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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 120 (1969)

Heft: 10

Artikel: 3Pollenanalytische Beiträge zur Geschichte des Naturwaldreservates Brigels/Scatlé (Graubünden)

Autor: Kral, F. / Mayer, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767747

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 08.07.2025

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

Pollenanalytische Beiträge zur Geschichte des Naturwaldreservates Brigels / Scatlé (Graubünden)

Von *F. Kral* und *H. Mayer* Oxf. 182.1

Aus dem Waldbau-Institut der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Die auf Pollenanalyse und Großrestuntersuchungen aufbauende Waldgeschichte hat in den letzten Jahrzehnten einen umfassenden *regionalen* Überblick über die nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas (Firbas, 1949/52) erarbeitet. Eingehendere Detailuntersuchungen in der neueren Zeit, die den methodischen Fortschritt erkennen lassen (differenzierte Nichtbaumpollenanalyse, absolute Datierungsmöglichkeit mit Hilfe der Radiocarbon-Datierung), konnten bei entsprechender Intensivierung die Waldgeschichte *lokaler* Gebiete in vielen Einzelheiten klären; Beispiele: Tessin, Zoller, 1960; Gardaseegebiet, Beug, 1964; Berchtesgadener Kalkalpen, Mayer, 1966. Durch systematische Kombination von Standortserkundung, pflanzensoziologischer Grundlagenerfassung, forstgeschichtlichen Erhebungen und darauf abgestimmten pollenanalytischen Untersuchungen ließ sich nunmehr auch die postglaziale Entwicklung bestimmter Waldgesellschaften verfolgen; Beispiele: Eichen-Kiefern-Mischwälder, Eberswalde/Ostbrandenburg, Scamoni, 1950; Laubwaldgesellschaften in der Eifel, Trautmann, 1962; tannenreiche Wälder im schweizerischen Mittelland, Zoller, 1962; *Abieti-Fagetum* und *Abietetum* in den nördlichen und südlichen Ostalpen, Mayer, 1963, 1969. Durch eine Standortserkundung mit ergänzenden pollenanalytischen Untersuchungen kann innerhalb eines Forstbetriebes die Auswirkung des anthropogenen Einflusses auf die Baumartenzusammensetzung mit großer Sicherheit angesprochen werden, wie gerade zahlreiche Arbeiten des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung (Stuttgart) belegen, zum Beispiel Hauff, 1956. Nach dieser methodischen Weiterentwicklung ist die Pollenanalyse für die lokale und forstbetriebliche Walderkundung unentbehrlich geworden. Nunmehr besteht die Möglichkeit, diese waldgeschichtliche Untersuchungsmethode auch im praktischen Waldbau erfolgversprechend einzusetzen, nämlich bei der «Orientierung der Waldbauplanung nach Bestandesindividualitäten» (Leibundgut, 1947, 1966; Köstler, 1953, 1969). Bei *bestandesindividueller* Klärung der Waldgeschichte interessiert neben der Frage nach der natürlichen Waldgesellschaft, der naturnahen Baumartenkombination

bzw. dem Grad des anthropogenen Einflusses speziell die bestandesstrukturelle Entwicklungsgeschichte. Ohne noch eingehendere waldbauliche Grundlagenerhebungen können diese Fragen nicht beantwortet werden.

Da das waldbauliche Denken vom Naturwald auszugehen hat, eignen sich für derartige Untersuchungen in erster Linie Naturwaldreservate (Leibundgut, 1957). Methodisch treten dabei eine Reihe von Schwierigkeiten auf. Beim pollenanalytischen Nachweis des Urwaldcharakters in niederösterreichischen Fichten-Tannen-Buchen-Waldreservaten gelang es, durch vergleichende Gegenüberstellung von Hochmoor- und Waldmoor- bzw. Rohhumusanalysen die regionale und die lokale bzw. bestandesindividuelle Entwicklung befriedigend zu klären. Der Nachweis einer relativ stabilen, langdauernden und sich immer wieder rasch regenerierenden Optimalphase in ausgeprägt gemischten und gestuften montanen Bergmischwäldern ergibt sich bei der weiteren Auswertung (Kral, Mayer, 1968). Beim Fichten-Naturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach (Mayer, 1967) gelang vorerst der Anschluß an die *bestandesstrukturellen* Erhebungen noch nicht, da die Rohhumusauflagen in dem subalpinen Silikat-Steilhang-Fichtenwald zu wenig ergiebig waren. Bodenpollenanalysen (siehe Welten, 1955) stehen noch aus. Erfahrungsgemäß eignen sich Kalk-Bergsturzgebiete mit mächtigen Rohhumusauflagen (bis 100 cm) am besten (Mayer, 1961). Im tiefgelegenen edellaubbaumreichen Naturwaldreservat Freyensteiner Donauwald/Strudengau gelang dank mächtiger Rohhumusauflage in einem fragmentarischen *Abietetum* mit verlöschendem natürlichem Lärchen-Reliktvorkommen der Nachweis einer zweimaligen Nutzung und einer relativ stabilen tannenreichen Optimalphase in der artenreichen Laubmischwald-Naturbestockung (Mayer, 1969).

Auf diesen methodischen Vorarbeiten aufbauend, wurden zum weiteren Ausbau der Methode Rohhumusanalysen im Naturwaldreservat Brigels/Scatlé gewonnen, das gerade durch Dipl. Ing. F. Hillgarter, Assistent am Waldbauinstitut der ETH, waldbaulich, insbesondere bestandesstrukturell näher untersucht wird. Für die bereitwillige Erlaubnis zu diesen Untersuchungen danken wir Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. H. Leibundgut. Bei der Gewinnung der Proben half dankenswerterweise Dipl. Ing. F. Hillgarter. Einem guten Kenner des Reservates, Herrn Dr. W. Trepp, Chur, verdanken wir aufschlußreiche Hinweise. Unserem Graphiker, Herrn R. Blümert, und den Helferinnen im Labor gebührt ebenfalls Dank. Mit Herrn Prof. Dr. H. Zoller, Basel, dem besten Kenner der regionalen und lokalen Vegetationsgeschichte, konnten wir offene Fragen diskutieren.

1. Grundlagen der Interpretation

Da eine eingehende Bearbeitung des Reservates durch F. Hillgarter kurz vor dem Abschluß steht, werden nur die für das Verständnis notwendigen Hinweise gegeben.

a) Standort und Waldgesellschaft

Das sehr geschützt liegende Reservat befindet sich an einem steilen ONO-Hang in 1580 bis 2015 m Höhe im tief eingeschnittenen Querdurchbruch des Val Flem. Im unteren Teil des Reservates (I. Höhenstufe nach Hillgarter) befindet sich teilweise grobblockiges (bis Zimmergröße) Bergsturzmaterial (Verrucano). Es dominiert grob- bis mittelskelettiger Hangschutt. Für die Böden, die zwischen einem dystrophen Tangel- bzw. Podsol-Ranker (Humus-Silikat-Rohboden) bis Braunerdepodsol und Eisenhumuspodsol (zum Teil apiner Zwergpodsol) alle Übergänge aufweisen, sind relativ schwache Rohhumusauflagen (5 bis 20 cm) und durch Hanglage meist geringe Entwicklung typisch. Nur ausnahmsweise finden sich mächtigere Auflagen. Silikat-Bergsturzgebiete eignen sich deshalb weniger für derartige Untersuchungen (vgl. Wiegenwald-Lärchach in den Hohen Tauern, Mayer, 1961). Ob der lokale Bergsturz auf das gewaltige Erdbeben in den Ostalpen vor rund 4000 bis 5000 Jahren zurückgeht (Mayer, 1964) oder in Verbindung mit dem Bergsturz von Flims steht, dem wohl größten alpinen Bergsturzgebiet der Alpen mit 12 km³ Schuttmasse, kann nur durch Spezialuntersuchungen an einer Aufschlußbohrung ermittelt werden (zugeschütteter Waldhorizont).

Nach Hartl (1967) und orientierenden eigenen Aufnahmen dominiert der subalpine Heidelbeer-Fichten-Wald *(Listero-Piceetum subalpinum myrtilletosum,* Mayer, 1969) mit folgenden Ausbildungen bzw. Varianten:

verarmte *Oxalis*-Ausbildung bei Lichtmangel
typische moosreiche Heidelbeer-Ausbildung bei normalem Bestandesschluß
Grobblockausbildung mit *Polypodium* und *Hylocomium umbratum*
Calamagrostis villosa-Auflichtungsfazies
farnreiche Muldenausbildung bei größerer Hangfrische
Grünerlen-Hochstauden-Ausbildung in Mulden bei Bestandesauflösung.

In muldigen, vor allem höheren Lagen tritt Grünerle bei regressiver Gesellschaftsentwicklung (Lawinen-, Sturm- oder Schneeschäden, natürliche flächigere Zerfallsphase) von entsprechender Flächengröße und bei ausreichendem Lichtgenuß als Pionierart relativ vital auf. Im höheren, durch Felsbänder stärker gegliederten Teil des Reservates kommt örtlich auch das *Rhododendro-Vaccinietum* vor.

Neben Fichte findet sich als Baum zweiter Größe nur noch Eberesche. Die Lärche fehlt in der näheren Umgebung des Reservates, ebenso die Zirbe, die noch in der Mitte des Postglazials eine größere Rolle gespielt hat (Zoller, 1966). Die einzige Tanne im Reservat läßt ein früher stärkeres Auftreten vermuten.

b) Regionale Waldgeschichte

Nach einem regionalen Überblick (Lüdi, 1955) war in den schweizerischen Rand- und Zwischenalpen im Atlantikum bis Subboreal neben *Picea*

auch *Abies* stärker vertreten, während im älteren Subatlantikum *Abies* erheblich Areal verliert und *Alnus* stärker aufkommt. Schließlich setzt sich seit 1000 n. Chr. anthropogen bedingt *Picea* immer stärker durch. Im obersten Trogtalboden (1900 m) des Val Frisal konnte Zoller (1966) neuerdings ein durch eine geologische Bohrung gewonnenes 43 m mächtiges Profil analysieren, das auch subrezente und rezente Phasen widerspiegelt. Der weite, durch einen Talknick vom Reservat abgesetzte Talkessel ist heute baumlos. Die Waldgeschichte auf dem nur 2 km entfernten, 300 m höheren, aber lokalklimatisch extremeren Standort kann nicht ohne weiteres (heutige Baumkrüppelgrenzlage) mit der Waldentwicklung der tieferen Hanglagen *(Piceetum subalpinum-Optimum)* gleichgesetzt werden.

Das Profil läßt sich wie folgt gliedern: Nach der borealen Kiefern-Hasel-EMW-Phase (ZA Va) mit geringen NBP-Werten steigt zu Beginn der Kiefern-Hasel-EMW-Weißtannen-Fichten-Phase (ZA Vb/VI) *Abies* plötzlich auf 20 % der Pollensumme an. Erst in der folgenden Fichten-Kiefern-Weißtannen-EMW-Phase (ZA VIIa) gelangt *Picea* zur Vorherrschaft oder Subdominanz. *Alnus* nimmt in der Fichten-Grünerlen-Phase (ZA VIIb/VIIIa) rasch zu. Beträchtlich steigen die NBP in der älteren Grünerlen-Pteridophyten-Gräser-Kräuter-Phase (ZA VIIIb) an. Anschließend breitet sich *Alnus* in der Grünerlen-Phase (ZA VIII/IX) weiter aus. Bedingt durch die eisenzeitliche (Hallstattzeit) Klimaverschlechterung bricht dann plötzlich die Grünerlendominanz in der jüngeren Grünerlen-Pteridophyten-Gräser-Kräuter-Phase (ZA IX; 8, 6—3,0 m) zusammen. Nach Verlandung des Sees, der erst in historischer Zeit vollständig aufgefüllt wurde, finden sich in der dünnen kiesig-sandig-torfigen Deckschicht sehr viele NBP (teilweise auf die Seeverlandung zurückgehend), die für die subrezent-rezente Seggen-Gräser-Kräuter-Phase (ZA X; 3,0 m Oberfläche) typisch sind. Der Diagrammausschnitt (Abb. 1) zeigt nur

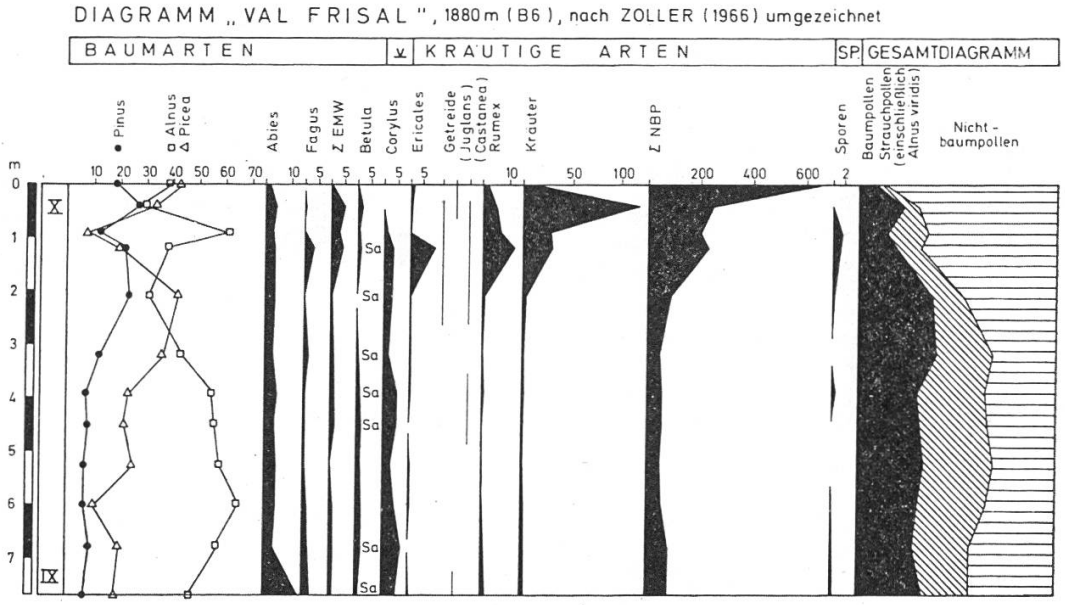


Abb. 1

die letzten beiden Phasen, in denen sich deutlich die rezente Waldgrenzendepression abhebt, die primär auf jungpostglaziale Klimaänderungen zurückgeht. Im heute baumlosen Talbecken von Val Frisal konnten mittelpostglazial durch Großreste im Profil *Picea, Pinus, Larix* und *Acer* nachgewiesen werden. Die Waldgrenzendepression beträgt also etwa 200 m.

c) Forstgeschichte

Nach der Überlieferung erfolgten im Scatlé-Wald seit 300 Jahren keine Nutzungen. Bei den gegebenen Bringungsschwierigkeiten und der extremen winterlichen Lawinengefahr dürften auch früher Entnahmen unbedeutend gewesen sein. Bauholz- und Brennholznutzungen für die benachbarte Alpe Nova berührten das Reservat nicht. Wenngleich auf leichter bringbaren Lagen der Mensch im Vorderrheintal durch Schlägerungen vielfach die Wald- und Baumgrenze erniedrigte (Hager, 1916), so weist Zoller (1966) für das oberste Val Frisal im einzelnen nach, daß das obere Talbecken in geschichtlicher Zeit in der Nähe der Baumgrenze lag und durch abnehmende Temperatur und zunehmende Feuchtigkeit (Grünerlen-Vorstoß) allmählich baumlos wurde. Allerdings dürfte die Alpweiderodung diesen natürlichen Vorgang über das natürliche Ausmaß hinaus verstärkt haben. Durch größere Lawinen wurden in jüngster Zeit einige das Reservat begrenzende Waldflächen stark reduziert. Ein gewisser, insgesamt aber geringer Weideeinfluß ist nicht auszuschließen.

d) Bestandesstruktureller Aufbau

Die Rohhumusprofile I und II liegen unmittelbar benachbart in der SO-Ecke des Reservates in 1585 m Höhe am Rande des grobblockigeren Bergsturzgebietes. Eine relativ stabile mehrschichtige Optimalphase ist lokal ausgebildet. Für das Profil III (1675 m) nahe der südlichen Reservatgrenze ist ein Übergang von der einschichtigen Optimalphase zu einer grünerlenreichen Terminalphase bzw. einem Grünerlenstreifen charakteristisch. Die Ergebnisse gelten also nur für die Entwicklungsgeschichte der unteren Höhenstufe, in der heute Optimalphasen dominieren und relativ kleinflächig und mosaikartig Terminalphasen bzw. einzelne Grünerlenstreifen bis -gruppen an der oberen Grenze eingestreut sind.

e) Rezenter Pollenniederschlag und gegenwärtiger Bestandesaufbau (Abb. 2)

Neben der Natürlichkeit des Urwaldrestes sollen die kombinierten pollenanalytischen Untersuchungen den eventuellen Grad des anthropogenen Einflusses klären und nach Möglichkeit Hinweise über die bestandesstrukturelle Entwicklung, insbesondere über den Verjüngungsvorgang in der Steilhanggesellschaft mit Schutzwaldcharakter liefern. Erst eine eingehende lokale Eichung (Repräsentationsverhältnisse der Baumarten) der Rohhumusanalysen erlaubt eine sicherere Ansprache des Bestandesaufbaues nach Mischung, Schlußgrad und Entwicklungsphase im weiteren Sinne. Zu die-

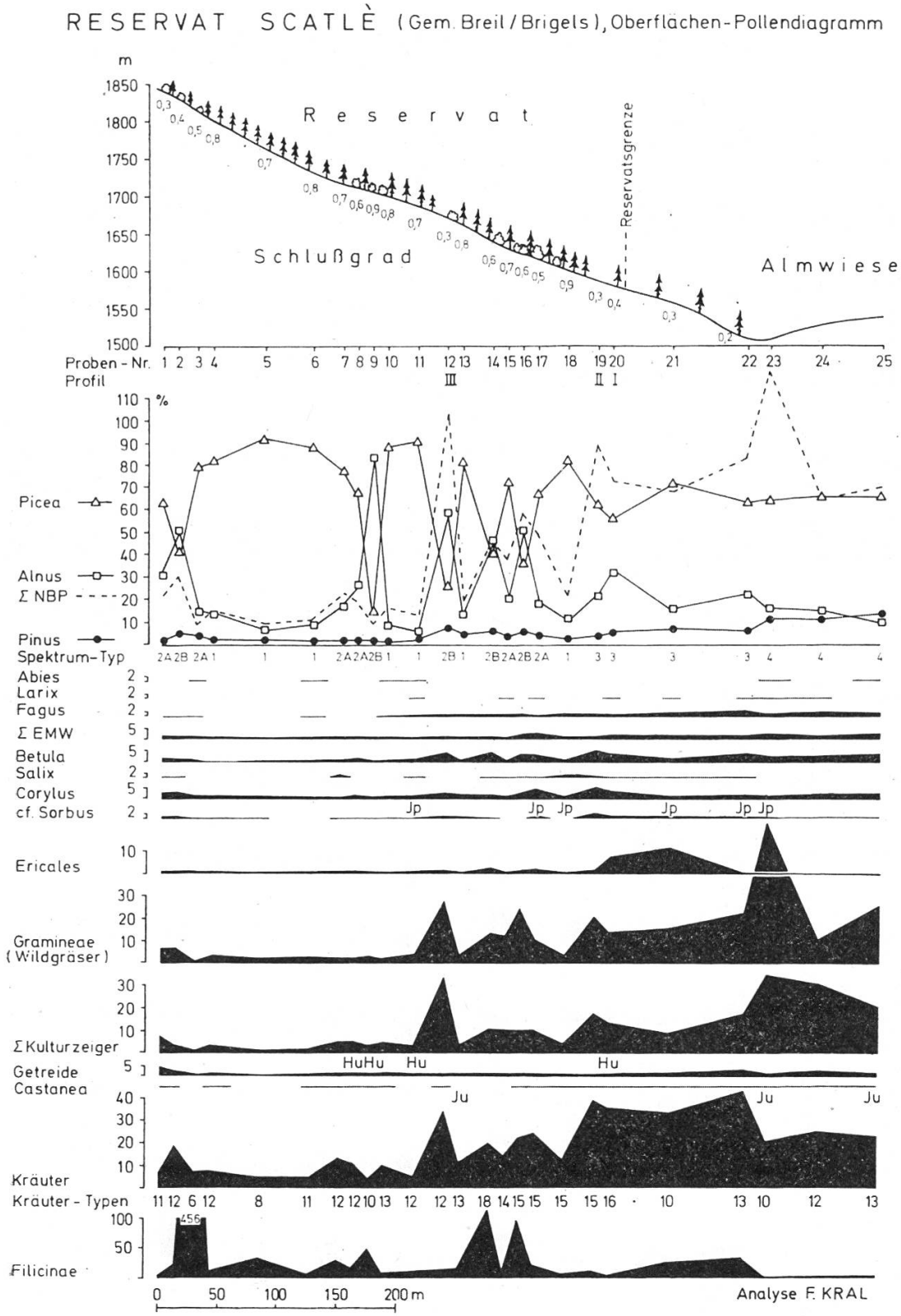

RESERVAT SCATLÈ (Gem. Breil / Brigels), Oberflächen-Pollendiagramm
m
Reservat
Schlußgrad
Almwiese
Reservatsgrenze
Proben-Nr.
Profil
Picea
Alnus
Σ NBP
Pinus
Spektrum-Typ
Abies
Larix
Fagus
Σ EMW
Betula
Salix
Corylus
cf. Sorbus
Ericales
Gramineae (Wildgräser)
Σ Kulturzeiger
Getreide
Castanea
Kräuter
Kräuter-Typen
Filicinae
Analyse F. KRAL

Abb. 2

sem Zweck wurden an einem Profil durch das Reservat und die angrenzenden Almflächen Oberflächenproben der Moosvegetation mit mehrjährigem Pollenniederschlag analysiert und das erhaltene Pollenspektrum der gegenwärtigen Bestandesstruktur in der unmittelbaren Umgebung (durchschnittlicher Baumhöhenradius) gegenübergestellt.

Die Proben Nr. 1, 2 und 3 stammen aus einem *räumdigen Hochlagenbestand* mit einem Schlußgrad (BG) von 0,3 bis 0,5; der Flächenanteil der Fichte beträgt 60 bis 90 %, jener der Grünerle 10 bis 40 %. Im Pollenspektrum erreicht *Picea* zwischen 40 und 80 % und *Alnus* zwischen 15 und 50 % Baumpollenanteil (BP), *Picea* ist also leicht unter- und *Alnus* etwas überrepräsentiert. Dem geringen Bewaldungsprozent entspricht ein relativ hoher Anteil Nichtbaumpollen (NBP) von 10 bis 30 % (bezogen auf die Summe der BP), wobei sowohl Wildgräser als auch Kräuter erhöhte Werte erreichen, ebenso die sogenannten Kulturzeiger. Plantago, Rumex und Chenopodium stammen teilweise als Nahflug von der rund 500 m entfernten Almweide Chischarolas am Flem-Bach, teilweise wurden sie durch Weitflug von weiter her verfrachtet, wie einzelne Getreidepollen belegen. Auch die aus größerer Entfernung kommenden Fernflug-BP *(Pinus,* Eichenmischwaldarten EMW, *Betula, Corylus)* weisen ziemlich hohe Werte auf. In einem *ziemlich geschlossenen Fichtenbestand* wurden die Proben Nr. 4, 5 und 6 (BG 0,7 bis 0,8) gewonnen. Im näheren Umkreis verzeichnet Grünerle höchstens 10 % Flächenanteil. *Picea* scheint mit 83 bis 91 % annähernd repräsentativ auf, ebenso *Alnus* mit 7 bis 14 %. Infolge der hohen Bestockungsdichte bleiben die NBP unter 15 %. Nicht nur die Gräser und Kräuter zeigen eine deutlich ausgeprägte Depression, sondern auch die Weitflugpollen, die vom autochthonen Pollenspektrum stark überdeckt werden.

Mit den Proben Nr. 7, 8 und 9 erfolgt eine schrittweise *Annäherung an einen Grünerlenstreifen.* Im Umkreis von Nr. 7 sind 20 % und von Nr. 8 schon 30 % Erle zu verzeichnen, während Probe Nr. 9 mitten in einer *Alnus*-Gruppe (50 % Erlenanteil) gewonnen wurde. Das Pollendiagramm spiegelt dies sehr deutlich wider; *Alnus* steigt von 18 auf 27 und schließlich auf 83 % an, *Picea* fällt dementsprechend von 78 über 69 auf 15 % ab. Während bei geringem Erlenanteil noch ungefähr repräsentative Werte zu verzeichnen sind, steigt in der Erlengruppe bei entsprechendem Masseneffekt der *Alnus*-Wert unverhältnismäßig stärker an. Der NBP-Anteil (vor allem Kräuter) ist gegenüber dem geschlossenen Bestand erhöht, nur in der dichten Erlengruppe ergibt sich infolge der starken Überdeckung durch den lokal überrepräsentierten *Alnus*-Pollenniederschlag und den Abschirmeffekt mit 10 % NBP ein relativ niedriger Wert. Die beiden Proben Nr. 10 und 11 stammen aus einem durchschnittlich bestockten (BG 0,7 bis 0,8) *reinen Fichtenbestand. Picea* weist dementsprechend im Diagramm mit rund 90 % sehr hohe, *Alnus* mit nur 5 bis 9 % und die NBP mit rund 15 % niedrige Werte auf.

Probe Nr. 12, gleichzeitig Nullprobe des Profils III, wurde am Übergang vom geschlossenen Fichtenbestand zum Grünerlenstreifen in einem durchschnittlich nur *schwach bestockten Bestandesteil* (BG 0,3) gewonnen. Bei einem Anteil der Fichte von rund 70 % bzw. Grünerle von 30 % ist *Picea* mit 26 % im Spektrum stark unter-, *Alnus* mit rund 60 % stark überrepräsentiert. Der NBP-Anteil ist mit mehr als 100 % sehr hoch, wobei Wildgräser und Kräuter stark ausgeprägte Gipfel aufweisen, in abgeschwächtem Maß auch Weitflugpollen.

Die anschließenden Proben Nr. 13 bis 18 stammen aus *Fichtenbeständen mit stark wechselndem Schlußgrad* (BG 0,5 bis 0,9). Das Diagramm spiegelt diesen Wechsel im Schlußgrad sehr deutlich wider, da bei höherer Bestokkungsdichte *Picea* mit Werten zwischen 70 und 80 % über *Alnus* ausgeprägt dominiert, während bei Bestandesauflockerung *Picea* gegenüber den Nachbarproben deutlich absinkt und von *Alnus*- und auch von NBP-Werten übertroffen wird. Unter den NBP liegen Gramineen und Kräuter insgesamt relativ hoch, in den Proben aus den schwächer bestockten Bestandesflächen gipfeln sie ausgesprochen. Dies geht sowohl auf lokale Ausbreitung der Bodenvegetation bei der Verlichtungsfazies als auch in gleicher Weise auf Weitflugpollen zurück.

Nahe der unteren Grenze des Reservates wurden in einer mehrschichtigen, aufgelockerten (BG 0,3 bis 0,4) Optimalphase die Proben Nr. 19 und 20, gleichzeitig Nullproben der Profile I und II, gewonnen. In diesem Übergangsbereich zum *gering bestockten Unterhang* zeichnet sich im Diagramm bereits eine starke Ähnlichkeit zum anschließenden räumdigen Fichten-Weide-Wald ab, vor allem durch sehr hohe Werte für Wildgräser und Kräuter.

Bei den Proben 21 und 22 handelt es sich um einen *schütter* (BG 0,2 bis 0,3) *mit Fichte bestockten gras- und staudenreichen Lawinenstrich* ohne unmittelbares Grünerlenvorkommen. Deshalb dominiert im BP-Diagramm *Picea* deutlich vor *Alnus*. In die mit 70 bis 80 % sehr stark vertretenen NBP teilen sich die Kräuter sowie Gramineen und Kulturzeiger. Die unmittelbare Nachbarschaft zu den Almweiden in der Tallage und am mäßig steil ansteigenden Gegenhang wirkt sich deutlich aus. Im engen Trogtal mit stärkerer Thermik am Westhang zeigt sich somit ein starker Einfluß des Nahfluges auf den Unterhangbereich. Die auffallenden Gipfelwerte der Ericales in den Proben Nr. 20 und 21 gehen auf das starke und vitale Vorkommen von *Vaccinium myrtillus* bei Auflichtung zurück. Das Oberflächendiagramm schließt mit den Proben Nr. 23, 24 und 25, die am Gegenhang auf der *Almweide* gewonnen wurden. Sie zeichnen sich erwartungsgemäß durch besonders hohe Werte der Kulturzeiger aus, vor allem *Plantago, Rumex,* aber auch *Urticaceae,* mit geringeren Werten *Chenopodium* und *Artemisia*. Auch die Gramineen sind stark vertreten, die in Probe 23 mit mehr als 60 % gipfeln und bei den NBP zu einem Spitzenwert von über 120 % führen. In den

Proben von der rund 200 m breiten Almweide liegt *Picea* mit 60 bis 70 % durch reichlichen Nahflug ebenso hoch wie im Weidewald, *Alnus* mit 10 bis 15 % niedriger. Entsprechend einem Waldflächenanteil von 95 % Fichte und nur 5 % Grünerle im Umkreis von 300 m (Bewaldungsprozent etwa 40) ist *Picea* unter- und *Alnus* übervertreten. Bemerkenswert stark ist der *Pinus-Weitflug,* der mit 10 bis 13 % auf der größeren waldfreien Almfläche deutlich höher als in den baumfreien Lücken innerhalb der schwach bestockten Bestände ist. Die übrigen Weitflugpollen (EMW, *Betula, Corylus,* Getreide) weisen keine erhöhten Werte auf.

In den Oberflächenproben finden sich in sehr geringer Zahl und vor allem im mittleren und unteren Hangteil bzw. auf der Almfläche Pollen *weiterer Baumarten,* die überwiegend bis ausschließlich auf Weitflug zurückgehen. Von den EMW-Arten ist *Quercus* in sämtlichen Proben vertreten, *Fraxinus (excelsior et ornus)* und *Ulmus* kommen wesentlich seltener vor, *Tilia* und *Carpinus* nur vereinzelt. Von den übrigen Baumarten finden sich *Fagus, Ostrya* und *Salix* ziemlich regelmäßig, *Larix* nur am Unterhang und auf der Almweide, ferner vereinzelt *Abies,* cf. *Taxus,* cf. *Pinus cembra* und *Acer.* Von den Sträuchern sind außer *Corylus* regelmäßig Pollen von cf. *Sorbus* vorhanden und in tieferen Lagen *Juniperus,* ferner vereinzelt *Rhamnus.* In der Probe Nr. 5 wurde ein *Ephedra*-Pollenkorn (*Fragilis*-Typ) gefunden.

Von den *Kulturpflanzen* konnten außer dem stets vorhandenen Getreidetyp auch Pollen von *Castanea* regelmäßig nachgewiesen werden, vereinzelt *Juglans, Vitis* sowie der *Humulus*-Typ und in je einem Fall *Olea* und *Fagopyrum.* Unter den *Kräutern* treten neben den lokal markante Gipfel bildenden *Compositen* und *Ranunculaceen* auch *Rosaceen, Umbelliferen, Caryophyllaceen, Cruciferen, Campanulaceen, Scrophulariaceen,* ferner der *Saxifraga-oppositifolia*-Typ und *Helianthemum* in allen Proben auf, ziemlich regelmäßig sind auch *Labiaten, Leguminosen, Rubiaceen, Liliaceen* und *Oxalis* vertreten, vereinzelt *Melampyrum, Hypericum, Polygonum, Valeriana, Geraniaceae, Dipsacaceae, Typha angustifolia* und *Thalictrum.* Nur ausnahmsweise erreichen Farne höhere Werte, vereinzelt finden sich Sporen von *Polypodium, Botrychium, Lycopodium (annotinum, selago et clavatum), Selaginella* und *Sphagnum.*

Pollenspektrumtypen

Bei einem zusammenfassenden Vergleich ergeben sich mehr oder minder straffe Zusammenhänge zwischen bestimmten Pollenspektren der Oberflächenproben und dem Vegetationstyp bzw. Bestandesaufbau nach Mischung und Schlußgrad. Folgende Typen können unterschieden werden:

Typ 1: *Fichtenbestand* von dichtem bis normalem Schluß (BG 0,9 bis 0,7); *geringer* Flächenanteil der *Grünerle,* in 30 m Umkreis höchstens 10 %; Proben 4, 5, 6, 10, 11, 13, 18. Im BP-Spektrum dominiert *Picea* mit 80 bis 90 % ausgeprägt, *Alnus* ist mit 5 bis 15 % schwach vertreten; die NBP erreichen nur 10 bis 20 %.

Typ 2: *Fichtenbestand* von dichtem bis geringem Bestandesschluß (BG 0,9 bis 0,3); *höherer* Flächenanteil der *Grünerle,* in 30 m Umkreis bis 50 %. Je nach einer unmittelbaren fichtenreichen oder erlenreichen Umgebung lassen sich zwei Untertypen unterscheiden:

Typ 2A: Unmittelbare *Umgebung fichtenreich;* Proben 1, 3, 7, 8, 15, 17. *Picea* dominiert zwar noch abgeschwächt mit 65 bis 80 % über *Alnus,* die 15 bis 30 % erreicht; die NBP sind mit 10 bis 50 % vertreten und weisen lokal schon ziemlich hohe Spitzenwerte auf.

Typ 2B: Unmittelbare *Umgebung erlenreich;* Proben 2, 9, 12, 14, 16. *Picea* erreicht nur mehr 15 bis 40 % und wird von *Alnus* (45 bis 85 %) deutlich übertroffen; die NBP liegen zwischen 10 und 100 % und weisen lokal sehr ausgeprägte Gipfel auf.

Typ 3: *Lückige bis räumdige Fichtenbestockung* (BG 0,4 bis 0,2), Grünerle fehlt im Umkreis von 100 m; Proben 19, 20, 21, 22. *Picea* dominiert mit Werten von 55 bis 70 % schwächer als bei den Typen 1 und 2A, *Alnus* ist mit 15 bis 30 % mäßig vertreten; die NBP weisen mit 70 bis 90 % sehr hohe Werte auf, wobei Kräuter (30 bis 40 %) reichlicher als Gramineen (15 bis 20 %) bzw. Kulturpollen (10 bis 20 %) vorkommen.

Typ 4: *Baumfreie Almweide,* im weiteren Umkreis überwiegend Fichte; Proben 23, 24, 25. *Picea* dominiert mit 60 bis 70 %, *Alnus* erreicht nur 10 bis 15 %; die NBP liegen mit 65 bis 120 % besonders hoch, Kräuter, Gramineen und Kulturpollen sind etwa gleich stark vertreten.

Wie nachfolgender *Bestimmungsschlüssel* belegt, lassen sich mit wenigen Pollenspektrum-Merkmalen bestimmte Bestandestypen gut charakterisieren:

A. *Picea* <50, *Alnus* >40 % . . . . . Typ 2B
AA. *Picea* >50, *Alnus* <40 %
  B. NBP <60 %
    C. *Picea* <80, *Alnus* >15 % . . . . . Typ 2A
    CC. *Picea* >80, *Alnus* <15 % . . . . . Typ 1
  BB. NBP >60 %
    C. mehr Kräuter als Gramineen oder Kulturpollen . Typ 3
    CC. Kräuter, Gramineen und Kulturpollen etwa gleich stark vertreten . . . . . Typ 4

Nach den unterhalb des Hauptdiagrammes eingetragenen Pollenspektrumtypen herrscht im mittleren Hangabschnitt der Bestandestyp 2 vor. Der mehrfache Wechsel zwischen den Typen 1 und 2 infolge kleinflächig wech-

selnder Bestockungsdichte charakterisiert Fichtenbestände der optimalen bis terminalen Phase. Insgesamt wird auf Fichten-Klimaxbestände hingewiesen. In ähnlicher Weise kann ein Wechsel im Rohhumusprofil zwischen den Typen 1 und 3 als Hinweis für eine länger dauernde Grenzlage (Bestand zur Verjüngungsfläche) bzw. eine fortgeschrittene Zerfalls- bis Verjüngungsphase gewertet werden. Die *Nichtbaumpollenwerte* geben noch nähere Hinweise für den Schlußgrad. In der folgenden Tabelle wurden die NBP-Werte bei hohem, mittlerem und geringem Bestockungsgrad gegenübergestellt. Zwischen dem oberen und mittleren bis unteren Hangabschnitt ergeben sich teilweise beträchtliche Unterschiede. Im unteren Hangteil ist der NBP-Anteil durchweg höher, bei erheblicher Bestandesauflockerung sogar beträchtlich höher. Im Mittel- bis Unterhang, wo auch die drei Rohhumusprofile liegen, macht sich auch noch in den dichter geschlossenen Bestandespartien der Pollenanflug von der nahegelegenen Almfläche stärker als im Oberhang bemerkbar. Größere Pollenproduktion der Wildgräser und Kräuter und bessere Thermik in dem verengten Talquerschnitt dürften eine entscheidende Rolle spielen. Dagegen weisen die NBP-Werte im oberen Hangabschnitt trotz der Waldgrenzennähe keine so engen Beziehungen zur Bestockungsdichte auf. Für eingehendere bestandesstrukturelle Auswertungen müßte daher für den Oberhang noch eine spezielle Feineichung der Rohhumusanalysen durchgeführt werden.

Schlußgrad	*Σ NBP (% der BP)*	
	Oberhang	*Mittel- und Unterhang*
hoch (0,9–0,7)	10–20	10–40
mittel (0,6–0,5)	10–20	40–70
gering (0,4–0,2)	20–30	70–100

Innerhalb der Typen 1 und 2 ist ein zusätzlicher Hinweis auf den Schlußgrad auch aufgrund der *Typenzahl der Kräuter* möglich. Hohe Bestockungsdichten werden in der Regel durch eine niedrige Typenzahl, räumdige Bestände durch eine höhere angezeigt. In den Rohhumusdiagrammen kann daher aus niedrigen Typenzahlen in aufeinanderfolgenden Proben auf eine hohe Bestockungsdichte geschlossen werden. Eine engere Bindung bestimmter krautiger Arten an einzelne Bestandestypen läßt sich nicht feststellen.

Ein guter Zeiger für stark aufgelockerte Bestockungen und waldfreie Flächen ist schließlich noch *Pinus*. Da die Kiefer weder im Reservat noch in seiner engeren Umgebung vorkommt (nächste Vorkommen rund 3 km entfernt), handelt es sich durchweg um Weit- und Fernflug. Ein *Pinus*-Wert von

10 bis 15 % weist bereits auf größere waldfreie Flächen hin. Werte von 5 bis 10 % zeigen Lücken innerhalb eines dichter bestockten Bestandes an, wo lediglich Werte unter 5 % zu verzeichnen sind. Ähnliche, wenn auch nicht so deutlich ausgeprägte Zusammenhänge sind auch bei den übrigen Weitflug-BP (EMW, *Betula* und *Corylus)* und den Getreidepollen festzustellen.

Zwischen dem rezenten bis subrezenten Pollenniederschlag von Oberflächenproben und dem Vegetations- bzw. Bestandestyp (meines Erachtens sogar Bestandesentwicklungsphase) bestehen so enge Zusammenhänge, daß nach Kenntnis der lokalen Verhältnisse einzelne Proben bzw. Diagrammabschnitte mit der erforderlichen Sicherheit vegetationskundlich und bestandesstrukturell angesprochen werden können. Damit ist eine ins Detail gehende Rekonstruktion der Bestandesentwicklung möglich.

2. Analyse der Rohhumusprofile

a) Profil I (Abb. 3)

Das *Profil I* reicht am weitesten in die Vergangenheit zurück. Es läßt sich in fünf Abschnitte gliedern:

Abschnitt a (40 bis 34 cm, 4 Proben):

Die Spektren weisen mit 50 bis 65 % *Picea,* 5 bis 10 % *Abies* und 11 bis 20 % *Alnus* auf den Typ 2A hin, einen Fichtenwald mit eingesprengter Tanne und Grünerlengruppen. Aufgrund von NBP-Werten zwischen 26 und 45 % ist ein Schlußgrad zwischen 0,8 und 0,6 wahrscheinlich. Die Bestokkungsdichte war zu Beginn des Abschnittes etwas höher als am Ende, worauf auch *Pinus*-Werte hinweisen. *Betula* und *Corylus* haben ebenfalls relativ ansehnliche Werte mit weitgehend parallelen Kurven. Ziemlich reichliche Kulturbegleiter *(Plantago, Rumex, Chenopodium)* zeigen an, daß damals bereits die Talalmen vorhanden gewesen sein müssen. Bemerkenswert sind noch die ungewöhnlich hohen *Filicinae*-Prozente, die auf ein sehr farnreiches Entwicklungsstadium hinweisen.

Abschnitt b (32 bis 26 cm, 4 Proben):

Nach einem vorübergehenden Rückgang von *Picea* auf etwas weniger als 50 % steigt sie neuerlich an, umgekehrt gegen *Betula, Corylus* und *Alnus* nach Erreichen von Gipfelwerten wieder zurück. Während die unterste Probe dieses Abschnittes noch dem Typ 2A zuzuordnen ist, repräsentieren die folgenden aufgrund der sehr hohen NBP-Werte (70 bis 80 %) schon eindeutig den Typ 3. Mit einem sehr schütter bestockten Fichtenbestand (BG von höchstens 0,3 bis 0,4) stehen auch die erhöhten Weitflugpollenwerte gut im Einklang. Die Tanne verschwindet fast völlig. Grünerlen dürften sich — zumindest in der unmittelbaren Umgebung — gegenüber dem vorigen Abschnitt nicht ausgebreitet haben, da der *Alnus*-Gipfelwert von 30 % im Zusammenhang mit dem geringen Bestockungsgrad eher auf Pollenflug aus der weiteren Umgebung hindeutet. Auf den Lücken und Lichtungen haben

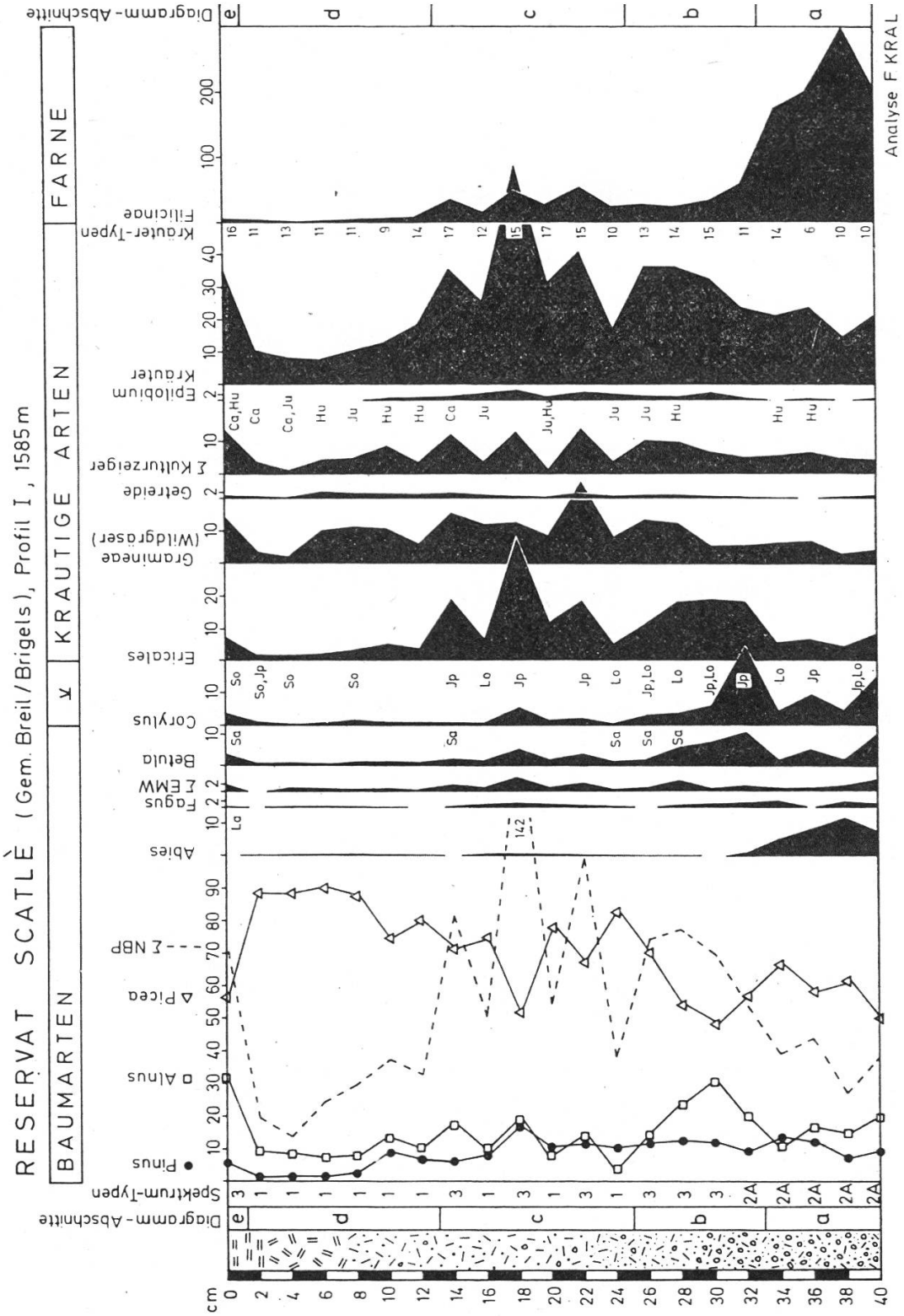

RESERVAT SCATLÈ (Gem. Breil/Brigels), Profil I, 1585 m
BAUMARTEN
KRAUTIGE ARTEN
FARNE
Diagramm-Abschnitte
Spektrum-Typen
Pinus
Alnus
Picea
Σ NBP
Abies
Fagus
Σ EMW
Betula
Corylus
Ericales
Gramineae (Wildgräser)
Getreide
Σ Kulturzeiger
Epilobium
Kräuter
Kräuter-Typen
Filicinae
Analyse F KRAL

Abb. 3

sich zumindest lokal *Ericales (Vaccinium)* stark ausgebreitet. Unter den sonstigen NBP steigen bei den Gramineen und den Kräutern vor allem die Compositen *(Senecio?)* deutlich an, und der Waldverlichtungs- und Kahlflächenzeiger *Epilobium* (Lichtkeimer) tritt für eine insektenblütige Art mit recht hohen Werten auf. Die Farnsporen sind in der Staudenflur zunächst noch sehr zahlreich, gehen später aber stark zurück.

Abschnitt c (24 bis 14 cm, 6 Proben):

Die Werte von *Picea, Alnus* und NBP weisen starke Schwankungen auf, wodurch ein mehrmaliger Wechsel zwischen Typ 1 und 3 vorliegt. Für diesen Abschnitt ist ein Kontaktbereich: geschlossener Bestand – kaum überschirmte Fläche (im Verjüngungsstadium) typisch. Im Einklang damit stehen auch die hohen Werte von Pinus, die ziemlich beträchtlichen Anteile von *Betula* und *Corylus,* die erhebliche Typenzahl der Kräuter sowie der zum Teil sehr starke Anflug von Pollen der Kulturbegleiter. Die Werte der zuletzt angeführten Typen sowie von *Alnus* schwanken vergleichbar den stark wechselnden NBP, während die *Picea*-Kurve entgegengesetzt ausschlägt. Sehr deutlich wird die Altbestandsgrenze zu einer Freifläche durch das während des ganzen Abschnittes relativ starke Vorkommen der Kahlflächenart *Epilobium* belegt. Sowohl *Ericales* als auch Kräuter verzeichnen mehrere Kurvengipfel.

Abschnitt d (12 bis 2 cm, 6 Proben):

Nach den starken Schwankungen im vorigen Abschnitt tritt nun eine weitgehende Kurvenbegradigung ein. Da gleich zu Beginn die NBP auf weniger als 40 % abfallen und weiter sinken, *Picea* meist Werte über 80 % aufweist, liegt der Typ 1 vor. Der Schlußgrad des Fichtenbestandes dürfte aufgrund der NBP-Werte (weniger als 20 %) sehr hoch gewesen sein und zuletzt 0,9 bis 1,0 erreicht haben (geschichtete und geschlossene Optimalphase). Mit *Pinus*-Werten von nur 1 bis 2 %, niedrigen Prozenten von *Betula, Corylus* und Kulturbegleitern sowie mit einer abnehmenden Typenzahl der Kräuter steht dies sehr gut im Einklang. Unter den NBP gehen vor allem die *Ericales* (Lichtmangel mit Beendigung der Initialphase) stark zurück. Farnsporen sind nur mehr äußerst gering vertreten.

Abschnitt e (0 cm, 1 Probe):

Der durch die Oberflächenprobe vertretene jüngste Abschnitt weist wieder auf eine wohl vorübergehende Bestandesauflockerung (BG 0,4) hin und damit auf Typ 3.

Von den selten vorkommenden BP tritt *Quercus* ziemlich regelmäßig auf, auch *Fagus,* ferner vereinzelt cf. *Taxus, Fraxinus (excelsior et ornus), Tilia, Ulmus, Carpinus, Ostrya* und *Salix.* Von den Sträuchern finden sich neben Corylus ziemlich regelmäßig *Juniperus, Lonicera* und *Sorbus,* ferner vereinzelt *Rhamnus, Daphne,* auch *Viscum.* An Kulturpflanzenpollen konn-

ten außer dem Getreidetyp durchweg der *Humulus*-Typ und vom Abschnitt b an *Castanea* und *Juglans* nachgewiesen werden. Bei den Kräutern und Sporen handelt es sich um die gleichen Typen wie im Oberflächenprofil.

b) Profil II (Abb. 4)

Die beiden weiteren Profile werden nach Parallelisierung mit dem Profil I entsprechend gegliedert; der relativ tannenreiche Abschnitt a fehlt in beiden folgenden Profilen.

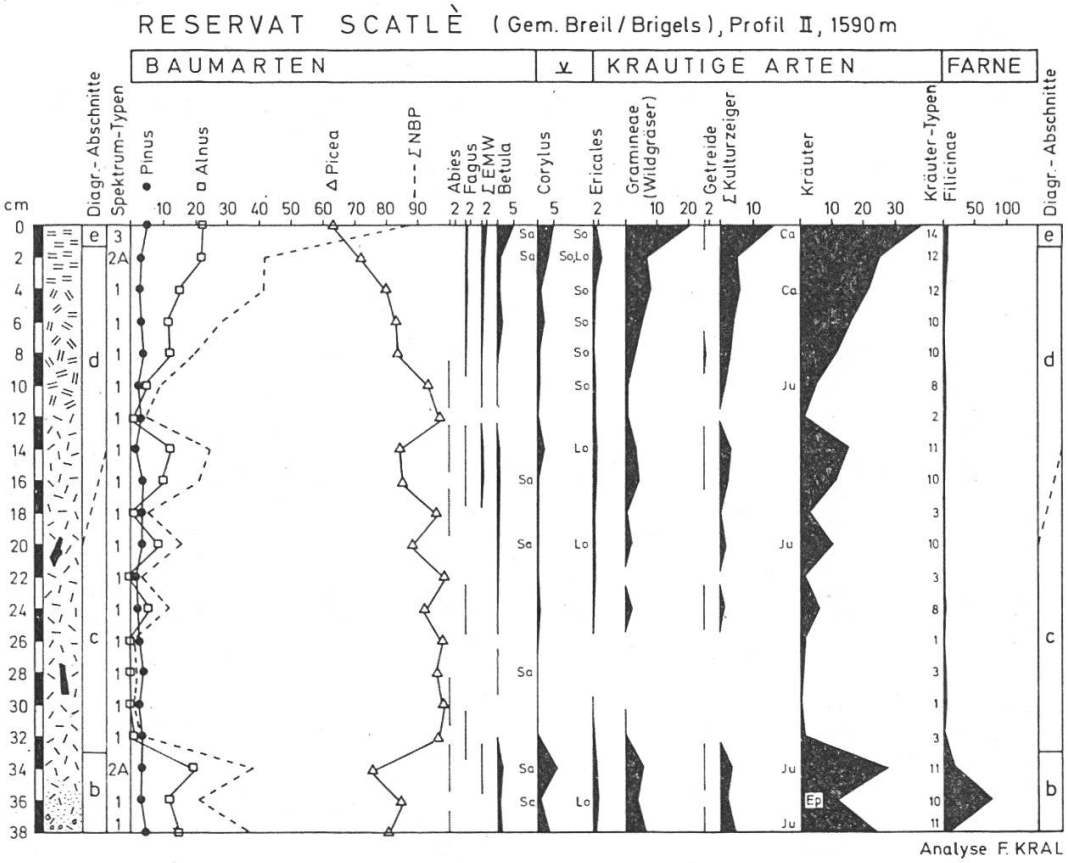


Abb. 4

Abschnitt b (38 bis 34 cm, 3 Proben):

Dieser älteste Abschnitt stimmt mit den Proben aus 32 bis 26 cm Tiefe des Profils I vor allem durch die relativ niedrigen Werte von *Picea* und die verhältnismäßig hohen Werte von *Alnus, Betula, Corylus* und NBP gut überein. Allerdings dürfte die Bestandesauflockerung bei Profil II wesentlich schwächer gewesen sein. Die Proben aus 38 und 36 cm Tiefe repräsentieren Typ 1, die Probe aus 34 cm den Typ 2 A. Bei NBP-Werten zwischen 20 und 40 % ist ein BG von 0,7 bis 0,8 anzunehmen. Dies stimmt auch mit den geringen *Pinus*-Werten (2 bis 5 %) und mit der niedrigen Typenzahl der Kräuter gut überein. Unter den NBP weisen die Gramineen rund 5 %, die Kräuter immerhin 10 bis 25 % auf, *Ericales* sind sehr schwach vertreten,

Farne (10 bis 50 %) mit ähnlichen Werten wie in den entsprechenden Proben des vorigen Profils.

Abschnitt c/d (32 bis 2 cm, 16 Proben):

Im größten Teil des Diagrammes verlaufen die Kurven relativ ausgeglichen. Vorhandene Schwankungen – zum Beispiel bei *Picea, Alnus* und NBP – sind von wesentlich geringerer Stärke als in analogen Abschnitten des Profils I. Nahezu sämtliche Proben belegen den Typ 1. In den oberen Proben geht *Picea* langsam zurück, *Alnus* und die NBP steigen allmählich an, aber erst die oberste Probe des Abschnittes repräsentiert den Typ 2 A. Die Bestandesentwicklung ist somit in der Umgebung des Profils II anders verlaufen als beim benachbarten Profil I. Die dort gezogene Grenze c/d läßt sich daher hier nicht festlegen. Im unteren und mittleren Teil des Abschnittes kann aus den niedrigen NBP-Werten (maximal 25 %) auf einen Fichtenbestand mit einem hohen Schlußgrad (0,8 bis 1,0) geschlossen werden (geschlossene Initialphase bis stabile Optimalphase). Gegen Ende des Zeitabschnittes dürfte es nach einem NBP-Prozent von 20 bis 40 zu einer Bestandesauflockerung (BG etwa 0,7) gekommen sein (terminale Optimal- bis initiale Terminalphase). Sehr gut stimmt damit die Typenzahl der Kräuter überein, die am Beginn des Abschnittes außerordentlich gering ist und im weiteren Verlauf allmählich zunimmt. Auf eine relativ dichte Bestockung weisen auch die niedrigen *Pinus*-Werte (1 bis 4 %) hin.

Abschnitt e (0 cm, 1 Probe):

Wie im vorigen Profil enthält die Oberflächenprobe wieder deutliche Hinweise auf eine stärkere Bestandesauflockerung (Typ 3, BG 0,3).

c) Profil III (Abb. 5)

Die Suche nach geeigneten, ausreichend mächtigen Rohhumusprofilen in den oberen (II bis IV) Höhenstufen des Reservates verlief bisher ergebnislos. Zur oberen Abgrenzung der I. Höhenstufe wurde deshalb in 200 m Entfernung und 90 m höher ein weiteres Profil entnommen.

Das Profil III weist große Ähnlichkeit mit Profil II auf. Da aber nur 9 Proben gewonnen werden konnten, gibt es weniger Einzelheiten wieder. Die beiden untersten Proben (Abschnitt b) weisen auf einen etwas aufgelockerten Fichtenbestand (BG 0,7 bis 0,8) hin (Typ 1 bzw. 2 A) mit Grünerlenkontakt in der weiteren Umgebung. Die älteren Proben des Abschnittes c/d (Typ 1) zeigen durch hohe Bestockungsdichte (BG 0,9 bis 1,0) den inzwischen erfolgten Bestandesschluß an. In den jüngeren Proben kommt es auch in diesem Profil zu einer allmählichen Bestandesauflockerung (BG 0,7 bis 0,8; beginnende Terminalphase). Sie leiten zur Oberflächenprobe über, die eine erlenreiche Umgebung (Typ 2 B) und einen sehr niedrigen Bestokkungsgrad (0,2) in der unmittelbaren Umgebung belegt. Nach lokalem kleinflächigem (streifenweisem) Bestandeszerfall hat sich in der anschließenden

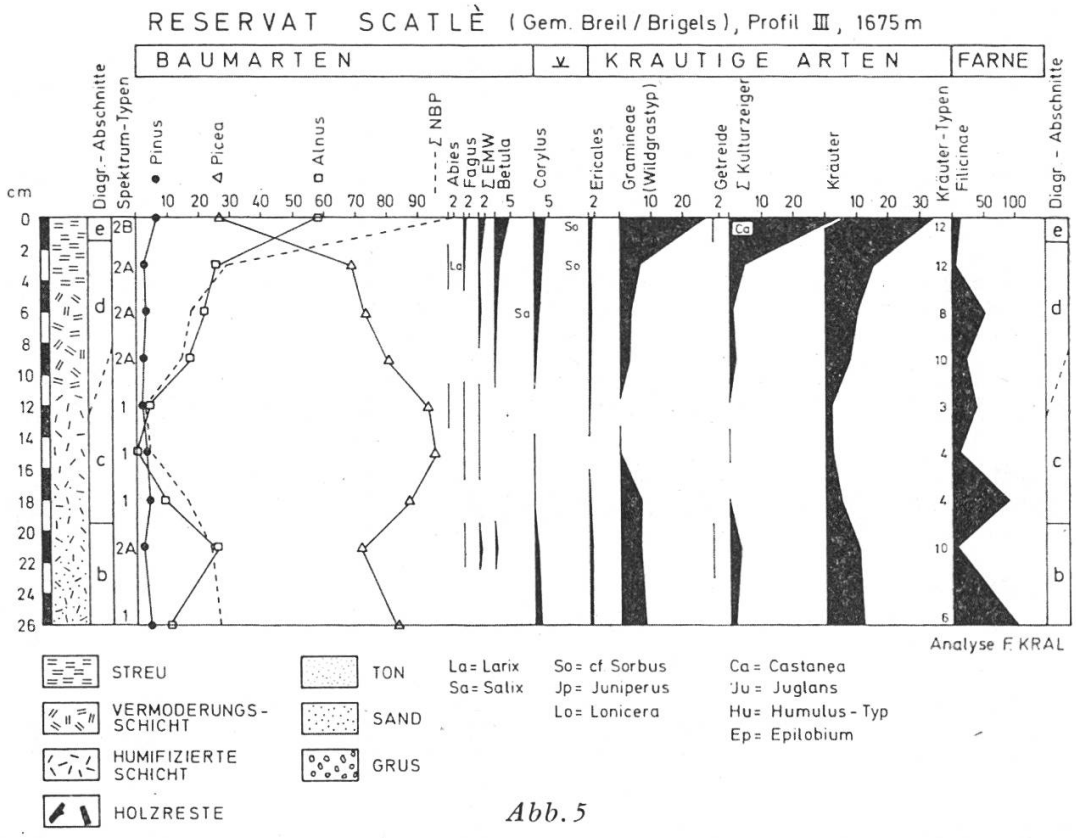


Abb. 5

Bestandeslücke als Pionier die Grünerle entwickelt, nachdem Fichtenverjüngung ausgeblieben war. Bemerkenswert ist der zunächst langsame und dann rasche Bestandeszerfall nach relativ langer Optimalphase, die sich bei kleineren Schlußunterbrechungen immer wieder regeneriert. Ein gewisser Unterschied zu den Profilen I und II (typische Heidelbeer-Ausbildung des subalpinen Fichtenwaldes) ist dadurch gegeben, daß auch in jüngeren Abschnitten Farnsporen teilweise noch relativ stark vertreten sind. Damit wird pollenanalytisch ebenfalls die soziologisch-ökologische Standortseinheit «farnreiche Ausbildung des subalpinen Fichtenwaldes» (regressive Entwicklungsbaumart Grünerle) bestätigt, die in der benachbarten Hangmulde angrenzt.

Infolge der durchschnittlich höheren Bestockungsdichte finden sich auch sonstige BP (überwiegend Weitflugpollen) in den Profilen II und III sehr spärlich (vereinzelt EMW-Arten, *Fagus, Acer, Salix;* in Probe 3 cm im III. Profil 2 *Larix*-Pollenkörner). Von den Sträuchern tritt *Lonicera* wieder vor allem im älteren, cf. *Sorbus* nur im jüngeren Teil des Diagrammes vereinzelt auf. In Kulturzeigern konnten neben dem nur sporadisch vorkommenden Getreidetyp lediglich einzelne Pollen von *Castanea* und *Juglans* nachgewiesen werden. Kräuterpollen und Sporen ergeben wieder das übliche Typenspektrum.

3. Datierung und Zeitrahmen der Wald- und Bestandesentwicklung

Relative Datierung

Eine zeitliche Einstufung der Diagrammabschnitte erleichtern die Kulturbegleiter durch den Nachweis, daß während des ältesten erfaßten Entwicklungsstadiums im Talgrund bereits Almweideflächen bestanden haben. Dies allein gibt allerdings noch keinen näheren Hinweis auf die zeitliche Einstufung, da es bereits während der Bronzezeit zu einem ersten Höhepunkt der Besiedlung in den inneren Alpentälern und zu einer ersten Alpweiderodung gekommen war. Später (vgl. Welten, 1950, Mayer, 1963, Hallstatt-Latène-Periode) kam es teilweise zu einer weitgehenden Entsiedlung und erst vom beginnenden Mittelalter an erfolgte im Zuge der inneren Kolonisation der ununterbrochene Siedlungsausbau. Entscheidend für die zeitliche Einstufung des untersten Diagrammabschnittes ist daher der kontinuierliche pollenanalytische Nachweis von Getreide, übrigen Kulturpflanzen sowie von Kulturbegleitern. Der Prozentsatz der Getreide- und Kulturpflanzenpollen aus Fernflug sowie der Kulturbegleiter von den Almwiesen in den Rohhumusspektren aus dem subalpinen Fichten-Hangwald hängt natürlich nicht nur von der flächenmäßigen Ausdehnung der landwirtschaftlichen Kulturen und Weiden ab, sondern auch sehr stark vom Schlußgrad des Bestandes in der unmittelbaren Umgebung der Probeentnahmestellen: je dichter die Bestockung, um so niedriger der Kulturpollenanteil. Der Zusammenhang ist sowohl im Oberflächen-Pollendiagramm als auch in den Rohhumusprofilen deutlich erkennbar, besonders auch durch den weitgehend parallelen Kurvenverlauf von Kulturpollen und NBP-Summe. Profil I weist deshalb im größten Teil des Diagrammes höhere Kulturpollenwerte auf als die Profile II und III. Es besteht kein Zweifel, daß während der erfaßten Zeitperiode keine Unterbrechung der Besiedlung und des Almweidebetriebes stattgefunden hat. Das Fehlen der Kulturpollen in bestimmten Proben von Profil II und III geht stets auf eine besonders hohe lokale Bestockungsdichte mit abschirmender Filterwirkung für die Weit- und Fernflugpollen zurück. Damit sind die ältesten Proben höchstens als (früh-) mittelalterlich einzustufen. Einen weiteren Hinweis geben im Abschnitt a und b (ältere Proben) die relativ hohen *Corylus*-Werte. Sie sind zwar sicher auch durch relativ niedrige Bestockungsgrade mitbedingt, aber eindeutig höher als während der zeitlich jüngeren NBP-Gipfel im Zeitabschnitt c/d. Diese hohen *Corylus*-Werte der Abschnitte a und b dürften auf das mittelalterliche Klimaoptimum zurückgehen, als die Hasel durch günstigere Wärmeverhältnisse weiter als heute in die inneren Alpentäler und höheren Lagen vordrang. Datiert man den primären *Corylus*-Gipfel mit dem Höhepunkt des Klimaoptimums und nimmt man einen etwa kontinuierlichen bzw. infolge der weniger dichten Lagerung der jüngeren Schichten leicht zunehmenden Rohhumuszuwachs an, so ergibt sich für den Ab-

schnitt a das 13./14., für Abschnitt b das 15./16. und für die jüngeren Abschnitte die Zeit vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart.

Gestützt wird diese relative Zeitstellung nach Diagrammlage (vgl. Mayer, 1963, Kral, Mayer, 1968) durch das Seebodenprofil Val Frisal (Zoller, 1966). Durch Ablagerungswechsel (feinsandiger Silt/sandiger Kies-Silt-Torf) im obersten, hier besonders interessierenden Diagrammteil wird die Parallelisierung erschwert. Unter Berücksichtigung der Unterschiede hinsichtlich Höhenlage, Lokalklima, Waldgesellschaftskomplex, Ablagerungsbedingungen usw. kann der älteste Abschnitt a im Rohhumusprofil etwa der Profiltiefe um 2 m gleichgesetzt werden. Damit ist die allererste Phase des jüngeren Subatlantikums kaum erfaßt, auf keinen Fall der ältere Zeitabschnitt IX.

Absolute Datierung

Dank freundlicher Vermittlung durch Prof. Leibundgut wurde vom Physikalischen Institut der Universität Bern (Prof. Dr. H. Oeschger) die *C-14-Datierung* einer Rohhumusprobe des Profils II aus 28 bis 30 cm Tiefe durchgeführt, wofür geziemend gedankt wird.

Die Radiocarbon-Bestimmung (B-826) ergab ein Alter von 120 ± 80 Jahren. Gegenüber der pollenanalytischen Datierung (etwa 17. Jahrhundert) ist das C-14-Alter der Probe um 100 bis 200 Jahre zu niedrig. Eine größere Abweichung war zu erwarten, da relativ nahe der Bodenoberfläche gelegene Rohhumusproben stets noch stark durchwurzelt sind. Da es praktisch unmöglich ist, das Material von lebenden und vor allem abgestorbenen Feinwurzeln vollständig zu reinigen, enthält es auf jeden Fall auch einen gewissen Anteil von jüngerem Material mit höherem C-14-Gehalt, so daß die C-14-Datierung zwangsläufig einen zu geringen Wert ergeben muß. Inwieweit bedarf die relative Zeitstellung einer Berichtigung? Im Bergsturzgebiet Farrenleitenwand/Berchtesgadener Kalkalpen wurde eine Rohhumusprobe in 60 cm Tiefe mit rund 3000 Jahren angeschätzt, entsprechend der pollenanalytischen Zeitstellung in das ältere Subatlantikum bis Subboreal (Mayer, 1961, 1964). Die C-14-Datierung ergab nur ein Alter von 1080 ± 55 Jahren. Auch hier verfälschte die langandauernde Durchwurzelung selbst mächtiger Rohhumusdecken das Alter wesentlich. Auch bei dem Fichten-Lärchen-Bergsturzgebiet Teufelsmühl-Lärchach/Hohe Tauern ergab sich eine ähnliche Diskrepanz. Die C-14-Datierung von Rohhumusprofilen gibt demnach ein um 50 (60) % zu geringes tatsächliches Alter an. Die pollenanalytische Zeitstellung dürfte deshalb auch im Reservat Scatlé dem tatsächlichen Alter näherkommen.

4. Waldbauliche Schlußfolgerungen

Urwaldcharakter des Naturwaldreservates

Da die Profile höchstens bis ins 13. Jahrhundert zurückreichen, kann die Frage für frühere Zeiten nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Die Be-

stände des heutigen Reservates waren im Zeitabschnitt a noch natürlich aufgebaut, wie die Tanne in den ältesten Proben indirekt belegt. Der allmähliche Rückgang bzw. das spätere fast völlige Verschwinden der Tanne nach dem mittelalterlichen Klimaoptimum ist nicht anthropogen verursacht, sondern geht auf natürliche Faktoren zurück, wie ähnliche Untersuchungen übereinstimmend belegen (zum Beispiel Kral, Mayer, 1968, Kral 1969). In den gleichen, schon geschichtlichen Zeitabschnitt fällt auch die klimatisch bedingte Erniedrigung der Wald- und Baumgrenze im oberen Val Frisal (Zoller, 1966). Da kein bronzezeitlicher Alpweidebetrieb im Profil aufscheint, können vor dem frühen Mittelalter wesentliche Eingriffe ausgeschlossen werden. Ein vorübergehender Rückgang der Bestockungsdichte, der sich in den Profilen mehrfach nachweisen läßt, ist zu schwach ausgeprägt, als daß daraus Schlägerungen oder gar eine Kahllegung des Hangwaldes abgeleitet werden könnte. Es handelt sich dabei um natürlich bedingte Auflichtungen im Rahmen der Bestandes- und Gesellschaftsentwicklung. Die etwas stärkere Bestandesauflockerung bis -auflichtung im Abschnitt b, die sich in allen drei Profilen ± deutlich ausprägt, dürfte ziemlich sicher mit einem Lawineneinbruch im benachbarten Hangwald in Zusammenhang stehen. Nachher dauerte es ziemlich lange, bis der Wald in der Lawinengasse wieder aufkam. Die Möglichkeit, daß sich die Weidefläche hangaufwärts bis ins heutige Reservat erstreckt hat, scheidet jedoch mit Sicherheit aus, da sich in keinem einzigen Spektrum der in Frage kommenden Proben Hinweise dafür finden, auch nicht für regelmäßige Waldweide. Schwächere Kurvenschwankungen der jüngeren Abschnitte gehen auf kleinflächige, lokale Auflichtungen zurück oder auf Pollenanflug von größeren Freiflächen aus der weiteren Nachbarschaft. Die südlich anschließende 100 m breite und bis in die Tallage reichende Lawinengasse mit vereinzelten Bestockungsresten und Grünerlenstreifen verursacht seit der Entstehung (Mitte d) erhöhte *Alnus*- und NBP-Werte. Kleine Grünerlenstreifen im oberen Teil des Reservates gehen auf flächigere Terminalphasen mit ausbleibender Verjüngung zurück.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Naturwaldreservat Scatlé auch heute noch einen natürlichen Urwaldcharakter besitzt. Ein etwaiger anthropogener Einfluß kann sich nur unwesentlich ausgewirkt haben (zum Beispiel zufällige und vorübergehende Beweidung).

Waldentwicklung

Die Profile belegen nur die Endphase der Entstehung des subalpinen Hang-Fichtenwaldes am Übergang vom älteren zum jüngeren Subatlantikum (ZA IX/X). Im tieferen Bereich der heutigen tiefsubalpinen Fichtenwaldgesellschaft herrschte damals ein farnreicher Fichtenwald mit Tanne (Grünerle) als Entwicklungsrest eines atlantischen bis subborealen (ZA VI bis VIII) *Abietetums,* in dem die Tanne sowohl weiter in den subkontinentalen Zwischenalpenraum als auch in größere Höhen (bis 1600/1800 m vordrang (Mayer, 1961, Zoller, 1964). Von der seinerzeit optimal entwickelten Fichten-

Tannen-Waldgesellschaft hat sich heute nur noch eine Tanne erhalten. Diese natürliche Entwicklung ist primär klimatisch bedingt. Grünerle als natürliche Pionier- und Vorwaldbaumart regressiver Vegetationsentwicklungsstadien tritt wechselnd auf.

Bestandesentwicklung

Bei der natürlichen Entwicklung subalpiner Fichten-Hangwälder (Mayer, 1967) ohne Lärche können folgende Entwicklungsphasen unterschieden werden: Verjüngungsphase, Initial-Aufwuchsphase, Optimalphase und Terminal-Zerfallsphase. Nach dem Pollenspektrum können vorerst nur zwei Phasenkomplexe angesprochen werden:

a) offene Terminal-, Verjüngungs- und primäre Initialphase (niedriger Schlußgrad)

b) geschlossene Initial- bis beginnende Terminalphase (mittlerer bis hoher Schlußgrad).

Da der Nahflugbereich bei mehr oder minder geschlossenen Bestockungen auf etwa einen Baumhöhenradius beschränkt bleibt, gelten die Hinweise nur für einen eng begrenzten lokalen Bereich. Dies geht auch aus den differenzierten Ergebnissen der Profile I (Polypodium-Grobblock-Ausbildung) und II (typische *Vaccinium*-Klimax-Ausbildung) hervor, die nur rund 25 m auseinanderliegen. Zur zeitlichen Abgrenzung der einzelnen Proben kann man davon ausgehen, daß die einzelnen Diagrammabschnitte jeweils rund 150 bis 200 Jahre umfassen, so daß jede Probe einen Zeitraum von vielleicht (20) 30 bis 50 Jahren entspricht.

Im *Profil I* folgt einer ausgedehnten (200 Jahre) stabilen Optimalphase eine Zerfalls- bzw. Verjüngungsphase (rund 150 Jahre), die schließlich nach einem längeren Zeitraum zu einer Bestandeskonsolidierung auch in der weiteren Umgebung führt (Abschnitt c). Erst dann ist wieder eine optimale Klimaxphase erreicht (Abschnitt d). In der Gegenwart wird auf eine wohl nur vorübergehende Schlußdurchbrechung in der näheren Umgebung hingewiesen. Dem Standorts- und Vegetationsmosaik des Grobblockstandortes entspricht auch die differenzierte und uneinheitlichere Bestandesentwicklung. Schon einem gereifteren, nur noch schwach blockigem Klimaxstandort entstammt *Profil II*. Insgesamt dominiert rund 400 (500) Jahre eine ziemlich geschlossene Initial- bis Optimalphase. Es kommt nur zu kurzdauernden Bestandesauflockerungen, wobei sich die wohl schichtungsreiche Optimalphase (Plenterphase) immer wieder regeneriert. Erst in der letzten Zeit macht sich ein gewisser lokaler (trupp- bis gruppenweiser) Zerfall bemerkbar. Dieses Profil belegt gleichzeitig die Langlebigkeit der Fichte im subalpinen Maximum (300 bis 400 Jahre), so daß hinsichtlich Wuchs- und Bestandesentwicklung nicht Tieflagenmaßstäbe (Umtriebszeit) angelegt werden dürfen. Gerade langdauernde Optimal- und Terminalphasen führen meist zu späterem flächigerem Zerfall, so daß bei natürlicher Entwicklung zeitweise keine

Schutzwirkung gewährleistet ist (Mayer, 1967). Das *Profil III* spiegelt gut die differenzierte Bestandesentwicklung am Übergang von einem felsigen Rückenstandort zu einem Muldenstandort wider. Wechselnde Kleinstandortsverhältnisse führen auch zu vielfältigerer Bestandesentwicklung, so daß flächige Zerfallsphasen weniger zu fürchten sind. Nach den Analysen geht die Verjüngung des Fichten-Klimaxwaldes in der ersten Höhenstufe relativ kleinflächig (gruppen- bis kleinhorstweise) vor sich, wobei spezielle Verjüngungszeiträume bis 100 (150) Jahre auftreten können. In Schutzwäldern müßten deshalb unbedingt aktive Verjüngungsmaßnahmen Platz greifen. Im oberen Teil des Reservates zeichnen sich auch pollenanalytisch etwas flächigere (streifenförmige Zerfallsphasen ab, die durch Hochstauden- und Grünerlenbewuchs wohl länger als 100 Jahre bis zur gesicherten Walderneuerung durch Naturverjüngung benötigen. Bei entsprechendem methodischem Vorgehen können also pollenanalytische Rohhumusanalysen ergänzende Hinweise zur bestandesstrukturellen Entwicklungsgeschichte liefern.

Résumé

Contribution de l'analyse pollinique à l'histoire de la réserve de forêt naturelle de Brigels/Scatlé GR

L'analyse combinée des stations, des groupements végétaux, des faits historiques et des diagrammes polliniques, ainsi que l'étude de Hillgarter concernant la structure des peuplements ont permis de reconstruire jusqu'au Moyen Age les développements de la réserve de forêt naturelle de Scatlé. A partir de l'évolution régionale et par comparaison avec les éléments locaux, la structure actuelle de la végétation et des peuplements forestiers, ainsi que l'examen des dépôts polliniques récents sur un profil superficiel ont assuré l'étalonnage des méthodes d'interprétation, de telle sorte que les analyses d'humus brut puissent également livrer des renseignements sur les développements différenciés dans les peuplements des diverses unités de station. L'analyse pollinique peut ainsi, par des procédés choisis et lors de la présence d'horizons adéquats, apporter une contribution de valeur à la sylviculture pratique moderne, entre autres dans le cadre de « l'orientation de la planification sylvicole selon les individualités de peuplement » selon Leibundgut et Koestler.

Traduction : Matter

Literatur

Beug, H. J.: Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. Flora 154, 1964

Firbas, F.: Waldgeschichte Mitteleuropas. 2 Bde., Jena 1949/52

Gams, H.: Waldgrenzverschiebungen und Palynologie, Grana Palynol. 4, 2, 1963

Hager, K.: Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kanton Graubünden). Erheb. üb. d. Verbr. d. wildw. Holzarten i. d. Schweiz, 3, 1916

Hartl, H.: Die Soziologie der Urwälder Scatlé und Derborence. Schweiz. Ztschr. f. Forstw. Nr. 11, 1967

Hauff, R.: Pollenanalytische Beiträge zur nachwärmezeitlichen Waldgeschichte des Schwäbisch-Fränkischen Waldes. Mitt. d. Ver. f. Forstl. Standortskunde u. Forstpflz.-Züchtung Nr. 5, 1956

Köstler, J. N.: Waldpflege, Waldbauleistungen und Waldgesinnung in süddeutschem Privatwald. Zugleich ein Weiser für die Waldbaupraxis. Hamburg u. Berlin 1953

Köstler, J. N.: Leibundguts Anteil an der Entwicklung waldbaulicher Ideen. Festschr. Hans Leibundgut, Beih. z. d. Ztschr. d. Schweiz. Forstver. Nr. 46, 1969

Kral, F., und *Mayer, H.:* Pollenanalytische Überprüfung des Urwaldcharakters in den Naturwaldreservaten Rothwald und Neuwald (Niederösterr. Kalkalpen). Forstwiss. Cbl., 1968

Kral, F., und *Mayer, H.:* Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte am Nordabfall des Dachsteins. Cbl. ges. Forstwesen (im Druck)

Leibundgut, H.: Über waldbauliche Planung. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1947

Leibundgut, H.: Waldreservate in der Schweiz. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1957

Leibundgut, H.: Die Waldpflege. Bern 1966

Lüdi, W.: Die Vegetationsentwicklung seit dem Rückzug der Gletscher in den mittleren Alpen und ihrem nördlichen Vorland. Ber. d. Geobot. Forschgs. Inst. Rübel in Zürich f. d. Jahr 1954, Zürich 1955

Mayer, H.: Waldbauliche Aspekte der Entstehung des nordalpinen Tannen-Buchen-Waldes. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1961

Mayer, H.: Märchenwald und Zauberwald im Gebirge. Zur Beurteilung des Block-Fichtenwaldes. Jb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflz. u. -tiere, 1961

Mayer, H.: Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. München - Basel - Wien 1963

Mayer, H.: Bergsturzbesiedlungen in den Alpen. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 34. H., München 1964

Mayer, H.: Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). Forstw. Forschungen, Beih. 2, Forstwiss. Cbl., H. 22, 1966

Mayer, H.: Zur Behandlung überalterter Gebirgswälder. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1967

Mayer, H.: Das Fichten-Naturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach. Cbl. ges. Forstw., 1967

Mayer, H.: Das Naturwaldreservat Freyensteiner Donauwald «Schwarze Wänd» im Strudengau. Festschr. Hans Leibundgut, Beiheft 46 z. Ztschr. Schweiz. Forstver., 1969

Mayer, H., und *Hofmann, A.:* Tannenreiche Wälder am Südabfall der mittleren Ostalpen. Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in Südtirol und in den Tridentiner/Venetianer Alpen mit einem Waldvegetationsprofil durch die mittleren Ostalpen. München - Basel - Wien, 1969

Scamoni, A.: Waldkundliche Untersuchungen auf grundwassernahen Talsanden. Berlin 1950

Trautmann, W.: Natürliche Waldgesellschaften und nachwärmezeitliche Waldgeschichte am Nordwestrand der Eifel. Festschr. Franz Firbas, Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich, H. 37, 1962

Welten, M.: Die Alpweiderodung im Pollendiagramm. Ber. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 1950

Welten, M.: Beobachtungen über den rezenten Pollen-Niederschlag in alpiner Vegetation. Ber. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 1950

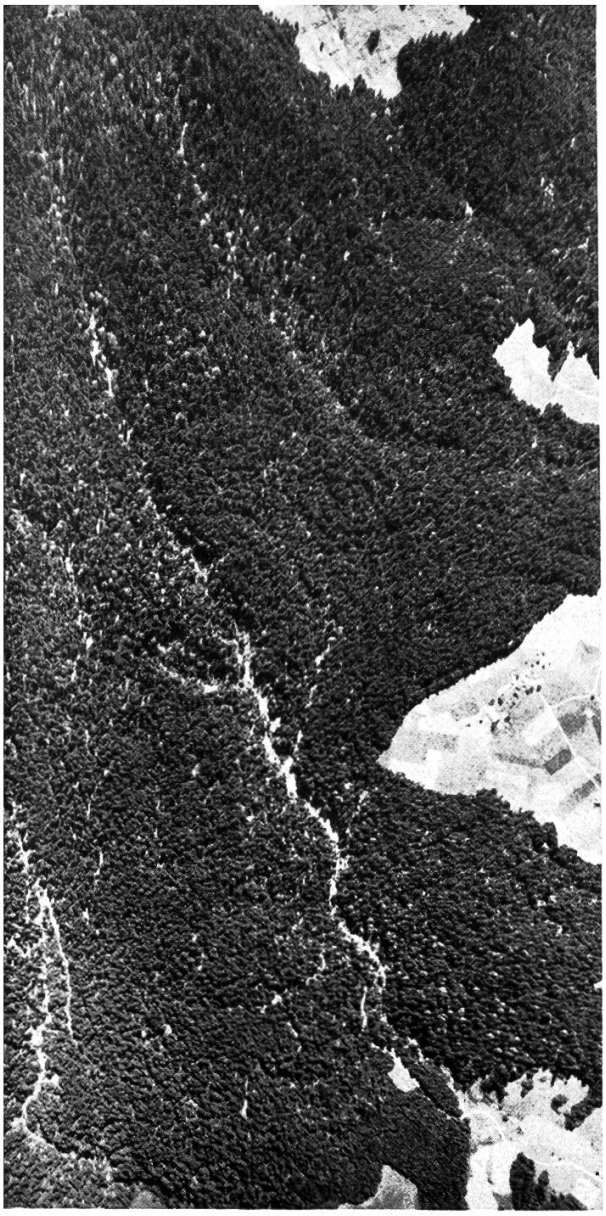
Welten, M.: Pollenanalytische Untersuchung von Bodenprofilen: Historische Entwicklung des Bodens und säkuläre Sukzession der örtlichen Pflanzengesellschaften. Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 1955

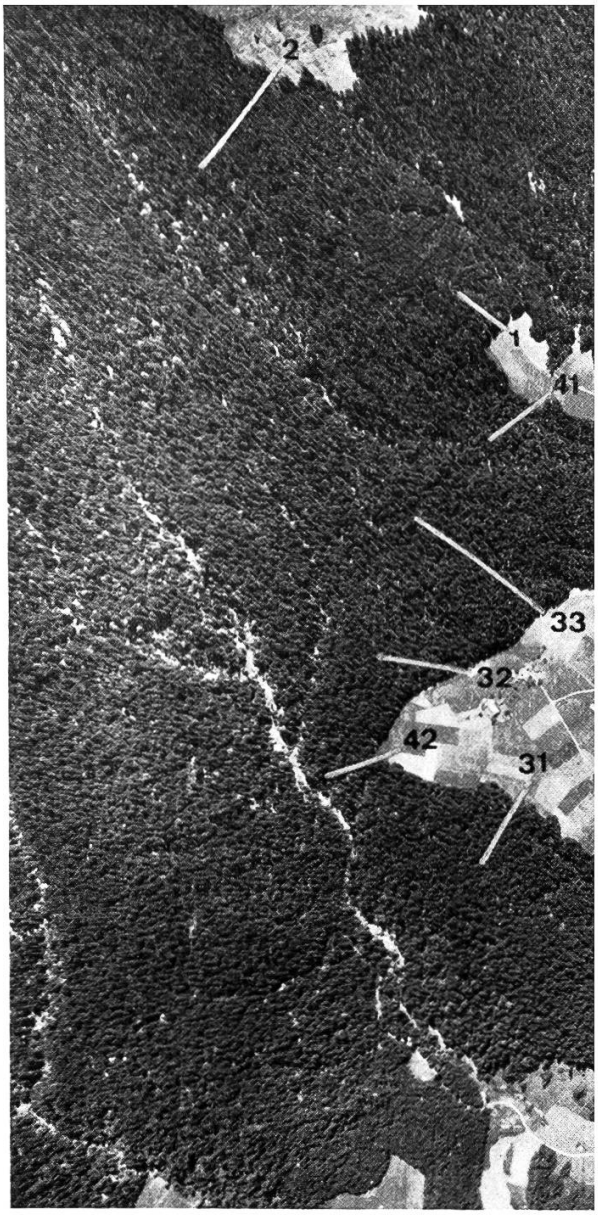
Zoller, H.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. *58,* Abh. 2, 1960

Zoller, H.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung tiefgelegener Weißtannenwälder im schweizerischen Mittelland. Festschr. Franz Firbas, Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich, H. 37, 1962

Zoller, H.: Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1964

Zoller, H., Schindler, C., und *Röthlisberger, H.:* Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. Vhdlg. Naturf. Ges. Basel, Bd. 77, Nr. 2, 1966





Stereobild mit Plenterwaldtypen — Ober-/Unterlangenegg — Typenerklärung siehe Text.

Reproduziert mit Bewilligung der Eidgenössischen Landestopographie vom 31. Juli 1969.