

Nacheiszeitliche Waldentwicklungstypen in den Alpen

Friedrich KRAL

Nach einem Hinweis auf die grundlegende Aufeinanderfolge von Waldperioden in Mitteleuropa werden sieben nacheiszeitliche Entwicklungstypen aus dem Alpenraum vorgestellt, auf der Grundlage von Pollenprofilen aus der montanen Höhenstufe. Die Entwicklungsunterschiede sind durch bestimmte Gegebenheiten der alpinen Waldgeschichte verursacht.

Ein Beispiel für eine praktische forstliche Anwendung betrifft die Baumart Tanne. Die Typen der Waldentwicklung stehen jeweils in Verbindung mit einer bestimmten genetischen Differenzierung, der auch waldbaulich eine besondere Bedeutung zukommt. Nur der Einblick in die kausalen Zusammenhänge ermöglicht eine brauchbare forstliche Anwendung, in Form von Empfehlungen für eine erfolversprechende waldbauliche Tätigkeit.

KRAL F., 1995: Postglacial types of forest development in the Alpine area. After a brief overview of the fundamental succession of forest periods in Central Europe, seven Postglacial types of development from the Alpine area — based on pollen profiles from the montane altitudinal zone — are presented. The different developments are determined by distinct features of Alpine forest history.

Fir trees provide an example of a practical application in forestry. The various types of forest development at a particular time are correlated with distinct genetic differences that have special importance in silviculture as well. Only a perspective that takes causal relationships into consideration enables useful forestry applications in the form of recommendations for successful activity in silviculture.

Keywords: Postglacial forest history, Alpine types of forest development, forest genetics, silviculture.

1. Einleitung

Schon von Anfang an stand in der waldgeschichtlichen Forschung die Herausarbeitung von Waldentwicklungstypen im Vordergrund, die die durchschnittliche Entwicklung innerhalb weiterer Regionen kennzeichnen sollen. Für Mitteleuropa wurde bereits um die Mitte des 19. Jahrhunderts eine bestimmte Abfolge von „Waldzeiten“ erkannt, damals noch ausschließlich auf vergleichsweise spärliche Großrestfunde von Bäumen (Holz, Zapfen, Früchte) gestützt (vgl. FIRBAS 1949).

Erst durch die pollenanalytische Arbeitsmethode, die seit der letzten Jahrhundertwende rasch in den Vordergrund trat, wurde auch eine statistische Auswertung der Funde möglich. Die zeitliche Aufeinanderfolge unterschiedlich aufgebaute Wälder während der Nacheiszeit konnte mit ihrer Hilfe bestätigt und einzelne Waldentwicklungstypen besser gekennzeichnet werden. Mit der stark steigenden Zahl pollenanalytischer Untersuchungsergebnisse zur Waldgeschichte wurde es auf der anderen Seite freilich auch zunehmend schwieriger, für größere Regionen gemeinsame charakteristische Züge herauszuarbeiten. Insbesondere ist dies durch den steigenden Anteil lokal geprägter Befunde bedingt, die für bestimmte Fragestellungen sehr wertvoll sind (vgl. KRAL 1994), die jedoch von der regionalen („typischen“) Entwicklung mehr oder weniger stark abweichen können.

Wohl der bekannteste regionale Typ (Tab. 1) ist die von RUDOLPH (1930: „historische Grundsukzession“) erkannte „mitteleuropäische Grundfolge der Waldentwicklung“ (FIRBAS 1949). Sie bezieht sich auf die letzten 10.000 Jahre (Nacheiszeit oder Postglazial) und gilt — streng genommen — nur für natürliche buchenreiche Wälder bzw. für das westliche Mitteleuropa. Der zu Beginn der Nacheiszeit aus Kiefer und Birke aufgebaute Wald wird in diesem Fall nach einer haselreichen Übergangsphase durch die Baumarten des Eichenmischwaldes (= EM: Eiche, Ulme, Linde, Esche) abgelöst. Mit der relativ späten Ausbreitung der Buche leitet die Entwicklung schließlich zum Buchenwald über.

Tab. 1: Mitteleuropäische Grundfolge der Waldentwicklung. Abkürzungen: siehe Tab. 2. — Fundamental succession of forest development in Central Europe (sensu FIRBAS). Abbreviations: see Tab. 2.

| Phasen | Abschnitte nach FIRBAS | Waldaufbau | absolute Zeitmarken |
|--------|------------------------|------------|---------------------|
| 5. | IX/X | Bu | 1000 n. Chr. |
| 4. | VIII | EM/Bu | 1500 v. Chr. |
| 3. | VI/VII | EM | 4000 v. Chr. |
| 2. | V | EM-Hasel | 6000 v. Chr. |
| 1. | IV | Ki/Bi | 7500 v. Chr. |

Von den zur Kennzeichnung der Waldentwicklung jeweils herausgegriffenen Phasen bezieht sich die erste auf den Beginn der Nacheiszeit (Präboreal, Zeitabschnitt IV im Rahmen der Gliederung der Spät- und Nacheiszeit nach FIRBAS). Die zweite Phase (Boreal, V) betrifft ebenfalls noch die frühe

Nacheiszeit, die dritte (Atlantikum, VI/VII) bereits die mittlere Nacheiszeit. Die vierte Phase (Subboreal, VIII) gehört ebenso wie die fünfte (Subatlantikum, IX/X) der späten Nacheiszeit an.

Auch schon in einzelnen Teilgebieten Mitteleuropas liegen \pm modifizierte Entwicklungsreihen vor (STRAKA 1975, KRAL 1992), einerseits bedingt durch die Einwanderung weiterer Baumarten, wie der Fichte, Tanne und Hainbuche, andererseits auf Grund der unterschiedlichen Ausbreitungszeitpunkte bei ein und derselben Baumart. Insbesondere in höheren Berglagen und im Gebirge kommt es in der Regel zu starken Abweichungen von der mitteleuropäischen Grundfolge.

2. Alpenraum

Im Alpenraum findet sich nur in tiefen Lagen am nördlichen Rand des Gebirges eine mit der mitteleuropäischen noch \pm vergleichbare Waldentwicklung. Für die eigentlichen Alpen waren von vornherein erhebliche Entwicklungsunterschiede zu erwarten, nicht nur zwischen Ost- und Westalpen, Nord- und Südalpen bzw. zwischen Rand- und Innenalpen; darüber hinaus konnte mit weiteren Differenzierungen gerechnet werden (Höhenstufen u. a.). Die unterschiedliche Rolle von Fichte und Tanne in den Ost- und Westalpen wurde von LÜDI (1955) erkannt; im Osten hat sich die Fichte vor der Tanne ausgebreitet, im Westen umgekehrt die Tanne vor der Fichte. Bereits schon früher wies KIELHAUSER (in SCHARFETTER 1938) für die Ostalpen auf das Vorhandensein mehrerer unterschiedlicher Waldentwicklungstypen hin, wenngleich zunächst fast ausschließlich auf pflanzengeographische Argumente gestützt.

Grundlage für die Aufstellung von Waldentwicklungstypen — wie auch jeder anderen waldgeschichtlichen Rekonstruktion — sind heute die vorliegenden Pollenprofile (Diagramme); bereits früher geprägte und übernommene Begriffe können von den pollenanalytischen Befunden her nun weitaus besser gekennzeichnet werden (KRAL 1974, 1979). So ist z.B. die „innere Nadelwaldzone“ dadurch charakterisiert, daß in ihrem Bereich Laubbaumarten während des Postglazials zu keiner Zeit eine größere Rolle gespielt haben; insbesondere bleibt der Pollenwert von *Fagus* sogar zur Zeit der stärksten Ausbreitung der Rotbuche im Älteren Subatlantikum (IX) deutlich unter 10 % (Pollenweitflug bzw. nur geringe Lokalvorkommen). Im Unterschied dazu beziehen sich die in der Randzone ausgeschiedenen Entwicklungstypen auf von Natur aus buchenreiche Wälder; sie sind zum Teil über breite Übergangszonen miteinander verbunden.

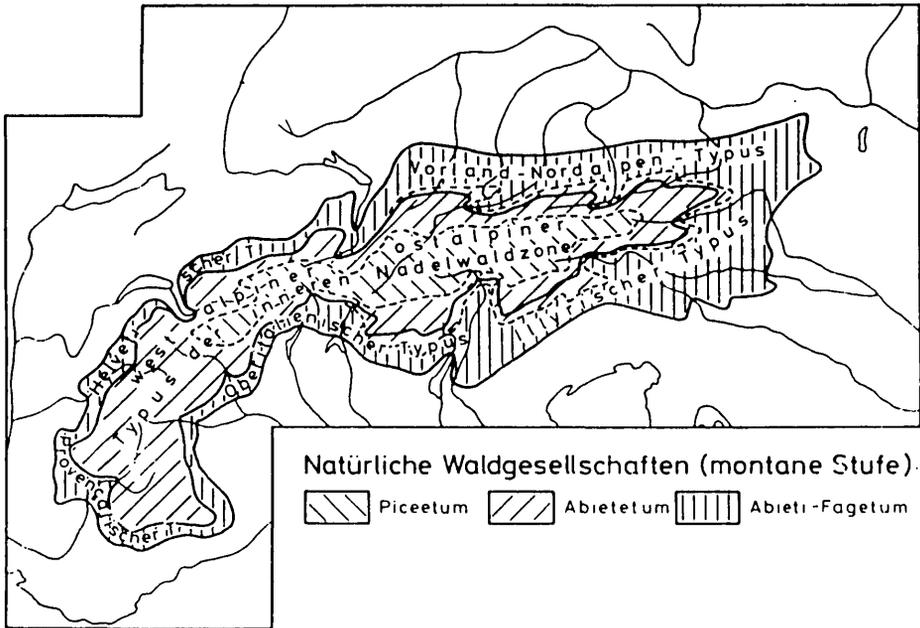


Abb. 1: Typen regionaler Waldentwicklung in den Alpen (aus KRAL 1979). — Types of regional forest development in the Alpine area (from KRAL 1979).

Unterlegt man den regionalen Waldentwicklungstypen die Verbreitung der drei natürlichen Hauptwaldgesellschaften (MAYER 1974), so wird ersichtlich, daß auch vom Alpeninneren zum Alpenrand hin ein fließender Übergang besteht (Abb. 1). Dementsprechend wäre auch die Unterscheidung einer größeren Zahl von Entwicklungstypen oder -varianten durchaus möglich. Allerdings gelingt mit einer relativ niedrigen Typenanzahl ein besserer Überblick über das großräumige Gebiet und ebenso eine schärfere Charakterisierung nach walddeschichtlichen Kriterien (KRAL 1979).

3. Montane (Haupt-)Waldentwicklungstypen in den Alpen (Tab. 2)

Die Typen sind ausschließlich an Pollenprofilen aus der montanen Höhenstufe (700/800-1400/1500 m Seehöhe) „geeicht“.

Ostalpiner Typus der inneren Nadelwaldzone

Die Kiefernwälder der frühen Nacheiszeit werden schon früh von der Fichte unterwandert, die bald zur vorherrschenden Baumart wird. Als Mischbaumart gewinnt später nur die Tanne zeitweise an Bedeutung; sie breitet sich im Subboreal (VIII) vorübergehend bis weit in die Innenalpen hinein aus.

Tab. 2: Regionale Waldentwicklungstypen der montanen Höhenstufe in den Alpen (nach KRAL 1979). Abkürzungen: Bi = Birke (nur in Tab. 1); Bu = Buche; EM = Eichenmischwald; Fi = Fichte; Ki = Kiefer; Ta = Tanne. — Types of regional forest development in the montane altitudinal zone of the Alpine area (according to KRAL 1979). Abbreviations: Bi = birch (in Tab. 1 only); Bu = beech; EM = oak-mixed-forest; Fi = spruce; Ki = pine; Ta = fir.

| Zeitabschnitt | ostalpiner Typ | westalpiner Typ | illyrischer Typ | oberitalienischer Typ | Vorland-Nordalpen-Typ | helvetischer Typ | provenzalischer Typ |
|---------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------------|
| | der inneren Nadelwaldzone | | | | | | |
| IX/X | Fi | Ta-Fi | Fi-Ta-Bu | Ta-Fi-Bu | Fi-Ta-Bu | Ta-Fi-Bu | Ki-Ta-Bu |
| VIII | Fi-Ta | Ta | Fi-Ta-Bu | Ta-Fi-Bu | Fi-Ta-Bu | Ta-Fi | Ta-EM |
| VI/VII | Fi | Ta | Fi-Ta-Bu | Ta-EM | Fi-EM | EM-Ta | EM-Ta |
| V | Fi-Ki | Ki-Ta | Fi-EM | EM-Ta | Fi-EM | EM-Hasel | EM |
| IV | Ki | Ki | Ki-Fi | Ki-EM | Ki | Ki-EM | Ki-EM |

Westalpiner Typus der inneren Nadelwaldzone
Im Westen wandert die Tanne — ebenfalls schon früh — in die Kiefernwälder ein, sie wird aber erst etwa in der Mitte des Postglazials dominierende Baumart. Zur Ausbreitung der Fichte kommt es erst sehr spät, teilweise bereits anthropogen mitbedingt.

Illyrischer Typus
In den südöstlichen Randalpen gibt es schon zu Beginn der Nacheiszeit aus Kiefer und Fichte aufgebaute Wälder. Vom Boreal (V) an ist die Fichte mit herrschende Baumart, zumindest in dem an die Nadelwald-Innenzone grenzenden Bereich. Nach der Ausbreitung von Tanne und Buche im mittleren Postglazial überwiegen Fichten-Tannen-Buchenwälder.

Oberitalienischer Typus
Die frühpostglazialen Kiefernwälder werden in den tieferen (randlichen) Lagen durch den Eichenmischwald, in den höheren von tannenreichen Wäldern abgelöst. Zur Ausbildung von gemischt, aus Fichte, Tanne und Buche aufgebauten Wäldern kommt es erst im Subboreal.

Vorland-Nordalpen-Typus

In den höheren Lagen wird die Kiefer von der Fichte, in den tieferen vom Eichenmischwald abgelöst (nach Westen zunehmendes Haselvorkommen). Der Fichten-Tannen-Buchenwald wird meistens an der Wende Atlantikum/Subboreal (um 2400 v. Chr.) dominant.

Helvetischer Typus

Nach früher Unterwanderung des Kiefernwaldes durch den Eichenmischwald behauptet sich dieser über lange Zeit. Im Boreal (V) wird für die Hasel eine ähnlich starke Ausbreitung angezeigt wie in tieferen Lagen des westlichen Mitteleuropa (Grundfolge!). Als Mischbaumart findet sich die Tanne teilweise schon im mittleren Postglazial; aus Tanne, Fichte und Buche aufgebaute Wälder werden aber erst im Älteren Subatlantikum (IX) dominant.

Provenzalischer Typus

Wie beim Oberitalienischen Typus sind im frühen Postglazial der Eichenmischwald für die tieferen Lagen, tannenreiche Wälder für die höheren kennzeichnend. Später tritt die Tanne zunehmend in den Vordergrund; wie beim Helvetischen Typus kommt es zur Ausbildung von Buchen-Tannenwäldern, allerdings im wesentlichen ohne Fichte, ebenfalls erst im Älteren Subatlantikum.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Entwicklungstypen lassen sich kurz zusammenfassen:

- Der östliche und westliche Typus der inneren Nadelwaldzone sind durch die frühe Ausbreitung der Fichte bzw. der Tanne gut gekennzeichnet.
- Auch in der Randzone manifestiert sich der Unterschied in der Ausbreitung der beiden Nadelbaumarten in gleicher Weise (zwei östliche, drei westliche Typen).
- Das erste Auftreten von gemischt, aus Fichte, Tanne und Buche aufgebauten Wäldern fällt in verschiedene Zeitabschnitte des Postglazials. Am frühesten, bereits im Atlantikum (VI/VII), entstehen Fichten-Tannen-Buchenwälder beim Illyrischen Typus, im Subboreal (VIII) beim Oberitalienischen und beim Vorland-Nordalpen-Typus und erst sehr spät, im Subatlantikum (IX), beim Helvetischen und Provenzalischen Typus (im letzteren Fall ohne Fichte).

Abweichungen der alpinen (montanen) Waldentwicklung von der mitteleuropäischen Grundfolge:

- Im Unterschied zu „Mitteleuropa“ spielt die Birke in der frühen Nacheiszeit nur am Alpenrand örtlich eine gewisse Rolle.

- Der boreale Haselgipfel fällt in der Innenzone der Alpen ganz aus, deutlicher ausgeprägt ist er nur in der nördlichen Randzone.
- Infolge der relativ frühen Ausbreitung der Nadelbaumarten Fichte bzw. Tanne sind die Phasen der mitteleuropäischen Grundfolge in der Regel nur in stark abgeschwächter Form ausgeprägt. So ist etwa die EM-Zeit des mitteleuropäischen Flachlandes im Alpenbereich nur am Rand teilweise deutlich ausgebildet.
- Die in gleicher Weise auf die Randzone beschränkte Buche breitet sich hier oft schon früher aus als nördlich der Alpen. Ihre größte Häufigkeit erreicht sie, in Übereinstimmung mit der Grundfolge, meistens erst im Älteren Subatlantikum (IX).

4. Waldentwicklung in der subalpinen und submontan-kollinen Stufe (vgl. KRAL 1979)

In der subalpinen Höhenstufe (oberhalb 1400/1500 m Seehöhe) schließt sich die Entwicklung, vor allem in der inneren Nadelwaldzone, eng an die montane Stufe an. In der Randzone steigt die Buche nur vorübergehend (Abschnitt IX) bis in subalpine Lagen hinauf. Wie die Tanne verliert sie später an Bedeutung, während die Fichte — teilweise anthropogen bedingt — zunimmt. Im waldgrenznahen Bereich findet sich schon im frühen Postglazial die Zirbe örtlich als Waldbaum, ebenso die Lärche, die sich als Lichtbaumart durch menschliche Einflußnahme oft relativ stark vermehrt. Das Maximum der Wald- und Baumgrenze wird im Subboreal erreicht (2150 bis 2250 m Seehöhe in der Innenzone, ohne Buschwaldgürtel). Der seitherige Rückgang ist sowohl klimatisch bedingt als auch anthropogenen Ursprungs und erfolgte dementsprechend örtlich unterschiedlich stark. In der Regel ist der eigentlichen Waldgrenze seither eine \pm breite, bis zur Baumgrenze hinaufreichende Kampfzone vorgelagert.

In den tiefen, submontan-kollinen Lagen am Rand der Alpen (unterhalb 700/800 m) erreicht der EM naturgemäß höhere Werte als in montanen Vergleichsprofilen; er behält seine Vorherrschaft meistens bis zur Ausbreitung der Buche. Die Bedeutung der Tanne und vor allem der Fichte nimmt zu den tiefen Rendlagen hin deutlich ab.

Dementsprechend ist in abweichenden Höhenstufen mit Varianten der montanen Entwicklungstypen zu rechnen. Die Entwicklung in der submontan-kollinen Höhenstufe stellt den Übergang zu den anschließenden tiefen Lagen im Vorland der Alpen her.

5. Die Entwicklungstypen aus der Sicht der alpinen Waldgeschichte (vgl. KRAL 1979)

Den Entwicklungstypen liegen jeweils bestimmte waldgeschichtliche Gegebenheiten zugrunde. Für Unterschiede bei der Ausbreitung der Baumarten sind vor allem die Lage der letzteiszeitlichen Rückzugsgebiete (Refugien) und ihre spezifische Wandergeschwindigkeit bestimmend. Als modifizierende Faktoren spielen das wechselnde Konkurrenzverhältnis zu anderen Baumarten und nicht zuletzt Klimaunterschiede, wie z.B. bei den Entwicklungsvarianten in verschiedenen Höhenstufen, eine Rolle.

Im einzelnen ist die unterschiedliche Rolle von Fichte und Tanne in den Alpen weitgehend durch die unterschiedliche Lage ihrer Refugien bestimmt. Im Fall der Fichte befanden sie sich südöstlich der Alpen und erstreckten sich bis zum südöstlichen Rand des Gebirges. Dementsprechend erfolgte die Ausbreitung der Fichte im großen und ganzen von Osten nach Westen. Dagegen geht die Tanne auf Refugien im nördlichen Apennin zurück; nach ihrem frühen Auftreten am südlichen Alpenrand weitet sich ihr Verbreitungsgebiet nach Norden bzw. von Westen nach Osten aus. Von der mittleren Nacheiszeit an kommt es zur Überschneidung der Areale von Fichte und Tanne, somit zum Wettbewerb zwischen den beiden Arten. Der divergierende Ausbreitungszeitpunkt macht sich zum Teil noch bis in die Gegenwart in einem höheren Fichtenanteil in den Ostalpen bzw. einem höheren Tannenanteil in den Westalpen bemerkbar.

Die Buche ist in erster Linie von noch nicht näher bekannten Refugien Südosteuropas her in den Alpenraum eingewandert. Wie bei der Fichte erfolgt auch die Ausbreitung der Buche im wesentlichen von Osten nach Westen; ihren Klimaansprüchen gemäß bleibt sie aber im wesentlichen auf die Randzone beschränkt und reicht nur ausnahmsweise über die montane Höhenstufe hinaus. Bei dem sehr unterschiedlichen Zeitpunkt der Entstehung von Fichten-Tannen-Buchenwäldern spielt die vergleichsweise langsame Ausbreitung der Buche eine wichtige Rolle (fehlende Windverbreitung der schweren Früchte!).

Für das kausale Verständnis der Entwicklungsunterschiede (nach Regionen und Höhenstufen) ist unumgänglich, den spezifischen Einfluß und vor allem das komplexe Zusammenwirken zahlreicher ökologischer Einzelfaktoren genauer abschätzen zu können; dies ist bisher aber noch nicht einmal für die Gegenwart befriedigend gelungen.

6. Zur praktischen forstlichen Anwendung

Im Rahmen jeder waldgeschichtlichen Überlegung bildet der Waldentwicklungstyp eine wichtige Grundlage. Pollenanalytische Ergebnisse, insbesondere zu lokalen Fragestellungen, können oft überhaupt nur in Relation zur regionalen Entwicklung richtig interpretiert werden. An einem Fallbeispiel läßt sich zeigen, daß die Waldentwicklungstypen nicht zuletzt auch bei Entscheidungen in der forstlichen Praxis von nicht geringer Bedeutung sein können.

Nach dem Vergleich der Entwicklungstypen sind Waldgesellschaften gleicher Baumarten-Zusammensetzung, z.B. Fichten-Tannen-Buchenwälder, oft auf sehr unterschiedliche Weise entstanden (MAYER 1962). Von der Schattbaumart Tanne her gesehen, bestehen in der montanen Stufe der Alpen grundsätzlich zwei Möglichkeiten (KRAL 1980a):

- In den Westalpen und südwestlichen Ostalpen breitet sich die Tanne in locker aufgebauten kiefernreichen EM-Wäldern aus, somit ohne die Konkurrenz durch eine andere Schattbaumart; Buche und Fichte folgen erst später nach.
- In der Randzone der übrigen Ostalpen breitet sich die Tanne in der Regel gemeinsam mit der Schattbaumart Buche aus, häufig liegt zusätzlich auch Konkurrenz durch Fichte vor.

Der Unterschied in der postglazialen Entwicklungsdynamik, insbesondere im Hinblick auf den Konkurrenzfaktor, läßt auf eine genetische Differenzierung von *Abies* in verschiedenen Teilen der Alpen schließen, die auch im physiologischen Frühstadium nachzuweisen ist (KRAL 1980b):

- Im Westen blieb auf Grund der geringen Konkurrenz die ursprüngliche genetische Mannigfaltigkeit im großen und ganzen erhalten; dementsprechend finden sich dort — bei insgesamt größerer Vielfalt der Typen — auch relativ lichtbedürftige und trockenresistente Ökotypen der Tanne.
- Im Unterschied dazu konnten sich im Osten — gegen die starke Konkurrenz anderer Baumarten — in der Regel nur schattenertragende, feuchtadaptierte Ökotypen der Tanne behaupten.

Der genetische Unterschied hat zahlreiche waldbauliche Auswirkungen (MAYER 1975). Im Westen ist die Tanne, im Osten die Fichte die dominierende — und sich auch reichlicher ansamende — Baumart; darüber hinaus ist die Fichte in gemischt aufgebauten Bergwäldern gegenüber der Tanne deutlich „vorwüchsig“. Dementsprechend können auch waldbauliche Maßnahmen nicht uneingeschränkt von einem Gebiet auf ein anderes übertragen werden.

Verjüngung:

- In den West- und Südalpen läßt sich die Tanne relativ leicht verjüngen, nicht selten sogar auf Freiflächen.
- Zum Ausgleich ihres ausgeprägten Schattbaumcharakters und ihrer großen Empfindlichkeit gegen Freistand muß die Verjüngung der Tanne im Osten bevorzugt auf Femelschlag ausgerichtet werden (nur trupp- oder horstweise Entnahme von Stämmen aus dem Bestand).

Erhaltung der Tanne als Mischbaumart:

- Im Westen ist die hier konkurrenzkräftigere Tanne relativ leicht im Bestand zu erhalten.
- Im Osten unterliegt die Schattbaumart leicht der Fichte bzw. deren ausgeprägterem Pioniercharakter, insbesondere bei menschlicher Einflußnahme und bei Wildverbiß. In der Jungwuchsphase mit „Vorwüchsigkeit“ der Fichte kann der Tanne durch rechtzeitige Kronenpflege entscheidend geholfen werden.

Wiedereinbringen der Tanne in tannenfreie Bestände:

- Auch das Einbringen der Tanne in frühere Tannenwaldgesellschaften ist im Westen recht problemlos möglich.
- Im Osten erstreckt sich die Umwandlung von Fichtenbeständen in gemischt aus Fichte und Tanne aufgebaute Waldgesellschaften meistens über längere Zeiträume.

Das Beispiel der Tanne zeigt, daß oft erst eine größere Zahl von Grundlagen bzw. ihre gegenseitige Verknüpfung schließlich zur praktischen Anwendung führt. Das Herstellen von Querverbindungen zwischen verschiedenen Disziplinen, im vorliegenden Fall zwischen der Waldgeschichte und der Forstgenetik (KRAL 1991), führt durch gegenseitige Ergänzung zu einem wesentlich besseren Verständnis der Zusammenhänge. Auf dieser Basis gelingt der Schritt zur praktischen Anwendung leichter, im forstlichen Bereich meist in der Form von Empfehlungen bestimmter waldbaulicher Maßnahmen.

Literatur

- FIRBAS F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Bd. 1. G. Fischer, Jena.
- KRAL F., 1974: Grundzüge einer postglazialen Waldgeschichte des Ostalpenraumes. In: MAYER H. (Ed.), Wälder des Ostalpenraumes, p. 236-273. G. Fischer, Stuttgart.

- KRAL F., 1979: Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. 175 pp. Österr. Agrarverlag, Wien.
- KRAL F., 1980a: Waldgeschichtliche Grundlagen für die Ausscheidung von Ökotypen bei *Abies alba*. In: MAYER H. (Ed.), 3. Tannen-Symposium, IUFRO-Gruppe Ökosysteme, p. 158-168. Österr. Agrarverlag, Wien.
- KRAL F., 1980b: Untersuchungen zur physiologischen Charakterisierung von Tannenprovenienzen. In: MAYER H. (Ed.), 3. Tannen-Symposium, IUFRO-Gruppe Ökosysteme, p. 139-157. Österr. Agrarverlag, Wien.
- KRAL F., 1991: Die Anwendung der Pollenanalyse im Rahmen forstlicher Fragestellungen. 78 pp. Veröff. Inst. Waldbau, Univ. Bodenkultur Wien.
- KRAL F., 1992: Die postglaziale Entwicklung der natürlichen Vegetation Mitteleuropas und ihre Beeinflussung durch den Menschen. In: FRANZ H. (Ed.), Die Störung der ökologischen Ordnung in den Kulturlandschaften. Veröff. Kommission f. Humanökologie, Bd. 3, p. 7-36. Österr. Akad. Wiss., Wien.
- KRAL F., 1994: Beiträge der Rohhumus-Pollenanalyse zu waldgeschichtlichen Fragestellungen. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 131, 185-191.
- LÜDI W., 1955: Die Vegetationsentwicklung seit dem Rückzug der Gletscher in den mittleren Alpen und ihrem nördlichen Vorland; mit Ausblicken auf die Ost- und Westalpen. Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel Zürich f. 1954, p. 36-68.
- MAYER H., 1962: Waldbauliche Aspekte der Entstehung des nordalpinen Tannen-Buchen-Waldes (*Abieti-Fagetum*). Schweiz. Z. Forstwes. 113, 369-384.
- MAYER H., 1974: Wälder des Ostalpenraumes. G. Fischer, Stuttgart.
- MAYER H., 1975: Waldbauliche Bedeutung der geographischen Rassen von Waldgesellschaften. (In: KRAL F., MAYER H. & ZUKRIGL K., Die geographischen Rassen der Waldgesellschaften in vegetationskundlicher, waldgeschichtlicher und waldbaulicher Sicht). Beitr. naturkd. Forsch. Südw.-Dtschl. 34 (OBERDORFER-Festschrift), 175-185.
- RUDOLPH K., 1930: Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldgeschichte Mitteleuropas. Beih. Bot. Cbl. 47 (2), 111-176.

SCHARFETTER R., 1938: Das Pflanzenleben der Ostalpen. F. Deuticke, Wien.

STRAKA H., 1975: Pollen- und Sporenkunde. G. Fischer, Stuttgart.

Manuskript eingelangt: 1995 03 08

Anschrift des Autors: Univ.-Prof. Dr. Friedrich KRAL, Gentzgasse 10, A-1180 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [132](#)

Autor(en)/Author(s): Kral Friedrich

Artikel/Article: [Nacheiszeitliche Waldentwicklungstypen in den Alpen 1-12](#)