächen, feststellen. Am stärksten (und in der Regel als erste) reagierten die beherrschten Fichten auf diesen starken Eingriff von 1953 - 1955. Im Durchschnitt aller Teilflächen bildeten diese in der Periode 1956 - 1965 im Vergleich zu den beherrschten Fichten der Abt. 33 d1 (nicht meliorierter Bestand) im Mittel um 182 % breitere Jahrringe ("relativer Index" 282 %). Diese erhebliche relative Jahrringverbreiterung der beherrschten Fichten fällt jedoch, da es sich nach den starken Eingriffen um nur mehr wenige, stets durchmesserschwache Stämme handelt, bei den flächenbezogenen Zuwachswerten kaum nennenswert ins Gewicht. Der "relative Index" der Jahrringverbreiterung der herrschenden Fichten beträgt im Mittel 152 %, das heißt, die Fichten der Oberschicht bildeten in der Periode 1956 - 1965 um 52 % breitere Jahrringe als ihre Vergleichsstämme im Bereich der Abt. 33 d1 (nicht meliorierter Bestand). Bei der Kiefer betrug dieser "relative Index" nur 114 %, es wurden also im Durchschnitt nur um 14 % breitere Jahrringe ausgebildet. Der unter diesen Standortsverhältnissen gegebene starke Druck, welchen die Kiefer auf die Fichte ausübt, findet mit diesen Werten seine Bestätigung.

Für die in den Abb. 34 - 37 in Form von Diagrammen dargestellten Jahrringbreitenentwicklungen der herrschenden Kiefern und Fichten der Teilflächenpaare 3a/3b und 6a/6b wurden in Tab. 16 auszugsweise die "Jahrringindices" und die "relativen Indices" für 5 jährige Perioden zwischen 1916 - 1965 wiedergegeben. Die "Jahrringindices" und die "relativen Indices" für die Perioden 1916/20 bis 1946/51 können als zufällige Schwankungen um die 100 % Marke gewertet werden. Demgegenüber weisen die "Jahrringindices" für die Perioden nach 1951 eindeutig auf Durchforstungs- bzw. Auflichtungseinflüsse hin. Die "relativen Indices" geben für diese Zeit darüber Aufschluß, um wieviel mehr an Durchmesserzuwachs (breitere Jahrringe) bzw. an Kreisflächenzuwachs von den herrschenden Fichten und Kiefern im Bereich der stark aufgelichteten "a" - Teilflächen gegenüber den nahezu unbehandelten "b"- Teilflächen geleistet wurde. Aus den "Jahrringindices" kann die Beob-

Wachstumsgang (Jahringbreitenentwicklung) der herrschenden Fichten
und Kiefern im Bereich der Teilflächenpaare 3 a/3 b und 6 a/6 b

Periode	Fichte (herrschend)			Kiefer (herrschend)		
	"Jahringindex" (relative Jahrringbr.)		Relativer Index (3 a in % von 3 b)	"Jahringindex" (relative Jahrringbr.)		Relativer Index (3 a in % von 3 b)
	3 b	3 a		3 b	3 a	
1916 - 20	102	97	95	99	95	96
1921 - 25	96	98	102	97	99	102
1926 - 30	96	112	117	110	107	97
1931 - 35	87	83	95	86	99	115
1936 - 40	102	92	90	109	102	94
1941 - 45	136	137	101	104	97	93
1946 - 51	79	76	96	94	82	87
1952 - 55	111	135	122	126	179	142
1956 - 60	152	257	169	172	232	135
1961 - 65	164	273	166	169	223	132
	6 b	6 a	6 a in % von 6 b	6 b	6 a	6 a in % von 6 b
1916 - 20	104	101	97	98	99	101
1921 - 25	94	95	101	95	95	100
1926 - 30	97	103	106	109	114	105
1931 - 35	91	84	92	95	90	95
1936 - 40	99	99	100	106	106	100
1941 - 45	133	134	101	99	101	102
1946 - 51	84	87	103	92	92	100
1952 - 55	122	110	90	121	143	118
1956 - 60	204	283	139	167	233	140
1961 - 65	299	420	140	157	185	118

Tabelle 16

achtung abgeleitet werden, daß etwa in den Perioden 1931 1935 und 1946 1951 für die Fichte und auch für die Kiefer relativ ungünstige Wachstumsvoraussetzungen gegeben waren. Dagegen herrschten in der Periode 1941 1945, allerdings nur für die (fast ausschließlich beherrschten) Fichten, überdurchschnittlich günstige klimatische Wuchsbedingungen, die mit einem günstigeren Wasserangebot in Beziehung gebracht werden könnten.

5.34 Zustandserfassung der Vergleichsbestände

Aus der Gegenüberstellung der Stammzahlwerte pro ha ist klar ersichtlich, daß im Interesse der Bodenmeliorierung und Bestandesumwandlung im Bereich der Abt. 33 d₂ eine ganz beachtliche Stammzahlreduktion vorgenommen worden ist (Tab. 17). In den Teilflächen 1a - 6a wurde die Stammzahl im Vergleich zu den unbehandelten Teilflächen 1b - 6b auf 28 % reduziert. Ein Vergleich der Anteile der einzelnen Baumarten an den Entwicklungsklassen, welche etwa der soziologischen Stellung der Einzelbäume im Bestand entsprechen, läßt erkennen, daß die Reduktion der Stammzahlen überwiegend zu Lasten der unterständigen und beherrschten Fichten vorgenommen wurde. In zweiter Linie erfolgte eine erhebliche Reduktion der Kiefern, welche in überwiegender Maße die Oberschicht bilden und auch vorher gebildet haben.

Diese radikale Veränderung des vertikalen Bestandaufbaues kommt in den Anteilen der Kronenquerfläche und der Bestandesgrundfläche sehr eindrucksvoll zum Ausdruck. Einen beachtlichen Anteil an der Kronenquerfläche in Abt. 33 d₂ (Meliorationsbestand) nimmt nunmehr der Laubholz - Unterbau mit Erle, Birke, Buche und Weide ein. Das Beschirmungsverhältnis (zwei- oder mehrfache Beschirmung bleibt unberücksichtigt) gibt Aufschluß über die für die Zuwachsleistung des verbleibenden Bestandes maßgebliche Auflichtung.

Vor allem im Bereich der Teilflächen 1a - 6a, aber auch bei gemeinsamer Betrachtung mit den Flächen 1b - 6b, ist eine Beziehung zwischen dem durchschnittlichen jährlichen Volumszuwachs pro ha und dem Beschirmungsverhältnis zu erkennen. Der Volumszuwachs pro ha des verbleibenden Bestandes nimmt, wie dies zu erwarten ist, mit sinkender Bestandesdichte ab. Diese Abnahme erfolgt jedoch nicht linear. Im Bereich der schwachen Auflichtungen ist zunächst eine rasche Abnahme zu verzeichnen, die sich gegen die stärkeren Auflichtungsgrade (gemessen am Beschirmungsverhältnis) hin, als Folge der verstärkt in Erscheinung tretenden Einzelbaumleistungen (Lichtungszuwachs) verlangsamt. Diese Beobachtung steht in eindeutigem Zusammenhang mit den Ergebnissen der Jahrringchronologischen Untersuchungen, daß nämlich die Jahrringverbreiterungen, somit also das sekundäre Dickenwachstum, an Einzelstämmen in stark aufgelichteter Umgebung selbstverständlich die größten absoluten und relativen Werte erreicht.

Ertragskundliche Kennwerte der Probeflächen in Abt. 33 d₁ und 33 d₂

Probefl. - (Teilfl. -) Nr.	Stammzahl pro Hektar			näherungsweise Anteile an den Entwicklungsstadien in %						Kronenquerfläche in % der Bestandesfläche							Beschirmungs- verhältnis in %				
	Ki	Fi	Ges.	Kiefer			Fichte			Ki	Fi (Ta)	Ki+Fi	Erle (Bi, Bu, Wei)	Ges.	Etagen			Ki	Ki+Fi		
				1	2	3	1	2	3						5	6	O			M	U
1 b	560	960	1520	9	91		5	26	26	37	5	62	53	115		115	79	35	1	58	86
2 b	670	830	1500	9	91			39	17	39	5	57	56	113		113	80	33		44	81
3 b	550	990	1540	9	82	9		47	6	41	6	59	56	115		115	81	32	2	57	80
4 b	650	980	1630	9	91	-		25	31	44		56	56	112		112	78	32	2	53	80
5 b	570	840	1410	9	91			27	20	40	13	61	60	121		121	83	37	1	57	82
6 b	410	1060	1470	40	50	10		6	44	6	31	13	49	67	116		82	34	-	47	83
Mittel 33 d ₁	568	943	1511										57	58	115					53	82
1 a	170	270	440		100		14	72	14			32	34	66	23	89	62	4	23	31	62
2 a	120	260	380	10	90		-	93	7			32	32	64	42	106	62	2	42	31	62
3 a	30	330	360	33	67		-	92	8			10	39	49	31	80	48	1	31	10	49
4 a	210	320	530	9	91		-	92	8			38	33	71	28	99	70	1	28	38	64
5 a	190	190	380	25	75		-	91	9			47	26	73	35	108	69	4	35	42	63
6 a	310	150	460	14	86		10	90				50	20	70	26	96	64	6	26	50	67
Mittel 33 d ₂	172	253	425										35	31	66					34	61
33 d ₂ in Prozent von 33 d ₁	30 %	27 %	28 %										61 %	53 %	57 %					64 %	74 %

Probnr. (Teiln. Nr.)	Kiefer		Nichte		Vorrat in Vfmh pro ha		durchschn. jährl. Volumenzuwachs in Vfmh pro ha des letzten Dezenniums		Volumenzuwachs prozent		Volumenzuwachs pro m ² K. Restenergieeffizienz				
	d m	h m	d m	h m	Kl	Fl	Ges.	Kl	Fl	Ges.	Kl	Fl			
1 b	24,8	18,7	12,2	12,5	260	61	321	5,53	1,97	7,50	2,13	3,10	2,34	0,000392	0,000372
2 b	24,3	19,0	12,2	12,6	296	70	366	6,25	2,04	8,29	2,11	2,91	2,27	0,001096	0,000364
3 b	24,8	19,7	12,4	12,6	252	66	318	5,45	2,34	7,79	2,16	3,04	2,45	0,000824	0,000418
4 b	23,3	20,0	11,5	12,0	257	51	308	5,37	1,47	6,84	2,09	2,88	2,32	0,000859	0,000283
5 b	25,7	21,2	13,3	13,8	285	70	355	6,08	2,39	8,47	2,13	3,41	2,39	0,000896	0,000396
6 b	25,7	21,6	14,1	14,3	305	110	315	4,47	3,94	8,41	2,18	3,58	2,57	0,000812	0,000688
Mittel 33 d ₁	24,8	19,7	12,9	13,2	259	71	330	5,53	2,35	7,88	2,14	3,31	2,39	0,000870	0,000406
1 a	31,2	21,2	22,2	19,4	130	98	228	2,77	3,03	5,80	2,13	2,33	2,54	0,000666	0,000691
2 a	31,4	20,9	23,8	19,6	94	114	208	2,02	4,49	6,51	2,14	3,94	3,13	0,000621	0,001403
3 a	32,2	20,7	22,6	18,8	25	125	150	0,55	5,22	5,77	2,20	4,18	3,85	0,000490	0,001328
4 a	31,4	21,2	21,0	18,8	164	98	262	3,35	2,92	6,27	2,04	2,86	2,39	0,000697	0,000666
5 a	31,8	22,3	21,0	18,4	156	59	215	3,36	2,64	6,00	2,15	4,47	2,79	0,000715	0,001015
6 a	30,5	21,0	22,9	19,6	225	59	283	4,79	1,94	6,73	2,13	3,29	2,38	0,000668	0,000976
Mittel 33 d ₂	31,2	21,2	22,2	19,0	132	92	224	2,81	3,37	6,18	2,13	3,66	2,76	0,000663	0,001067
33 d ₂ in Prozent von 33 d ₁					51 %	130 %	68 %	51 %	143 %	78 %	100 %	111 %	115 %		

Tabelle 17

Ein Vergleich der Werte für das Beschirmungsverhältnis mit den Werten des analogen Kronenquerflächenverhältnisses macht deutlich, daß im Bereich der nicht meliorierten Flächen durch Kiefern nur teilweise eine mehrfache Überschirmung gegeben ist im Mittel der Flächen 53 % gegen 57 % der Bestandesfläche -, demgegenüber zu Lasten der Fichte die gemeinsamen Werte beider Baumarten sich im Mittel wie 82 % zu 115 % verhalten. Daraus geht hervor, daß der größte Teil aller Fichten überschirmt ist. Einen analogen Hinweis geben auch die Anteile der Fichten an den Entwicklungsklassen 5 und 6.

(Die Entwicklungsklassen sind wie folgt definiert:

- 1 vorherrschende bzw. oberständige Bäume
- 2 herrschende bzw. hauptständige Bäume
- 3 beherrschte bzw. mittelständige Bäume (zumeist eingeengt - Seitendruck -, nur teilweise überschirmt, mäßig gedämpfter Höhenwuchs, 2/3 1/2 H)
- 4 unterständige Bäume (wie Ekl 3, jedoch nur 1/2 - 1/3 H)
- 5 unterdrückte Bäume (stark kümmernde Kronen, stark gedämpfter Höhenwuchs, 2/3 1/2 H)
- 6 bodenständige Bäume (wie Ekl 5, jedoch nur 1/2 1/3 H, noch lebensfähig).

Ein erheblicher Anteil der Fichten gehört somit den in ihrer Leistungsfähigkeit ganz erheblich durch einfache oder mehrfache Überschirmung behinderten Bäumen an. Die Zuwachsleistung ist bei der Fichte beängstigend niedrig. Im Mittel leistet die Kiefer mit einer Kronenfläche von 5700 m² 5,53 Vfm pro ha bzw. 0,000970 Vfm/m² Kronenquerfläche, die Fichte dagegen mit 5800 m² nur 2.35 Vfm pro ha oder 0,000405 Vfm/m² Kronenquerfläche.

Daß diese höchst unbefriedigende Leistung der Fichte durch eine energische Reduktion des Kieferschirmes ins Gegenteil verwandelt werden kann, zeigen die am meliorierten Bestand gefundenen Werte. Ein Vergleich der Werte des Beschirmungsverhältnisses mit den Werten des Kronenquerflächenprozentes zeigt, daß im Bereich des meliorierten Bestandes die Überschirmung der Fichte nur mehr teilweise und in unbedeutendem Ausmaße gegeben ist:

Beschirmungsverhältnis:	Kronenquerflächenprozent:	Baumart
34	35	Kie
61	66	Kie + Fi

Die Leistungsfähigkeit der Fichte wurde ganz beachtlich angehoben und übersteigt nunmehr jene der Kiefer. Die Fichte leistet im meliorierten Bestand nunmehr 0,001087 Vfm/m² Kronenquerfläche, die Kiefer dagegen nur 0,000803 Vfm/m² Kronenquerfläche.

Vergleicht man die Bestandeskennzahlen des meliorierten Bestandes mit jenen des unbehandelten Bestandes, dann sind gewisse Vorbehalte und Einschränkungen zu machen.

- 1.) Die "a" - Flächen weisen, wie bereits festgestellt, etwas günstigere Standortverhältnisse als die "b" - Flächen auf. Dieser Umstand kommt in erster Linie der Fichte zugute. Es muß angenommen werden, daß bereits vor Einleitung der Auflichtung im Meliorationsbestand ein etwas höherer Prozentsatz an Fichte der herrschenden Schicht angehört hat, als dies im Bereich der "b" - Flächen der Fall war.
- 2.) Auf den "a" - Flächen wurde zwar die Zahl der Kiefern auf 30 % gegenüber den "b" - Flächen reduziert, die Kronenquerfläche der Kiefern betrug im Jahre 1965 dagegen 61 % im Vergleich zu den "b" - Flächen. Es wurden im Zuge der Bestandesauflichtung nur relativ starke Kiefern und Kiefern mit vollen Kronen belassen, die an der Kronenquerfläche gemessen weniger leisten als etwas schmal-kronigere Kiefern. Überdies ist anzunehmen, daß auch die Kiefern auf die Auflichtung mit einer gewissen Ausdehnung ihrer Kronen reagiert haben.
- 3.) Gemessen an der Kronenquerfläche leisten die Kiefern im aufgelichteten Bestand mit durchschnittlich $0,000803 \text{ Vfm/m}^2$ Kronenquerfläche weniger als im nicht meliorierten Bestand. Ihr Volumenzuwachsprozent von 2,13 % ist mit Rücksicht auf die stärkeren Dimensionen etwas höherwertiger einzuschätzen als das Volumenzuwachsprozent der Kiefern in den "b" - Flächen von 2,14 %. (Starke herrschende Kiefern weisen im selben Bestand ein geringeres Zuwachsprozent auf als herrschende Kiefern mittlerer Dimensionen). Die Gleichheit der Zuwachsprozente gibt den Hinweis, daß die Kiefern in den "a" - Flächen auf die Auflichtung nur mit einem mäßigen Lichtungszuwachs reagiert haben, wie dies auch bereits die jahrringchronologischen Untersuchungen gezeigt haben.
- 4.) Bei Vergleichen ist außerdem zu berücksichtigen, daß durch den Unterbau mit Erlen und durch die Kalkdüngung eine Verbesserung des Humushorizontes eingetreten ist, die zumindest in den letzten Jahren der Fichte bereits zugute gekommen ist.

Die Fichte hat insbesondere durch die kräftige Auflockerung des Kieferschirmes mit einem starken Lichtungszuwachs reagiert, der in der Zunahme des Volumenzuwachsprozentes und in der beachtlichen Steigerung der Leistung pro m^2 Kronenquerfläche zum Ausdruck kommt. Der starke Lichtungszuwachs resultierte vor allem aus dem erheblich gesteigerten Dickenwachstum.

Wie aus den Mittelhöhen der Fichten der Teilflächen 1a - 6a geschlossen werden kann, wurde zweifellos auch das Höhenwachstum entsprechend angeregt. Ein kritischer Vergleich der Mitteldurchmesser und Mittelhöhenwerte weist andererseits auch auf die oben beschriebenen Standortsunterschiede in den beiden Unterabteilungen hin. Die zwischen den beiden Vergleichsbeständen feststellbaren Unterschiede können demnach der Auflichtung allein nicht zur Gänze zugeschrieben werden. Unter Berücksichtigung der oben gemachten Einschränkungen kann angenommen werden, daß die Fichte jedoch infolge der Bestandesauflichtung in ihrer Leistung pro m² Kronenquerfläche mit der Kiefer zumindest gleichbezogen hat und lediglich das Mehr an Leistung den günstigeren Standortsverhältnissen und den Bodenmeliorationsmaßnahmen zuzuschreiben ist. Da die Fichte bei gleicher Leistung eine kleinere Kronenquerfläche pro Stamm als die Kiefer beansprucht, können pro ha mehr Fichten das Auslangen mit dem zur Verfügung gestellten Kronenraum finden und einen höheren Zuwachs pro ha erbringen.

Trotz der starken Stammzahlreduktion bzw. Auflichtung leisteten die verbliebenen Stämme im Bereich der Teilflächen 1a - 6a (Meliorationsbestand) durchschnittlich immerhin noch 78 % des Volumszuwachses pro ha im Vergleich zu den nicht aufgelichteten "b"-Flächen. Daß der Volumszuwachs pro ha im Meliorationsbestand trotz der erheblichen Reduktion der Stammzahl (nur mehr 425 Stämme 28 % gegenüber 1511 Stämmen pro ha) beachtliche 6,18 Vfm/ha gegenüber nur 7,88 Vfm/ha der "b"-Flächen beträgt, ist fast ausschließlich der Leistungsentfaltung der Fichte zu verdanken. Ihre Leistungsfähigkeit übertraf nach der Schaffung der entscheidend verbesserten Wachstumsbedingungen (Wuchsraumerhöhung und Erweiterung durch Stammzahlreduktion, allmähliche Oberbodenregradatation durch die eingeleitete Meliorierung) bei weitem die Leistungsfähigkeit der Kiefer.

Bei Analysierung der Zuwachswerte wird erkennbar, daß die Einzelbaumleistung der Kiefer mit abnehmender Stammzahl im vorliegenden Falle nur mäßig zunimmt, die Fichte dagegen sehr entscheidend reagiert. Es wird weiters erkennbar, daß bei abnehmender Stammzahl der Kiefer die Fichte (bei gleichbleibender Fichtenstammzahl pro ha) an Leistungsfähigkeit pro Stamm gewinnt. Diese an sich logische Folgerung geht bereits aus dem vorher Gesagten hervor, soll aber als Ausgangsbasis für folgende Überlegung dienen. Es mag kein Zweifel darüber bestehen, daß im vorliegenden Falle eine energische Reduktion der Kiefern notwendig war, um für die Fichten befriedigende Wachstumsbedingungen zu schaffen. Eine Verminderung der "beschränkenden" Kiefern auf 200 - 300, im Mittel 250 Stück pro ha erscheint unerlässlich. Sofern nicht, wie beim gegenständigen Untersuchungsobjekt, anschließend an die Bestandesauflichtung sofort mit dem Unterbau von Fichten, Tannen, Douglasien und Laubhölzern begonnen wird, wäre es zweifelsohne verfehlt, in die Fichten in dem Maße

eingzugreifen, wie dies geschehen ist. Wäre es darum gegangen, den Zuwachs von der geringerwertigen Kiefer auf die wertvollere Fichte umzulenken, dann wäre im vorliegenden Falle eine Verminderung der Fichtenstammzahlen auf 500 - 700, im Mittel 600 Stück gerechtfertigt gewesen. Unter dieser Voraussetzung ist nicht anzunehmen, daß die flächenbezogene Zuwachsleistung des "umstrukturierten" Bestandes unter jene des nicht behandelten Bestandes absinkt. Es ist im Gegenteil anzunehmen, daß außer einer Wertzuwachssteigerung (Verlagerung des Zuwachses von Kiefer zur Fichte) auch eine mengenmäßige Steigerung (Zuwachs in Vfm/ha) eintritt. Die im Bereich der einzelnen Probeflächen bei unterschiedlichem Bestandaufbau festgestellten Leistungen pro Stamm geben Anlaß zu dieser Annahme. Die Einzelstammleistungen betragen im Bereich der "b" - Flächen bei Kiefer 0,00974 Vfm bei Fichte 0,00244 Vfm pro Jahr. Im Bereich der meliorierten Flächen betragen die analogen Werte im Mittel 0,01634 und 0,01332 Vfm pro Jahr.

Bei einer Reduktion der Stammzahlen im Bereich der "b" - Flächen auf 200 - 300 Stück Kiefern und 500 - 700 Stück Fichten pro ha ist anzunehmen, daß im darauffolgenden Dezennium die Einzelstammleistungen, vor allem der Fichte, soweit ansteigen, daß sich eine gleiche (oder höhere) mengenmäßige Zuwachsleistung pro ha wie im unbehandelten Bestand ergibt. Nimmt man für Kiefer lediglich eine Steigerung der Einzelstammleistung auf 0,014 Vfm und bei Fichte auf nur 0,008 Vfm an, dann würden im Jahresdurchschnitt bei 250 Kiefern und 600 Fichten pro ha insgesamt 8,30 Vfm pro ha resultieren. Inwieweit diese aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen abgeleiteten Annahmen zutreffen (oder sich als noch zu pessimistisch herausstellen), müßten "der Frage des Bestandesumbaues sekundärer Kiefernbestände" gewidmete, und gezielte Untersuchungen erbringen.

5.35 Lichtökologische Erhebungen am horizontalen und vertikalen Bestandaufbau

Diese Untersuchungen wurden, wie oben beschrieben, in Abt. 33 d₁, also im nicht meliorierten Bestand, durchgeführt. Die Daten wurden in drei Probekreisen erhoben, welche so ausgewählt wurden, daß sie einerseits charakteristische, im Bestand wiederholt auftretende Überschirmungsverhältnisse aufwiesen, andererseits Bestandesverhältnisse repräsentierten, wie sie im Meliorationsbestand angetroffen wurden. Abb. 38 und Tabelle 18 geben einen Überblick über die erhobenen Werte:

Die im Kronenraum der unterständigen Fichten herrschende Helligkeit betrug bei einer Kiefernüberschirmung von 40 - 50 %, wie sie an den dichtesten Stellen der Fläche K 3 ermittelt wurde, im Mittel über die gesamte Meßperiode nur etwa 10 % der Helligkeit des Freilandes,

Lichtverhältnisse auf den Probeflächen im Revier Langau

Meßstelle Höhe der Zelle m	Helligkt. Mittel d. Meßperi- ode %	Sonniger Tag						Bewölkter Tag					
		Helligkt. am 5. 9. %	Grund - helligkt. Lux	Dauer in Minuten				Helligkt. am 1. 9. %	Grund helligkt. Lux	Dauer in Minuten			
				1.000 Lux	3.000 Lux	10.000 Lux	30.000 Lux			1.000 Lux	3.000 Lux	10.000 Lux	30.000 Lux
Kreis 1 7,5	28,5	15,5	12.000	710	585	198	18	35,8	8.500	670	568	93	
Kreis 2 6,8	13,4	9,4	6.000	680	328	45		14,3	3.500	587	138		
Kreis 2 0,1	5,1	3,9	3.000	600	112	40		6,1	2.000	360	12		
Kreis 3 8,0	10,8	5,8	5.000	582	218	27		14,8	3.000	576	141		
Vergleichs- messung üb. d. Bestand	100,0	100,0	(80.000)	720	714	654	532	100,0	(25.000)	715	705	584	102

Tabelle 18

GESAMTÜBERSICHT

Revier Langau

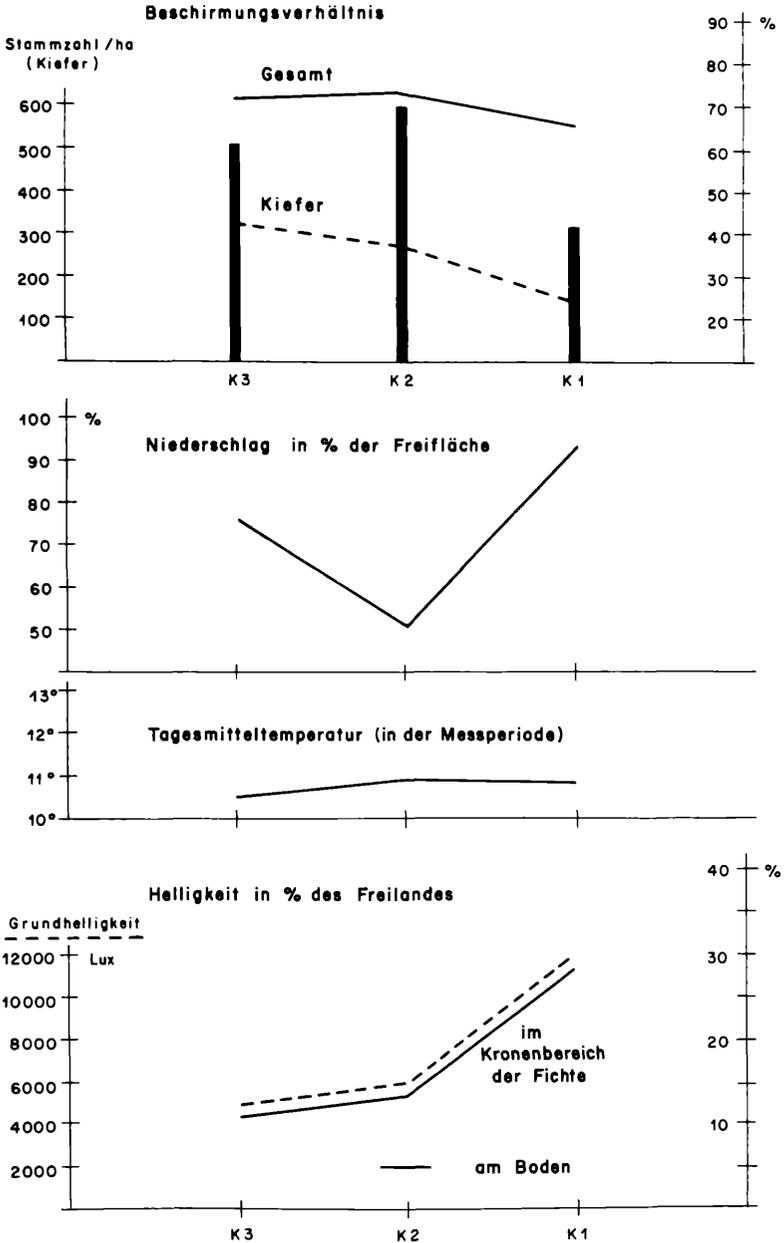


Abb. 38

wobei zwischen sonnigen und bewölkten Tagen mit 5,8 % bzw. 14,8 % eine starke Streuung um den Mittelwert festzustellen war. Für die Fläche K 2 fanden wir bei etwas geringerer Kiefernbeschirmung (37,8 %) im Durchschnitt 13,4 % (9,4 bzw. 14,3 %) der Freilandhelligkeit. Für die Fläche K 1 mit einer Kiefernüberschirmung von nur 20,4 % erhielten wir durchschnittliche Helligkeitswerte von 28,5 % (15,5 % an sonnigen Tagen, 35,8 % an bewölkten Tagen). In den hohen Werten für bewölkte Tage kommt bereits der reichliche Zutritt von diffusem Oberlicht in den Lücken des stark unterbrochenen Kiefernschirmes zum Ausdruck.

Hinsichtlich eines Vergleiches der Grundhelligkeit (durchschnittliche Helligkeit unter Weglassung der Spitzenwerte) ergab sich für die drei Probekreise ein Verhältnis etwa von 1:1,2:2,6.

Zur besseren Einschätzung der Lichtverhältnisse hinsichtlich der Assimilationsleistung wurden die Tagesgänge wieder nach der Zeitdauer bestimmter Helligkeitsstufen ausgewertet. Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Ergebnisse aus Miller's Untersuchungen kann für die unterständige Fichte, bei welcher es sich zweifellos um Übergangsformen vom Schatten- zum Lichttyp handelt, etwa 1000 Lux als Mindestwert für einen Substanzgewinn angenommen werden. Dieser Wert konnte an sonnigen Tagen 582 - 710 Min. (bzw. 576 - 670 Min. an bewölkten Tagen) innerhalb des gesamten Bestandes festgestellt werden, womit die Höhe der Freilandwerte (720 bzw. 715 Min.) fast erreicht wurde. Bei 3000 Lux beginnen sich die Flächen zu unterscheiden. Im Kreis 1 war dieser Wert noch 568 bzw. 585 Min. nachzuweisen. Im Kreis 2 hingegen wurde eine Abnahme auf 328 Min., bei Bewölkung sogar auf 138 Min. festgestellt. Kreis 3 lag mit 218 bzw. 141 Min. etwa in der gleichen Größenordnung. Ein Vergleich der Flächen nach der Dauer von 10000 Lux, einer Helligkeit, welche überhaupt erst bedeutendere Stoffgewinne ermöglicht, ergab, daß dieser Wert gegenüber einer möglichen Dauer im Freiland von 654 bzw. 584 Min. im Kreis 1 nur mehr 198 Min. bzw. 93 Min. lang angetroffen wurde. Auf den Flächen K 2 und K 3 war dieser Wert bei Bewölkung überhaupt nicht mehr und bei sonnigem Wetter nur mehr 30 - 45 Min. nachzuweisen. 30000 Lux schließlich sind auch im Probekreis 1 nur mehr sporadisch in Lichtflecken festzustellen.

Die Lichtverhältnisse an der Bodenoberfläche also unter dem Kiefern- und Fichtenschirm - wurden im Kreis 2 untersucht. Da die gesamte Überschirmung mit 65,8 (K 1), 73,1 (K 2) und 72,1 (K 3) in der gleichen Größenordnung liegt, kann diese Meßstelle für die gesamte Fläche als repräsentativ bezeichnet werden. Durch den Kiefernschirm von rund 40 % wurde die Freilandhelligkeit zunächst auf 13 - 15 % vermindert. Der Fichtenschirm von ca 50 % schwächt das Licht abermals, und an der Bodenoberfläche wurden nur noch etwa 5 % der Freilandhelligkeit gemessen. Eine Auswertung nach einzelnen Helligkeitsstufen ergab für 1000 Lux noch etwa 600 Min. (an bewölkten Ta-

gen 360 Min.); für 3 000 Lux verminderte sich die Dauer auf 120 Min. an einem Sonnentag und 12 Min. bei Bewölkung und 10 000 Lux fanden wir schließlich nur mehr an sonnigen Tagen insgesamt 40 Min. lang auf dieser Fläche. Solche Lichtverhältnisse würden ausreichen, um in gesunden Primärbeständen eine gute Begründung und das Aufkommen einer Naturverjüngungsreserve sicherzustellen. Daß hier aber tatsächlich, mit Ausnahme einiger vermooster Stellen, keinerlei Vegetation anzutreffen war, muß allein den in Abschnitt 4, "Untersuchungen des Wasserhaushaltes der Böden" beschriebenen schweren Oberbodenerkrankungen zugeschrieben werden.

5.36 Zusammenfassung

Bei einem Kieferschirm von etwa 40 % wie ihn die Probekreise 2 und 3 aufweisen, stehen den unterständigen Fichten nur etwa 10 - 13 % der Freilandhelligkeit zur Verfügung. Das reicht zumindest unter den herrschenden Wuchsbedingungen (insbesondere Wasserhaushalt und Nährstoffgehalt des Bodens) noch nicht aus, um einen zufriedenstellenden Substanzgewinn erzielen zu können. Um für die in den Sekundärbeständen fast stets unter Druck stehenden Fichten leistungssichernde Lichtverhältnisse zu schaffen, muß der Kieferschirm unter den gegebenen Standortverhältnissen auf zumindest 25 % (20 - 30 %) reduziert werden. Die Auflockerung des Kieferschirmes muß somit so stark ausfallen, daß der Eindruck von eindeutigen und bleibenden Lücken in der herrschenden Kronenschicht entsteht (das entspricht etwa einem Lückendurchmesser bis zum zweifachen des mittleren Kronendurchmessers). Dann erst erreichen wir im Kronenbereich der Fichten etwa 30 % der Freilandhelligkeit bzw. optimale Lichtverhältnisse von mindestens 10 000 Lux etwa während eines Drittels eines Tagesganges. Es kann dann auch ohne Bodenmelioration eine entscheidende Zuwachssteigerung bei der Fichte erwartet werden. Überträgt man nun diesen Wert von 20 - 30 % auf den Meliorationsbestand in 33 d₂, so kann man feststellen, daß die Reduzierung des Kieferschirmes, abgesehen vom Bereich der Probefläche 5a und 6a, im Durchschnitt gut getroffen worden ist. Die Kiefer weist (laut Stichprobeaufnahme) ein Kronenquerflächenverhältnis von 28 % auf (Mittelwert der Probeflächen 1a - 4a). Dies entspricht einem Beschirmungsverhältnis von durchschnittlich 23 % (Beschirmungsverhältnis: Beschirmte Fläche einfach oder auch mehrfach überschirmt im Verhältnis zur unbeschirmten Fläche). Nach dem Stichprobenverfahren ergab sich ein Wert von 27,5 %; bezogen auf die bei den lichtökologischen Untersuchungen unterstellte Kronenprojektion Relation 85/100 -, entspricht dieser Wert dem "berechtigten Beschirmungsverhältnis" von rund 23 % (siehe diesbezüglich einen verfahrenstechnischen Hinweis am Ende des Abschnittes 5.32).

In die Fichte wurde darüber hinaus sehr stark eingegriffen. Wäre es nun lediglich darum gegangen, für die Fichte bessere Wachstumsbedingungen zu schaffen, um dadurch eine unter den Standortgegeben-

heiten optimale Volumszuwachsleistung des Gesamtbestandes pro ha zu erzielen, dann hätte der Eingriff bei weitem nicht in diesem Ausmaß erfolgen dürfen.

Da sich aber die Betriebsführung eine dauerhafte Standortmeliorierung und einen Bestandesumbau in Richtung der primären Mischbestände zum Ziel setzte und für den gesicherten Unterbau von Fichte, Tanne und oberboden meliorierenden Laubhölzern mindestens 8 - 10 % Helligkeit gegenüber dem Freiland nötig ist, waren diese Eingriffe, insbesondere in den Fichtenschirm, unerlässlich. Bei diesen Maßnahmen müssen natürlich erhebliche Leistungseinbußen pro ha, gemessen am flächenbezogenen Zuwachs des verbleibenden Bestandes, in Kauf genommen werden. Bedenkt man jedoch, daß nunmehr rund 55 % des Zuwachses von der wertvolleren Fichte (bisher nur rund 30 %) geleistet werden und bei ihr im Gegensatz zur Kiefer noch eine entscheidende Wertzuwachssteigerung durch Hineinwachsen in wertvollere Dimensionen zu erwarten ist, dann fallen die mengenmäßigen Leistungseinbußen nicht so sehr ins Gewicht. Inwieweit hier die allmählich einsetzende Bodenregradation überdies noch verbessernd wirksam werden kann, wäre in künftigen Untersuchungen zu klären.

5.4 LITERATURVERZEICHNIS

- ASSMANN E.: "Waldetragskunde" BLV Verlagsgesellschaft München Bonn Wien, 1961
- ASSMANN E.: "Der Zuwachs im Verjüngungsstadium" Sonderdruck aus dem Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 82 Jhg., Nr. 4, 1965
- FORSTLICHE HILFSTAFELN bearbeitet von Dipl.Ing. Dr. R. Frauendorfer, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Band II, 1954
- JOHANN K.: "Volumen und Volumenzuwachs in Jungbeständen der Fichte" Forstwissenschaftliches Centralblatt, 83 Jhg., 1964 (3/4)
- MILLER R.: "Assimilationsuntersuchungen an Tannen und Fichten einer Naturverjüngung im Bayer. Wald" Forstwissenschaftliches Centralblatt, 78 Jhg., 1959
- NÄGELI W.: "Lichtmessungen im Freiland und in geschlossenen Altholzbeständen" Mitteilungen der Schweizer. Anstalt für das forstliche Versuchswesen XXI, 1940
- POLLANSCHÜTZ J.: "Eine neue Methode der Formzahl - und Massenbestimmung stehender Stämme" Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Bd. 68, 1965
- POLLANSCHÜTZ J.: "A new method of determining stem form factor of standing trees" Research Notes, International Advisory Group of Forest Statisticians, Nr. 9, 1966
- POLLANSCHÜTZ J.: "Objektive Ermittlung der Auswirkung äußerer Einflüsse auf die Zuwachsleistung" Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, Bd. 77/1, 1967

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das Untersuchungsgebiet liegt in der nördlichsten Ecke Österreichs. Geologisch ist diese Landschaft ein Teil der Böhmisches Masse, als Grundgestein dominiert der nährstoffarme Eisgarner Granit, örtlich sind ebenso nährstoffarme tertiäre Quarzsande eingeschaltet. Das Klima weist bereits eine kontinentale Tönung auf, charakteristisch ist hier die hohe Windhäufigkeit, die zu einer starken Senkung der Mitteltemperaturen führt. Das Relief ist vorwiegend sanft wellig. Das Gebiet liegt in der mittleren Buchenstufe, dem subborealen Klima entsprechend dominieren subherzynische Fi-Ta-Bu Wälder.

Die pollenanalytischen und forstgeschichtlichen Untersuchungen ergaben eine sehr späte Beeinflussung dieser Landschaft durch den Menschen. Erst zu Anfang des 13. Jahrhunderts setzte die Urbarmachung ein. Die ersten großen Eingriffe in die Wälder begannen im 16. Jahrhundert als die Glasindustrie hier allmählich Bedeutung erlangte. Diese erreichte ihren Höhepunkt im ausgehenden 18. Jahrhundert. Die großflächigen Waldnutzungen brachten eine Umstrukturierung der Naturwälder, die Fichte wurde gefördert, Buche und Tanne gingen stark zurück. Zudem war in diesen 200 Jahren die Waldweide und die Streunutzung immer intensiver geworden. In die fichtenreichen Nachfolgebestände begann sich aber schon nach kurzer Zeit ohne Zutun des Menschen die Weißkiefer einzumischen. Die Fichte nahm in ihrer Leistung immer mehr ab und wurde allmählich von der Kiefer in den Unter- und Zwischenstand gedrängt. Der Fläche nach gewannen diese Sekundärbestände bald die Oberhand gegenüber den natürlichen Mischwäldern. Heute sind letztere nur mehr kleinräumig anzutreffen. Der Grund für diese geringe Resistenz der natürlichen Waldgesellschaften liegt in erster Linie in den labilen Bodenverhältnissen. Die Böden sind hier von den Substraten her nährstoff- und feinerdearm. Es sind auf den zur Untersuchung herangezogenen Standorten durchwegs Podsole ausgebildet. Hier kommt für die Wasser- und Nährstoffversorgung der Vegetation dem humosen Oberboden eine erhöhte Bedeutung zu. Dieser ist aber nur in der Biozönose der natürlichen Mischwälder in seinem standortsgewundenen Optimum anzutreffen.

Durch die menschlichen Eingriffe in die natürliche Waldzusammensetzung kam es ziemlich rasch zu schweren Oberbodenerkrankungen. Die durchgeführten Bodenuntersuchungen zeigten, daß sich diese vor allem in einer starken Verschlechterung der Speicherfähigkeit des pflanzenverfügbaren Wassers und damit der pflanzenverfügbaren Nährstoffe äußern. Es kam aber nicht nur zu einer Degradation der humosen Oberböden; durch mechanischen Abtransport der feinsten Bodenteile

in tiefere Schichten kam es auch in den oberen Mineralbodenhorizonten zu Verschlechterungen des Wasserhaushaltes. Durch diese Bodenveränderungen wurde vor allem die flachwurzelnde Fichte getroffen. Die enorme Senkung ihrer Wuchsleistung und das nahezu völlige Ausbleiben ihrer Naturverjüngung ist dadurch zu erklären. Profit aus dieser Vitalitätsminderung der Fichte zog die genügsamere Kiefer, sie ist heute die dominierende Baumart in diesen Sekundärbeständen.

Die örtliche Betriebsführung war nun durch diese Situation vor eine Reihe schwerer Probleme gestellt. Auf der einen Seite sollten die wenigen noch vorhandenen primären Mischwälder ihrer Leistung und ihrer Zusammensetzung nach erhalten werden, auf der anderen Seite galt es, die Sekundärbestände wieder in nachhaltig leistungsfähige Mischwälder umzuwandeln. Die angestellten lichtökologischen und ertragskundlichen Erhebungen versuchten nun für den ersteren Fall ein optimales, für diesen Standortsbereich typisches Bewirtschaftungsmodell zu finden. Dabei erwies sich, - ganz abgesehen von den ökologischen Vorteilen -, das Schirmschlagverfahren mit einer standortsgebundenen spezifischen und raschen Abfolge der Eingriffe dem Kahlschlagverfahren überlegen und zwar sowohl der Massenleistung als auch dem wirtschaftlichen Erfolg nach.

In den Sekundärbeständen waren neben den Problemen der Bodenmелиorierung auch die Probleme der Leistungssteigerung Gegenstand der Untersuchungen. Von lichtökologischer Seite konnte nachgewiesen werden, daß neben den erkrankten Böden - auch die große Beschattung der Fichte durch die Kiefer sehr viel zu ihrer inferioren Leistung beiträgt. Die standortsgebundenen Grenz- und Optimalwerte für eine, die Fichtenertragsleistung steigernde Auflichtung des Kieferschirmes konnte durch gemeinsame lichtökologische und ertragskundliche Erhebungen gefunden werden.

CONCLUSION

The investigation area lies in the most northern corner of Austria. Geologically the region constitutes part of the Bohemian Mass with nutrient deficient granite and locally equally nutrient deficient tertiary quartz sands. The climate has a slight continental character. Typical is the occurrence of much wind which leads to a marked depression of mean temperatures. The dominant topography is gently undulating.

The region lies in the beech zone and, according to the subboreal climate, subhercynian spruce-fir-beech forests dominate here. Pollen analyses and forest history indicate that man's influence in this region commenced very late, i.e. at the start of the 13th century. The first major exploitation of the forests began in the 16th century

with the development of a glass industry and this reached a climax at the end of the 18th century. Felling of large areas resulted in changes in the natural forests, with a strong decline in beech and fir to the advantage of spruce. Additionally, forest grazing and removal of foliage litter was progressively intensified during these 200 years. The resulting stands, dominated by spruce, were quickly invaded naturally by Scots pine. Spruce then declined in production capacity and was eventually suppressed by the pine to a sub-dominant position in the stand. These secondary pine stands became the main type by area and today the natural mixed stands only occur as small remnants. The main reason for the low resistance to transformation of the natural forest communities is the poor condition of the soils which are low nutrients and fines. Soils on all studied sites were podsoles. Thus the water and nutrient supply of the vegetation is greatly influenced by the humus-rich upper soil horizons. These, however, only develop their site-determined optimum in the biocoenosis of the natural mixed forest. Man's influence in changing the species composition quickly led to deterioration of the upper soil. Soil investigations showed a decrease in available water holding capacity and thereby available nutrients. Mechanical transport of fine particles to lower soil layers also resulted in poorer water availability in the upper mineral soil horizons. The species most affected by these soil changes was spruce with its flat root system, and herein lies the reason for the enormous yield reduction and almost complete absence of natural regeneration. The less demanding pine thus became dominant in these secondary stands.

The above situation posed local management a number of difficult problems. Remnant natural mixed stands were to be maintained while the secondary stands were to be converted into productive mixed stands with sustained yield. Ecological and yield investigations sought to find an optimum management model for the remnant natural stands. It became clear that, apart from ecological advantages, a shelterwood system with a rapid completion of prescribed operations is superior to a clear cutting system both from a yield and an economic viewpoint.

In the secondary stands, the problem of increasing yield was also investigated, apart from the difficulties of soil improvement. It was shown that shading of understorey spruce by pine additionally contributes to the inferior performance of spruce. The limiting and optimum values for spruce yield increase were found through progressive removal of shading by the pine shelterwood.

CONCLUSION

La zone examinée est située dans la partie septentrionale de l'Autriche. Du point de vue géologique cette contrée est une partie de la masse de Bohême. Les roches fondamentales dominantes sont le granit d'Eisgarn pauvre en matières nutritives. Des sables de quartz tertiaires aussi pauvres en matières nutritives sont intercalés par endroits. Le climat présente déjà un accent continental. Ici, la grande fréquence de vents conduisant à une forte baisse des températures moyennes est caractéristique. Le relief est surtout légèrement onduleux. La zone est située à l'échelle moyenne des hêtres, conformément au climat subboréal les forêts d'épicéas, de sapins et de hêtres subherzyniennes prédominent.

Les examens analytiques du pollen ainsi que les recherches historiques sylvestres ont prouvé que ce paysage a été influencé très tard par les hommes. Le défrichage n'a commencé qu'au début du 13^{ème} siècle. Les premiers grands empiètements sur les forêts commencèrent au 16^{ème} siècle, lorsque la fabrication du verre gagna peu à peu en importance. Celle-ci atteignit son point culminant à la fin du 18^{ème} siècle. Cette exploitation étendue des forêts entraîna un changement de structure des forêts naturelles: les épicéas prospérèrent, les hêtres et les sapins diminuèrent considérablement. De plus les pâturages sylvestres et l'exploitation éparpillée devinrent de plus en plus intensifs au cours de ces 200 années. Mais déjà peu après, sans intervention des hommes, le pins commencèrent à se mêler aux recrues riches en épicéas. L'épicéa s'affaiblit de plus en plus et fut repoussé peu à peu dans le sous-bois par le pin. D'après la surface les effectifs secondaires eurent bientôt le dessus sur les forêts mixtes naturelles. Aujourd'hui on ne rencontre ces dernières que par petits endroits. Cette minime résistance des forêts naturelles est due en premier lieu à l'état labile du sol. A leur base même les sols pauvres en matières nutritives et terre fine. Des podsole se sont généralement formés sur les places choisies pour l'examen. Ici l'importance de l'humus est spécialement grande pour le ravitaillement en eau et matières nutritives. Mais celui-ci se trouve seulement au maximum local dans la biocoenose des forêts mixtes naturelles.

Les empiètements de l'homme sur la composition naturelle des forêts entraînèrent bientôt de graves maladies de la partie supérieure du sol. Les examens du sol exécutés montrent, que celles-ci se manifestent surtout par une forte altération de la capacité de dépôt de l'eau et, de ce fait, des matières nutritives à la disposition des plantes. Mais ceci n'entraîna pas seulement une dégradation de l'humus de la surface: le transport mécanique des fines parties du sol vers les couches plus profondes provoqua aussi une altération de l'économie d'eau des horizons supérieurs du sol minéral. Ces changements du sol touchèrent surtout l'épicéa. Ceci explique l'énorme réduction de sa croissance et l'absence presque complète de son rajeunissement naturel. Le pin

plus modeste profita de cette diminution de vitalité de l'épicéa, il est aujourd'hui l'espèce dominante de ces effectifs secondaires.

L'administration locale se trouve de ce fait en face d'une série de graves problèmes. D'une part il s'agissait de conserver la composition et la capacité des rares forêts mixtes primaires encore existantes, d'autre part il s'agissait de transformer de nouveau les effectifs secondaires en forêts mixtes productives durables. Les recherches écologiques de la lumière et de la productivité effectuées ont essayé de trouver pour le premier cas un modèle d'exploitation maximum typique pour cette zone. Abstention faite des avantages écologiques, on a constaté ici que la méthode de coupe des branches avec une série d'opérations locales spécifiques et rapides est préférable à la méthode de coup totale, et cela aussi bien du point de vue du rendement que du succès économique.

Dans les effectifs secondaires les problèmes de l'augmentation du rendement aussi bien que les problèmes d'amélioration du sol furent l'objet des examens. Du côté écologique de la lumière on a pu prouver que - près des sols malades le grand ombragement de l'épicéa par le pin contribue à son rendement inférieur. Les limites et maximums locaux d'un éclaircissement des branches des pins augmentant le rendement des épicéas ont pu être trouvés par des recherches écologiques communes de la lumière et du rendement.

В ы в о д ы

Область исследований находится в самом северном районе Австрии. В геологическом отношении эта местность является частью Богемского массива. Почвообразующей породой является преимущественно Эйсгарнский гранит, бедный питательными веществами; местами встречаются третичные кварцевые пески, также небогатые питательными веществами. Климат уже имеет континентальный оттенок; характерным является высокая частота ветров, вызывающая сильное понижение средних температур.

Область лежит в средней буковой полосе; соответственно суббореальному климату преобладают субгерцинские пихто-елово-буковые леса.

Анализ пыльцов и исследование прошлого здешних лесов показали, что эта местность была очень поздно освоена человеком. Освоение началось лишь к началу 13-го века. Первые корчевки относятся к 16-му веку, когда стекольная промышленность начала приобретать

некоторое значение. Широчайшие вырубки произошли в конце 18-го века. Они повели к перемене состава коренного леса. Пихта стала преобладать, а ель и бук оказались отнесенными. Кроме того в течение этих 200 лет лесная пастьба и использование подстилки постепенно усилились. Скоро белая сосна без содействия человека начала вторгаться в производные древостои, обогащенные пихтой. Возобновляемость пихты все сильнее ослаблялась, и сосна постепенно отодвинула пихту во второй ярус. По площади эти производные древостои скоро начали преобладать над коренным смешанным лесом. В настоящее время смешанный лес встречается только в виде небольших островков. Причиной этой сниженной выносливости коренных лесовых сообществ являются главным образом неустойчивые почвенные условия. Соответственно материнским породам почва здесь бедна питательными веществами и мелкими частицами. На всех исследованных местах был без исключения найден подзол. Поэтому гумусный горизонт имеет здесь сугубое значение относительно снабжения растительности водой и питательными веществами. Но его выгоднейший состав приурочен к местам биоценоза коренного смешанного леса.

Влияние человека на коренной древостой довольно скоро выразилось в роковых изменениях верхнего горизонта почвы. Проведенные исследования почвы показали, что главным образом резко ухудшилась способность удерживания воды и питательных веществ в горизонтах доступных растительности. Но дело не только в ухудшении гумусного горизонта. Механический перенос самых мелких частиц в нижние горизонты повлек за собой ухудшение водного режима также и в верхних минеральных горизонтах. От этих изменений грунта пострадала в первую очередь пихта со своей плоской корневой системой. Выгоду из этой сниженной жизнеспособности пихты извлекала менее требовательная сосна.

Это положение ставит местному лесоводчеству ряд сложных вопросов. С одной стороны требуется сохранить состав и возобновляемость немногих еще существующих коренных смешанных лесов, а с другой стороны следует превратить производные древостои опять в смешанный лес со стойкой возобновляемостью. Исследования светозкологии и возобновляемости стремились найти для первого вопроса оптимальный

лесоводческий режим, типично подходящий к данному лесному району. При этом верховой метод рубки ухода с частой последовательностью и приспособленный к местным специфическим условиям помимо своих экологических преимуществ оказался более эффективным, чем сплошная рубка, как относительно возобновляемости лесного массива, так и по экономическим результатам.

В производных древостоях исследования касались вопросов мелиорации почвы и повышения возобновляемости. Светоэкологические данные доказали, что понижение возобновляемости пихты вызвано не только ухудшением почвы, но в значительной степени и сильным ее затенением сосной. Исследования светоэкологических условий и возобновляемости помогли найти местные оптимальные и предельные режимы вырубki верхнего соснового яруса с целью повышения возобновляемости пихты.

