

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	113 (1962)
Heft:	7
Artikel:	Waldbauliche Aspekte der Entstehung des nordalpinen Tannen-Buchen-Waldes (Abieti-Fagetum)
Autor:	Mayer, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-768037

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: 17.01.2026

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

Waldbauliche Aspekte der Entstehung des nordalpinen Tannen-Buchen-Waldes (*Abieti-Fagetum*)¹

Von H. Mayer, Sonthofen/Allgäu

Oxf. 182.3

Wenn man heute naturnah aufgebaute Tannen-Buchen- und Tannenwälder an der Nordabdachung der Alpen in der Schweiz (Kuoch 1954) und im Gebiet der Chiemgauer und Kitzbüheler Alpen sowie in den nördlichen Hohen Tauern/Zillertaler Alpen (Mayer 1961) vergleicht, ergeben sich bei analogen Gesellschaften nicht unerhebliche Unterschiede. Gegen Osten werden bei sinkenden oberen Verbreitungsgrenzen *Abieti-Fagetum* und *Abietetum* in immer tieferen Berglagen konkurrenzkräftig. Im Westen treten an der unteren Verbreitungsgrenze Buchen- und Laubmischwälder mit tannenreichen Bergwäldern in Kontakt, während im Osten anstelle laubbaumreicher Vegetationseinheiten fichtenreiche Nadelwälder in einer breiten Zone angrenzen. Unterschiede in Höhenlage, Verbreitung, Standortklima und Kontaktgesellschaft sowie in der Leistungsfähigkeit und im waldbaulichen Verhalten sind nicht so auffällig wie der abweichende Aufbau, der aus mittleren Mengen (Stetigkeit und Artmächtigkeit, vgl. Kuoch 1954) von wesentlichen Assoziationsmerkmalen ersehen werden kann (Tabelle 1).

Tabelle 1

Mittlere Mengen wesentlicher Assoziationsmerkmale in westalpinen (Kuoch 1954) und ostalpinen (Mayer 1959) Gesellschaften

	<i>Abieti-Fagetum</i>		<i>Abietetum</i>	
	Westalpen	Ostalpen	Westalpen	Ostalpen
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1—12	1—7	+—1	+—1
<i>Fagus silvatica</i>	35—51	27—51	+—5	+—6
<i>Abies alba</i>	20—29	15—36	35—36	29—35
<i>Picea abies</i>	6—8	11—24	12—26	34—43
<i>Fagion</i> -Charakterarten	21—63	6—60	12—35	4—40
<i>Fagetalia</i> -Charakterarten	39—62	13—53	5—39	3—37
<i>Piceion</i> -Charakterarten	0—+	+—2	2—4	4—10
<i>Piceetalia</i> -Charakterarten	2—10	0—6	27—48	28—79

¹ Vortrag beim Internationalen Symposium 1962 über Pflanzensoziologie und Palynologie in Stolzenau/Weser.

Sowohl im *Abieti-Fagetum* als auch im *Abietetum* existieren vergleichbare Vegetationsunterschiede. Im Tannen-Buchen-Wald gehen ostwärts die mittleren Mengen von Bergahorn, *Fagion*- und *Fagetalia*-Arten zurück. Die Fichte verdoppelt bis verdreifacht ihren Anteil. Deutlicher sind die Abweichungen beim *Abietetum*. Linde und auch Laubwaldarten verlieren Boden, während sich Fichte und Nadelwaldarten merklich ausdehnen. Gegen Osten nimmt also der Nadelwaldeinfluß durch stetes Auftreten der Fichte als vitale montane Mischbaumart zu, der Laubwaldeinfluß direkt und indirekt durch den größeren Anteil von Nadelwaldarten ab. Im Tannenwald und besonders in artenärmeren, acidophilen Subassoziationen (*Luzulo-Abietetum*) prägt sich der Nadelwaldcharakter in den Ostalpen stark aus, und die Fichte wird zu einem wesentlichen und charakteristischen Gesellschaftsglied. Das reichlichere ostalpine Fichtenvorkommen in natürlichen Waldgesellschaften kann eine Reihe von Gründen haben:

- a) Standortunterschiede im engeren Sinn, wie Höhenlage, geologischer Untergrund, edaphische Verhältnisse; zum Beispiel Überwiegen nadelbaumfördernder Unterlagen in den Ostalpen.
- b) Abweichende Klimaverhältnisse nach Jahrestemperatur, Niederschlägen oder Klimacharakter; zum Beispiel subkontinentaleres nadelwaldbegünstigendes Klima im Osten.
- c) Unterschiedliche postglaziale Entstehung west- und ostalpiner Gesellschaften, die sich heute noch im Aufbau auswirkt. Nur dieser Problemkreis soll hier näher betrachtet werden.

1. Entstehung des *Abieti-Fagetum* in den Chiemgauer Alpen (Abb. 1, Tab. 2)

Die Pollenanalyse des Profils Reit im Winkl/Winklmoos-Sulzenmoos (1060 m) gibt repräsentativ die Einwanderungsgeschichte der wichtigsten montanen *Mischbaumarten* wieder.

Picea: Im frühen Postglazial, als die praeborealen *Pinuswälder* montane Standorte zwischen 800 bis 1400 m einnahmen, sind bereits die ersten Fichtenpollen nachweisbar. Dann breitet sich in der borealen Eichenmischwald-Fichten-Hasel-Zeit anschließend an den starken Rückgang von *Pinus* die Fichte so rasch aus, daß Eichenmischwaldarten und Hasel nur kurzfristig zu einer nicht übermäßigen Dominanz kommen. In der mittleren Wärmezeit herrscht während der mitteleuropäischen EMW-Zeit die Fichte mit durchschnittlichen Werten von 50 bis 60 Prozent vor. Gegen Ende des Atlantikums verringert sich der Fichtenanteil, der im Subboreal und vor allem älteren Subatlantikum zur Zeit des Tannen- und Buchenoptimums die geringsten Werte erreicht. Anthropogen bedingt nimmt dann die Fichte wieder zu.

Abies: Gleichzeitig mit *Fagus* wandert *Abies* in der älteren Fichten-Eichenmischwaldzeit ein und breitet sich kräftig im jüngeren Atlantikum aus. Während der subborealen Fichten-Tannen-Zeit erreicht sie maximale

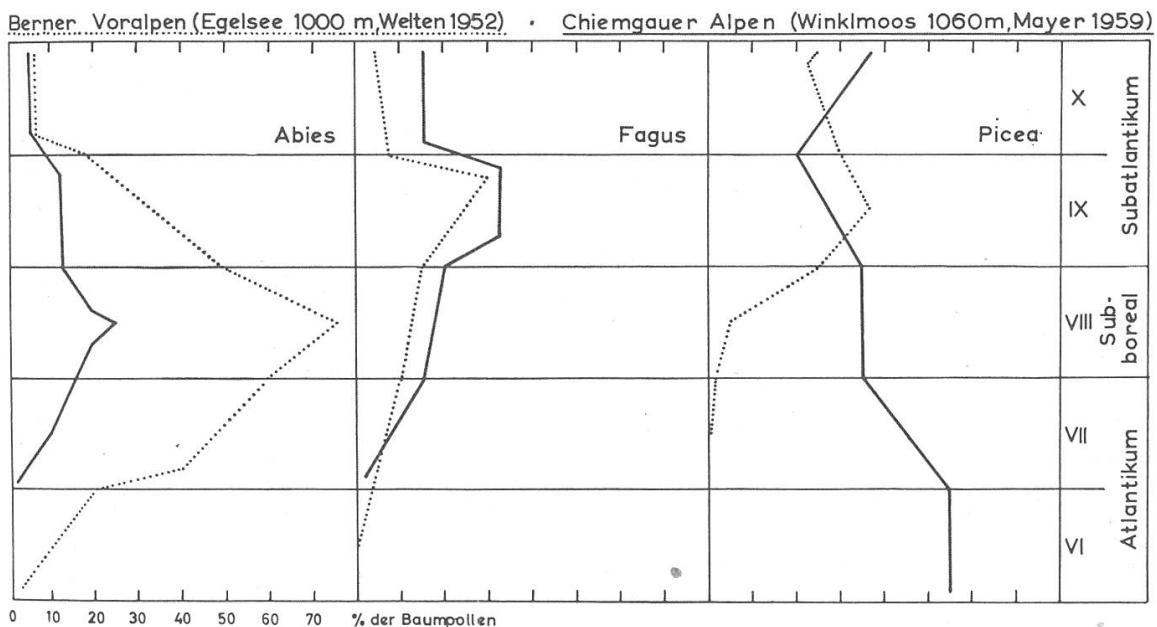


Abb. 1

Einwanderungsgeschichtlicher Vergleich von *Abies*, *Fagus* und *Picea* in den Berner Voralpen und Chiemgauer Alpen belegt die unterschiedliche Entstehung des Fichten-Tannen-Buchenwaldes (*Abieti-Fagetum*) in diesen Gebieten

Fig. 1

La comparaison de l'histoire de la migration du sapin, du hêtre et de l'épicéa dans les Pré-alpes bernoises et les Alpes de Chiemgau souligne la formation différente de la hêtraie à sapin (*Abieti-Fagetum*) de ces régions.

Werte um 20 bis 25 Prozent, die in der Nachwärmezeit kontinuierlich abfallen. Bereits vor Beginn des stärkeren menschlichen Einflusses vermindert sich unter natürlichen Verhältnissen ihr Anteil.

Fagus: Nach gemeinsamer Einwanderung breitet sich *Fagus* zögernder aus als *Abies*. In der älteren Nachwärmezeit gedeiht die Buche optimal im montanen Bergwald bei Pollenwerten von 30 bis 40 Prozent. Durch den salinarischen Kahlschlagbetrieb verliert die Buche in der jüngeren Nachwärmezeit besonders viel Areal.

Die Fichte spielt also seit der Einwanderung eine beherrschende Rolle im montanen Bergwald der Chiemgauer Alpen. Nur die Buche, nicht aber die Linde erreicht im jüngeren Postglazial vorübergehend einen höheren Pollenanteil. Die Linde konnte sich zwar früher, aber mit geringeren Mengen als die Buche gegenüber der Fichte durchsetzen. In der Nachwärmezeit prägt gerade die Buche den Charakter des montanen Voralpenwaldes.

Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der sonstigen Mischbaumarten und der Waldentwicklung in den Tal- und Hochlagen (Tabelle 2) lässt sich die Entstehung des *Abieti-Fagetum* gut rekonstruieren, nachdem an der Nordabdachung der mittleren Ostalpen (Vor-, Zwischen- und Innenalpen) differenzierte analoge und homologe (zum Beispiel *Abieti-Fagetum* et *Abietetum*

Tabelle 2

Pollendurchschnittswerte aus vergleichbarer Höhenlage in den Berner Voralpen und in den Chiemgauer Alpen

Höhenstufe	submontan		montan		tiefsubalpin		
	590	500	1000	1060	1500	1540	
Vergleichsgebiete	Berner Voralpen	Chiemgau	Berner Voralpen	Chiemgauer Alpen	Berner Voralpen	Hochkönig	
Nummer	1	2	3	4	5	6	
<i>Fagus</i>	X IX VIII VII VI	60—10 60—80 20—70 5—60 +	30—15 25—35 10—20 5—20 +*	20—3 10—30 5—15 +—5 +	15—10 25—35 15—20 —10 +	5 5—10 10 —5 —	+ 10—15 5—10 ? ?
<i>Abies</i>	X IX VIII VII VI	5 20—10 30—50 20—30 —20	10—8 10 10—15 —10 +	10—2 20—10 50—80 40—60 —10	10—5 10—15 15—25 —15 +	20—5 20—30 30—40 70—80 —5	—2 5—15 15—20 ? ?
<i>Picea</i>	X IX VIII VII VI	10—70 5—30 20—40 5—10 +	18—27 25—20 35—30 40—35 40	20—30 20—40 5—30 —3 +	25—35 35—25 40—30 45—35 60—50	50—70 40—60 —40 —5 —	60—80 65—75 50—60 ? ?
<i>Pinus</i>	X IX VIII VII VI	—30 5 5 5 5	17—26 10—20 10 15—10 25—15	5—60 5—10 —5 —5 —5	5—35 5 5 5 15—5	55—10 5 5 5 10	10—20 5—10 5 ? ?
EMW	X IX VIII VII VI	—5 5 5 30—10 60—80	5 5 —5 20—10 20—15	—3 —5 —5 30—5 40—50	2—1 5—3 5 15—10 30—25	—5 —5 —5 20—5 35—45	— + 2—4 ? ?

1. Faulensee (Welten 1944)
2. Chiemgau (Paul-Ruoff 1927)
3. Egelsee (Welten 1952)

4. Winklmoos-Sulzenmoos (Mayer 1959)
5. Bruchsee (Welten 1952)
6. Mitterberg-Troiboden (Firbas 1923)

festucetosum) Gesellschaften unter verschiedenem Klimacharakter, der Parallelen zu Phasen der postglazialen Klimaentwicklung aufweist, vorkommen (Mayer 1961).

Es ist Lang (1962) zuzustimmen, daß unser Wissen über die zeitliche Entwicklung und die Entstehungsart spätglazialer Gesellschaften noch recht dürfig und wenig gesichert ist. Bei einem indirekten Deutungsversuch der Genese jüngerer Assoziationen aus dem späten bis mittleren Postglazial durch Analogieschlüsse auf Grund der aktuellen Vegetation kann der Unsicherheitsfaktor auf ein Minimum reduziert werden, wenn sich die Beurteilung auf umfassende Grundlagen stützt, die den komplexen palynologischen, ökologischen, soziologischen und dynamischen Problemen entsprechen. Als weitere Unterlagen für eine aktuelle Deutung sind notwendig:

- a) Genauer Einblick in das standörtliche Abhängigkeitsgefüge montaner Waldgesellschaften unter heutigen Klimaverhältnissen in den «subatlantischen» Westalpen (Kuoch, 722 Aufnahmen) und den «subkontinentalen» Ostalpen (Mayer 1961, 458 Aufnahmen). Ansatzpunkte für eine Beurteilung liefern die in einem klimatisch einheitlichen Gebiet heute nicht mehr optimal entwickelten, insbesondere reliktischen Klimagesellschaften als Zeugen abgelaufener Waldentwicklungsabschnitte (Abb. 2).
- b) Genügend dichtes Netz auswertbarer Pollenprofile in soziologisch eingehend bearbeiteten Gebieten mit Aufschlüssen über die Waldentwicklung auch in horizontal (Vor- bis Innenalpen) und vertikal (*Fagetum* und *Piceetum*) benachbarten Gebieten (Tabelle 2). Auf dem Verhältnis von rezentem Pollenanteil und heutiger naturnaher Vegetation in bestimmten Gebieten sowie auf parallelen früherer Waldentwicklungsabschnitte zur gegenwärtigen Vegetation in jetzt klimatisch abweichenden Nachbargebieten basiert zu einem wesentlichen Teil die aktuelle Deutung. Durch zunehmende Bestimmbarkeit der Nichtbaumpollen (zum Beispiel Charakterarten wie *Ericales*, *Lycopodium*, *Polygala chamaebuxus* usw.) vergrößert sich die Aussagefähigkeit.
- c) Grundzüge der postglazialen Klimaentwicklung, die in groben Zügen für Mitteleuropa feststeht. Für den alpinen Bereich ist mit mehr oder minder belangvollen Abweichungen zu rechnen. Nach Firbas (1949) und Lüdi (1955) kann der Klimaablauf im Postglazial wie folgt charakterisiert werden:

Präboreal	IV	aufwärmend, trocken
Boreal	V	warm, trocken
Atlantikum	VI	warm, feuchter werdend
	VII	warm, feucht
Subboreal	VIII	abnehmende Wärme, zeitweise trocken
	IX	kühler, feuchter
Subatlantikum	X	kühl, feucht

Jahresniederschlag Sommer t-Schwankung	Bayern – Tirol (M a y e r 1961)	Alpengebiet	Ostschweiz (K u o c h 1954)	Jahresniederschlag (6–8) t-Schwankung
1300–2200 mm (450–800)	<i>Abieti-Fagetum</i> <i>(Luzulo-Abietetum)</i>	Voralpen	<i>Abieti-Fagetum</i> <i>(Abietetum)</i>	1300–1800 mm (450–700)
15,5–19,0 °C				15,0–18,5 °C
1000–1500 mm (420–600)	<i>Asperulo-</i> <i>Abieti-Fagetum</i> <i>Luzulo-</i> <i>Abietetum</i>	Zwischenalpen	<i>Abietetum</i> <i>(Abieti-Fagetum)</i>	900–1300 mm (300–450)
16,0–20,0 °C				16,0–19,0 °C
900–1300 (390–550) 18,5–21,5 °C	<i>Abietetum</i> <i>(Abieti-Fagetum)</i>	Innenalpen	<i>Piceetum montanum</i> <i>(Abietetum)</i>	650–1100 mm (250–400)
800–1100 (300–400) 18,0–22,0 °C	<i>Piceetum m.</i> <i>(Asperulo-Abietetum)</i>			17,0–21,5 °C

Abb. 2

Klimaxgesellschaften und kennzeichnende Klimarahmenwerte in verschiedenen östlichen und westlichen Gebieten der Nordalpen. Assoziationen in Klammer relikтив or nur klimaxnah.

Fig. 2

Associations climatiques et valeurs climatiques caractéristiques dans différentes régions orientales et occidentales des Alpes septentrielles. Les associations entre parenthèses sont des associations reliées ou seulement proches du climax.

Auf verschiedene *Pinus*-Waldgesellschaften (Zirben-Lärchen-Wälder in höheren Lagen, Schneeheide-Fohrenwälder in tieferen und wärmeren Lagen sowie Latschenbestockungen an Steilhängen) folgen während der mittleren Wärmezeit nach vorübergehendem Auftreten von Laubmischwäldern mit Bergulme, Linde, Bergahorn, auch Eiche, Esche und reichlich Hasel uniforme montane Fichtenwälder. Sie sind zum Teil dem heutigen *Piceetum montanum galietosum* in den inneren Alpentälern vergleichbar. An trockeneren Standorten waren diese Gesellschaften angereichert durch thermophile Baumarten wie Linde, Eiche, auch Fohre, Lärche, während an feuchteren Standorten als Mischbaumarten und Begleiter Bergulme, Bergahorn, Esche und vor allem auch Weißerle in Frage kommen. Nach dem Aufbau der hygrophilen Gesellschaften besteht Ähnlichkeit zu den heutigen baltischen Fichtenmischwäldern mit optimal entwickelten Laubbäumen (gemischte Hainwälder).

Im Subboreal entwickelt sich dann vor allem montan und hochmontan auf hochstaudenreichen Standorten, in ebenen Lagen, auf bodensaurem Gestein sowie bei sehr feuchten Böden ein tannenreicher Fichtenwald, ähnlich dem heutigen *Abietetum*. Nach Vergleich mit der Waldentwicklung in den Kitzbüheler Alpen und nördlichen Hohen Tauern sowie in den Schweizer Alpen (Lüdi 1955) können die klimaxnahen Subassoziationen *myrtilletosum*, *adenostyletosum alliariae*, *equisetosum*, kaum schon die typischen *elymetosum* und *festucetosum* angenommen werden. Vom heutigen montanen Waldgesellschaftskomplex her gesehen konnte sich – außer *Abietetum* – ein typischer Fichten-Tannen-Wald dort entwickeln, wo sich jetzt noch standörtlich bedingt Tannen-Varianten des *Abieti-Fagetum* abzeichnen, nämlich vor allem in höher gelegenen Standorten und auf nadelbaumfördernder Unterlage (tonreiche Gesteine, bodensaure Unterlage, Pseudogleyböden und podsolige Böden). Während des SubboREALS entsteht nun schon tiefmontan und am äußeren Alpensaum auf begrenztem Areal das *Abieti-Fagetum*. Soziologisch und standörtlich kann es sich dabei nur um Vegetationseinheiten handeln, die heute am buchenreichsten sind und keine *Abies*-Varianten ausbilden sowie lokalklimatisch begünstigte Standorte auf laubbaumfördernder Unterlage (Hartkalk und Dolomit, Humuskarbonatböden, hochentwickelte Hangbraunerden) mit basenreichen, warmen, gut durchlüfteten Böden besiedeln. Im Subboreal ist deshalb beim allerdings fichten- und tannenreicheren *Abieti-Fagetum* als heute schon mit den Subassoziationen *adenostyletosum glabrae* (vor allem *Carex alba*-Ausbildung), *caricetosum pendulae* und *allietosum* zu rechnen. Damals stiegen tannenreiche Gesellschaften rund 200 m höher als heute. Allmählich verlagerte sich im Subatlantikum ihr Areal in den heutigen Höhenbereich von 600 bis 1400 m.

Erst seit der älteren Nachwärmezeit existiert ein ähnlicher Waldgesellschaftskomplex wie heute. Das *Abieti-Fagetum* ist nun optimal entwickelt. Jetzige Gesellschaftsrelikte des «subalpinen Buchenmischwaldes» in 1400 bis

1500 m Höhe (*Abieti-Fagetum adenostyletosum glabrae*, *Carex ferruginea*-Ausbildung) entstanden in dieser Zeit. Die Assoziation war damals buchen- und auch tannenreicher als heute. Parallelen zum jetzigen montanen Waldgesellschaftskomplex in den Schweizer Voralpen sind auffällig, wo tiefmontan Buchenwaldgesellschaften auftreten und der Anteil von Tanne höher und von Fichte niedriger als in den Ostalpen ist. Die Konkurrenzkraft der Buche auf laubbaumfördernder Unterlage war so groß, daß auch hochmontan zum Teil vorübergehend buchenbeherrschte Gesellschaften entstanden (*Acereto-Fagetum* mit Hochstaudenunterwuchs). Für die heute buchenreichen Subassoziationen des *Abieti-Fagetum* (*adenostyletosum glabrae*, *caricetosum pendulae* und *allietosum*) ist eine so weitgehende Entmischung wahrscheinlich, daß vorübergehend infolge des geringen Anteils an Nadelbäumen ein *Fagetum* entstand, wie es heute noch in den Schweizer Voralpen existiert. Die anderen Subassoziationen des *Abieti-Fagetum*, insbesondere die Tannen-Varianten waren zweifellos buchenreicher als heute. Im edaphisch bedingten hochmontanen *Abietetum* auf feinerdereichen Böden mit unausgeglichenem Wasserhaushalt ist ebenfalls mit einem stärkeren Buchenvorkommen zu rechnen. Ob die Buche mit einem nennenswerten Anteil die Oberschicht erreichte, erscheint zweifelhaft. Im Charakter dürfte damals das *Abietetum myrtilletosum* und *equisetosum* den heutigen Tannen-Varianten des *Abieti-Fagetum* (zum Beispiel *luzuletosum silvaticae*) nahegekommen sein. Am Gesellschaftsaufbau war die Fichte in der Buchenzeit mit dem geringsten Anteil im gesamten Postglazial beteiligt.

Seit dem späten *Mittelalter* beginnt dann ein starker anthropogener Einfluß, der im Gebiet zur Dominanz von Fichtenforstgesellschaften führte und naturnah aufgebaute Gesellschaften bis auf Reste zerstörte. Der Tannenanteil erwies sich widerstandsfähiger als die Buchenbeimischung. Da in den Chiemgauer Alpen, von wenigen Standorten des *Abietetum* abgesehen, heute das *Abieti-Fagetum* als Klimax-Assoziation herrscht, gibt das Verhältnis der drei Mischbaumarten zueinander im Laufe der Waldgeschichte auch Aufschluß über die unterschiedliche Gesellschaftszusammensetzung (Tabelle 3).

Im ostalpinen *Abieti-Fagetum* hat die Fichte seit jeher eine entscheidende Rolle gespielt. Sekundär war die Tanne von Bedeutung. Gegenüber den Nadelbäumen hat sich die Buche erst später durchgesetzt. Zahlreiche lokale und regionale Abweichungen von der angedeuteten schematischen Entwicklung sind in Rechnung zu stellen. Einzelheiten der Gesellschaftsentstehung sind durch Pollenanalysen von Rohhumusauflagen und Moortorfen in ausgedehnten einheitlichen Subassoziationen zu erarbeiten.

2. Entstehung des *Abieti-Fagetum* in den Berner Voralpen (Welten 1952)

Das in rund 1000 m Höhe gelegene Profil Egelsee (Abb. 1, Tabelle 2) kann für Teile der Schweizer Voralpen Verbreitungsgeschichte der Baumarten und Gesellschaftsentstehung charakterisieren. *Abies* im Boreal einwandernd, brei-

tet sich in der älteren Eichenmischwaldzeit rasch aus und herrscht bereits im älteren Atlantikum vor. Mit einem Pollenanteil von 50 bis 80 Prozent dominiert die Tanne im Subboreal. Schon in der älteren Nachwärmezeit verliert sie erheblich Areal und wird auch anthropogen zurückgedrängt. *Fagus* wandert etwas später ein als *Abies*, dehnt sich langsamer aus und kann erst im älteren Subatlantikum Werte von 20 bis 30 Prozent erreichen. Auch die Buche verliert in der Neuzeit an Boden. *Picea* kommt gegen Ende der Eichenmischwald-Tannen-Zeit auf und setzt sich erst im späteren Subboreal stärker durch. Gleichzeitig mit *Fagus* erreicht *Picea* in der Buchenzeit mit Werten von 30 bis 40 Prozent unter natürlichen Verhältnissen den größten Pollenanteil, der dann im jüngeren Subatlantikum nur unbedeutend zurückgeht und in der Neuzeit wieder ansteigt.

Westalpin kommt also *Abies* die beherrschende Rolle zu. Gegenüber *Fagus* wird *Picea* verspätet von Bedeutung, die erst in jüngerer Zeit vor allem durch forstliche Begünstigung stärker hervortritt. Aufschlußreich für den Werdegang des *Abieti-Fagetum* ist das Verhältnis von Tanne, Buche und Fichte (Tabelle 3). Kontinuierlich nimmt der Tannenanteil ab. Die Fichte dringt zunehmend stärker in den montanen Mischwald ein. Vollends durch ihre bewußte Förderung wird der Aufbau west- und ostalpiner Bergwälder immer ähnlicher, wenngleich schweizerische Gesellschaften im späten Postglazial stets fichtenärmer und tannenreicher waren und am ehesten noch *Fagus* im nördlichen Alpenbogen eine vergleichbare Rolle spielt.

In den Berner Voralpen verlief die Entwicklung des *Abieti-Fagetum* im Vergleich zu den Ostalpen abweichend. Nach praeborealen *Pinus*-Wäldern und stärker als im Osten in Erscheinung getretenen haselreichen Eichenmischwäldern entstand zunächst ein *Abietetum*, das im älteren Atlantikum und im Subboreal auch in den Voralpen dominierte, während die Assoziation heute für die nördlichen Zwischenalpen die montane Klimaxvegetation darstellt. Nur in tiefer Lage und auf laubbaumfördernder Unterlage bildete sich damals bereits ein *Abieti-Fagetum*. Im älteren Subatlantikum wurden in den

Tabelle 3

Verhältnis der Pollenwerte von Fichte, Tanne und Buche in den Chiemgauer Alpen
(Mayer 1959) und Berner Voralpen (Welten 1952)

Zeitabschnitt	Chiemgauer Alpen			Sa	Berner Voralpen		
	<i>Abies</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>		<i>Abies</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>
VI	100	—	—	100	95	5	—
VII	70	15	15	100	85	10	5
VIII	50	30	20	100	70	15	15
IX	40	20	40	100	40	30	30
X { a	55	15	30	100	30	25	45
X { b	70	10	20	100	15	25	60

Voralpen immer mehr Standorte vom *Abieti-Fagetum* erobert, während das *Abietetum* nur noch ein kleines Areal behaupten konnte. Erst in der älteren Nachwärmezeit drang in den montanen Bergwald die Fichte stärker ein, die aber auch durch den Menschen begünstigt nicht den hohen Anteil am Bestandesaufbau wie in den Ostalpen erreichte.

3. Waldbauliche Beurteilung der west- und ostalpinen Tannen-Buchenwald-Entstehung.

Zwischen den jetzigen Aufbauunterschieden des *Abieti-Fagetum* in Ost und West und der andersgearteten Gesellschaftsentstehung scheint ein ursächlicher Zusammenhang zu bestehen. Nahezu die gleiche Bedeutung, welche die Fichte für die Entstehung der montanen Mischwälder im ostalpinen Untersuchungsgebiet spielt, besitzt die Tanne in den nördlichen Berner Alpen. Wirkt aber tatsächlich noch die frühere Dominanz der primär gesellschaftsbildenden Baumarten nach, da das *Abieti-Fagetum* auch heute noch im Osten fichtenreicher und im Westen tannenreicher ist? Seit dem älteren Subatlantikum, der Buchenzeit, herrscht in den Voralpen das *Abieti-Fagetum*. Ein Zeitraum von 2000 bis 2500 Jahren müßte ausreichend gewesen sein für eine weitgehende Angleichung im Aufbau. Noch dazu wirkte der anthropogene Einfluß in den letzten 800 Jahren nivellierend. Es können aber auch standörtliche Unterschiede, vor allem abweichende Klimaverhältnisse im Westen (subozeanisch) und Osten (subkontinental) den heutigen unterschiedlichen Aufbau des west- und ostalpinen *Abieti-Fagetum* mitbedingen, verursachen oder seit Entstehung aufrechterhalten. Eingehendere Untersuchungen sollen diese Zusammenhänge klären.

Ergeben sich aus der unterschiedlichen Entstehung noch weitergehende Folgerungen? Von den unmittelbar vergleichbaren (analogen) Subassoziationen unterscheidet sich das west- und ostalpine *Abieti-Fagetum elymetosum* am geringsten im Aufbau. Sind die beiden Vegetationseinheiten trotzdem waldbaulich gleichwertig? Hat sich die unterschiedliche Entstehung des *Abieti-Fagetum* nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ ausgewirkt? Wie sind genetisch die Baumarten zu beurteilen (vgl. Firbas 1949, S. 281 und 285)? Arteigene Anlagen wie Standortansprüche, Rasch- oder Langsamwüchsigkeit, Lichtbedürfnis oder Schattenerträgnis besitzen innerhalb der Populationen, ja sogar innerhalb von Ökotypen eine \pm große Amplitude. So ist zum Beispiel der Lärchen-Hochlagentyp im *Piceetum subalpinum* der Berchtesgadener Kalkalpen extrem lichtbedürftig, langsamwüchsig, relativ krebsanfällig, dickborkig und starkastig. Der Tieflagen-Ökotyp der Lärche im *Abieti-Fagetum* ist weniger lichtbedürftig, raschwüchsig, weitgehend krebsresistent, dünnborkig und feinastig (Mayer 1954). Die genetische Fixierung einzelner Merkmale erhärtet ein laufender Anbauversuch. Eine unterschiedliche Entstehung der beiden Herkünfte ist durchaus möglich. Existiert bei Tanne und Fichte eine ähnliche Aufspaltung in Ökotypen durch die unterschiedliche Entstehung?

Durch die hemmende Alpenbarriere gelangte die *Tanne* relativ spät (bereits um 7000 v. Chr. in den insubrischen Alpentälern) und auf unterschiedlichen Wanderwegen in die Nordalpen. Sie erreichte die Chiemgauer Alpen von Osten und Südosten kommend bei ihrer Einwanderung von eiszeitlichen Refugialgebieten auf dem Balkan her. Von Südwesten (Alpenrand, Jura, Zentralmassiv) vorstoßend (Refugialgebiete auf der apenninischen und iberischen Halbinsel) gelangte sie in die Schweizer Voralpen. In der Bodenseegegend scheinen West- und Osttanne gleichzeitig angekommen zu sein. Inwieweit die tatsächliche Einwanderung in bestimmten Gebieten diesen schematischen Modellvorstellungen entsprach (vgl. Bertsch 1953), bedarf noch eingehender mühevoller pollenanalytischer Sichtung an mutmaßlichen Wanderwegen. Die Tanne in Ost und West entstammt also im großen gesehen verschiedenen weit voneinander entfernten Refugialgebieten. Eine primäre genetische Fixierung der beiden Herkünfte ist nicht ausgeschlossen. Größeres Schattenerträgnis der Osttanne wäre zum Beispiel möglich, da diese infolge der Spätfröste an der östlichen Arealgrenze stärker als im Westen auf Verjüngung unter Schirm angewiesen ist. Krauss (1952) hält Osttannen nach Beobachtungen im Frostwinter 1928/29 für stärker frostselektiert als Westtannen, nachdem damals im Bayerischen Wald trotz schärferer Fröste geringere Schäden als im Schwarzwald zu verzeichnen waren. Der Einfluß standörtlicher Unterschiede wurde noch nicht abgeklärt. Kohn (1962) untersuchte daraufhin die Frosthärtete an Nadeln und Knospen von zwei Provenienzen der Ost- und Westtanne mittels methodisch gut durchdachter Versuche und stellte fest, daß im Winter 1958/59 die maximale Nadelfrosthärtete $-34,5^{\circ}\text{C}$ betrug. Im Vor- und Nachwinter war ähnlich wie bei der Knospfrosthärtete (1959/60 maximal $-26,5^{\circ}\text{C}$) die Schwarzwaldtanne (St. Märgen) wiederholt bis 3°C frostärter als die Tanne aus dem Bayerischen Wald (Kötzing). Wenn auch weitere geringe Frosthärteteunderschiede im Gegensatz zur Arbeitshypothese auftraten, können erst auf Grund eines breiteren Grundlagenmaterials endgültige Schlüsse gezogen werden.

Die Tanne unterwanderte in den Chiemgauer Alpen dominierende montane Fichtenwälder. Die Schattbaumart verlor bei der Auseinandersetzung mit der Halbschattbaumart zweifellos, da gleichzeitig auch die Buche als Mitbewerber auftrat, lichtbedürftigere Biotypen, so daß nach Entstehung des ostalpinen *Abieti-Fagetum* die Tanne dort auf größeres Schattenerträgnis ausgelesen war und sich besonders schattenfeste Klimaxtypen durchsetzten. In den Berner Voralpen wanderte dagegen die Tanne in Gesellschaften von Lichtbaumarten wie Fohrenwäldern und Eichenmischwäldern ein, so daß ihre primäre Bio- und Ökotypenzusammensetzung weitgehender erhalten blieb. Deshalb müßte sie im Durchschnitt eine weniger ausgeprägte Schattbaumart als in den Ostalpen sein. Die Klimaxbaumart scheint auch heute noch im Westen leichter auf Freiflächen anzukommen als im Osten. Darauf deuten auch unter anderem bescheidene Pioniereigenschaften der Tanne im

Rhododendro-Abietetum hin, die zum Beispiel in den süditalienischen *Abies*-Varianten des *Aremonieto-Fagetum* (Hofmann 1962) oder in der Kalabrischen Sila (Köstler 1956) viel ausgeprägter sind. Aus der unterschiedlichen Entstehung abgeleitete Eigenheiten stimmen mit dem tatsächlichen Verhalten überein. Deshalb erscheint auch die Tanne im Westen resistenter (Klimafaktoren?) gegenüber anthropogenem Einfluß als im Osten. Zurzeit stehen noch keine geeigneten Untersuchungsmethoden für eine exakte, quantitative Erfassung dieser Eigenschaft zur Verfügung.

Die *Fichte* ist postglazial vor allem im inneren Alpenraum und auch am Alpenrand von Osten nach Westen gewandert (Bertsch 1940). Von den spätglazialen Refugien am Süd- und Südostrand der Alpen aus ermöglichten niedrige Pässe (zum Beispiel Brenner) auch ein Vordringen nach Norden. Im Vergleich zur Tanne waren aber die diluvialen Refugialgebiete geographisch, klimatisch und wohl auch soziologisch einheitlicher, so daß eine geringere, primäre genetische Differenzierung zu erwarten ist. In den Chiemgauer Alpen löste die Fichte rasch die lichtdurchfluteten *Pinus*-Wälder ab. Beim Wettbewerb mit der Lichtbaumart konnten sich noch lichtbedürftigere Biotypen erhalten als in den Westalpen, wo die Fichte in dominierende Tannenwälder mit Buche einwanderte und zwangsläufig besonders schattenertragende Biotypen konkurrenzkräftiger waren. In den Chiemgauer Alpen büßte die Fichte später gegenüber Tanne und Buche erheblich Areal ein unter sekundärer Ausmerzung lichtbedürftigerer Biotypen. Da die Fichte aber weiterhin auf Dauergesellschaftsstandorten vorherrschte, auf nadelbaumfördernder Unterlage bei extremeren edaphischen Verhältnissen und geringerer Vitalität der Klimaxbaumarten Tanne und Buche konkurrenzfähiger blieb und sich dort also teilweise seit über 6000 Jahren primär eingewanderte Biotypen unter selektiver Anpassung erhielten, hat die ostalpine Population im Durchschnitt geringeren Schattbaumcharakter und ausgeprägtere Pioniereigenschaften als die westalpine mit geringerer Anpassungsfähigkeit.

Die *Buche* ist ähnlich wie die Tanne in die Schweizer Voralpen von Südwesten (*Fagion*-Entstehungszentrum italienische und iberische Halbinsel; Entfaltungszentrum Provence und Riviera) und in die Chiemgauer Alpen vom südöstlichen Refugium des *Fagion*-Verbandes auf dem Balkan her eingewandert. Infolge geringerer genetischer Variabilität im Vergleich zu Tanne und Fichte wird die unterschiedliche diluviale Refugiallage waldbaulich nicht offenkundig. Die sekundäre Differenzierung war im Vergleich zu den beiden Nadelbäumen ebenfalls unbedeutender, da im Osten die Buche zusammen mit der Tanne in die Bestände der Halbschattbaumart Fichte eindrang, im Westen sich der Laubbaum in montane Tannenwälder einmischt. Nur experimentell-physiologische Untersuchungen auf breiter Basis könnten die weitgehendere Ähnlichkeit der beiden Herkünfte bestätigen.

Vergleicht man nun die drei wichtigsten Baumarten des *Abieti-Fagetum* nach ihrem Lichtbedarf und ihrer Schattenfestigkeit, wesentlichen Faktoren

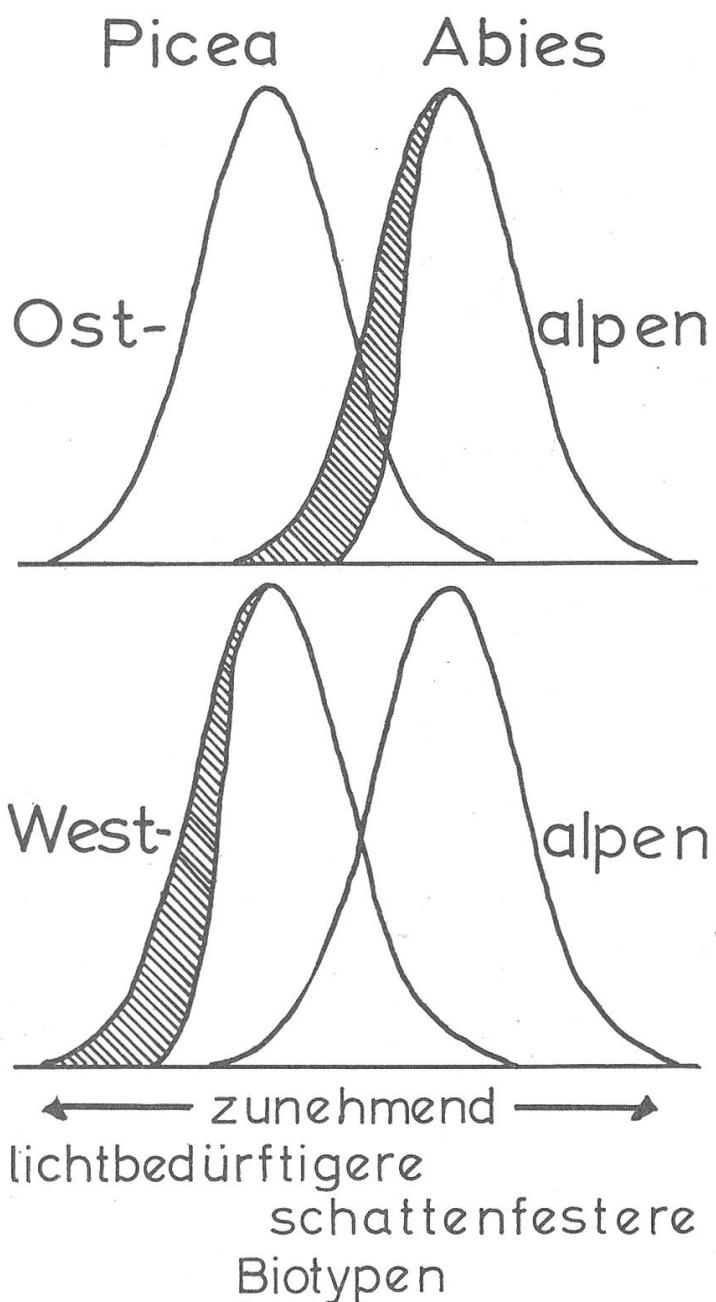


Abb. 3

Ökologische Amplitude von Biotypen der Halbschattbaumart Fichte und der Schattbaumart Tanne gegenüber dem Lichtfaktor. Schraffierter Bereich: Verlust von Biotypen während der initialen Entstehungsphase des *Abieti-Fagetum* durch wechselnde Konkurrenzlage in den Ost- und Westalpen.

Fig. 3

Amplitude écologique de biotypes de l'épicéa, essence semi-sciaphile, et du sapin, essence sciaphile, à l'égard du facteur lumière. Zone hachurée: perte de biotypes pendant la phase initiale de la formation de la hêtraie à sapin dans les Alpes orientales et occidentales due à des conditions de concurrence changeantes.

der Konkurrenzkraft, dann ist der Pioniercharakter (unter anderem größerer Anteil lichtliebender Biotypen) von Fichte in den Ostalpen und von Tanne in den Westalpen ausgeprägter (Abb. 3). Das Konkurrenzgleichgewicht ist dadurch in den Chiemgauer Alpen zugunsten der Fichte, in den Westalpen zugunsten der Tanne verschoben. Deshalb ist in den Chiemgauer Alpen ein höherer Fichtenanteil, in den Schweizer Voralpen ein höherer Tannenanteil, dagegen bei der Buche eine annähernd gleiche Vertretung im *Abieti-Fagetum* zu erwarten. Das heutige Baumartenverhältnis im naturnahen *Abieti-Fagetum* und *Abietetum* der nördlichen West- und Ostalpen bestätigt «scheinbar» diese Zusammenhänge (Tabelle 1).

Aber erst vergleichende Anbauversuche der drei Baumarten aus analogen naturnahen und typischen Subassoziationen können unter Berücksichtigung der heutigen Standortunterschiede (Klimacharakter) Klarheit in diese Zusammenhänge bringen. Dabei sind kaum erhebliche Wuchsunterschiede oder auffällige morphologische Abweichungen zu erwarten (vgl. Giacobbe 1930, Pavari 1951). Entscheidende Aufschlüsse sind erst durch zusätzliche experimentell-physiologische Untersuchungen (zum Beispiel unterschiedliche Dauer des Dickenwachstums Susmel 1954, vgl. Leib und gut / Heller 1960) zu gewärtigen. Die Auswahl repräsentativer Herkünfte gestaltet sich schwierig, da die unterschiedliche Herkunft einwanderungsgeschichtlich belegt werden muß.

Die systematische Gliederung der Tanne in Ökotypen, Kleinarten, Unterarten und Arten steht in engem Zusammenhang mit der soziologischen, chorologischen und syngenetischen Verwandtschaft der besiedelten Assoziationen und Verbände in Europa und im Mittelmeergebiet. Von *Abies alba* her gesehen wird die systematische Bindung immer lockerer in der Gruppenfolge *Abies nebrodensis*, *borisii regis* und *cephalonica* – *Abies equi trojani*, *bornmülleriana* und *nordmanniana* – *Abies pinsapo* und *marocana* – *Abies numidica* und *cilicica*. Höheres Alter und größere morphologische Unterschiede der mediterranen Tannen gehen auch aus der größeren soziologischen Eigenständigkeit der besiedelten Assoziationen hervor. Das vegetationskundliche Unterlagenmaterial ist heute noch zu dürftig, um diesen Zusammenhängen umfassend nachgehen zu können. Unter einwanderungsgeschichtlichen Aspekten wären zum Beispiel auch Probleme des Tannensterbens (zum Beispiel Frankenwald) zu untersuchen, da gerade an spät erreichten Arealgrenzen mit langen postglazialen Wanderwegen durch scharfe und langdauernde Auslese mit einer erheblichen Verarmung an Biotypen und als sekundäre Folge mit einer beträchtlichen Einengung der ökologischen Amplitude und Anpassungsfähigkeit zu rechnen ist.

Nach Provenienzversuchen, Erfahrungen beim Anbau fremder Herkünfte und bis jetzt bekannten genetischen Eigenschaften unserer Waldbäume (Rohmeder-Schönbach 1959) sind auf Grund der unterschiedlichen Entstehung analoge ost- und westalpine Tannen-Buchen-Wälder waldbaulich

nicht völlig gleichwertig. Ebenso wesentlich, wenn nicht entscheidender als die heutigen quantitativen Aufbauunterschiede der Gesellschaften können jene qualitativen Besonderheiten sein, die sich aus dem abweichenden genetischen Charakter der Baumpopulationen infolge ihres wechselvollen post-glazialen Schicksals ableiten. Waldbauliche Schlußfolgerungen für vergleichbare tannenreiche Gesellschaften können unter Umständen selbst in geographisch benachbarten Gebieten (Wetterstein-Allgäu und Churfürst-Alpsteingebiet) nicht uneingeschränkt übertragen werden. Auch aus diesem Grunde ist es geboten, waldbauliche Untersuchungen nicht nur auf standortkundlich-bodenkundlicher Basis im engeren Sinne durchzuführen und auszuwerten, sondern die Grundlagenbasis soziologisch zu erweitern, damit über den lokalen Rahmen hinaus auch wesentliche entwicklungsgeschichtliche Tatbestände entsprechend gewürdigt werden können.

Résumé

Les aspects sylvicoles de la formation de la hêtraie à sapin des Alpes septentrionales (*Abieti-Fagetum*).

Lors de la formation de la hêtraie à sapin dans les Alpes septentrionales, l'épicéa joua le rôle prépondérant à l'est et le sapin à l'ouest ; dans le cas de cette dernière essence, des refuges diluviaux différents indiquent déjà une différenciation génétique primaire du sapin de l'est et du sapin de l'ouest. Les conditions de concurrence étant autres, la sélection de ces deux essences résineuses en ce qui concerne leur besoin en lumière et leur tolérance de l'ombre se fit d'une manière différente. La capacité de concurrence plus grande qui en résulta (caractère d'essence pionnier) pour l'épicéa dans les Alpes orientales et pour le sapin dans les Préalpes suisses semble être confirmée par les différences actuelles de structure de la hêtraie à sapin de ces régions. Cependant, seules des plantations d'essai comparables en relation avec des contrôles physiologiques et expérimentaux peuvent indiquer, après que des analyses polliniques aient déterminé les chemins de migration, s'il existe des écotypes génétiquement fixés de ces essences résineuses, ou si ce sont en premier lieu des différences de station qui ont contribué à différencier la hêtraie à sapin des Alpes septentrionales. En reportant des conclusions sylvicoles sur des associations analogues, il ne faut pas négliger les états de fait dus à l'évolution.

Traduction Farron

Literatur

Bertsch K., 1953: Geschichte des deutschen Waldes. Jena.

Firbas F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Jena.

Giacobbe A., 1930: Studi sull'abete rosso e sull'abete bianco in Italia. Casale Monferrato.

- Hofmann A.*, 1962: Übersicht der süditalienischen Buchenwälder. Vortrag beim Internationalen Kolloquium über die Systematik der europäischen Buchenwälder. Stolzenau.
- Kohn H.*, 1962: Untersuchungen zur Frage der Unterscheidbarkeit physiologischer Rassen bei *Abies alba*. Manuskript.
- Köstler J.*, 1956: Tannen zwischen Skylla und Charybdis. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- Krauß G.*, 1952: Zur Frage der forstlichen Standortsrassen. Forstw. Centralbl.
- Kuoch R.*, 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw.
- Leibundgut H.* und *Heller H.*, 1960: Photoperiodische Reaktion, Lichtbedarf und Austreiben von Jungpflanzen der Tanne (*Abies alba* Miller). Beiheft z. d. Zeitschr. d. Schweiz. Forstv. 30.
- Lang G.*, 1962: Über die Geschichte von Pflanzengesellschaften auf Grund quartärbotanischer Untersuchungen. Internationales Symposium über Pflanzensoziologie und Palynologie in Stolzenau.
- Lüdi W.*, 1955: Die Vegetationsentwicklung seit dem Rückzug der Gletscher in den mittleren Alpen und ihrem nördlichen Vorland. Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1954.
- Mayer H.*, 1961: Montane Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. Vegetationsgefälle in tannenreichen Waldgesellschaften von den Chiemgauer und Kitzbüheler Alpen zu den nördlichen Hohen Tauern/Zillertaler Alpen. Habilitationsschrift Universität München.
- Pavari A.*, 1951: Esperienze e indagini sulle provenienze e razze dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.). Publ. della Staz. speriment. di Selvicoltura, 8. Firenze.
- Rohmeder-Schönbach*, 1959: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg und Berlin.
- Susmel L.*, 1954: Indagini sulla differenziazione del ritmo e dell'attività vegetativa in provenienze di *Abies alba* Mill. L'Italia Forestale e Montana.
- Welten M.*, 1952: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales sowie die frühgeschichtliche und historische Wald- und Weiderodung auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel. Zürich.

Die Geschäftsstelle des Schweizerischen Forstvereins sucht folgende Nummern der Zeitschrift:

**1946, Nr. 10 1948, Nr. 1 und 2
1947, Nr. 7 1959, Nr. 9**

Allfällige Exemplare, die vergütet werden können, sind erbeten an die Geschäftsstelle des Schweizerischen Forstvereins, Zürich 7/32, Englischviertelstraße 32.