

**LWF**

**WISSEN**

**45**

## Beiträge zur Tanne

BAYERISCHE  
STAATSFORSTVERWALTUNG



Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

# **Beiträge zur Tanne**

# Impressum

Titelseite: Tannenkeimling, Foto: Roland Günter

**ISSN 0945 – 8131**

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Herausgeber und<br>Bezugsadresse: | Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)<br>Am Hochanger 11<br>85354 Freising<br>Tel.: +49 (0) 81 61/71-4881<br>Fax: +49 (0) 81 61/71-4971<br>Email: <a href="mailto:poststelle@fo-lwf.bayern.de">poststelle@fo-lwf.bayern.de</a><br><a href="http://www.lwf.bayern.de/">www.lwf.bayern.de/</a> |
| Verantwortlich:                   | Olaf Schmidt, Leiter der<br>Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft                                                                                                                                                                                                                                 |
| Schriftleitung:                   | Dr. Joachim Hamberger                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Redaktion:                        | Matthias Wallrapp; Dr. Alexandra Waner                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Layout:                           | Rothe Design, Langenbach                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Druck:                            | Lerchl Druck, Freising                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Auflage:                          | 1.000                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

© Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, JUNI 2004

# Vorwort

Sorgenkind und Hoffnungsträger - für wohl keine andere einheimische Baumart trifft dieses Begriffpaar besser zu als für die Weißtanne.

Ursprünglich war die Weißtanne in Bayerns Wäldern weit verbreitet und mit Abstand die häufigste Nadelbaumart. Aus den verschiedensten Gründen hat sie in den letzten Jahrhunderten stark abgenommen und in einigen Gebieten ist sie mittlerweile zur Rarität geworden.

Hoffnungsvoll stimmt aber, dass mittlerweile ein Wendepunkt erreicht ist und ihr Anteil in der Verjüngung wieder ansteigt. Dies ist von besonderer Bedeutung, da die Tanne aus ökologischen und waldbaulichen Gründen ein unverzichtbares Element unserer Wälder darstellt.

Ich freue mich besonders, dass die Baumart Weißtanne durch ihre Wahl zum Baum des Jahres wieder verstärkt in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt wird. Ziel des vorliegenden Heftes ist es, diese faszinierende Baumart aus ganz unterschiedlichen Blickwinkeln zu beleuchten. Dabei wird ein Bogen gespannt von botanischen Grundlagen über ihre waldbauliche Bedeutung bis hin zur Holzvermarktung. Spezielle Fragen wie zur Pilzflora oder arzneikundliche Bemerkungen runden das vielfältige Bild ab. Ich hoffe, das dieses interessante Gemeinschaftswerk von Autoren unterschiedlichster Fachrichtungen viele Leser finden und das Heft auf seine Weise dazu beitragen wird, dieser wertvollen Baumart den Platz in unseren Wäldern zurückzugeben, der ihr eigentlich zusteht.

*Reinhold Erlbeck*

Leiter der Abteilung F (Forstpolitik und Waldwirtschaft)  
im Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten

# Inhaltsübersicht

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Impressum                                                                                                                               | 2  |
| Vorwort                                                                                                                                 | 3  |
| Inhaltsübersicht                                                                                                                        | 4  |
| Die Bedeutung der Weißtanne in Bayern<br>FRANZ BROSINGER                                                                                | 7  |
| Die Weißtanne ( <i>Abies alba</i> ) - Dendrologische Anmerkungen<br>GREGOR AAS                                                          | 11 |
| Das Wurzelwerk der Weißtanne<br>HANS-JÜRGEN GULDER                                                                                      | 16 |
| Waldwachstumskundliche Charakterisierung der Tanne<br>HEINZ UTSCHIG                                                                     | 18 |
| Lernen von der Natur: Die Tanne in den natürlichen<br>Waldgesellschaften Bayerns<br>CHRISTIAN KÖLLING, JÖRG EWALD UND HELGE WALENTOWSKI | 24 |
| Genetische Variation der Weißtanne in Bayern<br>MONIKA KONNERT UND ERWIN HUSSENDÖRFER                                                   | 30 |
| Schädigung, Absterben und Erholung der Weißtanne<br>WOLFRAM ELLING                                                                      | 33 |
| Entwicklung des Kronenzustandes der Tanne<br>FRANZ-JOSEF MAYER                                                                          | 36 |
| Die Tanne im Frankenwald<br>OLAF SCHMIDT                                                                                                | 41 |
| Waldbauliche Aspekte der Weißtanne im Ostbayerischen Grenzgebirge<br>MAXIMILIAN WALDHERR                                                | 47 |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zum Vermehrungsgut der Weißtanne _____                                                                                              | 54 |
| RANDOLF SCHIRMER                                                                                                                    |    |
| Waldumbau mittels Tannen-Saat im Forstamt Weißenhorn _____                                                                          | 58 |
| HELMUT BAUMHAUER                                                                                                                    |    |
| Überführung in Plenterwald durch früh einsetzende Tannenvorausverjüngung:<br>Strategie für Idealisten oder rentables Konzept? _____ | 61 |
| THOMAS KNOKE                                                                                                                        |    |
| Das Holz der Tanne – Eigenschaften und Verwendung _____                                                                             | 66 |
| DIETGER GROSSER                                                                                                                     |    |
| Auch Tannen-Giganten brauchen Marketing _____                                                                                       | 70 |
| MICHAEL LUTZE                                                                                                                       |    |
| Tierökologische Bedeutung der Weißtanne _____                                                                                       | 74 |
| JÖRG MÜLLER UND MARTIN GOßNER                                                                                                       |    |
| Die Tanne und ihre Welt der Pilze _____                                                                                             | 78 |
| MARKUS BLASCHKE                                                                                                                     |    |
| Arzneiliche Anmerkungen zur Tanne – <i>Abies Alba</i> MILL. _____                                                                   | 83 |
| NORBERT LAGONI                                                                                                                      |    |
| Tanne, Waldumbau und Jagd _____                                                                                                     | 87 |
| GEORG MEISTER                                                                                                                       |    |
| Zusammenfassung _____                                                                                                               | 91 |
| Summary _____                                                                                                                       | 95 |
| Anschriften der Autoren _____                                                                                                       | 99 |

# Die Bedeutung der Weißtanne in Bayern

FRANZ BROSINGER

Der heimischen Weißtanne gilt in Bayern seit jeher eine besondere Aufmerksamkeit. In der forstlichen Literatur findet sich eine große Anzahl von Artikeln über ihre natürliche Verbreitung, ihre waldbauliche Behandlung sowie über ihren schon lange anhaltenden Rückgang in unseren Wäldern.

Einen Höhepunkt in der öffentlichen Wahrnehmung erfuhr diese Baumart in den 1980er Jahren, als ihre drastisch zunehmenden Abgänge als „Tannensterben“ die Titelseiten der Zeitungen füllten. Weite Teile unserer Gesellschaft wurden dadurch für Umweltprobleme sensibilisiert.

Als Indikator für angepasste Schalenwildbestände ist der Verbiss an Tanne ein Dauerthema bei den Forstlichen Gutachten und bei der Abschussplanung. Heute ist die Weißtanne bei Waldbesitzern und Forstleuten nicht nur Symbol für einen naturnahen Waldbau, sondern dank ihres stabileren Gesundheitszustandes und ihrer nach wie vor großen Verjüngungsfreudigkeit auch ein Hoffnungsträger für die Entwicklung eines gesunden, strukturreichen und funktionsgerechten Waldes.

## Die Tanne in Bayern

Nach den Ergebnissen der Bundeswaldinventur wächst die Tanne in Bayern derzeit auf einer ideellen Fläche von rd. 48.000 ha, das sind knapp 2 % der Waldfläche Bayerns. Sie kommt im Hauptbestand fast in allen Bereichen ihrer natürlichen Verbreitung vor, schwerpunktmäßig in den Bayerischen Alpen, im Bayerischen Wald, im Alpenvorland sowie im Tertiären Hügelland.

Der Bestand an Tannen variiert je nach Waldeigentumsart. Am niedrigsten ist er mit rund 0,4 % im Körperschaftswald. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die meisten Körperschaftswälder in Unterfranken und damit außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Tanne liegen.

Der Tannenanteil im Privatwald liegt mit rund 2,4 % etwas über demjenigen im Staatswald mit rund 2 %. Dies ist das Ergebnis einer in manchen Gegenden sehr hohen Waldgesinnung der Eigentümer und einer kleinflächigen, traditionell tannenfreundlichen Waldbewirtschaftung. Sehr schöne Tannenwälder finden sich z. B. in den Privatwäldern des Voralpengebiets, des Vorderen Bayerischen Waldes oder des Westallgäus.

Die Altersstruktur gewährt einen Einblick in die längerfristige Entwicklung der Tanne: Die Mehrzahl der Tannen (58 %) sind über 100 Jahre alt. Ein relativ geringer Tannenanteil in den 21- bis 80-jährigen Beständen zeigt, dass es über lange Zeiträume des 20. Jahrhunderts nicht gelungen ist, Tannen in einem aus heutiger Sicht wünschenswerten Umfang nachzuziehen. Erst seit ca. zwei Jahrzehnten deutet sich eine Trendwende an. Die Tannenfläche in den bis 20 Jahre alten Wäldern nimmt wieder zu.

Der Anteil der Tanne in der aktuellen Waldverjüngung ermöglicht eine Prognose über die künftige Entwicklung. Dank der Verbissinventur im Rahmen der Forstlichen Gutachten, bei der alle drei Jahre mehr als 2 Millionen Pflanzen aufgenommen werden, können wir den aktuellen Zustand sowie die Entwicklung seit 1991 gut beurteilen (BAYSTMLF 2003). Die Tanne kommt heute fast in allen Gebieten ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vor, wenngleich zum Teil nur in geringem Umfang. Erfreulich ist, dass die Zahl der jungen Tannenpflanzen > 20 cm seit 1991 kontinuierlich gestiegen ist (Abb. 1). Der Tannenanteil in der Verjüngung verdoppelte sich seit 1991 nahezu und betrug 3,0 % bei der letzten Aufnahme im Jahr 2003.

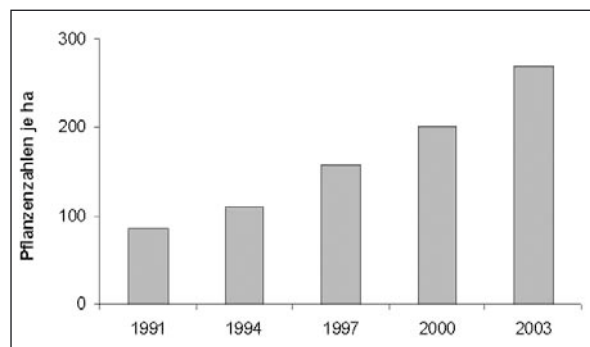


Abb.1: Entwicklung der Zahl der jungen Tannenpflanzen pro ha Verjüngungsfläche

Da die Tanne bevorzugt vom Schalenwild verbissen wird und der Ausfall des Leittriebes einen Verlust des Höhenwachstums um zwei Jahre bedeutet, ist die Verbissbelastung der Schlüsselfaktor für das Gelingen der Tannenverjüngung. Bayernweit ist seit 1991 eine deutliche Verbesserung eingetreten. Der Leittriebverbiss bei der Tanne ging von damals 38 %

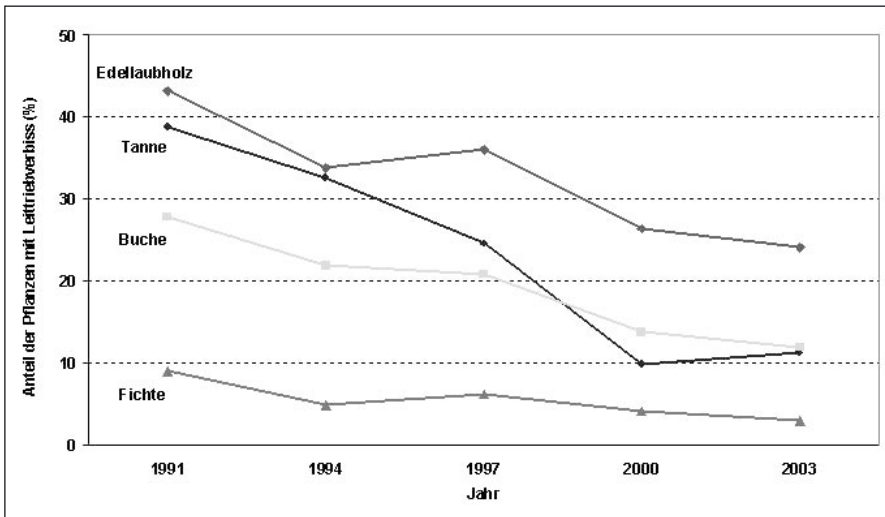


Abb. 2: Leittriebverbiss im Bergwald 1991-2003

auf 19 % im Jahre 2003 zurück. Erfreulicherweise ist dieser Trend im Alpenraum besonders deutlich ausgeprägt (Abb. 2).

Als wesentlicher Bestandteil der Bergmischwälder ist die Tanne im Gebirge für die Sicherung der vielfältigen Schutzfunktionen von besonderer Bedeutung. Ihre natürliche Verjüngung ist heute in manchen Gegenden wieder ohne Schutzmaßnahmen möglich. Dies ist vor allem ein Ergebnis einer konsequenten Anpassung der Schalenwildbestände in den betreffenden Staats- und Gemeinschaftsjagdrevieren. Trotz dieser insgesamt erfreulichen Entwicklung ist die Verbissbelastung vielerorts noch zu hoch, so dass die Verjüngung der Tanne teilweise stark behindert wird. Wesentliche Aufgabe für die nächsten Jahre ist es daher, die erzielten Erfolge auf der Fläche weiter zu sichern und in den noch bestehenden Problembereichen mit einer Schwerpunktbejugung für die dringend notwendige Entlastung zu sorgen.

## Die Tanne im Staatswald

Im Folgenden wird die Situation der Tanne im Staatswald näher beleuchtet. Dank der im Rahmen der Forsteinrichtung durchgeführten Stichprobeninventuren mit bayernweit mehr als 250 000 Aufnahme Punkten können wir hier die Waldentwicklung mit großer Genauigkeit beurteilen (ROTHE und BORCHERT 2003).

### Entwicklung der Tanne in vergangenen Jahrhunderten

In den letzten zwei Jahrhunderten verringerte sich der Anteil der Tanne im bayerischen Staatswald

dramatisch (MAYER 1998; SEITSHECK 1978). Eine neue forsthistorische Arbeit im Rahmen eines Forschungsprojektes der LWF (BORCHERT und ESSER 2003) bestätigt den drastischen Rückgang der Tanne in fast allen Regionen Bayerns. Besonders ausgeprägt war dies im Frankenwald. Dort war die Tanne im Jahr 1897 noch auf fast einem Drittel der Fläche zu finden und ist mittlerweile nahezu vollständig verschwunden. Ähnliches gilt für das Fichtelgebirge. Dagegen

veränderte sich der Anteil der Tanne im Alpenraum in den letzten 100 Jahren insgesamt kaum.

Der Rückgang der Tanne konnte erst in den letzten Jahren des 20. Jahrhunderts gestoppt werden. Auswertungen der Forsteinrichtungsdatenbank zeigen, dass der Tannenanteil in den letzten 15 Jahren im Staatswald in etwa konstant geblieben ist.

### Aktuelle Situation

Die Tanne nimmt derzeit im Staatswald eine Fläche von rd. 15.000 ha ein; dies entspricht rd. 2 % der Holzbodenfläche. Die größten Tannenvorkommen gibt es in den Bayerischen Alpen, gefolgt vom Bayerischen Wald (Abb. 3). In diesen Gebieten hat die Weißtanne einen Anteil von etwa 6 % am Hauptbestand.

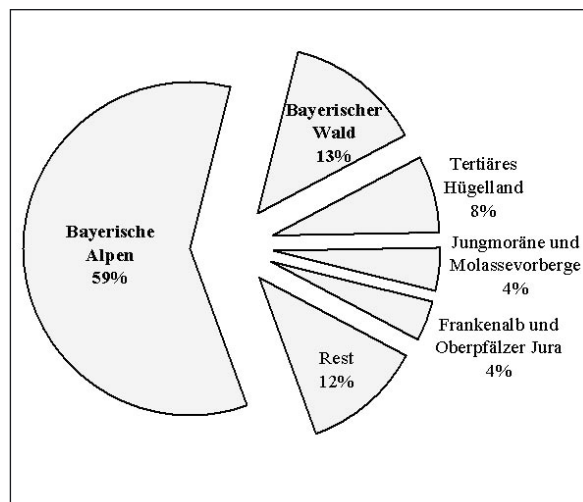


Abb. 3: Die Verteilung der Tannenfläche des Staatswaldes auf forstliche Wuchsgebiete

Die Tanne tritt in der Regel in Mischung mit anderen Baumarten auf (98 %). Fast immer wächst sie in Gesellschaft mit der Fichte, wobei auf 45 % der Stichprobenpunkte auch die Buche beigemischt ist. Der Schwerpunkt des Tannenvorkommens liegt heute somit nach wie vor im Bergmischwald.

Die Hälfte aller Tannen im bayerischen Staatswald ist älter als 120 Jahre (Abb. 4). Der Anteil der Tannen am Waldaufbau steigt mit zunehmendem Alter. Bei den über 250 Jahren alten Bäumen erreicht er 17 %. Auch bei den knapp 2.000 besonders bemerkenswerten „Methusalembäumen“, die im Jahr 1999 mit Hilfe einer Umfrage bei den Forstämtern erfasst wurden, liegt der Tannenanteil mit 5,5 % überdurchschnittlich hoch. Dies zeigt, dass alte, ökologisch besonders wertvolle Tannen seit vielen Jahren auch ohne förmlichen Schutz erhalten werden.

Tannenaltbestände existieren in fast allen Wuchsgebieten Bayerns. Auf Grund der Anpassung an die örtlichen Standortverhältnisse stellen diese eine für die Erhaltung dieser Baumart wichtige Genressource dar. Insgesamt sind im Staatswald 1.000 ha Tannenwälder als Saatguterntebestände nach dem Forstlichen Vermehrungsgutgesetz zugelassen.

Auffallend ist der relativ niedrige Tannenanteil in den mittelalten Beständen. Die Ursachen hierfür dürften in waldbaulichen Fehlern, vor allem aber in zu hohen Wildbeständen während der Verjüngungsphase liegen. In den jüngeren Beständen ist dagegen erfreulicherweise wieder ein Anstieg des Tannenanteils zu erkennen.

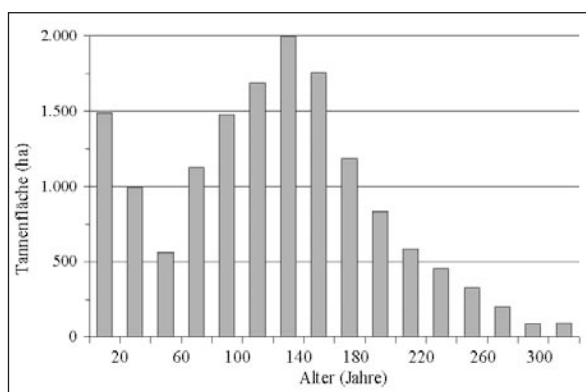


Abb. 4: Die Altersstruktur der Tanne im bayerischen Staatswald

## Zukünftige Entwicklung

Die verstärkte Beteiligung der Tanne am Waldaufbau ist ein zentrales Ziel der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Nach den aktuellen Planungsdaten der Forsteinrichtung wird im Staatswald für diese

wichtige Mischbaumart im Hochgebirge langfristig ein Anteil von 11,5 % und im Flachland von 2,8 % angestrebt. Im Hochgebirge entspricht dieses Ziel in etwa dem tatsächlichen Vorkommen der Tanne in den über 120-jährigen Beständen, im Flachland bedeutet es eine Erhöhung um ca. 60 %. Um den erwünschten Tannenanteil zu erreichen, muss jede sich bietende Chance zur natürlichen Verjüngung dieser Baumart genutzt werden. Darüber hinaus sind aber auch Investitionen in Pflanzung oder Saat notwendig. Die geplante Kulturfläche für die Tanne liegt bei rund 250 ha pro Jahr, dies entspricht einem Anteil von rund 12 % bezogen auf die gesamte Kunstverjüngungsfläche. Eine erfolgreiche Verjüngung der Tanne erfordert einen ausreichenden Wuchsvorsprung gegenüber der konkurrenzstärkeren Fichte. Um der Tanne den notwendigen Entwicklungszeitraum in der Jugend zu ermöglichen, wird deshalb im Staatswald heute mit der Tanneneinbringung schon frühzeitig begonnen.

Das Ergebnis der jahrelangen Bemühungen um die Tannenverjüngung ist aus Abb. 5 ersichtlich. Mit Ausnahme des Alpenraumes ist heute in allen Regionen der Tannenanteil in der Verjüngung höher als im Hauptbestand. Dies lässt hoffen, dass die Tanne künftig wieder stärker am Waldaufbau beteiligt sein wird. Neueste Inventuren in den Forstämtern Berchtesgaden, Marquartstein und Schliersee aus den Jahren 1999-2001 deuten an, dass mittlerweile auch im Gebirge eine Trendwende erreicht werden konnte. In den letzten 15 Jahren hat sich dort die Fläche der Tannenverjüngung unter Schirm praktisch verdoppelt. Trotz dieser Verbesserungen liegt der Anteil der Tanne in der Verjüngung aber immer noch unter dem angestrebten Niveau. Weitere intensive Anstrengungen werden erforderlich sein, um der Tanne den Platz zurückzugeben, den sie im Bergwald einst eingenommen hat und wieder einnehmen soll.

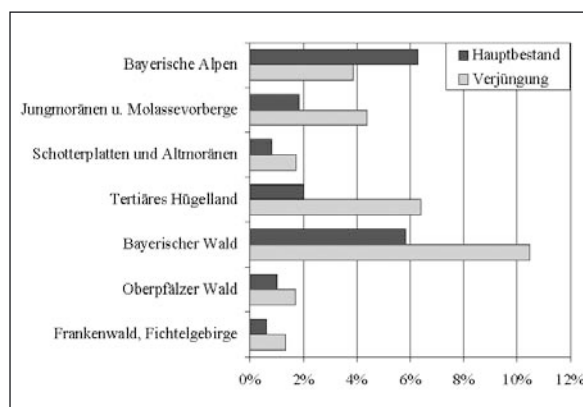


Abb. 5: Die Anteile der Weißtanne am Hauptbestand und in der Vorausverjüngung des Staatswaldes in einigen Wuchsregionen Bayerns

### Ausblick

Die Tanne war ursprünglich in Bayern weit verbreitet. In den letzten zwei Jahrhunderten nahm ihr Anteil am Waldaufbau stark ab. Diese Tendenz muss gestoppt und umgekehrt werden; die Tanne ist heute wichtiger denn je:

- Die Tanne ist die Nadelbaumart in Bayern mit der von Natur aus größten Verbreitung. Sie kommt als Mischbaumart in vielen heimischen Waldgesellschaften vor. Damit spielt sie für die Biodiversität in unseren Wäldern eine wichtige Rolle. Vor allem gilt es, ihre genetisch angepassten (autochthonen) Vorkommen zu erhalten.
- Die Tanne ist als einst weitverbreitete Baumart der natürlichen Waldgesellschaften ein wichtiges Element zur Anpassung der Wälder an Klimaänderungen. Nach neueren Beobachtungen kommt sie mit deutlich weniger Niederschlägen aus als in der Vergangenheit vielfach angenommen.
- Waldbaulich wird die Tanne seit langem wegen ihrer hohen Wurzelintensität, ihrer stabilisierenden Wirkung sowie ihrer großen Anpassungsfähigkeit sehr geschätzt. Als Schattbaumart in der Jugend verträgt sie lange Phasen der Überschirmung. Nach Freistellung nimmt sie jedoch das Wachstum wieder auf und kann in die Oberschicht einwachsen. Individuen im Unter- und Zwischenstand sind daher wertvolle Verbindungsglieder zwischen den Waldgenerationen. Die Tanne ermöglicht so einen flexiblen und naturnahen Waldbau.

Die Chancen der Tanne für die Zukunft sind nicht schlecht. Trotz der starken Verluste in den letzten Jahrhunderten kommt sie noch immer auf einem relativ großen Flächenareal vor. Altbestände bieten vielerorts nach wie vor eine gute Möglichkeit zur Naturverjüngung. In Bereichen, in denen die Tanne in der Vergangenheit ausgefallen ist und heute aus waldbaulichen Gründen wieder am Waldaufbau beteiligt werden soll, wurde und wird ein enormer Aufwand für ihre künstliche Einbringung mittels Pflanzung und Saat betrieben. Es darf aber nicht übersehen werden, dass die Sicherung bzw. Erhöhung des Tannenanteils allein schon wegen der notwendigen langen Verjüngungszeiträume eine anspruchsvolle und langwierige Aufgabe ist.

Die positiven Verjüngungsansätze in neuester Zeit geben zwar Grund zu der Hoffnung, dass in einigen Bereichen eine Trendwende gelungen ist. Die Ergebnisse der verschiedenen Inventuren zeigen aber auch, dass noch große Anstrengungen

notwendig sind, das Erreichte zu sichern und auszubauen. Grundvoraussetzung hierbei sind und bleiben angepasste Schalenwildbestände, die ein Aufwachsen der jungen Tannen ermöglichen. Dazu ist es unbedingt notwendig, den Grundsatz „Wald vor Wild“ (Regierungserklärung des bayerischen Ministerpräsidenten vom Jahre 1998) weiterhin konsequent umzusetzen.

### Literatur

BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG (2002): Waldbau-grundsätze für den bayerischen Staatswald, München

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2003): Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung 2003

BORCHERT, H.; ESSER, S. (2004): Regionale Waldentwicklung in Bayern im 20. Jahrhundert. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ST 137 der LWL Freising

MAYER, K.-H. (1998): Die Forstgeschichte des Fichtelgebirges. Forstliche Forschungsberichte München Bd. 167

ROTHER, A.; BORCHERT, H. (2003): Der Wald von morgen. LWF-Bericht Nr. 39, Freising

SEITSCHKEK, O. (1978): Verbreitung und Bedeutung der Weißtanne in Bayern. Allgemeine Forstzeitschrift 33, S. 975 - 978

# Die Weißtanne (*Abies alba*) – Dendrologische Anmerkungen

GREGOR AAS

Bei keiner anderen einheimischen Baumart liegen Erfolg und Scheitern so eng zusammen wie bei der Weißtanne (*Abies alba*). Diese Baumart verfügt über viele vorteilhafte Konkurrenzigenschaften wie hohe Schattentoleranz, großer Zuwachs bis ins Alter, hohes Lebensalter (bis zu 500 Jahre) und die Fähigkeit, auf sehr unterschiedlichen Böden zu wachsen. Sie ist mit bis zu 65 m Höhe und Stärken (BHD) von maximal 3,8 m die größte unserer heimischen Baumarten. Tannenbestände oder zumindest solche mit einem hohen Anteil an Tannen gehören zu den produktivsten und vorratsreichsten Wäldern in Mitteleuropa. Und dennoch verlor die Weißtanne wie keine andere Baumart in den letzten Jahrhunderten an Boden und Bedeutung und wurde in vielen Gebieten ihres Areals von einer das Waldbild bestimmenden zu einer seltenen, vielerorts sogar gefährdeten Art.

## Die Gattung *Abies*: Viele Arten mit nur kleinem Areal

Zur Gattung *Abies* (Tanne, Familie Kieferngewächse [Pinaceae], Unterfamilie Tannenartige

[*Abietoideae*]) gehören etwa 50 Arten, die alle auf der Nordhalbkugel verbreitet sind. Neben der Weißtanne kommen in Europa vier Arten vor (Abb. 1), die Spanische Tanne (*A. pinsapo*) im südlichen Spanien, die Nebroden-Tanne (*A. nebrodensis*) auf Sizilien, die Griechische Tanne (*A. cephalonica*) in Griechenland und die König-Boris-Tanne (*A. borisii-regis*) im nördlichen Teil der Balkanhalbinsel. Vier weitere Spezies, die Troja-Tanne (*A. equi-trojani*), die Bornmüllers Tanne (*A. bornmuelleriana*), die Nordmanns-Tanne (*A. nordmanniana*) und die Cilicische Tanne (*A. cilicica*) sind in Kleinasien, die Marokkanische Tanne (*A. marocana*) und Numidische Tanne (*A. numidica*) in Nordafrika verbreitet. Alle diese Tannen sind in Gebirgen beheimatet und besitzen mehr oder weniger kleine Areale. Das Extrem in dieser Hinsicht ist die akut vom Aussterben bedrohte *Abies nebrodensis*, da am Naturstandort im Nordwesten Siziliens nur noch wenige Individuen existieren.

Morphologisch charakterisiert die Tannen ein streng monopodialer Wuchs mit durchgehender Hauptachse. Sie verzweigen sich in der Jugend bevorzugt in Etagen (Scheinquirle), zwischen denen

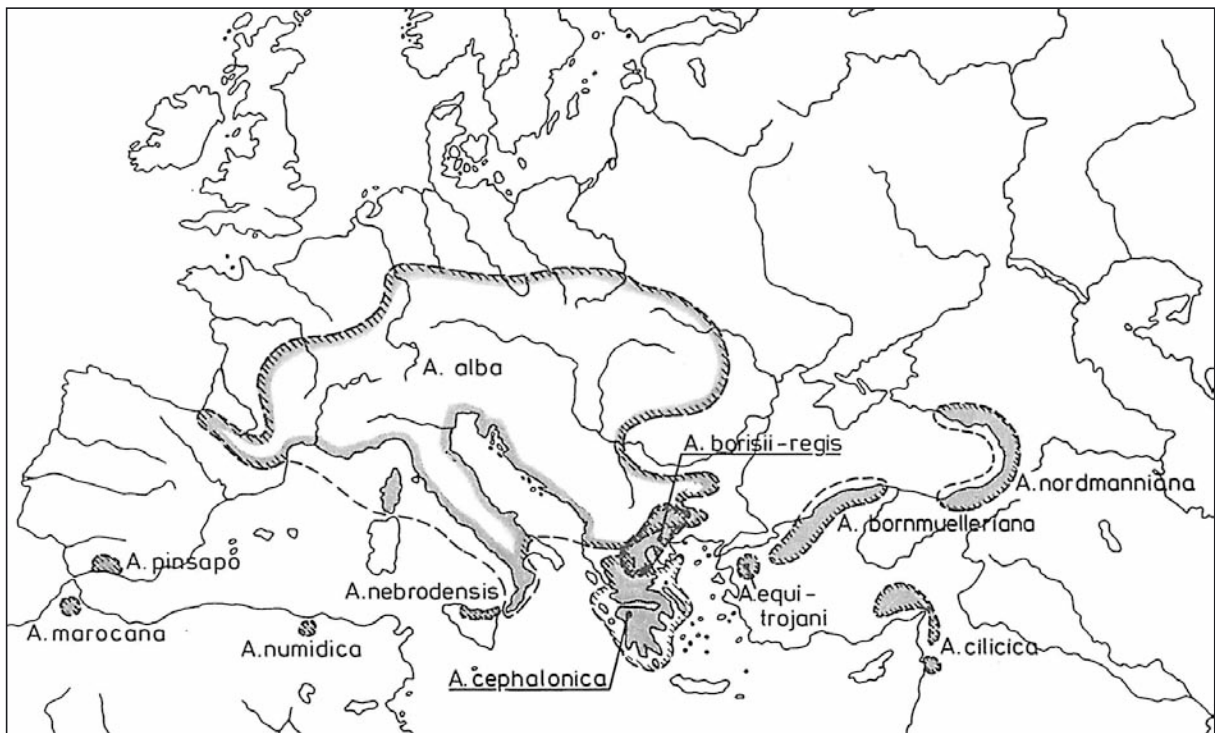


Abb. 1: Verbreitung der Gattung *Abies* in Europa, Nordafrika und Kleinasien (verändert nach SCHÜTT 1994)



Abb. 2: Ältere, bereits nicht mehr voll vitale Weißtanne; gut zu sehen ist der Unterschied in der Kronenform zwischen Tanne (links) und Fichte (*Picea abies*, rechts)



Abb. 3: Der Name der Weißtanne bezieht sich auf die helle, grau-weiße Farbe ihrer Rinde und Borke (Foto: A. RIEDMILLER)

in spiraliger Anordnung schwächere Äste stehen (Abb. 2). Die grau-weiße Farbe ihrer Rinde gab dieser Tannenart den Namen (Abb. 3). Die Nadeln wachsen einzeln und nur an Langtrieben. Ein wichtiges Gattungsmerkmal sind die aufrecht stehenden Zapfen, die bei der Samenreife am Baum in ihre Deck- und Samenschuppen sowie Samen zerfallen, wobei die Zapfenspindel noch einige Jahre am Zweig verbleibt.

### Verbreitung der Weißtanne: Typisch montan

*Abies alba* ist eine mittel- und südeuropäische Gebirgspflanze. Das natürliche Vorkommen erstreckt sich von den Pyrenäen und dem französischen Zentralplateau im Westen über die Alpen, den Jura und die Vogesen, nördlich bis zum Schwarzwald, nach Thüringen und Tschechien, im Osten bis zu den Karpaten und südlich bis Korsika, Süditalien

und die Gebirge des Balkans. Die Höhengrenze der Verbreitung liegt im Frankenwald und Fichtelgebirge bei etwa 800 m (maximal bis 1.200 m), im Schwarzwald bei etwa 1.000 m (am Feldberg bis 1.480 m), in den Bayerischen Alpen bei etwa 1.550 m und in den Zentralalpen (Wallis) bei 1.800 m (maximal bis 2.000 m). Die höchstgelegenen Vorkommen der Weißtannen befinden sich im bulgarischen Pirin-Gebirge auf 2.900 m Meereshöhe.

Der derzeitige Anteil der Tanne an der Waldfläche in Deutschland und Bayern beträgt rund 2 %. Deutlich höher liegt er in den Alpenländern, allen voran in der Schweiz mit 15 %, in Slowenien mit knapp 10 % und in Österreich mit 7 %. Fast überall ist die aktuelle Verbreitung und Häufigkeit das Resultat eines dramatischen Rückganges in den zurückliegenden zwei bis drei Jahrhunderten. Verantwortlich dafür waren und sind forstwirtschaftliche Maßnahmen, hohe Reh- und Rotwildbestände sowie das Tannensterben (siehe auch weitere Beiträge in diesem Bericht).

## Morphologie der Weißtanne: Gut gerüstet für den Schatten

Ausdruck für die ausgeprägte Schattentoleranz der Weißtanne ist ihre hohe Anzahl Nadeljahrgänge. Je nach Vitalität eines Baumes bleiben die Nadeln acht bis zwölf Jahre am Zweig. Ihre Größe, Form und Stellung an der Sprossachse können dabei je nach Position am Baum erheblich variieren (Abb. 4, 5, 6).



Abb. 4: Spitze eines Schattensprosses; die Nadeln sind in einer Ebene angeordnet (gescheitelt) und von unterschiedlicher Größe. Nadeln, die auf der Oberseite der Sprossachse entspringen, sind kleiner als die der Unterseite (Anisophyllie; Fotos: A. RIEDMILLER)

Schattenblätter sind deutlich abgeflacht, länger und tragen nur auf der Unterseite Spaltöffnungen. Sie stehen mehr oder weniger streng gescheitelt (ausgerichtet in einer Ebene). Dabei sind die auf der Unterseite der Achse entspringenden Nadeln stets wesentlich länger als diejenigen auf der Oberseite (Anisophyllie, eine Anpassung an den Schatten, Abb. 4 und 5).



Abb. 5: Detail eines Schattensprosses von unten; die Spaltöffnungen auf der Nadelunterseite sind in zwei Streifen angeordnet. Typisch für die Tanne ist der Ansatz der Nadeln: Sie sitzen mit einer saugnapfähnlichen Scheibe der glatten Sprossoberfläche auf

Im Unterschied dazu sind Lichtnadeln kürzer, im Querschnitt rhombisch und stehen allseitig von der Achse ab. Stomata finden sich hier nicht nur auf der Unterseite der Nadel, sondern an deren Spitze auch auf der Oberseite (Abb. 6), die Anisophyllie ist nicht oder kaum ausgeprägt.



Abb. 6: Spross aus der Lichtkrone einer Weißtanne; die Nadeln sind nicht gescheitelt, sondern stehen allseitig ab und besitzen auch auf der Nadeloberseite Stomata

*Abies alba* kann im Unterschied zur Fichte Proventivtriebe bilden. Schlafende Knospen am Stamm und an der Basis von Ästen nahe am Stamm können bei Bedarf austreiben und dazu beitragen, dass sich die Krone von unten und von innen heraus regeneriert. Eine Besonderheit ist ferner die „Storchennestkrone“. Im Alter, aber auch bei vorzeitig nachlassender Vitalität, wächst der Gipfeltrieb weniger stark in die Höhe als die unmittelbar darunter stehenden und schräg nach oben wachsenden Seitentriebe. So erreichen diese das Niveau des Wipfels und überragen ihn sogar. Die Folge ist eine zunächst breit abgerundete bis abgeflachte, später konkave Kronenspitze.

## Genetische Differenzierung, Bastardierung und Introgression

Für eine Reihe von phänotypischen Merkmalen (z. B. Wüchsigkeit, Krankheitsanfälligkeit) sind Unterschiede zwischen südosteuropäischen und süditalienischen (kalabrischen) Provenienzen von *Abies alba* einerseits sowie mittel- und westeuropäischen andererseits nachgewiesen. Mitteleuropäische Populationen erwiesen sich als anfälliger gegen das Tannensterben. Offenbar verfügen ihre Populationen bedingt durch die Eiszeiten und die nacheiszeitliche Rückwanderung über eine geringere genetische Vielfalt (siehe Beitrag von KONNERT in diesem Bericht). Deshalb besitzen sie eine geringere

gere Stresstoleranz und Resistenz gegen verschiedene krankheitsauslösende Faktoren. Eine ökologische Besonderheit stellen Tannenpopulationen in zentralalpiner Tälern dar (Wallis, Vintschgau). Diese sind gut angepasst an ein trocken-kontinentales Klima. Ein sicherer Nachweis, dass diese Eigenschaft genetisch manifestiert ist und es sich hier tatsächlich um Rassen handelt, konnte jedoch noch nicht erbracht werden.

Die Weißtanne lässt sich mit vielen anderen Tannenarten kreuzen. Vitale Hybriden entstammen beispielsweise der Kombination mit der ostasiatischen *Abies veitchii*, der westasiatischen *A. nordmanniana* oder den nordamerikanischen *A. concolor* und *A. grandis*. Die im nördlichen Balkan verbreitete *Abies borisii-regis* entstand mutmaßlich aus der natürlichen Bastardierung und Introgression zwischen der Weißtanne und der Griechischen Tanne (*A. cephalonica*).

## Ökologie: Eigentlich eher konkurrenzstark

Die Weißtanne ist extrem schattentolerant, wächst rasch und vor allem bis ins hohe Alter. Sie erreicht Baumhöhen von deutlich über 50 m und kann über 500 Jahre alt werden. Dies alles sind typische Eigenschaften einer Klimaxbaumart, von der man eine hohe Wettbewerbsfähigkeit auf geeigneten Standorten erwarten würde. Vor allem Trockenheit, extrem kalte Winter, Frosttrocknis und Spätfroste limitieren ihre Konkurrenzfähigkeit. Optimale Standorte sind frische, kühle, mehr oder weniger basenreiche, humose, steinige Lehm Böden in humiden, sommerwarmen Lagen der montanen und tieferen subalpinen Stufe. Als weitgehend bodenungehörige Art wächst sie aber auch auf dichten, tonreichen, staunassen, pseudovergleyten Böden.



## Steckbrief

**Triebe:** Junge Sprossachsen kurz, braun behaart; Knospen stumpf eiförmig, hellbraun, mit wenigen Schuppen, harzlos; Nadeln spiralig gestellt und meist gescheitelt, sitzen mit einem grünen, saugnapfartig verbreiterten „Fuß“ am Trieb, nadellose Triebe glatt; Nadeln bis 30 mm lang und 3 mm breit; flach; oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits heller und mit zwei breiten, weißen Spaltöffnungsstreifen

**Rinde:** An jungen Bäumen hell- bis weißgrau, lange glatt, mit kleinen Harzblasen; ab einem Alter von 40 bis 60 Jahren Bildung einer dunkelgrauen, rissigen Schuppenborke

**Blüten:** Im Mai oder Juni; einhäusig verteilt, windbestäubt; weibliche Blütenstände (Zäpfchen) weniger zahlreich als die männlichen, 3-5 cm lang, blassgrün, aus Seitenknospen auf der Oberseite kräftiger Triebe vom Vorjahr im obersten Kronenbereich (Abb. 7, 8); männliche Blüten zapfenähnlich, 2-3 cm lang, gelblich, gehäuft auf der Unterseite in den Achseln vorjähriger Nadeln im mittleren und unteren Kronenbereich; männliche und weibliche Blüten nur selten auf dem selben Zweig

**Zapfen:** Samenreife im Herbst des Blühjahres; Zapfen aufrecht, walzenförmig, bis 20 cm lang und 3-5 cm dick, grünbraun; die zungenförmigen Deckschuppen sind zwischen den Samenschuppen sichtbar (Abb. 9); nach der Samenreife zerfallen die Zapfen am Baum und entlassen die Samen

**Samen:** Reife im September und Oktober; unregelmäßig dreikantig, 7-13 mm groß, glänzend braun, Samenschale sehr harzreich, fest mit dem breiten, brüchigen Flügel verwachsen; Verbreitung vom Herbst bis ins Frühjahr durch den Wind

Abb. 7: Die weiblichen Blütenstände werden nur in der obersten Krone gebildet



Abb. 8: Weiblicher Blütenstand; äußerlich sichtbar sind in diesem Stadium nur die nadelförmig zugespitzten Deckschuppen (Foto: A. RIEDMILLER)



Abb. 9: Tannenzapfen kurz vor der Samenreife; im Zuge der Reife wachsen vor allem die Samenschuppen, dazwischen sind noch die zugespitzten Deckschuppen sichtbar (Foto: A. RIEDMILLER)

## Literatur

- AAS, G.; KIRCHER, E; MAIER, J. (1994): Untersuchungen zur geographischen Variation morphologischer Merkmale von *Abies alba* Mill.. In: Wolf, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill.. Contributiones biologiae arborum, S.11-31
- BUCHER, H.U. (1999): *Abies alba* Miller, 1768. In: Schütt, P et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse, 16. Ergänzungslieferung, Ecomed, Landsberg, 18. S.
- GRUBER, E (1995): Morphologie der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) - I. Architekturkonzept und Bauelemente des Sproßsystems. Flora 190, S. 45-64
- HUSSENDÖRFER, E. (1996): Untersuchungen über die genetische Variation der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) unter dem Aspekt der in situ Erhaltung genetischer Ressourcen in der Schweiz. Dissertation ETH Zürich
- PROFESSUREN FÜR WALDBAU UND FÜR FORSTSCHUTZ UND DENDROLOGIE DER ETH ZÜRICH (1993): Mitteleuropäische Waldbaumarten. Unveröffentlichtes Vorlesungsmanuskript
- SCHÜTT, P (1994): Tannenarten Europas und Kleinasien. Ecomed, Landsberg
- WOLF, H. (Hrsg.) (1994): Weißtannenherkünfte. Contributiones biologiae arborum 5, Ecomed, Landsberg

# Das Wurzelwerk der Weißtanne

HANS-JÜRGEN GULDER

## Pfahlwurzel in allen Lagen

Die Wurzelentwicklung der Tanne auf den unterschiedlichsten Böden beeindruckt immer wieder. Sie hält am strengsten von allen Baumarten an der ihr eigenen Pfahlwurzel fest (KÖSTLER et al. 1968). Eine stark entwickelte, deutlich nach unten strebende Hauptwurzel, die weitgehend unabhängig vom Boden angelegt wird, kennzeichnet diese (Abb. 1). Auch starke Staunässe vermag den Wurzeltyp nicht zu verändern. Erst wenn die Pfahlwurzel den Grundwasserhorizont erreicht, gliedert sie sich in seitwärts gerichtete, feinverzweigte Stränge auf. Lediglich auf Skelettböden entwickeln sich stark deformierte Wurzeln (POLOMSKI UND KUHN 1998). Neben der vertikal ausgerichteten Pfahlwurzel bildet die Tanne

einen Kranz von vier bis sechs kräftigen Hauptseitenwurzeln, die auf durchlässigen Substraten schräg abwärts in den Boden vordringen.

Die Feinverzweigung ist jedoch wie bei den meisten anderen Nadelbäumen relativ gering (KUTSCHERA UND LICHTENEGGER 2002). Sie erstreckt sich in den oberen Bodenschichten entlang der dünneren Seitenwurzeln ziemlich gleichmäßig auf den gesamten Wurzelraum. Die Feinwurzeln finden sich gehäuft an den Enden der Vertikalwurzeln. Im Unterboden konzentrieren sie sich auf den Bereich der Pfahlwurzel sowie der Senker und ihrer Aufzweigungen. Auf trockeneren Standorten entwickeln sich Anhäufungen von Fein- und Feinstwurzeln in tiefer liegenden, feuchten Schichten.

An den kräftigen Seitenwurzeln, die nicht selten miteinander verwachsen sind, bilden sich im höheren Alter dicke, stark verzweigte Senkerwurzeln, die meist annähernd die Tiefe der Pfahlwurzel erreichen.

## Unaufhaltsam in die Tiefe...

In der ersten Lebensphase wird eine führende Pfahlwurzel angelegt. Sie reicht nach zehn Jahren im Mittel 40 cm tief. Nach 70 bis 100 Jahren ist das Tiefenwachstum von Pfahl- und Senkerwurzeln weitgehend abgeschlossen. Das Dickenwachstum hält jedoch weiter an. Auf durchlässigen Sand- und Lehmböden werden im Schnitt Tiefen von eineinhalb bis zwei Metern erreicht. Jedoch sind auch vertikale Reichweiten von fast drei Metern nachgewiesen.

In wechselfeuchten Tonböden verringert sich die Erschließungstiefe kaum, bei starker Staunässe zweigen die Vertikalwurzeln lediglich in etwas geringerer Bodentiefe auf. Die Leistung von 90 bis 120 cm Tiefe auf stark versauerten, wechselfeuchten marmorierten Lehmen und in versauerten Flachtälchen der Südwestdeutschen Altmoräne ist auf Grund der äußerst

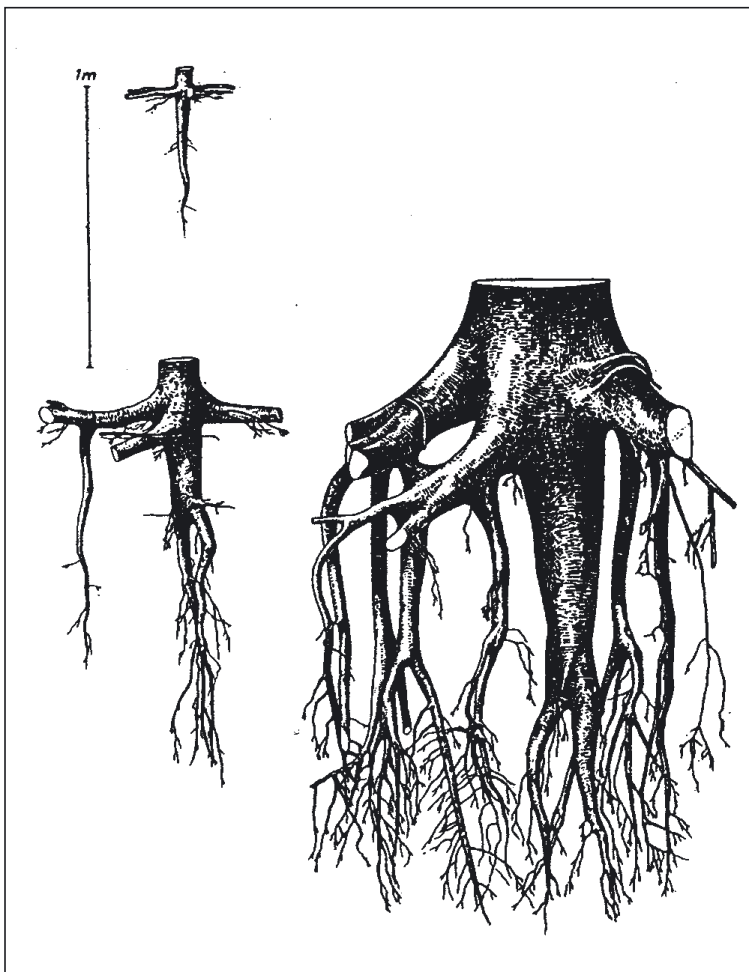


Abb. 1: Das Wurzelwerk der Tanne in den verschiedenen Altersphasen nach KÖSTLER et al.

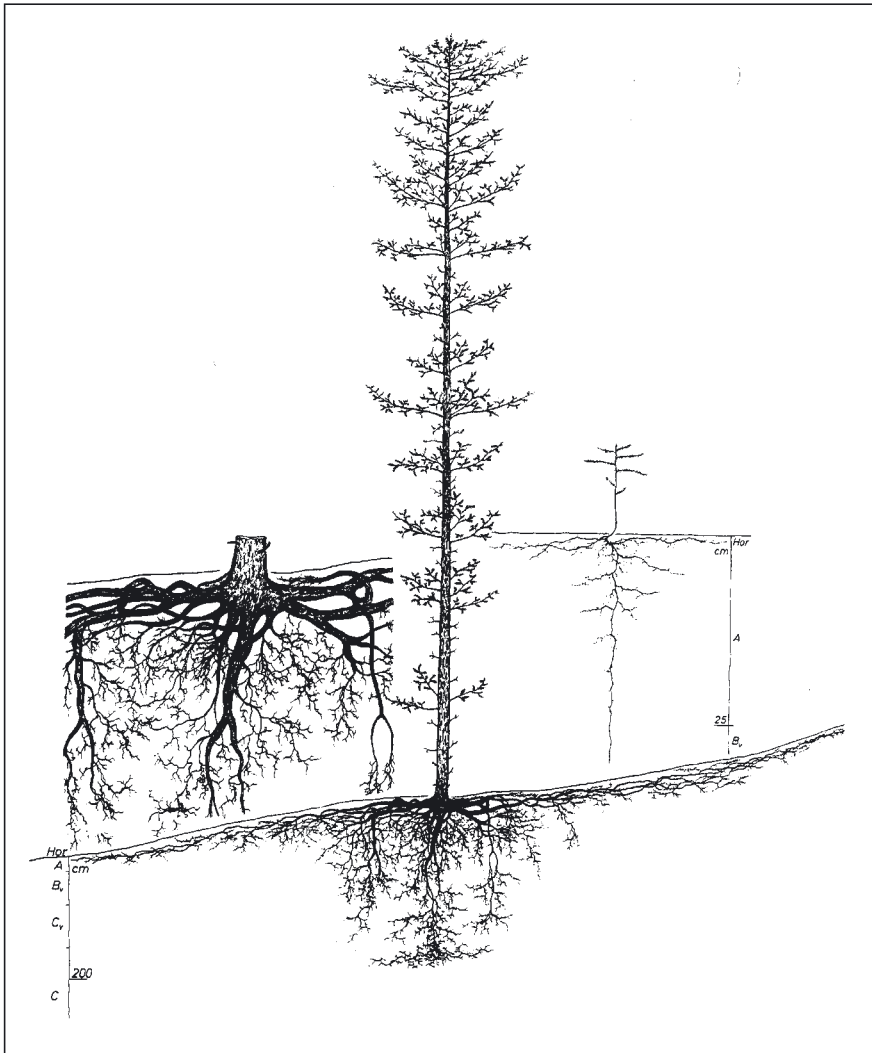


Abb. 2: Wurzelausdehnung einer Tanne im Bayerischen Wald nach KUTSCHERA und LICHTENEGGER

geringen Sauerstoffverfügbarkeit im Unterboden erstaunlich (SCHEFFOLD 1971; SCHOCH 1964). Dies gilt bereits für junge Tannen. Von allen Nadelbaumarten leistet diese Baumart auf den waldbaulich schwierigen Pseudogleyen den weitaus besten vertikalen Aufschluss.

Auf wechsellückigen Standorten mit länger anhaltender Trockenphase wurden hingegen Schäden des Vertikalwurzelsystems beobachtet (KREUTZER 1961). Allerdings zeigen sich die Tannen auch dort sehr vital.

Der Horizontaldurchmesser der Wurzelsysteme kann über 20 Meter betragen. Der Kronenbereich, gerne als Anhaltspunkt für die Wurzelausdehnung der Bäume herangezogen, wird dabei oft weit überschritten (KUTSCHERA und LICHTENEGGER 2002).

## Literatur

KÖSTLER, N.; BRÜCKNER, E.; BIBELRIETHER, H. (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. Verlag Paul Parey

KREUTZER, K. (1961): Wurzelbildung junger Waldbäume auf Pseudogley. Forstwissenschaftliches Centralblatt

KUTSCHERA, L.; LICHTENEGGER, E. (2002): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. Leopold Stocker Verlag

POLOMSKI, J.; KUHN, N. (1998): Wurzelsysteme. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Verlag Paul Haupt

SCHEFFOLD, K. (1971): Wurzelprofile im Altmoränengebiet des Südwestdeutschen Alpenvorlandes. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 33

SCHOCH, O. (1964): Untersuchungen über die Stockraumbewurzelung verschiedener Baumarten im Gebiet der oberschwäbischen Jung- und Altmoräne. Arbeitsgemeinschaft „Oberschwäbische Fichtenreviere“, Stuttgart

# Waldwachstumskundliche Charakterisierung der Tanne

HEINZ UTSCHIG

## Vom Wild geschätzt, von Immissionen geschwächt und doch unverzichtbar

Tannen gehören zu den eindrucksvollsten Bäumen in mitteleuropäischen Wäldern. Sie erreichen mit Brusthöhendurchmessern über 2,50 m und Höhen über 50 m beachtliche Baumdimensionen (SCHÜTT et al. 1992). Wegen ihrer Empfindlichkeit gegenüber Rauchgasen gilt sie jedoch als besonders anfällige Baumart. In den jährlichen Waldzustandserhebungen ist die Tanne immer noch die Baumart mit den höchsten Nadelverlustprozenten (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT 2003, Waldzustandsbericht), was diese These bestätigt.

Die periodischen Verbissinventuren zeigen, dass Wildverbiss die Verjüngung der Tanne erheblich beeinträchtigt (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2003, Verbissgutachten). Dies ist für die Sicherung der standörtlich notwendigen Tannenbeteiligung in der Verjüngung ein besonderes Problem.

Im Plenterwald, im Bergmischwald und als stabilisierende Beimischung in Fichtenbeständen auf wechselfeuchten Standorten spielt sie jedoch eine entscheidende Rolle (MAURER 1981; KÖNIG et al. 1995). Diese Bestandesformen sind daher auch die Forschungsschwerpunkte des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern zu Wachstum und Dynamik der Tanne.

Die Ausprägung einer tiefreichenden Pfahlwurzel macht die Tanne zu einer gegen Windwurf sehr stabilen Baumart. Sie braucht mehr Wärme als die Fichte und kommt mit weniger Feuchtigkeit aus (MAYER 1980). Sie fühlt sich sehr wohl in Mischung mit Fichte und bzw. oder Buche (GAYER 1898). Die Tanne ist die Baumart in unseren Breiten, die für das Ankommen der Verjüngung am wenigsten Licht (außer der Eibe) benötigt. Gleichwohl braucht sie zu gutem Wachstum dennoch ausreichend Licht (AMMER 1996). Von ihrer Wuchsdynamik her ist sie grundsätzlich als ausgeprägte Schattbaumart mit später Kulmination der Zuwachsgrößen und lang anhaltendem Wachstum zu charakterisieren (ASSMANN 1961).

## Tanne und Fichte im Vergleich

Für diesen Vergleich werden die Werte der Ertragstafel für die Tanne von HAUSSER (1956) für

Baden-Württemberg, von WIEDEMANN (1936/42) für die Fichte und von ASSMANN und FRANZ (1963) für die Fichte in Süddeutschland miteinander verglichen. Zusätzlich werden Aufnahmeergebnisse des Fichten-Tannen-Versuches Wolfratshausen 097 berücksichtigt. Auf diesem Versuch in der Nähe des Starnberger Sees in Südbayern wird seit 1962 die Leistung von Tanne und Fichte im Rein- und Mischbestand im kollinen Bereich waldwachstumskundlich ermittelt (PRETZSCH 1992).

## Die Fichte wächst der Tanne voraus

In der Höhenentwicklung sind Fichtenbestände auf gleichem Standort bei gleichem Alter um 4 bis 5 m höher als Tannenbestände (Abb. 1, links), die langsame Entwicklung der Jungpflanzen unter Schirm führt zu einer nachhaltig wirksamen Reduktion des Höhenwachstums. Auf Standorten, die dem Leistungsvermögen einer Oberhöhenbonität 36 für die Fichte (Mittelhöhe ca. 34 m) entsprechen, erreicht die Tanne im Alter von 100 Jahren gerade einmal eine Mittelhöhe von 30 m. Haben Tannenbestände einen Altersvorsprung von 20 bis 30 Jahren gegenüber der Fichte, so sind sie 100 Jahre später etwa gleich hoch. Dieser Vergleich macht deutlich, welchen Wuchsvorsprung Tannen mindestens brauchen, damit sie in Fichten-Tannen-Mischbeständen ökologisch zur Stabilisierung wirksam sein können.

## Die Fichte übertrifft die Tanne in der Volumenleistung

Der Unterschied in der Volumenleistung nach der Ertragstafel HAUSSER (1955) und WIEDEMANN (1936/42) liegt bei etwa 100 VfmD/ha. In höherem Alter übertreffen die Tannenbestände die Fichtenbestände jedoch sogar in der Vorratshaltung (Abb. 1, rechts). Bezieht man die Ertragstafel von ASSMANN und FRANZ (1963) in die Betrachtung ein, so verstärkt sich allerdings die Leistungsüberlegenheit der Fichte. Dieser Unterschied wird mit zunehmendem Alter immer größer. Auf der Versuchsfläche Wolfratshausen 097 bestätigt sich der Unterschied in der Vorratshaltung bei schwacher Niederdurchforstung zwischen Fichten- und Tannenbeständen eindeutig. Erreichen Fichtenbestände in Südbayern im Alter von 100 Jahren Bestandesvorräte von etwa 1.000 Vorratsfestmeter Derbholz/ha, so sind es in reinen Tannenbeständen nur zwischen 600 und

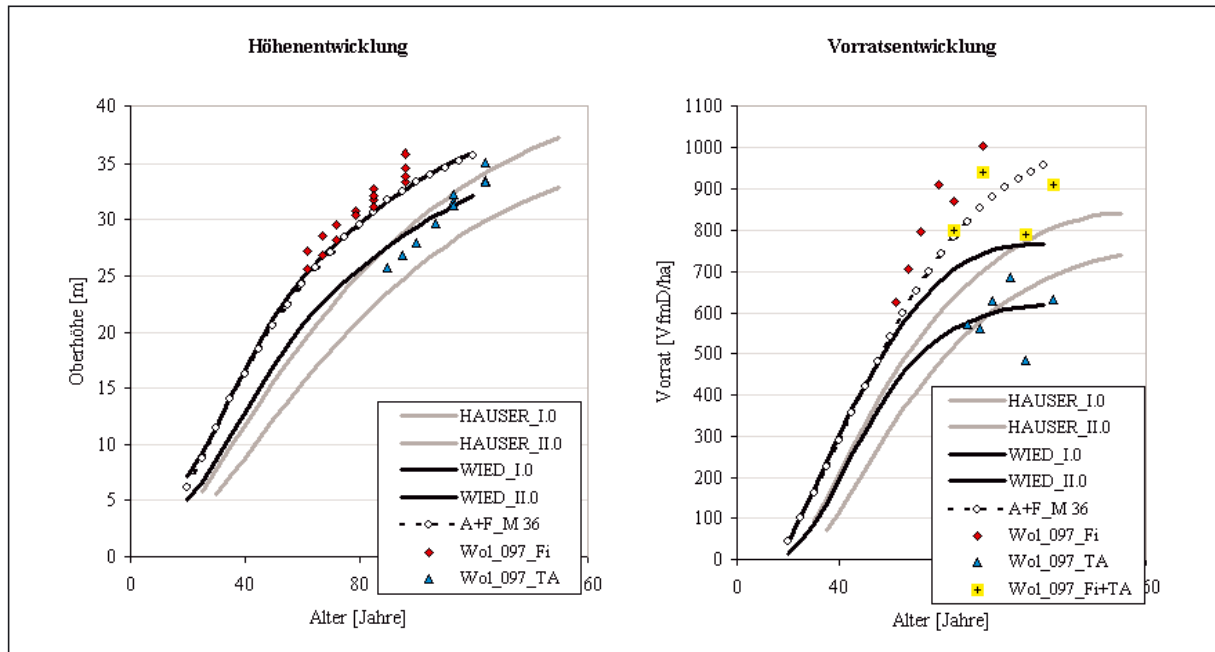


Abb. 1: Vergleich der Höhenentwicklung (links) und der Vorratsentwicklung (rechts) von Fichte nach der Ertrags-tafel WIEDEMANN (1945), Bonität I und II und der Ertragstafel ASSMANN und FRANZ (1963), Oberhöhenbonität 36, mittleres Ertragsniveau, mit der Tannenertragstafel von HAUSER (1955), Bonität I und II; zusätzlich dargestellt sind die Ergebnisse der Versuchsfläche Wolfratshausen 097 für Fichte und Tanne

700 VfmD/ha. Die geringere Höhe und der geringere Durchmesser bei gleichem Alter machen sich hier deutlich bemerkbar.

Vergleicht man hingegen die Vorräte, wie sie in Tannen-Fichten-Mischbeständen auftreten, liegen diese wiederum relativ nahe an den Vorräten der Fichten-Reinbestände, die Tannenanteile zeigen sich hier sehr produktiv.

## Höherer Zuwachs der Tanne im Alter

Die Kurven für den laufende jährliche Zuwachs in Fichten- und Tannenbeständen, wie sie den Ertragstafeln zugrunde liegen, zeigen das sehr unterschiedliche Wuchsverhalten (Abb. 2) der beiden Baumarten.

Während der laufende Volumenzuwachs von Fichte nach der Ertragstafel WIEDEMANN (1936/42) bereits im Alter von etwa 40 Jahren sein Maximum erreicht und dann bis zum Alter 120 auf etwa 60 % des Maximalwertes absinkt, kulminiert der Zuwachs in Tannenbeständen später auf einem höheren Niveau und bleibt dann kontinuierlich über dem von Fichtenbeständen. In der Altersspanne von 50 bis 120 Jahren zeichnet sich im Zuwachsverhalten eine ausgeprägte Leistungsüberlegenheit von Tannenbeständen ab. In Mischbeständen kann demnach der ansteigende Zuwachs der Tanne den zurückgehenden Zuwachs der Fichte kompensieren.

Zum Vergleich wurde in die Grafik (Abb. 2) noch die Zuwachskurve der Ertragstafel ASSMANN und

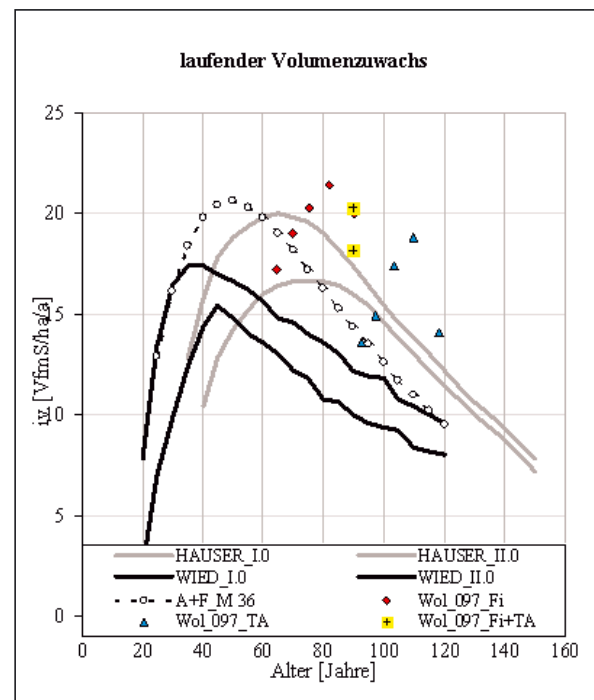


Abb. 2: Vergleich der Zuwachsentwicklung von Fichte nach der Ertragstafel WIEDEMANN (1936/42), Bonität I und II und der Ertragstafel ASSMANN und FRANZ (1963), Oberhöhenbonität 36, mittleres Ertragsniveau, mit der Tannenertragstafel von HAUSER (1955), Bonität I und II; zusätzlich dargestellt sind die Ergebnisse der Versuchsfläche Wolfratshausen 097 für den Fichtenreinbestand, den Tannenreinbestand und die Fichten-Tannen-Mischbestände.

FRANZ (1963) für das mittlere Ertragsniveau eingetragen. Diese Ertragstafel entspricht besser den Wuchsverhältnissen der Fichte in Südbayern. Hier nähern sich dann die Zuwachseleistungen von Fichte und Tanne deutlich an. Die größere Wuchsleistung der Tanne in höherem Alter bleibt jedoch.

Die realen Zuwachswerte auf der Versuchsfläche Wolfratshausen 097 unterstreichen diese generellen Aussagen. Das Zuwachsniveau der Fichte liegt mit Werten zwischen 17 und 22 VfmD/ha/a deutlich über den Werten der Ertragstafel WIEDEMANN (1936/42) und übersteigt auch die Werte der Ertragstafel ASSMANN und FRANZ (1963), Oberhöhenbonität 36. Die Werte für den um 28 Jahre älteren Tannenbestand liegen mit 14 bis 19 VfmD/ha/a erstaunlich hoch. Interessant ist auch, dass die beiden Mischbestandsparzellen der Zuwachseleistung im Fichten-Reinbestand mit 18 bis 20 VfmD/ha/a sehr nahe kommen.

## Einzelbaummerkmale von Tannen

An den Einzelbaummerkmalen Formigkeit und Kronenentwicklung werden besondere Eigenschaften der Tanne beleuchtet.

## Walzenförmige Stämme

Die Tanne gilt als besonders vollholzig (ASSMANN 1961). Das bedeutet, dass der Tannenstamm relativ

walzenförmig ist und sich damit der Durchmesser am Stamm mit zunehmender Höhe relativ langsam verringert. Nach Untersuchungen von ALTHERR (1963) können Tannenstämme daher bei gleicher Höhen-Durchmesser-Relation in eine bessere Stammholzklasse sortiert werden als Fichtenstämme. Die Anwendung von Sortentafeln für die Fichte auf Tanne wäre mit größeren Fehlern behaftet. Daher empfiehlt ALTHERR (1963) die Ermittlung eines zweiten Durchmessers z. B. in 30 % der Baumhöhe zur Bestimmung der Formigkeit.

## Kurze Kronen im Dichtstand

Geraten Tanne und Fichte in den jeweiligen Reinbeständen unter starke Konkurrenz, so bilden sich insgesamt recht kurze und schmale Kronen aus. Die Kronenbreiten unterscheiden sich dann bei Fichte und Tanne kaum voneinander (Abb. 3, links). Die Kronen sind jedoch bei der Fichte deutlich länger als bei der Tanne (Abb. 3, rechts). Dieses Missverhältnis von Kronenlänge zur Kronenbreite lässt die Tannenkronen wesentlich plumper wirken als die der Fichte. Im Mischbestand bei schwacher Durchforstung profitiert die Fichte mehr von der Mischung. Sie ist der Tanne im Höhenwachstum trotz einer Altersdifferenz von 28 Jahren überlegen und kann insgesamt längere Kronen ausbilden. Die Mischung begünstigt den Ausbau der Kronenbreite der Tanne tendenziell bei den vorherrschenden

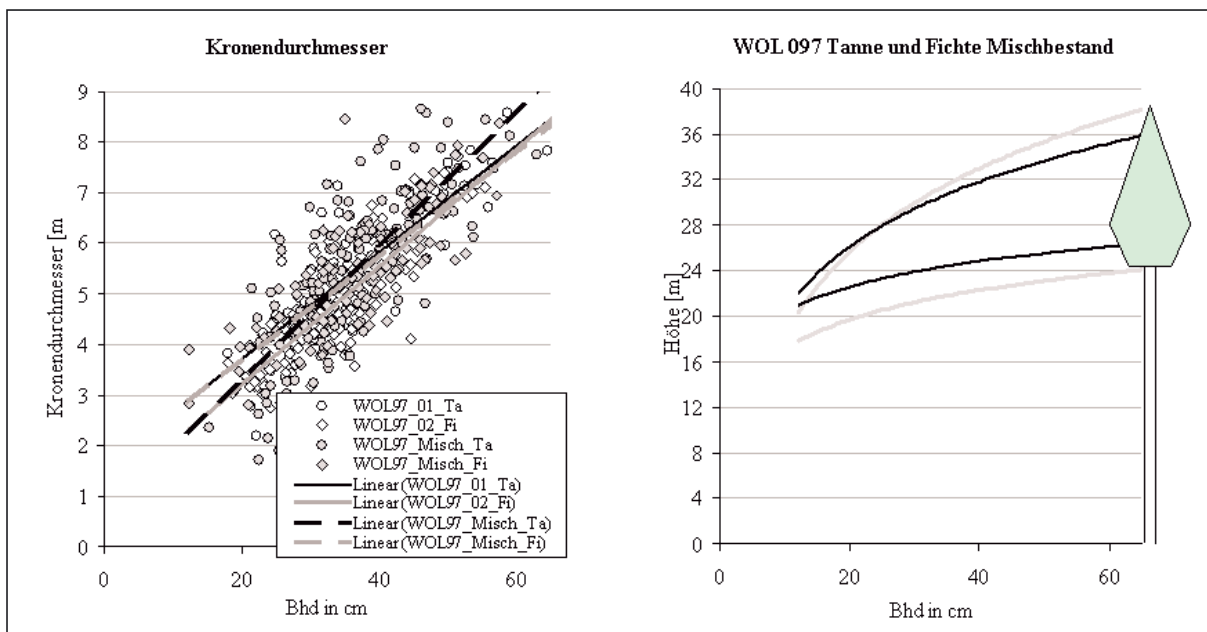


Abb. 3: **Links:** Darstellung der Entwicklung der Kronendurchmesser von Fichte und Tanne im Rein- und Mischbestand über dem Brusthöhendurchmesser; die Punktwolken wurden jeweils mit einer linearen Regression ausgeglichen. Die Ausgleichsgeraden zeigen interessante Unterschiede in den Steigungen zwischen Rein- und Mischbestand. **Rechts:** Baumhöhe (obere Kurven) und Kronenansatzhöhe (untere Kurven) von Tanne (schwarze Linien) und Fichte (graue Linien); der Bereich zwischen den schwarzen Linien markiert die Kronenlänge von Tanne, der stilisierte Baum zeigt die Kronenlänge der Fichte

Bäumen, während sich bei der Fichte die unterdrückten Bäume besser entwickeln (Abb. 3, links). Hinzuzufügen ist, dass in den gedrängten Bestandsituationen mehr als 50 % der untersuchten Tannen zahlreiche Wasserreiser ausbilden.

## Tanne in strukturreichen Wäldern

Eine wichtige Rolle spielt die Tanne in strukturreichen Wäldern. Um die Frage zu beantworten, wie die Tanne im Zuwachsverhalten auf Veränderungen der Wuchskonstellation und damit der Konkurrenz in solchen Wäldern reagieren kann, wurden die Versuchsflächen des Lehrstuhles für Waldwachstumskunde der Bereiche „Bergmischwald- und Plenterwaldversuche“ sowie aus „Urwaldbeobachtungen“ herangezogen. 188 Versuchsflächenaufnahmen standen für die Auswertung zur Verfügung.

## Reaktionsfähig bis ins hohe Alter

Die Tannen im Untersuchungsbestand in der Bergmischwaldzone im Bereich von Garmisch-Partenkirchen waren maximal etwa 220 Jahre alt. Derartige Bestände werden langfristig behandelt. Ziel ist, eine reiche Bestandesstruktur zu erhalten, die stabile Bestände mit Dauerbestockung ermöglicht. Der Wirtschaftler macht sich dort vor allem die lang andauernde Reaktionsfähigkeit der Tanne auf Durchforstung zunutze. Diese Eigenschaft der Tanne wird an drei Beispielen auf Abb. 4 exemplarisch gezeigt.

- *Baum Nr. 375, Brusthöhendurchmesser 54,8 cm, Höhe 29,6 m, Baumklasse 1, vorherrschend mit sehr gut ausgebildeter Krone:* Dieser Baum hatte zwischen 1870 und 1890 sehr gute Wachstumsbedingungen, dann sinken die Jahrringbreiten langsam unter Werte von 1 mm/Jahr. Die Jahrringschwankungen nehmen nach 1930 wieder zu. Insgesamt ist dieser Verlauf typisch für einen vorherrschenden Baum, mit steigendem BHD sinken die Jahrringbreiten kontinuierlich ab. In den hier dargestellten 125 Jahren ist der Baum um 23,5 cm dicker geworden. Das entspricht einem Zuwachs um 75 % im Vergleich zu den vorangegangenen 100 Jahren.
- *Baum Nr. 458, Brusthöhendurchmesser 46,8 cm, Höhe 27,5 m, Baumklasse 2, herrschend mit gut ausgebildeter Krone:* Diese Tanne fällt durch wesentlich stärkere Schwankungen in der Jahrringbreite auf. Ein geringes Ausgangsniveau, eine Hochphase zwischen 1923 und 1958, ein starker Einbruch von 1963 bis 1968 und eine daran anschließende starke Erholung der Radialzuwächse kennzeichnen den Jahrringverlauf. In den betrachteten 125 Jahren werden 27,6 cm Durchmesserzuwachs erreicht. Das entspricht einem relativen Zuwachs von 144 %. Der herrschende Baum konnte freiwerdenden Kronenraum erfolgreich ausnutzen. Dieses Beispiel zeigt die hohe Reaktionsfähigkeit der Tanne.
- *Baum Nr. 105, Brusthöhendurchmesser 28,6 cm, Höhe 16,5 m, Baumklasse 5, unterständiger Baum*

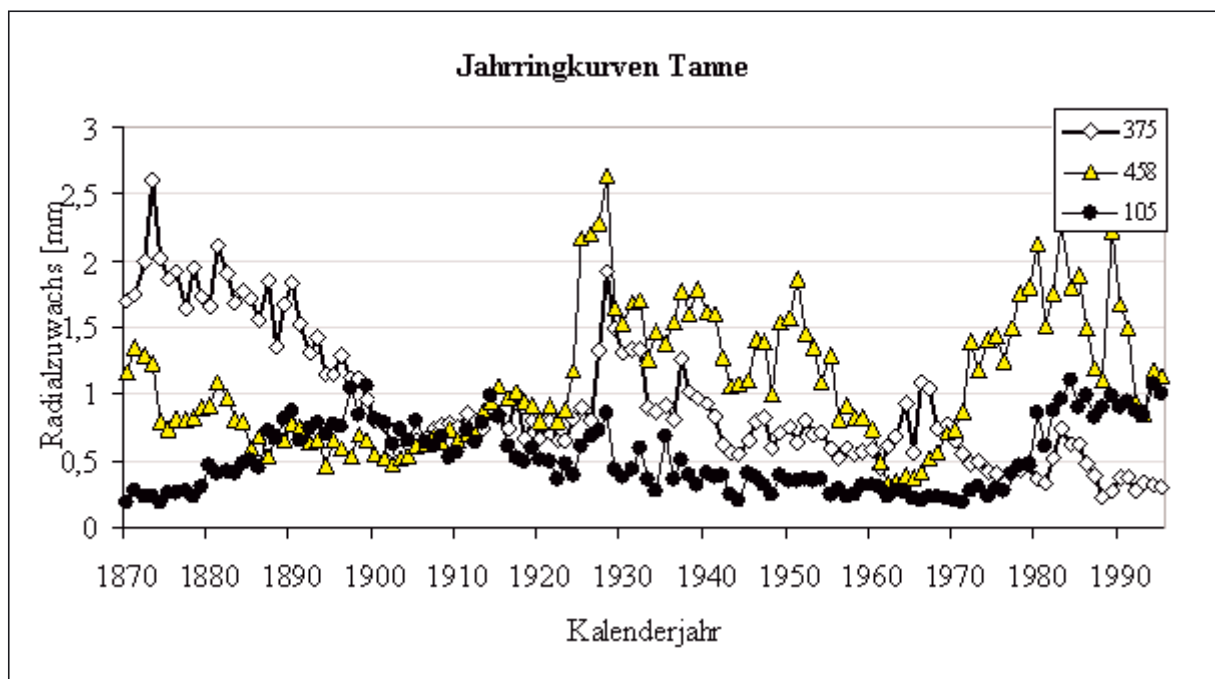


Abb. 4: Jahrringkurven aus Bohrspananalysen zum Aufnahmezeitpunkt 1995 von ausgewählten Tannen-Probe-bäumen (Baum Nr. 375, 458 und 105) auf der Wuchsserie Garmisch-Partenkirchen 823 Parzelle 1

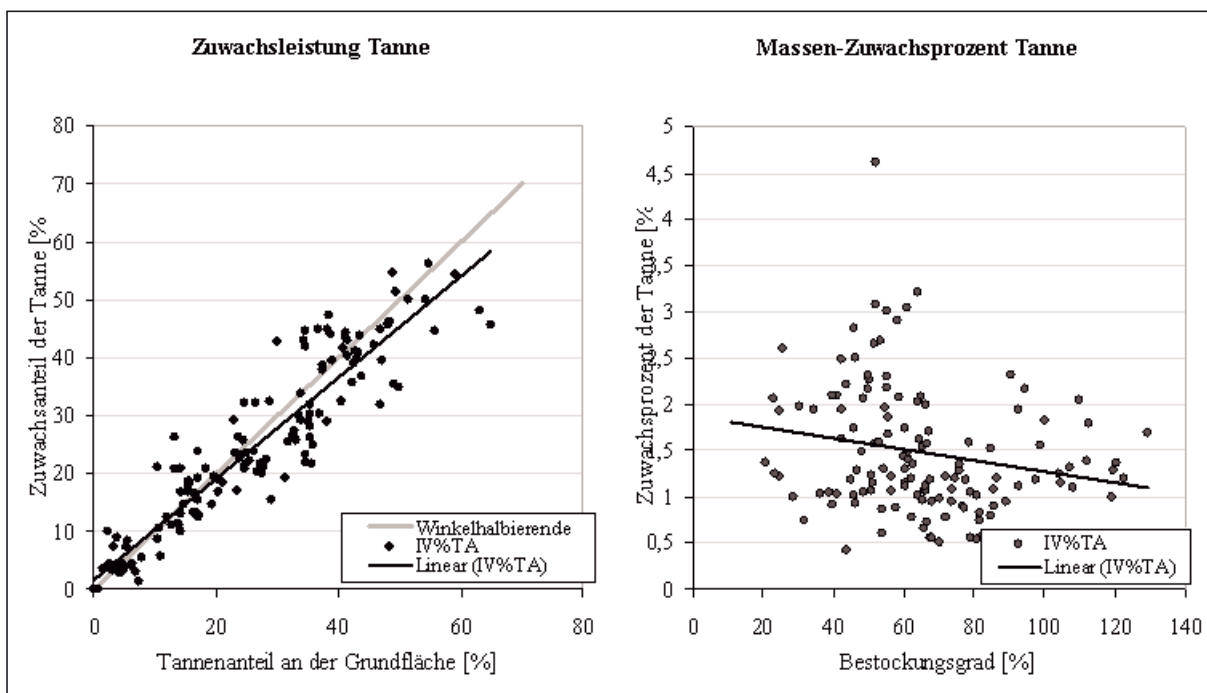
*mit langer, lebensfähiger Krone:* Das Beispiel des unterdrückten Baumes Nr. 105 unterstreicht die Leidensfähigkeit und die Überlebenskraft der Tanne. In den betrachteten 125 Jahren bleibt die Jahrringbreite meist unter 0,5 mm, nur von 1885 bis 1930 zeichnen sich geringfügig bessere Wachstumsbedingungen ab. Nach 1980 stellten sich plötzlich völlig andere Zuwachsverhältnisse ein, die Jahrringbreiten steigen auf etwa 1 mm an. Dieses Niveau wird bis 1995 gehalten. Dieser mehr als 200 Jahre unterdrückt stehende Baum nutzt die verbesserte Wuchssituation rasch. Im betrachteten 125jährigen Zeitraum werden 13,3 cm Durchmesserzuwachs erreicht. Das entspricht einem relativen Zuwachs von 87 %.

## Verbesserter Zuwachs in Mischbeständen

Eine weitere Frage stellt sich: Wie produktiv ist der Tannenanteil in den Mischbeständen aus Fichte, Tanne und Buche im Vergleich zum gesamten geleisteten Zuwachs? Dabei wurde deutlich, dass in den untersuchten Bergmischwald- und Urwald-Beständen (Alter > 100 Jahre bis maximal 350 Jahre) die Tanne recht produktiv ist (Abb. 5, links). Der Zuwachs der Tanne liegt mit steigendem Tannen-

anteil im Bereich der Winkelhalbierenden, d.h. der Anteil am Zuwachs ist zumindest bis zu einem Mischungsanteil von 50 % ähnlich hoch wie bei den anderen beteiligten Baumarten. Die Tanne wird in diesen gemischten Strukturen im Zuwachs nicht beeinträchtigt, sondern eher gefördert.

Betrachtet man den jährlichen Volumenzuwachs der Tanne in Abhängigkeit von der Bestockungsdichte, so zeigt sich ein Anstieg der Zuwachsleistung mit der Lichtstellung (Abb. 5, rechts). Hier wurde als Maßzahl zur Quantifizierung des Zuwachses das Massenzuwachsprozent gewählt. Es beschreibt in Abhängigkeit vom Ausgangsvolumen die Größe der Zuwachsleistung. Der Zuwachs wird wie Zinsen auf das eingesetzte Kapital betrachtet, das Zuwachsprozent entspricht dem Zinssatz. Liegt in dichten Beständen das Massenzuwachsprozent im Bereich von 1 %, so steigt es auf fast 2 % an, wenn die Bestände lichter werden, d.h. der Bestockungsgrad zurückgeht. Dieses Verhalten erklärt den Effekt, dass der flächenbezogene Zuwachs trotz absinkender Bestockungsdichte nur langsam zurückgeht. Interessanterweise zeigt nicht nur die Tanne, sondern auch die Fichte in diesen strukturierten Bergmischwaldbeständen eine derartige Lichtwuchsreaktion.



**Abb. 5: Links:** Zuwachsanteil der Tanne in Abhängigkeit vom Tannenanteil an der Stammgrundfläche; die grau eingezeichnete Winkelhalbierende zeigt den Verlauf bei direkt proportionalem Verhältnis. Das Ergebnis des Ausgleichs der Punktwolke mit einer linearen Regression zeigt die schwarze Linie. Je höher der Tannenanteil, um so wichtiger werden die anderen beteiligten Baumarten für die Zuwachsleistung im Bestand

**Rechts:** Das Massenzuwachsprozent von Tannen in Abhängigkeit vom Bestockungsgrad im Bestand; je niedriger der Bestockungsgrad, um so aufgelichteter sind die Bestandesstrukturen. Die Punktwolke wurde mit einer linearen Regression ausgeglichen

## Nur gepflegte Tannen können die Erwartungen erfüllen

Die hohe Zuwachseleistung der Tanne in einer Altersphase, in der die Fichte rückläufige Zuwächse aufweist, sowie die bestandesstabilisierende und hohe ökologische Wirkung einer Tannenbeimischung in Fichtenbeständen sind wesentliche Argumente für die Mischung von Tanne und Fichte (PREUHLER 1979; MAGIN 1959). Mit ihrer im Vergleich zur Fichte tiefer reichenden Wurzel kann die Tanne in Fichtenbeständen darüber hinaus als Basenpumpe wirksam werden (PRETZSCH 1992). Unterbleiben Pflegeeingriffe, die die Tanne fördern und auf einen lockeren stufigen Bestandaufbau zielen, so kann sie, eigentlich angepasst an einen stufigen Bestandaufbau, die einschichtigen Tannen-Fichten-Mischbeständen nicht stabilisieren. Vielmehr reagiert die Tanne auf hohe Konkurrenz und Gleichschluss mit dem Abbau ihrer Krone und der Bildung von Wasserreisern (PRETZSCH 1992). Bei der standörtlich bedingten Wuchsüberlegenheit der Fichte gegenüber der Tanne, lassen sich Fichtenreinbestände mit Tannen nur dann wirksam stabilisieren und ökologisch aufwerten, wenn der Tanne ein ausreichender Wachstumsvorsprung gesichert und ihre Entwicklung durch Umlichtung und intensive Kronenpflege konsequent gefördert wird (PRETZSCH 1992).

Wegen ihrer Eigenschaft, in Wartestellung lange ausharren zu können, um dann bei Änderung der Konkurrenzverhältnisse recht rasch im Zuwachs zu reagieren, ist die Tanne prädestiniert für stufige Waldaufbauformen. In Verjüngungsbeständen reagieren Tannen auf die Auflichtung auch noch in hohem Alter mit Lichtungszuwachs (ASSMANN 1961; PREUHLER 1979; WEISE 1995). Die hohe ökologische Bedeutung der Tanne spricht für eine Intensivierung der Tannenbeteiligung in unseren Wäldern. Initiativen hierzu werden jedoch beeinträchtigt durch den hohen Verbissdruck, die Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Schadeinflüssen und Probleme bei der Holzverwertung (KNIGGE und SCHULZ 1966).

## Literatur

- ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft München, 490 S.
- ALTHERR, E. (1963): Untersuchungen über Schaftform, Berindung und Sortimentsanfall bei der Weißtanne. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 134 (4,5/6), S.111-150
- AMMER, C. (1996): Konkurrenz um Licht - Zur Entwicklung der Naturverjüngung im Bergmischwald. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 158, 198 S.

ASSMANN, E.; FRANZ, E. (1963): Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Institut für Ertragskunde der FFA München, 112 S.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2003): Waldzustandsbericht. Freising, 67 S.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2003): Forstliches Gutachten zum Zustand der Waldverjüngung. München, 51 S.

GAYER, K. (1898): Der Waldbau. Parey Verlag, Berlin, 4. Auflage, 626 S.

HAUSSER, K. (1956): Tannen-Ertragstafel. In: SCHÖBER, R. (Hrsg.) (1975): Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Verlag, 154 S.

KNIGGE, W.; SCHULZ, H. (1966): Grundriß der Forstbenutzung. Parey Verlag, Hamburg, 584 S.

KÖNIG, A.; MÖRMER, R.; BÄUMLER, A. (1995): Waldbauliche Dokumentation der flächigen Sturmschäden des Frühjahr 1990 in Bayern und meteorologische Situation zur Schadenszeit. Berichte aus der LWF Nr. 2, Freising, 336 S.

MAGIN, R. (1959): Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den bayerischen Alpen. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, Heft 30, 161 S.

MAURER, E. (1981): Waldbauliche Schwerpunkte in Schwaben. Allgemeine Forstzeitschrift 39, S.999-1002

MAYER, H. (1980): Waldbau. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 482 S.

PREUHLER, T. (1979): Ertragskundliche Merkmale oberbayerischer Bergmischwaldverjüngungsbestände auf kalkalpinen Standorten im Forstamt Kreuth. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 45, 372 S.

PRETZSCH, H. (1992): Leistung und Struktur des Tannen-Fichten-Mischbestandsversuchs Wolfratshausen 97. In: PREUHLER, T.; UTSCHIG, H. (Hrsg.): Mitteilungen aus der Waldwachstumskunde München, Heft 3, Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. F. Franz, S.121-138

SCHÜTT, P.; SCHUCK, H.J.; STIMM, B. (Hrsg.) (1992): Lexikon der Forstbotanik; Morphologie, Pathologie, Ökologie und Systematik wichtiger Baum- und Straucharten. Verlag ecomed Landsberg/Lech, 581 S.

WEISE, U. (1995): Zuwachs- und Jungwuchsentwicklung in Versuchen zur natürlichen Verjüngung von Fichten-Tannen (Buchen)-Beständen in Baden-Württemberg - Ergebnisse nach 10jähriger Laufzeit der Versuche. Mitteilungen der FVA Baden-Württemberg 192, 75 S.

WIEDEMANN, E. (1936/42): Fichten-Ertragstafel, mäßige Durchforstung. In: SCHÖBER, R. (Hrsg.) (1975): Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. Sauerländers Verlag, Frankfurt, 154 S.

# Lernen von der Natur: Die Tanne in den natürlichen Waldgesellschaften Bayerns

CHRISTIAN KÖLLING, JÖRG EWALD UND HELGE VALENTOWSKI

## Vom häufigsten Nadelbaum zur Rarität

Die Areale der wirtschaftlich bedeutenden Nadelbäume Fichte, Kiefer, Douglasie und Europäische Lärche wurden durch den menschlichen Einfluss in Bayern weit ausgedehnt. Die Fichte ist ursprünglich nur in den Alpen und den höheren Mittelgebirgen heimisch, wenn man von ein paar Sonderstandorten einmal absieht. Auch die seit Jahrhunderten flächenhaft angebaute Wald-Kiefer wäre als Schlussbaumart von Natur aus auf wenige extreme Standorte beschränkt. Das Vorkommen der Europäischen Lärche begrenzte sich ursprünglich auf ein winziges Areal in den höchsten Regionen der Alpen. Als nordamerikanische Baumart wird die Douglasie in Bayern heute weit entfernt von ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet angebaut.

Anders die Tanne: Sie besitzt in Bayern von Natur aus ein großes Areal, das über weite Teile des Hochgebirges, der Mittelgebirge und des Hügellands reicht (Abb. 1). An der natürlichen Waldbestockung Bayerns wäre die Tanne daher potentiell mit 8 - 15 % beteiligt. In Bayern gehören die Regionen südlich der Donau und die ostbayerischen Mittelgebirge ebenso wie Teile des fränkischen Keupers zu den ursprünglichen Tannengebieten. Verglichen mit diesem Naturpotential verwundert die geringe aktuelle Verbreitung der Tanne (2 % Anteil an der Waldfläche Bayerns). Nur in den Wuchsgebieten 11 (Bayerischer Wald) und 15 (Bayerische Alpen) werden knapp 8 % Tannenbeteiligung erreicht, in den Wuchsgebieten 14 (Jungmoräne) und 12 (Tertiärhügelland) sind es nur wenige Prozent. In den anderen Wuchsgebieten bewegen sich die Tannenanteile im Promillebereich.

Es liegt zunächst nahe, die Seltenheit der Tannenvorkommen dem Wirken des Menschen zuzuschreiben. Waldrodung und Kahlschlagwirtschaft, überhöhte Schalenwildbestände und Schadstoffimmissionen können für den Schwund der Tanne in Bayern verantwortlich gemacht werden. Diesen anthropogenen Einflussfaktoren für die Seltenheit

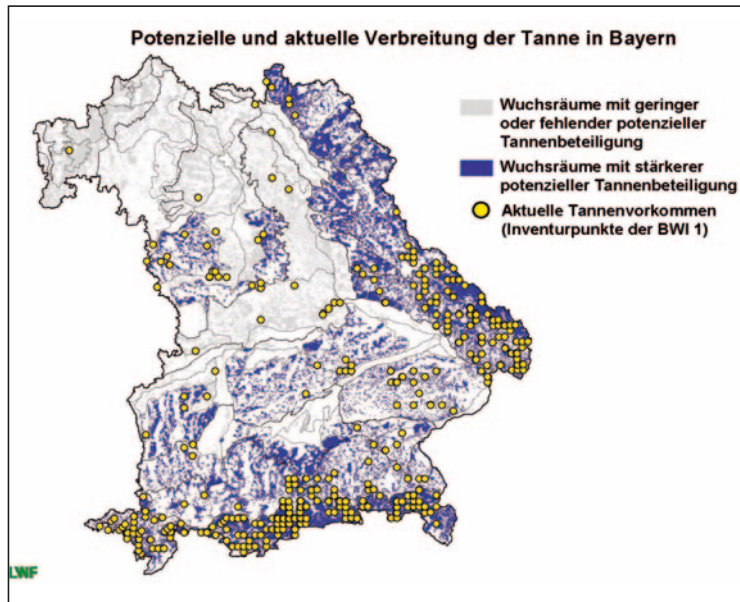


Abb. 1: Verbreitung der Tanne in Bayern; potentielle Tannenverbreitung nach Valentowski et al. (2001); aktuelle Vorkommen nach der Bundeswaldinventur I 1986-1990

der Tanne wird in anderen Beiträgen dieses Bandes nachgespürt. Wir möchten in diesem Beitrag zusätzlich die natürlichen Gründe für die Seltenheit der Tanne herausstellen:

- die nacheiszeitliche Arealbildung
- die standortsökologische Einnischung
- die Konkurrenzsituation zur Buche.

## Nacheiszeitliche Arealbildung der Tanne

Die Weißtanne überdauerte die letzte Eiszeit, als Mitteleuropa von waldfreier Tundra bedeckt war, in drei Refugien des Mittelmeerraumes, vor allem im italienischen Apennin und in Griechenland, wahrscheinlich auch in Spanien (HUNTLEY UND BIRKS 1983). In einer ersten nacheiszeitlichen Ausbreitungswelle wanderte sie bis in die Pyrenäen, die Südalpen und das dinarische Gebirge. Von dort erreichte sie mit einer Wandergeschwindigkeit von ca. 300 m/Jahr um 4.000 v. Chr. von Westen her das französische Zentralmassiv und die Gebirge Süddeutschlands. In der Schweiz gelangte sie sogar über den Alpenhauptkamm ins Rheintal und ins Alpenvorland. Auf einem dritten Weg umwanderte

die Tanne die Ostalpen und erreichte ca. 3.000 v. Chr. den Karpatenbogen. Diese unterschiedlichen Wander Routen hinterließen in der Genetik der Weißtanne deutliche Spuren (siehe auch Beitrag von KONERT/HUSSENDÖRFER in diesem Heft), so dass eine versteckte Differenzierung in Standortsrassen wahrscheinlich ist. Aus bisher ungeklärten Gründen gelang es der Tanne nicht, weiter nach Norden vorzudringen. Vielmehr verkleinerte sich ihr Areal nördlich der Alpen im weiteren Verlauf der Nacheiszeit sogar wieder etwas. Heute verläuft die Arealgrenze der Weißtanne quer durch Bayern hindurch.

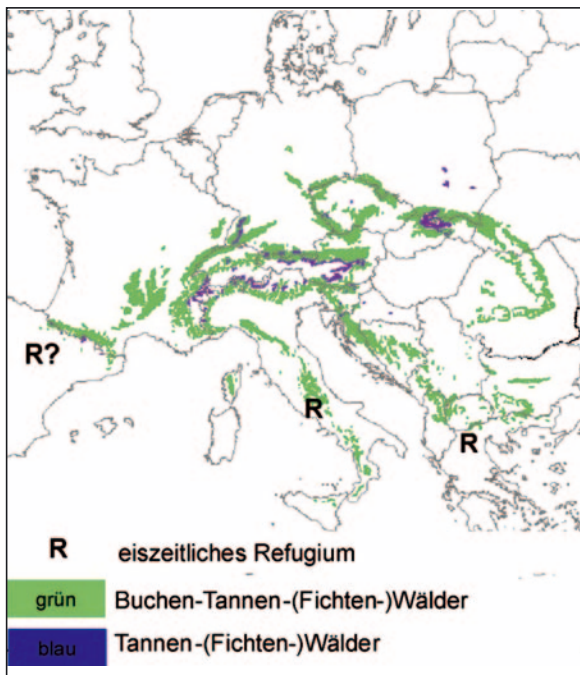


Abb. 2: Natürliche Verbreitung tannenreicher Wälder in Europa nach Bohn et al. (2003); die Karte wurde durch Abfrage der interaktiven CD-Rom „Karte der natürlichen Vegetation Europas“ erstellt.

Das heutige Verbreitungsgebiet potentiell tannenreicher Wälder (Abb. 2) ist im Vergleich zu dem der Rotbuchenwälder auffallend zerstückelt. Auf großen Flächen würde sich die Tanne die Vorherrschaft in der natürlichen Vegetation mit der Rotbuche, oft auch mit der Fichte teilen. Optimal entfaltet sich die Weißtanne im montanen, subatlantischen und subkontinentalen Bergmischwald (FREY 2003). Verglichen damit beherrschen laubbaumarme Tannen-Fichtenwälder (Abieteten) bei stärker kontinentalem Klima nur selten die Landschaft.

### Atlantisch getönte Klimabereiche Bayerns werden gemieden

Die auffällige Begrenzung des heutigen Tannenareals nach Nordwesten trifft zusammen mit dem

Übergang vom subkontinentalen zum subatlantischen Klimabereich. Die ausgeprägt atlantischen, wintermilden Bereiche Westeuropas wurden nicht besiedelt. Dagegen dehnt sich das Areal weit in den subkontinentalen Bereich Mittel- und Osteuropas aus. Nicht abschließend geklärt ist, ob es sich dabei um ein Problem der Rückwanderung handelt, ob physiologische Gründe oder nur die in diesem Klimabereich größere Konkurrenz der Buche dafür verantwortlich sind. Winterkälte jedenfalls ist für die Tanne kein Problem, zwei potentielle Schwerpunkte ihres Vorkommens in Bayern sind ausgesprochen winterkalt: Das Kürnacher Molassebergland (Wuchsbezirk 15.1) einerseits und die intramontanen Becken Bayerisches Vogtland (Wuchsbezirk 8.6), Selb-Wunsiedler Bucht (Wuchsbezirk 8.7) und Wiesauer Senke (Wuchsbezirk 10.2/2) andererseits. In diesen Gebieten ist in der Karte der Regionalen natürlichen Waldzusammensetzung Bayerns von WALENTOWSKI et al. (2001) die Tanne an erster Stelle genannt. Sie würde hier unter natürlichen Verhältnissen auf Landschaftsebene das Waldbild dominieren.

### Die Tanne besiedelt selbst schwierigste Standorte

Die Wurzelenergie der Tanne ist phänomenal (Abb. 3). So verwundert es nicht, wenn die Tanne auch „schwere“ Tonböden und von Staunässe im Wurzelraum gekennzeichnete „schwierige“ Standorte, durchwurzelt. Nicht, dass sie diese Standorte bevorzugt, aber die Tanne erträgt sie besser als andere Schlusswaldbaumarten und hat so erhebliche Konkurrenzvorteile. Auch auf steinigem Grund ist die Kraft ihrer Wurzeln von Vorteil, sofern nur genügend Spalten und Klüfte den Weg in die Tiefe ermöglichen. Selbst Humuskarbonatböden, die auf den ersten Blick als trocken erscheinen, können so besiedelt werden. Der Vorteil der Tiefendurchwur-



Abb. 3: Tiefwurzlerin Tanne (Foto: LWF-Archiv)

zelung kommt der Tanne nicht nur auf Sonderstandorten, sondern auch auf mittleren Standorten zu Gute, wenn nach längerer Trockenheit die Wasservorräte des Oberbodens aufgebraucht sind.

Hinsichtlich bodenchemischer Kenngrößen erweist sich die Tanne als wenig anspruchsvoll und tolerant. Auch sehr basenarme Standorte werden erfolgreich besiedelt. Sofern diese Standorte auch noch vernässt sind, ist der Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Baumarten außerordentlich hoch (Abb. 4)



Abb. 4: Tannenstandort: Tonreiches, verdichtetes Substrat mit Staunässe, Nass- und Sauerbleichung (Foto: C. KÖLLING)

und den Fichtenwäldern vermitteln (Abb. 5). Die Gruppe der beerstrauchreichen Fichten-Tannenwälder werden den Fichtenwäldern (*Piceion abietis*) zugeordnet, die systematisch zu den immergrünen borealen Nadelwäldern (*Vaccinio-Piceetea*) gehören. Die Gruppe der krautreichen Tannenwälder mit höherem Buchenanteil gehört in den Verband der Buchen- und Buchenmischwälder (*Galio-Fagion sylvaticae*), d.h. zur Klasse der sommergrünen Falllaubwälder (*Quercu-Fagetea*).

Die soziologisch-systematische Gliederung der Tannenwaldgesellschaften besitzt eine standortskundliche Entsprechung:

- Stark staunass/wechselfeucht, äußerst sauer und sehr nährstoffarm: *Vaccinio vitis-idaeae-Abietetum* (Preiselbeer-Fichten-Tannen-Kiefernwald)
- Hangfeucht/feucht, sauer und nährstoffarm: *Luzulo-Abietetum* (Silikat-Hainsimsen-Fichten-Tannenwald)
- Schwere nährstoffreiche Tonböden: *Galio-Abietetum* (Rundblattlabkraut-Tannenwald)
- Scheinbar flachgründige Kalkmergelböden: *Pyrolo-Abietetum* (Wintergrün-Tannenwald)
- Scheinbar flachgründige Humuskarbonatböden: *Adenostylo glabrae-Abietetum* (montaner Karbonat-Tannenwald).

## Waldgesellschaften mit Tannenanteilen in Bayern

Die meisten Tannen wachsen nicht, wie man zunächst vermuten würde, in den Tannenwaldgesellschaften (*Abietetum*). Diese kommen in Bayern nur auf etwa zwei Prozent der Waldfläche vor. Hier treten aber die ökologischen Fähigkeiten der Tannen besonders deutlich hervor. Weniger spektakulär, dafür flächenmäßig viel bedeutsamer sind die Tannenvorkommen in den Buchenwaldgesellschaften, vor allem im Bergmischwald der Alpen und der höheren Mittelgebirge.

## Tannenwaldgesellschaften (*Abietetum*)

Nach WALENTOWSKI et al. (2004) lassen sich fünf heimische Tannenwald-Assoziationen unterscheiden, die zwischen den Buchenwäldern

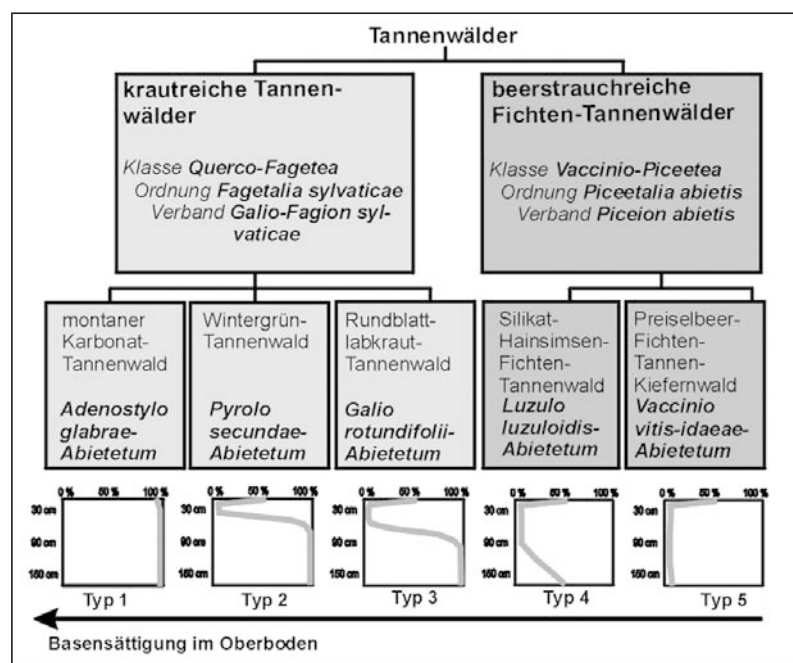
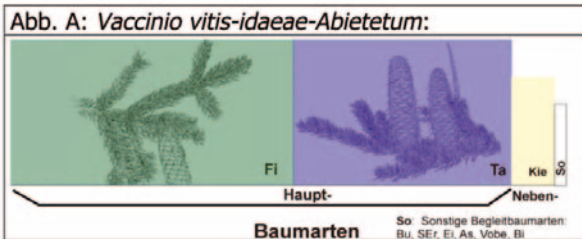


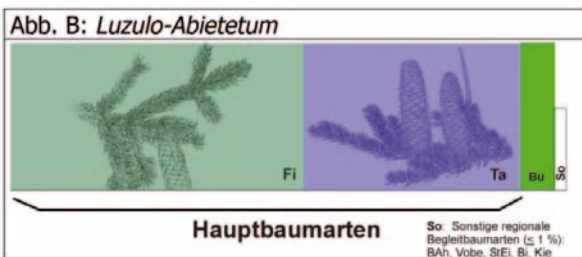
Abb. 5: Systematische Gliederung der Tannenwälder (*Abietetum*); eine wichtige Differenzierung ergibt sich aus dem Basenhaushalt der Standorte, wie ihn der Tiefenverlauf der Basensättigung abbildet. Die Bandbreite reicht von hoher Basensättigung im gesamten Wurzelraum (Typ 1) bis hin zu tiefreichender Versauerung (Typ 5)

An den begleitenden Baumarten und an den charakteristischen Bodenpflanzen kann die ökologische Einnischung der Tannenwaldgesellschaften ebenfalls gut abgelesen werden:

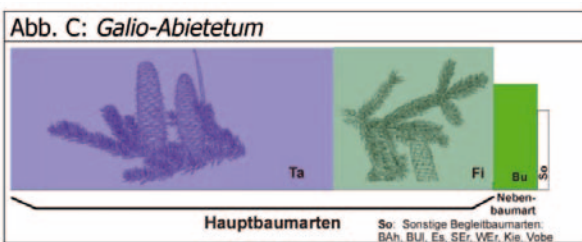
- *Vaccinio vitis-idaeae-Abietetum*: mit viel Fichte und Waldkiefer, zahlreiche säure-, magerkeits- und wechselfeuchtezeigende Arten in der Bodenvegetation; die Buche fehlt bezeichnenderweise:



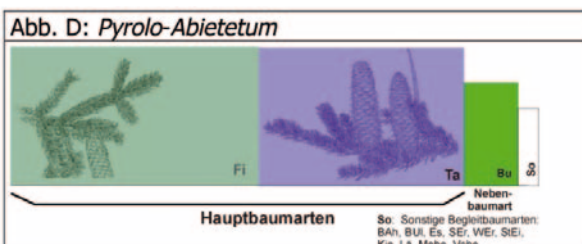
- *Luzulo-Abietetum*: mit viel Fichte und wenig Buche, zahlreiche säurezeigende Arten in der Bodenvegetation, Ähnlichkeit zu bodensauren Buchenwäldern; die Buche ist in geringen Anteilen vorhanden.



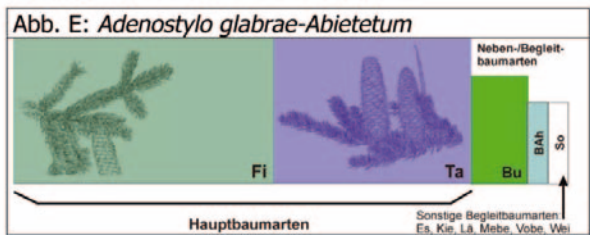
- *Galio-Abietetum*: mit Buche und Fichte, zahlreiche nährstoffzeigende Arten in der Bodenvegetation, Ähnlichkeit zu nährstoffreichen Buchenwäldern; die Buche ist in geringen Anteilen vorhanden:



- *Pyrolo-Abietetum*: mit Buche und Fichte, Kalkzeiger kommen neben typischen Sauerhumuspflanzen in der Bodenvegetation vor; die Buche ist in geringen Anteilen vorhanden.



- *Adenostylo glabrae-Abietetum*: mit Buche und Fichte, Kalkzeiger kommen neben typischen Sauerhumuspflanzen in der Bodenvegetation vor; die Buche ist in geringen Anteilen vorhanden.



Wie die Abbildungen zeigen, sind in der Mehrzahl der Tannenwaldgesellschaften Buchen als Mischungselemente enthalten. Auf Grund der für sie ungünstigen Standorts- und Wachstumsverhältnisse reichen sie hier jedoch kaum in die Oberschicht der Bestände hinein. Lichtbedürftige Pionierbaumarten spielen eine untergeordnete Rolle. Sie können nur im Falle plötzlicher größerer Auflichtungen auf Sonderstandorten wie umgestürzten Wurzellatern, offenen Bodenstellen usw. keimen und phasenweise höhere Anteile erreichen. Am ehesten kann sich im Preiselbeer-Fichten-Tannen-Kiefernwald die Kiefer als langlebige Pionierbaumart halten.

## Tannen als Bestandteil von Buchenwaldgesellschaften

Der flächenmäßige Schwerpunkt des potentiellen und aktuellen Tannenvorkommens in Bayern liegt im Bergmischwald. Dabei handelt es sich um Buchenwaldgesellschaften in Gebirgslagen, in denen mit abnehmender Konkurrenzkraft der Buche auch Tanne, Fichte und Bergahorn eine wichtige Rolle spielen. Der Bergmischwald mit seiner Vielfalt an Bestandsstrukturen und Kleinstandorten ist die eigentliche Heimat der Tanne. In der Gemeinschaft mit anderen Baumarten erreicht sie hier ihre besten Wuchsleistungen.

## Tannen sind essentieller Bestandteil des Bergmischwalds

Der Bergwald der Alpen (Wuchsgebiet 15) beherbergt das heutige Hauptvorkommen der Weißtanne in Bayern (Abb. 1). Für dieses Gebiet existiert mit der Datenbank BERGWALD (EWALD 1995) eine umfassende Sammlung pflanzensoziologischer Daten, die sehr differenzierte Aussagen zum ökologischen Verhalten von Pflanzenarten erlaubt. Bei immerhin fast einem Drittel (31 %) der Aufnahmen der Baumschicht ist die Weißtanne vorhanden, allerdings meist nur mit geringen Anteilen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vegetationskundler

naturnahe, tannenreiche Bestände bevorzugt aufnehmen. In den allermeisten Fällen ist sie beige-mischt zu anderen Baumarten (vor allem Buche und Fichte), nur an jedem 60. Punkt (1,5 %) ist die Tanne führende Baumart. Bei der Verjüngung stellt sich die Situation ähnlich dar. Mehr als ein Drittel (35 %) der Aufnahmen enthalten Weißtannenjung-pflanzen, deren Deckung allerdings 5 % nur selten überschreitet. Dabei ist das Vorkommen von Jung-pflanzen wie zu erwarten mit dem Vorkommen von baumförmigen Tannen gekoppelt.

Für die meisten Wald-Vegetationsaufnahmen liegen Angaben zur Meereshöhe vor. Diese umfassen den gesamten Höhenbereich der Waldstufe, stam-men jedoch zum überwiegenden Teil aus der mon-tanen und hochmontanen Stufe des Bergmischwal-des zwischen 900 und 1.400 m ü.NN. Die Höhenver-teilung der tannenhaltigen Vegetationsaufnahmen weicht davon insofern ab, als die Weißtanne ab 1.500 m im subalpinen Fichtenwald nur selten ver-treten ist und ab 1.600 m im hochsubalpinen Lär-chen-Zirbenwald fast ganz fehlt. Damit können wir die Ähnlichkeit der Höhenverbreitung zwischen Weißtanne und Rotbuche belegen.

Besonders fällt auf, dass nach dem Aufnahme-material die Tanne in den Alpen die stark karbonat-haltigen Pionierstandorte regelmäßig meidet. Diese nehmen allerdings auch nicht mehr der Bergmisch-wald, sondern andere Vegetationstypen (z.B. Schnee-heide-Kiefernwald und Latschengebüsch) ein.

#### *Tannen in sonstigen Buchenwaldgesellschaften*

In großen Teilen des Alpenvorlandes, des Tertiär-hügellandes und Teilen des fränkischen Keupers ist die Tanne Mitglied der Buchenwaldgesellschaften. Im Hainsimsen-Buchenwald saurer, dem Waldmeister-Buchenwald mittlerer und dem Waldgersten-Buchenwald basenreicher Standorte ist die Tanne ein vollwertiges Mitglied der Baumschicht, wenngleich sie nie die Oberhand gewinnt und die Wald-gesellschaften dominiert. Die zum atlantischen Klimabereich hin erstarkende Konkurrenz-kraft der Buche spielt bei der Arealbegrenzung der Tanne nach Nordwesten sicher eine wichtige Rolle. Im kli-matischen Optimum der Buchenverbreitung wird die Konkurrenz der Buche übermächtig, die Buchenwälder dieses Klimabereichs sind von Natur aus weitgehend tannenfrei. Vor allem die besondere Kronenaus-bildung der Buche mit ihrer ausgeprägten seitlichen Expansionskraft dürfte ein wichtiger Grund für ihre Überlegenheit sein.

Eine Auswertung der aktuellen Tannenvorkom-men im fränkischen Keuper (Wuchsgebiet 5) zeigt, dass die Tanne einen Schwerpunkt auf den schwe-ren Ton- und Zweischieferböden der Feuerletten und

Lehrbergschichten hat. Sandstandorte des Burg-sandsteins, des Rhät und Flugsande werden hinge-gen deutlich gemieden. Damit wird wieder einmal dokumentiert, dass sich die Tanne in Buchenwald-gesellschaften besonders dann durchsetzt, wenn die Buche mit widrigen Standortbedingungen (in diesem Fall mit schweren Böden) zu kämpfen hat und in ihrer Konkurrenz-kraft bereits geschwächt ist. In der gleichen Auswertung ergab sich ein Zurück-treten der Tanne in den klimatisch trockeneren Beckenlagen des Wuchsgebiets. In klimatischen Trockengebieten ist der Konkurrenzvorteil der Tan-ne mehr oder weniger aufgebraucht, hier leiden Buche und Tanne den gleichen Mangel.

Zusammengefasst lassen sich die Wuchsbedin-gungen natürlicher Tannenvorkommen in den Buchenwaldgesellschaften außerhalb der Gebirge wie folgt charakterisieren:

- suboptimales Buchenklima (nicht zu atlantisch, aber auch nicht zu trocken und sommerwarm)
- suboptimale Buchenböden (schwere, staunasse, tonreiche Böden).

### *Tanne und Buche gehören zusammen*

In Abbildung 6 ist in Form eines Ökogramms die abnehmende Konkurrenz-kraft der Buche bei zunehmender Kontinentalität und abnehmender Durchwurzelbarkeit des Bodens symbolisiert. Ähnliche Ökogramme könnte man mit Achsen für die Meereshöhe oder für den Bodenwasserhaushalt zeichnen.

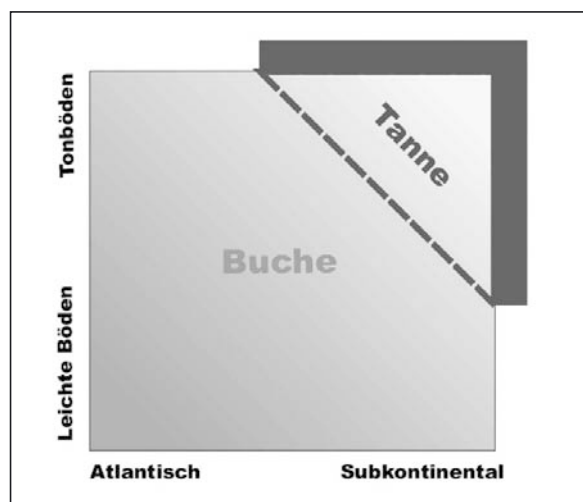


Abb. 6: Ökogramm für die Faktoren Kontinentalität und Bodendurchwurzelbarkeit; der Farbverlauf symbolisiert die abnehmende Konkurrenz-kraft der Buche. Die Tanne ist auf Bereiche abnehmender Buchenkonkurrenz und auf einen schmalen Bereich jenseits des Buchenvor-kommens beschränkt.

Ein Gemeinsamkeit aller dieser Ökogramme ist, dass die Tanne bevorzugt einen auch von der Buche eingenommenen standortsökologischen Bereich besetzt. Auf Grund der übermächtigen Konkurrenz der Buche ist sie aber auf die Standortskonstellationen mit verminderter Vitalität dieser Baumart abgedrängt (obere rechte Ecke des Ökogramms). Nur dort gelingt ihr die Koexistenz mit der Buche. In einem schmalen Bereich jenseits des von der Buche eingenommenen Bereichs herrscht die Tanne hingegen unangefochten (ausgefüllte Felder außerhalb des Buchenbereichs). Hier dominiert sie die Waldbestände und bildet Tannenwaldgesellschaften.

Festzuhalten bleibt noch einmal:

- Die meisten Tannenstandorte sind zugleich auch Buchenstandorte, aber nicht alle Buchenstandorte sind gleichzeitig auch Tannenstandorte.

## Waldbauliches Arbeiten mit der natürlichen Waldgesellschaft

Die Tanne wurde und wird aus forstlicher Sicht oft sehr gegensätzlich eingeschätzt. Auf Jahrzehnte der Skepsis und Zurückhaltung scheint nun eine fast euphorische Phase zu folgen. Man traut der Tanne als einheimischer Nadelbaumart wieder mehr zu und sieht sie teilweise als Alternative zur Fichte. Dafür gibt es in der Tat bestechende Argumente:

- Das Holz der Tanne bietet ähnliche Möglichkeiten der Verwendung wie Fichtenholz.
- Die Tanne ist im Gegensatz zur Fichte auch in tiefer gelegenen Regionen heimisch.
- Die Tanne erschließt im Gegensatz zur Fichte einen enormen Wurzelraum mit seinen Wasser- und Nährstoffvorräten und ist deshalb weniger trockenheitsanfällig.
- Die Tanne weist im Gegensatz zur Fichte eine hohe Widerstandskraft gegenüber Sturmbelastung auf.
- Die Tanne bereitet im Gegensatz zur Fichte abgesehen vom Wildverbiss kaum Forstschutzprobleme.
- Die Tanne ist wegen ihrer Schattentoleranz eine ideale Mischbaumart zur Buche.
- Als Tiefwurzlerin belebt die Tanne die Nährstoffkreisläufe in den Waldökosystemen.

Angesichts dieser Vorteile mag die Tanne vielen als waldbauliches Allheilmittel erscheinen. In der allgemeinen Euphorie werden dabei leicht die standortsökologischen Begrenzungen der Tanne übersehen. Wie wir in den vorangegangenen Abschnitten darlegten, sind die Tannenvorkommen nicht nur aktuell, sondern auch natürlicherweise

auf bestimmte standörtliche Konstellationen und Waldgesellschaften beschränkt. Von der Natur zu lernen heißt im Fall der Tanne, zunächst ihre Arealbegrenzung, ihre standortökologische Einnischung und das Konkurrenzverhältnis zur Buche zu respektieren. Dies bedeutet aber kein sklavisches Nachahmen der natürlichen Verhältnisse. Vielmehr ergeben sich aus der geschickten Arbeit mit den Naturpotentialen viele waldbauliche Freiheiten und Möglichkeiten. So kann der natürliche Tannenanteil in den Waldgesellschaften mit Hilfe waldbauliche Maßnahmen in weiten Grenzen variiert werden, wenn ökonomische Ziele dies erfordern.

Gewiss kann die Tanne auch über die Grenzen der natürlichen Vorkommen hinaus angebaut werden. Wir raten aber, sich auch bei der Verwendung der Tanne an der natürlichen Waldgesellschaften zu orientieren. Hier hat sich die Tanne in den Jahrtausenden nach der Eiszeit bewährt und die Erfolgchancen sind für einen erfolgreichen Anbau am größten. Auf den Standorten der Tannenwaldgesellschaften und der Buchenwaldgesellschaften mit Tanne sind die Potentiale für eine stärkere Beteiligung der Tanne am Waldaufbau gegenwärtig bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Wir empfehlen, die Mittel und Kräfte für eine erstrebenswerte Steigerung des Tannenanteils hier zu bündeln.

## Danksagung

Für konstruktive Kritik am Manuskript danken wir O. Granke, J. Maderer, M. Mössnang und U. Stetter.

## Literatur

- BOHN, U.; GOLLUB, G.; HETTER, C.; NEUHÄUSLOVÁ, Z.; SCHLÜTER, H.; WEBER, H. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas - map of the natural vegetation of Europe. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg
- BURGA, C. A.; HUSSENDÖRFER, E. (2001): Vegetation history of *Abies alba* Mill. (silver fir) in Switzerland - pollen analytical and genetic surveys related to aspects of vegetation history of *Picea abies* (L.) H. Karsten (Norway spruce). *Veget. Hist. Archaeobot.* 10, S. 151-159
- EWALD, J. (1995): Eine vegetationskundliche Datenbank bayerischer Bergwälder. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 56, S. 453-465
- FREY, H.-U. (2003): Die Verbreitung und die waldbauliche Bedeutung der Weisstanne in den Zwischenalpen - ein Beitrag für die waldbauliche Praxis. *Schweiz. Z. Forstwes.* 154, S. 90-98
- HUNTLEY, B.; BIRKS, H. J. B. (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13.000 years ago. Cambridge University Press, 667 S.
- WALENTOWSKI, H. (1998): Die Weißtannen-Waldgesellschaften Bayerns - eine vegetationskundliche Studie mit europäischem Bezug, mit waldbaulichen Anmerkungen und naturschutzfachlicher Bewertung. *Dissertationes Botanicae* 291, J. Cramer-Verlag Berlin, Stuttgart, 473 S.
- WALENTOWSKI, H.; GÜLDER, H.-J.; KÖLLING, C.; EWALD, J.; TÜRK, W. (2001): Die regionale natürliche Walddzusammensetzung Bayerns. *Berichte aus der LWF Nr.* 32, 97 S.
- WALENTOWSKI, H.; EWALD, J.; FISCHER, A.; KÖLLING, C.; TÜRK, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns - ein auf geobotanischer Grundlage entwickelter Leitfaden für die Praxis in Naturschutz und Waldbau. Freising: Geobotanica-Verlag, 441 S.

# Genetische Variation der Weißtanne in Bayern

MONIKA KONNERT UND ERWIN HUSSENDÖRFER

Die Weißtanne war eine der ersten Baumarten, deren genetische Variation und Differenzierung im gesamten Verbreitungsgebiet intensiv untersucht wurde (z. B. SCHROEDER 1989; BERGMANN et al. 1990; BREITENBACH-DORFER et al. 1992; KONNERT 1992; LONGAUER 1992; KONNERT und BERGMANN 1995; HUSSENDÖRFER 1997). Im Vergleich zu den anderen Baumarten weist sie einige „genetische Besonderheiten“ auf. Einzelne Genvarianten sind nur in bestimmten Regionen zu finden (arealspezifische Genvarianten). Es gibt geographische Kline in den Häufigkeiten der Erbanlagen an mehreren Genorten, d.h. die Häufigkeiten bestimmter Genvarianten nehmen mit der geographischen Länge und/oder Breite zu. Als Folge ist eine klinale Variation in der genetischen Diversität zu beobachten. So nimmt z. B. innerhalb Süddeutschlands die genetische Diversität von West nach Ost und von Süd nach Nord ab. Auch in Bayern wurden bereits mehr als 50 Tannenpopulationen auf ihre genetische Variation hin untersucht (z. B. KONNERT 1993, 1996, 2003). Zu diesen gehören Bestände aus den Hauptverbreitungsgebieten der Tanne - Alpen und Ostbayerische Mittelgebirge - aber auch Vorkommen aus Regionen, in denen die Tanne nur vergleichsweise selten zu finden ist, wie Mittelfranken oder das Tertiäre Hügelland. Standen bei ersteren vor allem das Ausmaß der genetischen Variation und die Autochthoniefrage im Vordergrund, so ging es bei letzteren auch um die Frage, ob eine Erhöhung des Tannenanteils ausgehend von den wenigen, durchaus vitalen und verjüngungsfreudigen Restvorkommen vom genetischen Standpunkt aus sinnvoll ist.

## Genetische Variation innerhalb und zwischen Tannenpopulationen aus Bayern

Die Tannenpopulationen auf dem Gebiet Bayerns unterscheiden sich nur wenig in der genetischen Vielfalt mit im Mittel 1,73 Genvarianten pro untersuchtem Genort. Bei der genetischen Diversität und Heterozygotie (Grad der Gemischterbigkeit) sind die Unterschiede viel größer. Die mit Abstand geringsten Werte finden wir im Frankenwald und Fichtelgebirge, die größte Variationsbreite in Mittelfranken (siehe Abb. 1 und Tab. 1).

Die mittleren genetischen Abstände zwischen

den 50 untersuchten bayerischen Tannenpopulationen liegen zwischen ca. 2 und 17 %. An einzelnen Genorten wurden aber auch Werte von bis zu 40 % ermittelt. Die Gesamtdifferenzierung in Bayern beträgt ca. 6 %, ein vergleichsweise hoher Wert, der die genetische Heterogenität der Populationen bestätigt. In den Hauptverbreitungsgebieten der Tanne - Alpen und Ostbayerische Mittelgebirge - ist die Differenzierung deutlich geringer als in den Gebieten mit stark fragmentierten und in ihrem Umfang stark reduzierten Vorkommen wie Mittelfranken und Tertiäres Hügelland.

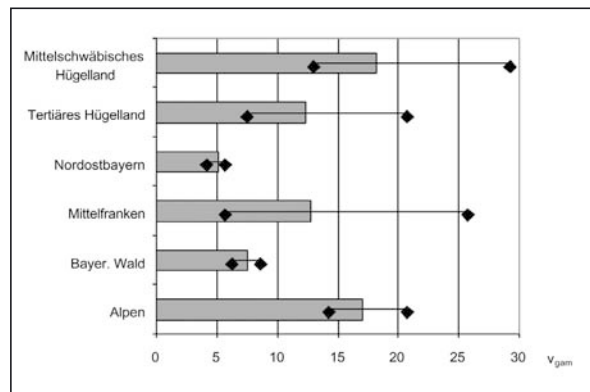


Abb. 1: Genetische Diversität in Weißtannenpopulationen aus verschiedenen Regionen Bayerns (mittlere regionale Werte als Balken, Extremwerte sind durch Linien verbunden)

## Regionale genetische Unterschiede und deren Ursachen

### Tannenpopulationen im Alpenbereich und den ostbayerischen Mittelgebirgen

In den Hauptverbreitungsgebieten der Tanne in Bayern wurden an mehreren Genorten klinale Veränderungen der Häufigkeiten bestimmter Genvarianten mit der geographischen Länge und/oder Breite festgestellt. So nimmt die Häufigkeit der Genvariante IDH-B3 von West nach Ost und von Süd nach Nord ab, und zwar von etwa 50 % im Allgäu auf etwa 11 % im Frankenwald und Fichtelgebirge. Ähnliches gilt für die Genvariante AP-A3, die zwischen ca. 36 % in Südwestbayern und 5 % in Nordost-

| Region                  | Heterozygotie (%) |      | Genpool-Abstand (%) |      | Differenzierung |
|-------------------------|-------------------|------|---------------------|------|-----------------|
|                         | von               | bis  | von                 | bis  |                 |
| Alpen                   | 23,3              | 26,1 | 2,0                 | 5,0  | 3,0             |
| Mittelschwäb. Hügelland | 18,2              | 24,4 | 1,9                 | 3,9  | 3,5             |
| Tertiäres Hügelland     | 15,6              | 20,7 | 3,0                 | 12,0 | 5,2             |
| Bayerischer Wald        | 16,0              | 19,0 | 1,9                 | 5,0  | 2,7             |
| Nordostbayern           | 13,8              | 16,0 | 1,7                 | 4,0  | 2,5             |
| Mittelfranken           | 12,8              | 27,2 | 2,7                 | 16,5 | 5,6             |

Tab. 1: Heterozygotie und genetische Differenzierung der Tannenpopulationen aus Bayern

bayern schwankt, sowie für die Genvariante GOT-C3, die zwischen 25 % (Südwestbayern) und 9 % (Nordostbayern) liegt. Auch bei der Diversität ist eine leichte klinale Abnahme von West nach Ost und eine deutlich stärkere Abnahme von Süd nach Nord zu beobachten. So ist z. B. die genetische Diversität in Tannenpopulationen aus dem Allgäu bis zu zweimal höher als die von Beständen im Chiemgau und bis zu fünfmal höher als die von Beständen im Frankenwald und Fichtelgebirge.

Tannenbestände aus Südbayern können ihrerseits auf Grund der genetischen Strukturen in zwei Gruppen zusammengefasst werden: südwestliche Bestände und südöstliche Bestände inklusive Bestände des Bayerischen Waldes. Die genetischen Unterschiede zwischen beiden Gruppen sind statistisch signifikant. Die Trennlinie liegt etwa im Bereich der Forstämter Schliersee und Rosenheim.

Bei den größtenteils autochthonen Tannenpopulationen Süd- und Ostbayerns bestimmt die aus den eiszeitlichen Rückzugsgebieten mitgebrachte und während der Rückwanderung veränderte genetische Information auch heute noch wesentlich die genetischen Strukturen. Nach Bayern wanderte die Tanne aus inselartigen Refugien im Apennin über den relativ kurzen „Allgäuweg“ (Rheingraben) in das Allgäu, das Alpen- und Voralpengebiet bis etwa in den Bereich des Inns zurück. Über den deutlich längeren „Ostalpenweg“ (Südrand der Alpen, Waldviertel) gelangte sie in die ostbayerischen Mittelgebirge, die Berchtesgadener Alpen und den Chiemgau. Während der sehr viel längeren Wanderung nach Ost- und Nordostbayern war der Selektionsdruck vor allem wegen der starken Konkurrenz der Buche (MAYER 1984) größer. Ein Verlust an genetischer Information als Folge selektiver Vor- bzw. Nachteile bestimmter Genotypen führte wahrscheinlich zu den deutlich geringeren Diversitätswerten vor allem im Frankenwald und Fichtelgebirge. Die kleinräumige lokale Anpassung (z. B. HUSSENDÖRFER 1997) hat in den Hauptverbreitungsgebieten der Tanne in Bayern das rückwanderungsbedingte

großräumige genetische Variationsmuster bis heute nicht vollkommen überlagert.

### Tannenvorkommen in Mittelfranken

Die Tannenvorkommen aus Mittelfranken sind genetisch sehr heterogen (siehe auch Tab.1 und Abb. 1). Die südlicher gelegenen Vorkommen (z. B. Dinkelsbühl, Gunzenhausen) sind den Tannenpopulationen aus Südostbayern ähnlich, die östlichen Vorkommen (z. B. Nürnberg) denen aus Nordostbayern. Ein klarer Zusammenhang zwischen geographischer Nähe und genetischer Ähnlichkeit ist in dieser Region nicht zu erkennen.

Die Diversität und der Grad der Gemischterbigkeit ist bei vielen Populationen aus Mittelfranken zufriedenstellend, unterscheidet sich aber stark von Bestand zu Bestand. Auch bei Naturverjüngungskollektiven wurde in den meisten Fällen eine in Art und Ausmaß den Altbeständen vergleichbare genetische Variation festgestellt. Allerdings existieren hier auch Restvorkommen mit nur noch wenigen Alttannen, die sich zum Teil natürlich verjüngen. Hier zeigen aber Allelverteilungen, Diversitäts- und Heterozygotiewerte eine deutliche genetische Einengung („Verarmung“) bei den Alttannen an, die sich auch auf die nächste Generation auswirkt.

Die in Mittelfranken nachgewiesenen Genvarianten sind typisch für die aus dem Apennin rückgewanderte Tanne. Die große genetische Heterogenität der Tannenpopulationen aus diesem Gebiet und die relativ hohe genetische Diversität der in ihrer Größe zum Teil drastisch reduzierten Tannenvorkommen sprechen dafür, dass sich in diesem Gebiet, ähnlich wie im angrenzenden Schwäbisch-Fränkischen Wald, die Ausläufer westlicher („Schweizer-Jura-Weg“) und östlicher („Ostalpen-Weg“) Rückwanderungswege trafen, jedoch ohne klare geographische „Begegnungslinie“. Bei den in ihrem Umfang extrem stark reduzierten Restvorkommen sind vor allem Drifteffekte (Zufallsverluste) für die heutige genetische Struktur verantwortlich.

## **Tannenvorkommen im Tertiären Hügelland**

Die Tannenpopulationen im Bereich des Tertiären Hügellandes unterscheiden sich stark in ihrer genetischen Zusammensetzung und im Ausmaß ihrer genetischen Variation (Diversität, Gemischterbigkeit). Eine vergleichsweise geringe genetische Variation wurde aber nur bei wenigen Beständen festgestellt. Eine klinale Variation der Allelhäufigkeiten oder der genetischen Diversität lässt sich im Tertiärhügelland nicht erkennen. Die Populationen können auch auf Grund ihrer genetischen Strukturen nur in Ausnahmefällen einer bestimmten regionalen Gruppe autochthoner Tannenpopulationen aus Bayern zugeordnet werden. Bei einigen Beständen ist wegen der Anwesenheit bestimmter „arealspezifischer“ Genvarianten in nennenswerten Häufigkeiten Autochthonie auszuschließen.

Die Ursachen für die großen genetischen Unterschiede ohne klar erkennbares Variationsmuster in diesem Gebiet liegen in der *unterschiedlichen Begründung* (Kunst- oder Naturverjüngung) und *Bewirtschaftung* (z. B. unterschiedliche Verjüngungszeiträume) der Vorkommen, in *Zufallsverlusten* (Drifteffekte) auf Grund des sehr starken Rückgangs des Tannenanteils in dem Gebiet und damit des Umfangs der Populationen, in der *unterschiedlichen Rückwanderungsgeschichte* bei autochthonen Populationen sowie in dem *fehlenden Genfluß* zwischen den Vorkommen (Fragmentierung der ursprünglich viel größeren Population).

## **Warum brauchen wir genetische Untersuchungen an der Weißtanne in Bayern ?**

Die Ergebnisse zur genetischen Variation der Weißtanne in Bayern komplettieren das genetische Variationsmuster dieser Baumart in ihrem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet. Neben der Klärung phylogenetischer Fragestellungen können sie der forstlichen Praxis als wichtige Entscheidungshilfen dienen, z. B. bei der Abgrenzung von Herkunftsgebieten, der Ausarbeitung von Herkunftsempfehlungen, der Ausweisung und Überprüfung von Erntebeständen, bei Herkunftsüberprüfungen, bei Maßnahmen der Generhaltung sowie bei Strategien zur Verjüngung und Wiedereinbringung dieser Baumart.

## **Literatur**

- BERGMANN, E.; GREGORIUS, H.-R.; LARSEN, J.B. (1990): Levels of genetic variation in European silver fir (*Abies alba*) - Are they related to the species decline? *Genetica* 82, S. 1-10
- BREITENBACH-DORFER, M.; PINSKER, W.; HACKER, R.; MÜLLER, F. (1992): Clone identification and clinal allozyme variation in populations of *Abies alba* (MILL.) from the Eastern Alps (Austria). *Pl. Syst. Evol.* 181, S. 109-120
- HUSSENDÖRFER, E. (1997): Untersuchungen über die genetische Variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) unter dem Aspekt der in situ Erhaltung genetischer Ressourcen in der Schweiz. Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen 83, 151 S.
- KONNERT, M. (1992): Genetische Untersuchungen in geschädigten Weißtannenbeständen (*Abies alba* MILL.) Südwestdeutschlands. Mitteilungen der FVA Baden-Württemberg 167, 119 S.
- KONNERT, M. (1993): Untersuchungen über die genetische Variation der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in Bayern. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 164, S. 162-169
- KONNERT, M. (1996): Genetische Variation der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in Bayern. Mitteilungen der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Thüringen 11, S. 71-81
- KONNERT, M. (2003): Untersuchungen zur genetischen Variation der Tannenvorkommen im Tertiären Hügelland. Ergebnisbericht (unveröffentlicht, am ASP zu beziehen)
- KONNERT, M.; BERGMANN, E. (1995): The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, *Pinaceae*) in relation to its migration history. *Pl. Syst. Evol.* 196, S. 19-30
- LONGAUER, R. (1992): Genetic differentiation and diversity of the European Silver Fir in the Eastern Part of its Natural Range. *Proceedings 7. IUFRO-Tannensymposium, Altensteig*, S. 155-164
- MAYER, H. (1984): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York
- SCHROEDER, S. (1989): Die Isoenzym-Variation der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) 16 europäischer Provenienzen. Mitteilungen des Vereins Forstliche Standortskunde Forstpflanzenzüchtung 34, S. 77-81

# Schädigung, Absterben und Erholung der Weißtanne

WOLFRAM ELLING

KARL GAYER schrieb 1898: „Die Tanne ist der Fichte gegenüber in Hinsicht der ihr drohenden Gefahren sehr begünstigt. Hat sie die Frostgefahr in der ersten Jugend überstanden, und ist sie hier vom Zahne des Wildes verschont geblieben, dann ist ihre weitere Existenz nur wenig bedroht“. Ein geradezu entgegengesetztes Urteil gab DANNECKER 1941 ab: „Die Weißtanne ist die feinfühndste Holzart, die Mimose unserer Waldzonen“.

Wie konnte es zu derart divergierenden Ansichten von zweifellos kompetenten Fachleuten kommen?

## „Tannensterben“

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurde ein Absterben von Tannen auf großen Flächen beobachtet. NEGER (1908) prägte dafür den Begriff „Tannensterben“. Eine Flut von Veröffentlichungen ist seither zu diesem Thema erschienen. Diese geben zwar die Ansichten ihrer jeweiligen Verfasser wieder. Nur selten jedoch wurden sie mit überzeugenden Argumenten untermauert und gründlich mit den gegensätzlichen Meinungen anderer Autoren verglichen.

Schädigung und Absterben der Weißtanne beruhen auf dem komplexen Zusammenwirken mehrerer Teilursachen. Darüber besteht heute weitgehend Einigkeit. Es genügt aber selbstverständlich nicht, wie oft praktiziert, die belegten oder auch nur vermuteten Teilursachen aufzuzählen. Vielmehr ist deren komplexes Zusammenwirken innerhalb eines vernetzten Systems deutlich zu machen. Umfangreiche dendroökologische Untersuchungen an unserem Fachbereich der FH Weihenstephan trugen hier zu einem besseren Verständnis bei. Im Ursachenkomplex des Tannensterbens spielen schwefelhaltige Immissionen eine entscheidende Rolle (ELLING 1993; ELLENBERG 1996). Zu Recht bezeichnete WENTZEL (1980) die Tanne als die gegenüber SO<sub>2</sub>-haltigen Abgasen „empfindlichste einheimische Baumart“ und demnach als einen besonders sensiblen Bioindikator.

Das Tannensterben begann nicht irgendwo, auch nicht einfach an der Nordgrenze der natürlichen Verbreitung der Tanne, sondern im hoch industrialisierten Sachsen. Dort war schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts die flächenbezogene Emission an Schwefeldioxid höher als in der alten

Bundesrepublik zur Zeit ihres Höchststandes während der 1970er Jahre. Das Tannensterben breitete sich dann weiter aus im Frankenwald, im Fichtelgebirge und im nördlichen Oberpfälzer Wald. Ab Mitte der 1960er Jahre griffen dann Schädigung und Absterben von Weißtannen auch auf die industriefernen Gebirgslagen des Bayerischen Waldes und des Schwarzwaldes über, obwohl die Standortbedingungen für die Tanne dort weithin sehr günstig sind.

## Schwefelbelastung und Schädigungsgrad der Tanne

Untersucht man den Jahrringbau stärker geschädigter, herrschender Tannen mit dendrochronologischen Methoden, so lassen sich stets Jahrringausfälle in geringerer oder auch größerer Zahl nachweisen. Auf 40 Bohrkernen von je 20 Bäumen fehlten beispielsweise im Vorspessart, etwa 20 km östlich der Stadt Hanau, 263 Jahrringe. Dabei setzten die Ringausfälle bereits in der ersten Hälfte der 1950er Jahre ein. Im Gegensatz dazu zeigt ein kaum geschädigter Tannenbestand im Inneren der Bayerischen Alpen (Forstamt Mittenwald) überhaupt keinen Jahrringausfall. Drückt man den Anteil der jeweils von Jahrringausfällen betroffenen Tannen in Prozent aus, so erhält man ein Maß für den Schädigungsgrad. Dieser schwankt in Bayern zwischen den Extremwerten von 0 und 95 %. Ein Maß für die regionale Belastung mit schwefelhaltigen Immissionen liefert der Schwefelgehalt von Fichtennadeln in einem vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz betriebenen Bioindikatornetz.

Setzt man den für zahlreiche untersuchte Tannenbestände in Bayern ermittelten Schädigungsgrad in Beziehung zur regionalen Belastung mit schwefelhaltigen Immissionen während des Hochstandes der Immission (1977 bis 1982), so ergibt sich ein hoch signifikanter Zusammenhang. Weitere Befunde sprechen dafür, dass hinter dieser statistischen Beziehung auch ein kausaler Zusammenhang steht (ELLING 1993; ELLENBERG 1996).

In der kontroversen Diskussion darüber wurde diese These mehrfach unter Hinweis auf einen SO<sub>2</sub>-Grenzwert der IUFRO zum Schutz von Wäldern auf schwierigen Standorten in Höhe von 25 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittel abgelehnt. Dabei ließ man außer Acht,

dass dieser Grenzwert nicht einmal Fichtenwälder zuverlässig schützen kann, geschweige denn die viel empfindlichere Tanne (WENTZEL 1983a, 1983b). Ein Grenzwert zum Schutz der Tanne muss daher bei einem Jahresmittel von etwa  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  angesetzt werden, ähnlich wie bei empfindlichen Flechtenarten.

sal zu verstehen. Vielmehr ist die Schwefelbelastung mit weiteren Ursachenfaktoren verflochten.

So führt die Einwirkung von Schwefeldioxid offenbar direkt zum Abwurf älterer Nadeljahrgänge. Die Immission steigert die schon von Natur aus gegebene Empfindlichkeit der Tanne gegen scharfen Winterfrost enorm. Daher kam es gerade nach

den Frostwintern 1940 und 1956 zu heftigen Zuwachseinbrüchen (Abb. 1 und 2) und nicht selten auch zu Jahrringausfällen, ja sogar zum Absterben von Tannen. Eine Unterversorgung der Wurzel mit Assimilaten bei verlichteter Krone ist im Zusammenhang zu sehen mit dem Befall durch parasitische Pilze. Leider wurde dieser Bereich nur ungenügend untersucht. Klar ist allerdings seit langem (NEGER 1910), dass Hallimasch-Arten in der Endphase des Tannensterbens eine wichtige Rolle spielen. Ist das Wurzelsystem weitgehend zerstört, so können die

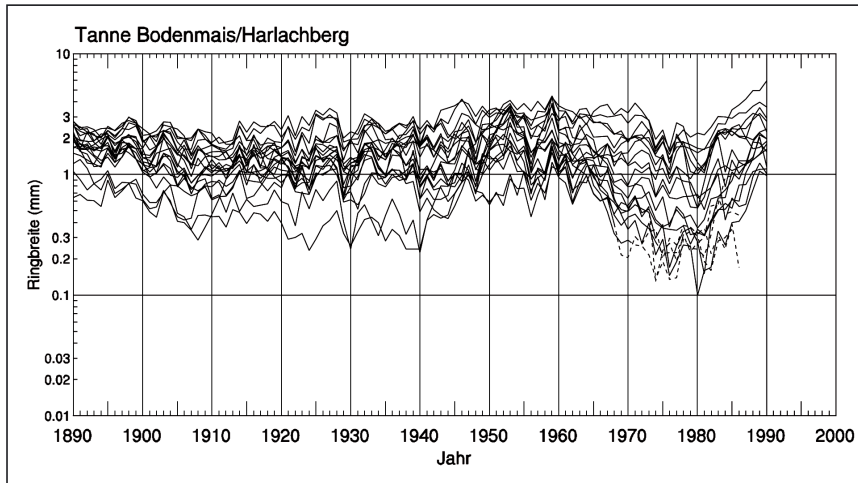


Abb. 1: Jahrringbreitenkurven von Tannen im Vorderen Bayerischen Wald (Bodenmais/Harlachberg, 850 m ü.NN.) mit Zuwachsdpression; es handelt sich hier nur um Tannen der Baumklasse 1 nach Kraft, bei denen die Konkurrenz von Nachbarbäumen gar keine Rolle spielt (gestrichelte Kurven: nicht mehr synchron wegen Jahrringausfällen) (NACH KÖBL UND NEUMANN 1991)

Die Verordnung über Großfeuerungsanlagen von 1983 führte bundesweit bis 1988 zu einer drastischen Reduktion der Emission von Schwefeldioxid. Für Bayern wirkten sich zusätzlich die Einstellung der Förderung der Oberbayerischen Pechkohle 1971 und der Oberpfälzer Braunkohle 1982 sehr positiv aus. Im Lauf der 1980er Jahre begann nach dieser Entlastung der Holzzuwachs der Tanne erneut anzusteigen - nach einer lang anhaltenden Zuwachsdpression (Abb. 1). Im unmittelbaren Einflussbereich der  $\text{SO}_2$ -Immission von Kraftwerken ist dies besonders deutlich zu sehen (Abb. 2 und ELLING 2001).

## Ursachenkomplex der Tannenschädigung

Als antreibender Faktor spielt die Immission von Schwefeldioxid eine zentrale Rolle für die Schädigung der Tanne. Dies ist aber nicht monokau-

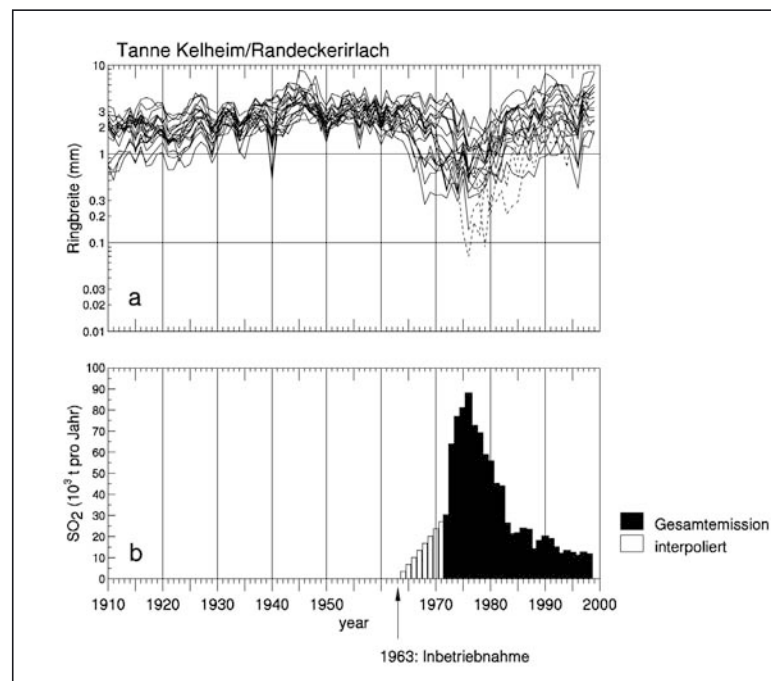


Abb. 2: a) Jahrringbreitenkurven (20 Radienkurven) von Tannen im Forstamt Kelheim, Abt. Randeckerirlach mit deutlicher Zuwachsdpression (gestrichelte Kurven: nicht mehr synchron wegen Ringausfällen); b)  $\text{SO}_2$ -Emissionen des Raffinerie- und Kraftwerk-Komplexes Ingolstadt-Neustadt (nach ELLING, R. 2000)

betroffenen Tannen Dürreperioden nicht mehr schadlos überstehen. Deshalb führte beispielsweise das Trockenjahr 1976 zu einem massenhaften Absterben von Tannen. Das steht jedoch im vollkommenen Widerspruch zu den Reaktionen von Tannen in der Zeit vor einer wesentlichen Belastung durch die  $\text{SO}_2$ -Immission. Auf einem Feuerletten-Standort in Mittelfranken (Forstamt Dinkelsbühl) büßte die Tanne im Trockenjahr 1934 demnach nur wenig an Zuwachs ein, während Fichten nur einen extrem schmalen Jahrring bildeten.

Unser Datenmaterial enthält zahlreiche weitere Beispiele, die die geringe Empfindlichkeit der Tanne gegenüber Dürre in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts belegen (ELLING 1993). Diese decken sich in ihrer Aussage mit einer Erkenntnis von REBEL. Er schrieb 1922 über Tanne und Fichte auf Weißjura-Standorten: „...wo oben am Hang der Boden oberflächlich zur Trockenheit neigt, dort wandelt sich der Fichten-Standort zum Tannen-Standort. .... Auf den heißen Südwest-Hängen des Jura gut aushaltend und hauptständig werdend, hat die Tanne auch im Trockenjahr 1911 keine Abgänge gehabt, sehr im Gegensatz zur Fichte“.

Die eingangs gestellte Frage, wie anerkannte Fachleute zu so weit auseinander liegenden Urteilen über die Tanne kommen konnten, lässt sich nun beantworten. Die gesunde Tanne und die durch langjährige  $\text{SO}_2$ -Immission geschädigte Tanne verhalten sich wie zwei völlig verschiedene Baumarten. Die Beobachtungen von GAYER UND REBEL stammen aus einer Zeit, zu der in Bayern die Schadstoffbelastung der Luft noch unbedeutend war. Am Anfang des 2. Weltkriegs, als DANNECKER sich äußerte, hatten die Immissionen bereits ein hohes Maß erreicht (ELLING 1993). Deren Zusammenwirken mit den Frösten des Winters 1939/1940 rief dann auf mehreren Standorten in Bayern die ersten Jahrringausfälle bei herrschenden Tannen hervor.

## Mut zur Tanne

Leider ist der seit den 1980er Jahren - parallel zur Entlastung von Schwefeldioxid - wieder ansteigende Zuwachs der Tanne nicht einfach mit einer Erholung der Tanne gleich zu setzen. Manche Tannen sterben nach einem vorübergehenden Zuwachsanstieg schließlich doch ab. Das liegt vermutlich daran, dass die Tannen eine weit gehende Zerstörung des Wurzelsystems auch nach einer Entlastung von Immissionen nicht ohne Weiteres rückgängig machen können. So sehen wir bei Alttannen eine auseinander laufende Entwicklung: Manche erholen sich, andere kränkeln, wieder andere sterben ab, vor allem wenn Frost und Dürre als Stressfaktoren

wirksam werden. Mittelalte Tannen dagegen erholen sich in der Regel. Wir können sagen, sie seien nach der Reduktion des  $\text{SO}_2$ -Ausstoßes „über den Berg“. Die laufende Klimaänderung wird gesunde Tannen weit weniger belasten als Fichten. Der Tanne fällt deshalb künftig in unseren Wäldern eine wichtige Rolle zu. Daher: Mut zur Tanne!

## Literatur

- DANNECKER, K. (1941): Daseinskampf der Weißtanne in ihren Heimatgebieten. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 117, S. 129-148
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage, E. Ulmer, Stuttgart, S. 376-378
- ELLING, R. (2000): Reaktionen der Tanne auf Belastung durch Schwefeldioxid an einem Beispiel im Raum Kelheim. Facharbeit Camerloher-Gymnasium, Freising, 31 S.
- ELLING, W. (1993): Immissionen im Ursachenkomplex von Tannenschädigung und Tannensterben. Allgemeine Forstzeitung 48, S. 87-95
- ELLING, W. (2001): Emissions of power plants and growth of silver fir. In: KAENNEL DOBBERTIN, M.; BRÄKER, O.U. (Hrsg.) (2001): International Conference Tree Rings and People. Davos, 22-26 September 2001, Abstracts. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL
- GAYER, K. (1898): Der Waldbau. 4. Auflage, Parey Verlag, Berlin
- KÖLBL, H.; NEUMANN, M. (1991): Jahrringuntersuchungen und Erfassung von Kronenmerkmalen an Fichte (*Picea abies*) und Tanne (*Abies alba*) am Forstamt Bodenmais. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan
- NEGER, F.W. (1908): Das Tannensterben in den sächsischen und anderen deutschen Mittelgebirgen. Tharandter Forstliches Jahrbuch 58, S. 201-225
- NEGER, F.W. (1910): Über bemerkenswerte, in sächsischen Forsten auftretende Baumkrankheiten. Tharandter Forstliches Jahrbuch 61, S. 141-167
- REBEL, K. (1922): Waldbauliches aus Bayern. 1. Band, C. Huber, Diessen
- WENTZEL, K.E. (1980): Weißtanne = immissionsempfindlichste einheimische Baumart. Allgemeine Forstzeitung 35, S. 373-374
- WENTZEL, K.E. (1983a): Maximale  $\text{SO}_2$ -Konzentrationswerte zum Schutze der Wälder. Aquilo Ser. Bot. 19, S. 167-176
- WENTZEL, K.E. (1983b): IUFRO-Studies on Maximal  $\text{SO}_2$  Immissions Standards to protect Forests. In: ULRICH, B.; PAN-KRATH, J. (Hrsg.) (1983): Effects of Accumulation of Air Pollutants in Forest Ecosystems, S. 295-302. D. Reichel Publishing Company, Boston, Tokyo

# Entwicklung des Kronenzustandes der Tanne

FRANZ-JOSEF MAYER

Anlässlich einer Tagung des Deutschen Forstvereins in Bamberg leitete Oberforststrat Meyer eine Exkursion in das Revier Kronach. Dabei kommentierte er den aktuellen Zustand der Tanne im Revier: „Das unheimliche Gespenst des Tannensterbens hat die Tanne zur unzuverlässigsten der sämtlichen Baumarten gemacht“ (Nach DIETERICH aus CRAMER 1984). Eine aktuelle Beschreibung zum Zustand der Tanne? Auch wenn zumindest die Namensgleichheit zum Autor dieses Beitrags gegeben ist, so stammt das Zitat doch aus dem Jahr 1924. CRAMER (1984) sammelte zahlreiche dieser Aussagen der letzten 150 Jahre und stellte sie in „Über die Disposition Mitteleuropäischer Forsten für Waldschäden“ zusammen. Seine Folgerungen sind heftig umstritten, er erkennt die für die Tanne als neuartig postulierten Kriterien auch für frühere Schadperioden als zutreffend an.

SEITSCHKE, zu dieser Zeit Waldbaureferent am Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, sieht dagegen Unterschiede zu den früheren Berichten über Tannenschäden: „Über das Absterben von Beständen der Weißtanne werden seit mehr als 100 Jahren lebhafte Klagen geführt, vor allem in der Sächsischen Schweiz, im Erzgebirge, Thüringer Wald und Frankenwald.

Neu ist:

- das starke Auftreten und lange Anhalten der Krankheit im Zentrum ihrer Verbreitung im Bayerischen Wald,
- das Auftreten auch in plenterartigen Bestandesformen, die der Tanne optimale Wuchsbedingungen bieten und
- der Befall auch jüngerer Tannen in sog. Wartestellung.

Die vielfach in der Literatur gegebenen Erklärungsversuche, die sich mit den Erfahrungen vieler Praktiker decken, dass der Rückgang und die Schwächung der Weißtanne überwiegend einer falschen waldbaulichen Behandlung angelastet werden müssen, reichen im vorliegenden Fall nicht aus“ (SEITSCHKE 1982). Wie sieht die Situation bei Tanne heute aus, über 20 Jahre nachdem die erste Waldzustandserhebung Tannen systematisch ausgewählt, dauerhaft markiert und jährlich auf ihren Kronenzustand hin eingewertet hat?

## Wieviele Tannen werden bei der Waldzustandsinventur beobachtet?

Seit 1983 wird der Zustand der Wälder in Bayern mit Hilfe einer Stichprobe im Rahmen der Waldzu-

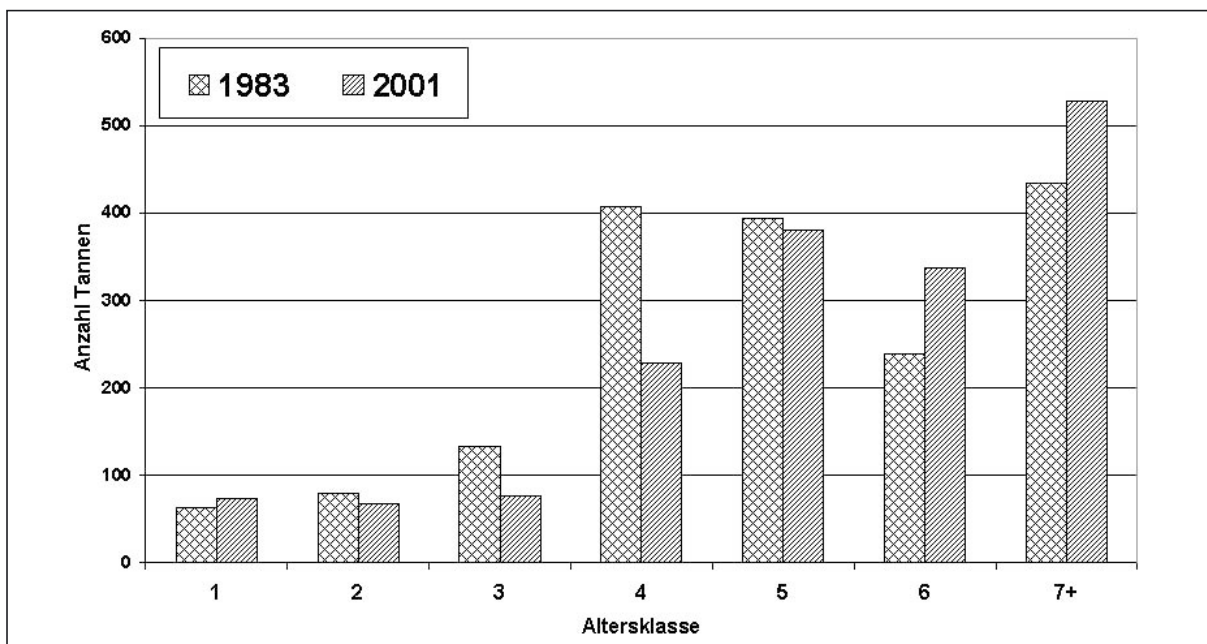


Abb. 1: Verteilung der Tannen in den Waldzustandsinventuren 1983 und 2001 nach Altersklassen

standserhebung jährlich beobachtet (einzige Ausnahme bildet das Jahr 1990; nach den Stürmen Vivian und Wiebke fand keine Waldzustandsinventur statt). Insgesamt sind dies über 75.000 Bäume im systematischen 4 km x 4 km Raster über Bayern mit 1.686 Inventurpunkten. Davon waren im Jahr 1983 1.744 Tannen, im Jahr 2001 (Jahr mit der letzten Erhebung im 4 km x 4 km Raster) 1.689 Tannen einzuwerten. Das Stichprobenkollektiv ist zumindest von der Anzahl der Tannen her auch nach 20 Jahren weitgehend gleich geblieben.

Die Bäume im 16 km x 16 km Raster („EU-Raster“) sowie alle Inventurpunkte mit einem Bestandesalter über 60 Jahre sind seit 1983 dauerhaft markiert. Zumindest bei den Inventuren im 4 km x 4 km Raster (Jahre 1983 bis 1986, 1988, 1991, 1994, 1997 und 2001) werden diese Bäume auf Nadelverlust, Vergilbung, Fruktifikation und biotische Schäden hin eingewertet. Die Analyse von Zeitreihen sowie die Untersuchung von Ausfällen sind damit über einen längeren Zeitraum möglich (Anmerkung: Die kontinuierliche Fortsetzung der Waldzustandsinventur stellt sich nun als sehr vorteilhaft heraus. Die langen Zeitreihen erlauben inzwischen wertvolle Analysen, wie sie bei Kurzzeitbeobachtungen nicht gegeben sind).

## Wie alt sind die Tannen in den Jahren 1983 und 2001?

Abb.1 gibt einen Überblick über die Verteilung der Tannen nach Altersklassen. Dabei zeigt sich,

dass die Anzahl der Tannen in Altersklasse IV abgenommen und dafür in den Altersklassen VI und VII+ zugenommen hat. Insgesamt veränderte sich hier das Kollektiv nur überraschend geringfügig.

Eine der Ursachen liegt in der Grundregel für ersetzte Bäume. Sie lautete bis zum Jahr 1991: „Fehlt bei einer Stichprobe ein Probestamm, so wird dafür der nächste als Ersatz geeignete Baum ausgewählt. Er sollte möglichst der gleichen Baumart und der gleichen sozialen Baumklasse nach Kraft wie der ausgeschiedene Probebaum angehören (KENNEL 1983)“. Erst seit dem Jahr 1991 wird der (zum Aufstellungsmittelpunkt) nächststehende Baum unabhängig von der Baumart als Ersatzbaum bestimmt.

## Schönen Ersatzbäume das Tannenergebnis? - Wieviele Tannen wurden bei den Inventuren ersetzt?

Zumindest für die über 60 Jahre alten Tannen ist es möglich, das Jahr des Ausscheidens aus dem Kollektiv (weitgehend) genau zu bestimmen. Werden Bäume bei der Inventur ersetzt, so wird dies im Aufnahmebeleg notiert. Abb. 2 zeigt die Anzahl der ersetzten Bäume.

Besonders viele Tannen (älter als 60 Jahre) wurden in den Jahren 1986, 1988 und 1991 ersetzt. Versucht man einen Ausgleich zwischen den Jahren mit Inventuren im 4 km x 4 km Raster zu schaffen, zeigt sich, dass im Zeitraum der Jahre 1984 bis 1989 durchschnittlich 44 bis 50 Tannen zu ersetzen

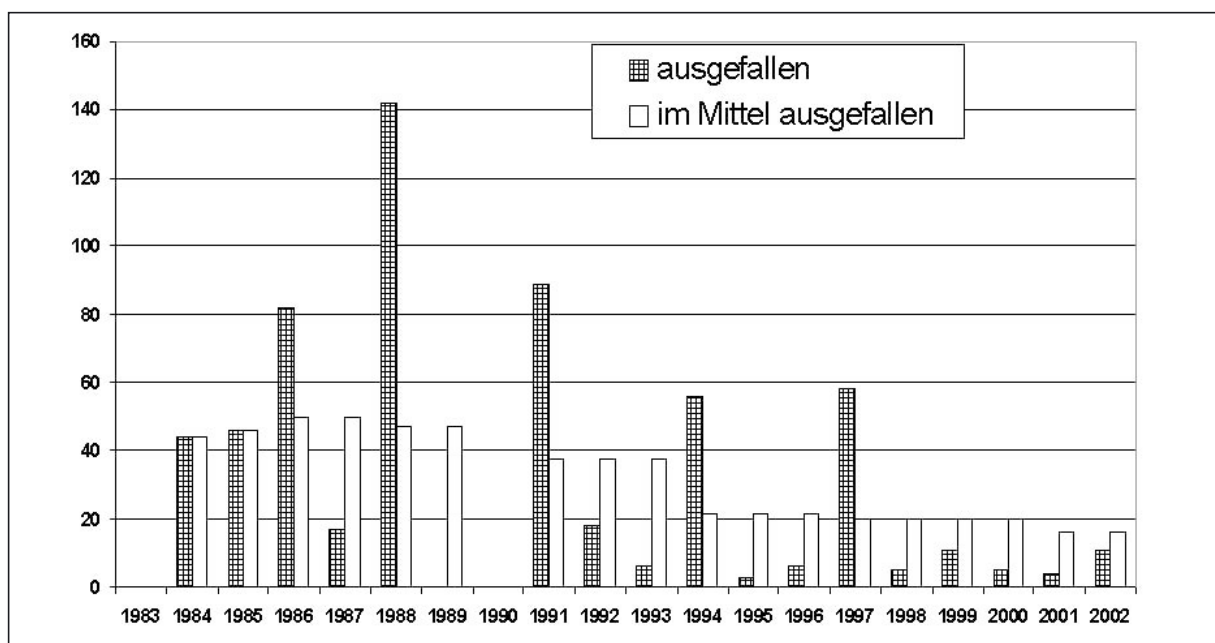


Abb. 2: Ausgefallene Tannen (schraffierte Säulen - Tannen älter als 60 Jahre, da nur diese dauerhaft markiert sind); Die weißen Säulen geben einen rechnerischen Mittelwert zwischen den Jahren mit Inventuren im 4 km x 4 km Raster an

waren. Ab 1991 liegt diese Zahl bei 37 Tannen und sinkt dann bis zum Jahr 2002 auf 16 Tannen ab. Insgesamt fielen mit 603 Tannen seit 1984 sehr viele Bäume aus. Das bedeutet, dass rund 35 Prozent der Tannen älter als 60 Jahre im Verlauf von 19 Jahren Inventur ersetzt wurden. Dies ist deutlich mehr als bei einem Normalwald zu erwarten gewesen wäre. Geht man von einer durchschnittlichen Lebenserwartung von 150 Jahren aus, so dürften pro Jahr 0,67 % der Tannen ausfallen. Dies bedeutet, dass in den 19 Jahren der Inventur nur 12,7 % der Tannen hätten ersetzt werden dürfen. Der tatsächliche Wert liegt aber mit 35 % deutlich höher. Erst seit dem Jahr 1998 nähert er sich mit 0,94 % dem rechnerischen Wert an.

### Welche Verlustprozente zeigten die Tannen bei der letzten Aufnahme, bevor sie ersetzt wurden?

Bemerkenswert ist, dass in nur sieben von 19 Inventurjahren das mittlere Verlustprozent der letzten Aufnahme unter 45 liegt. In fünf Jahren übersteigt das Verlustprozent die Grenze eines mittleren Nadelverlustes von 50. Von den 603 ausgeschiedenen Tannen wiesen 90 bei der letzten Aufnahme sogar ein Nadelverlustprozent von über 75 auf. Rund 15 % der ausgeschiedenen Tannen wurden

damit sehr wahrscheinlich wegen ihres schlechten Kronenzustandes entnommen. Würde man diese ersetzten Tannen mit ihrem letzten Nadelverlustwert weiter in der Berechnung lassen und gleichzeitig berücksichtigen, dass sich damit nur das Kollektiv der Tannen „älter als 60 Jahre“ ändert, erhält man interessante Resultate. Im Jahr 2001, dem letzten Jahr mit einer Vollinventur, würde das mittlere Nadelverlustprozent statt bei 29,7 nun bei 38,8 % liegen. Der Anteil der Tannen mit „deutlichen Schäden“ (Schadstufe 2 bis 4) erhöhte sich von 51 auf 66 %, immerhin 15 Prozentpunkte mehr. Die Inventur spiegelt zwar den aktuellen Zustand des Waldes zum Zeitpunkt der Inventur wider. Die Entnahme von deutlich geschädigten Tannen im Lauf der vergangenen 20 Jahre führte aber zu einer Verbesserung des Vitalitätszustandes (Abb.3).

### Wie gesund sind die Tannen derzeit in Bayern?

Im Jahr 2003 verbesserte sich der Kronenzustand der Tanne leicht. Das mittlere Nadelverlustprozent verringerte sich im Vergleich zum Vorjahr von 31,4 auf 29,1 (Abb.4). Gleich geblieben ist der Anteil der Tannen in den Schadstufen 0 und 1 (Nadelverluste von höchstens 25 %) mit 52 %. Abgenommen hat der Anteil an Tannen in Schadstufe 3

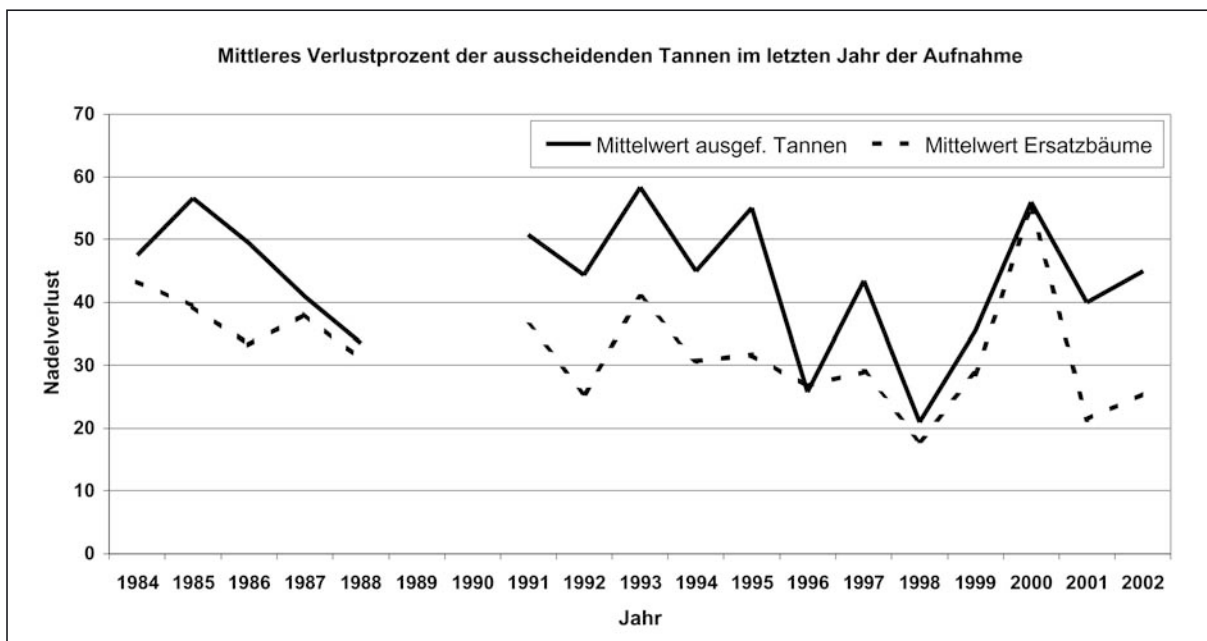


Abb. 3: Mittleres Verlustprozent der ausgeschiedenen Tannen im letzten Jahr der Aufnahme (Beispiel: Eine Tanne wird im Jahr 2003 nicht mehr vorgefunden, da sie genutzt wurde. So erfolgte die letzte Aufnahme im Jahr 2002, falls der Inventurpunkt im 16 km x 16 km Raster mit Verdichtung liegt. Alle anderen Tannen wurden zum letzten Mal im Jahr 2001 bei der Inventur im 4 km x 4 km Raster bewertet) im Vergleich zu den neu in das Stichprobenkollektiv aufgenommenen Ersatzbäumen.

Anmerkung: Um den direkten Vergleich zu ermöglichen, werden die Werte der Ersatzbäume dem Wert im Jahr der letzten Aufnahme der Tanne gegenübergestellt

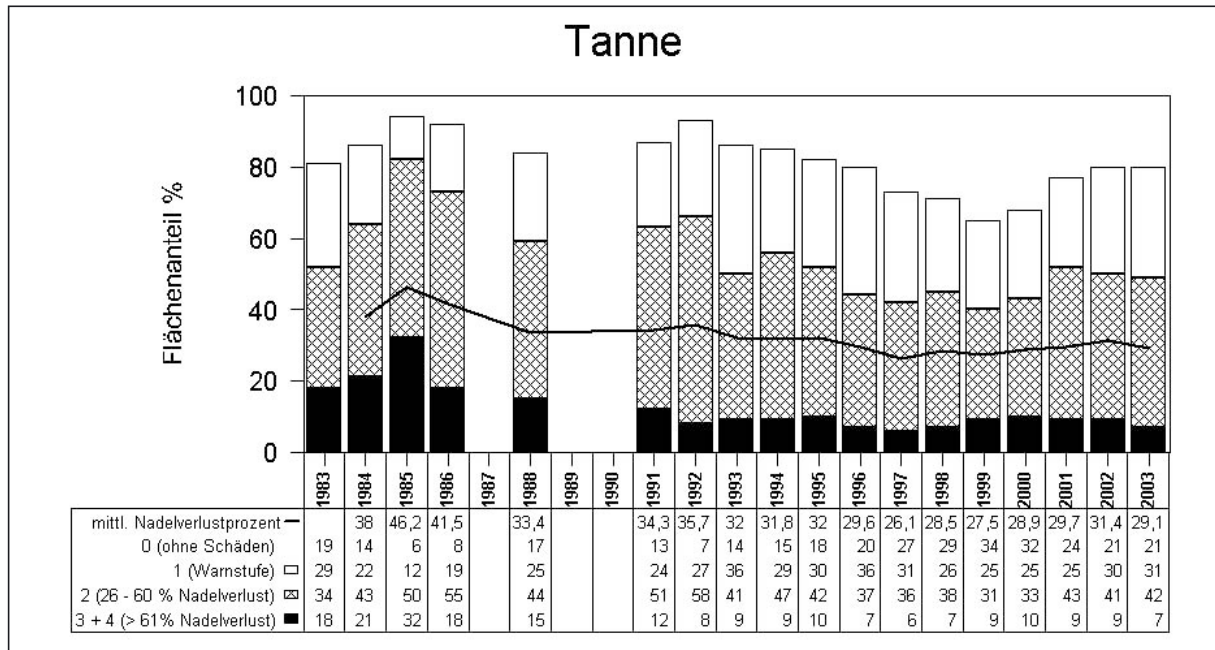


Abb. 4: Entwicklung des mittleren Nadelverlustprozentes und der Anteile der Schadstufen bei Tanne in den Jahren 1983 bis 2003

und 4 (Nadelverluste von über 65 %) von 9 auf 7 %. Keine Tanne wurde in diesem Jahr abgestorben aufgefunden.

Seit dem Jahr 1997 mit 26,1 % ging das mittlere Nadelverlustprozent zum zweiten Mal zurück. Nicht übersehen werden darf aber, dass diese geringe Verbesserung auf hohem Niveau bei einem mittleren Nadelverlustprozent von 29,1 stattfindet, dem höchsten Wert unter allen Baumarten. Dies zeigt, dass sich die Tanne auch nach deutlichen Kronenverlichtungen wieder erholen kann.

## Wie ist der Gesundheitszustand der Tannen im Bergmischwald?

Die **Bayerischen Alpen** sind mit Abstand das Wuchsgebiet in Bayern mit den höchsten deutlichen Schäden (37 %) insgesamt. Sie liegen im Niveau um zwölf Prozentpunkte über dem bayerischen Durchschnitt (25 %). Neben der Fichte verschlechterten sich insbesondere die Tanne und das sonstige Laubholz (vor allem Bergahorn) bei der Inventur im Jahr 2001 gegenüber 1997 deutlich. Die

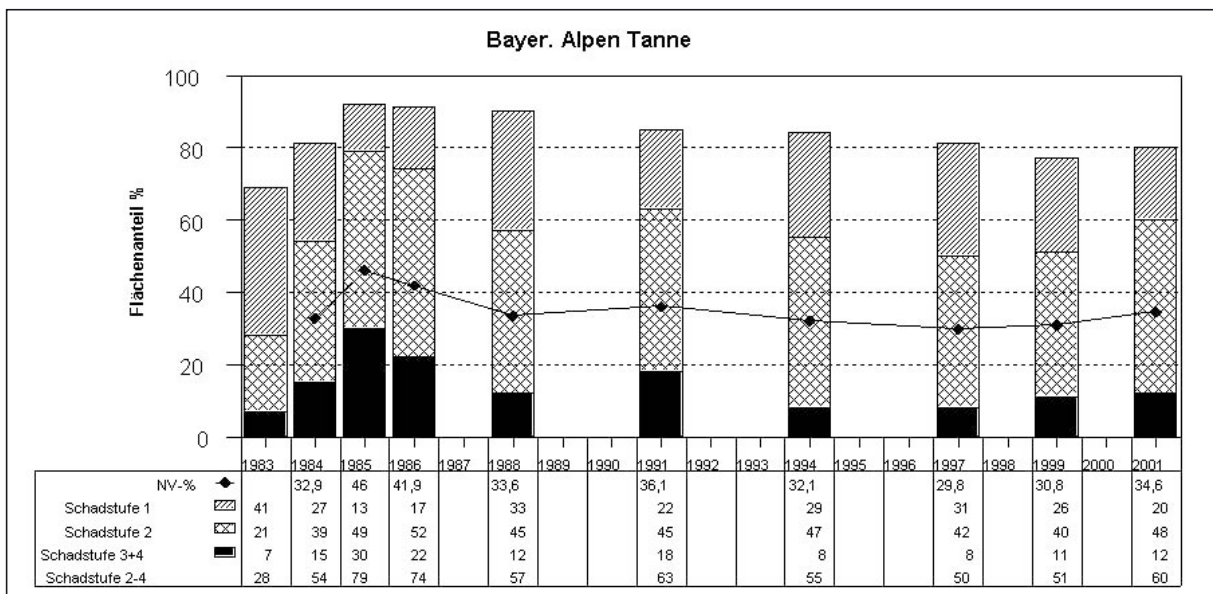


Abb. 5: Entwicklung des mittleren Nadelverlustprozentes und der Anteile der Schadstufen bei Tanne in den Jahren 1983 bis 2001 in den bayerischen Alpen

Buche zeigt seit 1994 ein unverändert hohes Schadniveau von 34 %. Mit 60 % deutlichen Schäden (Schadstufe 2 bis 4) ist die Tanne in den Bayerischen Alpen die am stärksten beeinträchtigte Baumart (Abb. 5). Diese erneute Verschlechterung trat vor allem in den Jahren 1999 und 2001 ein. Regional zeigt sich allenfalls in den Allgäuer Alpen und im Mangfallgebirge eine geringfügig günstigere Situation.

Wegen der lebenswichtigen regionalen und überregionalen Schutzwirkungen des Bergwaldes, z.B. vor Hochwasser und Lawinen, gibt dieses Resultat Grund zur besonderen Besorgnis. Es zeigt, dass weiterhin alle Anstrengungen, diese Funktionen zu erhalten bzw. wieder herzustellen, vorrangig sind.

Im bayerischen Gebirgsraum war im Mai und im Juli 2001 ein Niederschlagsdefizit zu beobachten. Dies kann die Zunahme der Schäden allein jedoch nicht erklären, da vor allem im Frühsommer Schmelzwasser aus höheren Lagen fast alle Hänge mit zusätzlichem Wasser versorgte und von Februar bis April reichlich Niederschläge gefallen waren. Hinweise auf zusätzliche Schadeinflüsse geben Auswertungen der ARGE-ALPEN-ADRIA zum Ferntransport von Ozon aus Ballungsgebieten (AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG 2001) und erste Ergebnisse des bayerischen Forschungsverbundnetzes BAYFORUV, die auf eine regional erhöhte Strahlenbelastung hinweisen. Auch Studien aus Kanada (PERCY 1994) und Österreich (UMWELTBUNDESAMT WIEN 1997) weisen auf gestörte Regulationsmechanismen durch UV-Strahlung und Ozonbelastung hin, die Pflanzen empfindlich für Trockenphasen machen.

Würde man übrigens im Wuchsgebiet „Bayerische Alpen“ die ersetzten Tannen mit ihrem letzten Inventurwert in die Auswertung des Jahres 2001 mit einbeziehen, so würde das mittlere Verlustpozent von 34,6 auf 41,5 ansteigen und der Anteil „deutlich geschädigter“ Tannen läge bei 72,5 statt bei 60 Prozent.

Im Bergwald soll die Inventur im Jahr 2004 im 4 km x 4 km Raster stattfinden. Damit lässt sich in diesem Wuchsgebiet auch für die Tanne ein Einzelergebnis berechnen. Die Ergebnisse für das Jahr 2004 erwarten wir nach dem trocken-heißen Sommer 2003 mit besonderer Spannung.

## Literatur

CRAMER, H.H. (1984): Über die Disposition mitteleuropäischer Forsten für Waldschäden. Pflanzenschutznachrichten BAYER, Heft 2

KENNEL, E. (1983): Waldschadensinventur Bayern 1983 - Verfahren und Ergebnisse. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 57

SEITSCHEK, O. (1982): Die gegenwärtige Waldschutzsituation in Bayern. Allgemeine Forstzeitschrift 37, Jahrgang Nr 15, S. 423 - 428

# Die Tanne im Frankenwald

OLAF SCHMIDT

## Der Frankenwald – die grüne Krone Bayerns

Der Frankenwald als Teil des Wuchsgebietes Fichtelgebirge, Frankenwald und Steinwald liegt im nördlichen Oberfranken, im wesentlichen in den drei Landkreisen Kronach, Kulmbach und Hof. Der Landkreis Kronach gehört mit einem Waldanteil von ca. 60 % sogar zu den drei am stärksten bewaldeten Landkreisen Bayerns.

Der Frankenwald wird durch den Wald und damit auch durch Forst- und Holzwirtschaft geprägt und sein Holzreichtum wird seit langer Zeit gerühmt und genutzt. Bereits vor einigen Jahrhunderten veränderte daher der nutzende Mensch die Baumartenzusammensetzung der Wälder. Aufgrund seiner Lage in Bayern „ganz oben“ wird der Frankenwald gerne als „Die grüne Krone Bayerns“ bezeichnet. Der Frankenwald liegt aber auch am nördlichen Verbreitungsrand des natürlichen Areals der Weißtanne (siehe auch Beitrag von KÖLLING/WALENTOWSKI/EWALD in diesem Band)

## Standörtliche und klimatische Verhältnisse

Der Frankenwald als geologisch altes Gebirge ist hauptsächlich eine Nordwest – Südost ausgerichtete Gebirgsrumpffläche. Der relative Höhenunterschied zwischen Tälern und den Hochflächen beträgt meist 150–200, in Ausnahmefällen bis 300 m (Wallenfels - Geuserberg). Die mittlere Höhe des Frankenwaldes beträgt 500–600 m über NN, die höchste Erhebung des Frankenwaldes, der Döbraberg erreicht 795 m, der Wetzstein, bereits in Thüringen gelegen, 792 m über NN. Der größte Teil des Frankenwaldes entwässert über die Haupt-

bäche Hasslach, Kronach und Rodach nach Süden zum Main hin, der kleinere Teil nördlich des Rennsteiges entwässert über die Bäche Loquitz, Muschwitz und Selbitz zum Flusssystem der Elbe.

Der Frankenwald besteht geologisch aus unterkarbonischen Tonschiefern, Grauwacken und Quarziten. Silurische und devonische Kalke kommen sehr selten vor. Diabas ist besonders im Osten des Gebietes zu finden. Die Böden aus den Tonschiefern sind meist sehr skelettreiche, tiefgründige braune Lockerlehme unterschiedlichen Wasserhaushaltes. Es überwiegen mäßig mineralkräftige Böden. Bedingt durch die geologisch alten Gesteine und vor allem durch Solifunktionsvorgänge während der Eiszeiten ist der Frankenwald standörtlich relativ einheitlich.

Klimatisch ist der Frankenwald durch ein feuchtkühles Mittelgebirgsklima geprägt. Die Niederschläge schwanken je nach Höhenlage und Exposition zwischen 725 und 1100 mm. Im Durchschnitt 975 mm. In den Wachstumsmonaten April – Juni fallen etwa 200 – 220 mm Niederschläge. Wegen der oft ausgeprägten Frühjahrs- und Sommertrockenheit und der durchlässigen Schieferböden kann es zu periodischen Mangelsituationen vor allem auf den Hochflächen kommen. Eine Besonderheit sind die verhältnismäßig häufig vorkommenden starken Nordost-Winde, die öfter Windwurfschäden verursa-



Abb. 1: Der Frankenwald ist für seinen Waldreichtum bekannt (Langenautal); Foto: NP Frankenwald

chen und im Winter sehr kalte Temperaturen mit sich bringen.

### Vegetation

Großflächig käme im Frankenwald von Natur aus der Waldmeister Tannen- Buchenwald (*Galio odorati Fagetum*, Hochlagenform) vor. Besonders im Bereich der Hanglagen ist wohl der anspruchsvolle Waldmeister Tannen-Buchen-Wald mit der Zwiebeltragenden Zahnwurz als kennzeichnender Pflanze als die natürliche Waldgesellschaft anzusehen (TÜRK 1993).

An südexponierten Hängen und ausgehagerten Hangkanten im Bereich ärmerer Böden erfolgt der Wechsel zu Hainsimsen-Tannen-Fichten-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*, Hochlagenform). Die Hochlagenform dieser Waldgesellschaft ist deutlich artenärmer, vor allem über 600 m über NN, in der Krautschicht bestimmen vor allem Säurezeiger wie Drahtschmiele, Heidelbeere und die beiden Dornfarnarten (*Dryopteris dilatata*, *Dryopteris carthusiana*) das Bild.

Als Besonderheit kommt in den höchsten Lagen des Frankenwaldes der Bergreitgras-Fichtenwald (*Calamagrostis villosae Piceetum*) vor, so z. B. im Tettauer Winkel in einer Höhenlage von 730–750 m über NN. In der Krautschicht dieser Fichtenwälder fällt das namensgebende Bergreitgras (*Calamagrostis villosa*) und der europäische Siebenstern (*Trientalis europaea*) auf.

### Berühmte Tannen des Frankenwaldes

Die berühmteste Tanne des Frankenwaldes war der „Großvater“ im Thiemitztal. Er erreichte ein Alter von 380 Jahren und einen Inhalt von rund 34 Festmeter. Die Höhe dieses Baumgiganten maß 41,60 m bei einem BHD von 1,88 m! Der „Großvater“ war für die Bevölkerung Jahrzehnte lang ein Ausflugsziel. Obwohl bereits 1881 dürr, blieb diese Tanne noch einige Jahrzehnte stehen, bis sie ein Sturm 1918 niederwarf (KNOPF 1991).

Ebenfalls vom Sturm geworfen wurde eine starke Tanne im „Studentenhieb“ zwischen Kleintettau und Kehlbach während des Gewittersturmes 1958. Zwar blieb diese Tanne noch in Schräglage zwei Jahre, wurde dann aber im schneereichen Winter 1960/61 von der Schneelast zu Boden gedrückt. Auch diese Tanne erreichte enorme Ausmaße und hatte einen BHD von 1,30 m.

In neuerer Zeit wurde 1976 im Privatwald im Dobergrund bei Effelter eine Tanne, die sogenannte

Königin des Frankenwaldes, gefällt, die folgende Werte aufwies: 251 Jahre alt, 50 m hoch, 17,8 Festmeter Nutzholz bei 1,23 m BHD.

Leider konnten anlässlich der 250 Jahr-Feier der Bayerischen Staatsforstverwaltung solche mächtigen Tannen oder auch anderen Baumgiganten dieser Größe im Frankenwald nicht mehr gefunden werden (MAIER 2002).

### Nutzungsgeschichte und Rückgang der Tanne

Der Frankenwald war bis ins frühe Mittelalter ein ausgedehnter, geschlossener Urwald, der sogenannte „Nortwald“. Er wurde aufgrund der klimatischen Ungunst relativ spät besiedelt, wobei die Siedlungen fast nur auf den Hochflächen entstanden.

Nachdem die landwirtschaftliche Produktion aufgrund der rauen Mittelgebirgsverhältnisse immer schwierig war, nutzten die Menschen dieses Landstriches schon früh den Wald als zusätzliche Einnahmequelle. Handwerkliche Holzverarbeitung war für viele Familien ein zusätzlicher Erwerbszweig. Dazu kam die Köhlerei. Riesige Holzmen gen wurden als Brennholz genutzt. Bereits frühzeitig wurde auf den Frankenwaldbächen und -flüssen Holz geflößt. Die erste überlieferte Urkunde der Flößerei stammt aus dem Jahr 1386. Einen großen Aufschwung bekam die Flößerei vor allem im 19. Jahrhundert. Bereits 1821 verließen 10700 Böden (= Flöße) den Frankenwald, das sind ca. 50000 fm. Frankenwaldflöße wurden z. T. über die Rodach, den Main und den Rhein bis in das 900 km entfernte Holland geflößt (FILSER 1991). Den Rückweg traten die Flößer zu Fuß an.

Da sich Buchenholz schlecht bzw. nicht flößen lässt, drängte man bereits im 16. Jahrhundert die Buche in den Wäldern stark zurück. Zwischen 1500 und 1700 änderte sich die Baumartenzusammensetzung im Frankenwald wesentlich. Hatte zu Beginn dieses Zeitraums der Bestockungsanteil der Tanne schätzungsweise 60 % und jener der Laubbäume verschiedener Art ca. 40 % betragen, so verschob sich das Mischungsverhältnis gegen Ende des 17. Jahrhunderts auf 80 % Tanne, 10 % Fichte und nur 10 % Laubhölzer (WIRTH 1956).

Dabei entwickelten sich die Wälder in den Grundherrschaften der Bamberger Fürstbischöfe und der Bayreuther Markgrafen unterschiedlich. Während sich im Einflussbereich der Bamberger Fürstbischöfe die tannenfreundliche Plenternutzung länger hielt, wurde im markgräflichen Teil bereits ab 1750 nur noch der schlagweise Betrieb

praktiziert, wovon besonders die Fichte profitierte. Allerdings verkam im 18. Jahrhundert auch im Bamberger Teil die Platernutzung immer mehr zu einer „Plündernutzung“. Hinzu kam eine weitere Zunahme der Waldweide insbesondere mit Schafen und Ziegen (LIEBHARD 1973, LANG 1973).

Die unregelmäßige Bedarfswirtschaft, die Pottaschegewinnung für die Glashütten, die Kohlholzgewinnung für die Köhlerei sowie der gezielte Austrieb der Buche veränderte die Waldzusammensetzung stark. Die Tanne verlor ihre für ein gesundes Wachstum notwendigen Laubbaumbegleiter. Übernutzungen führten zu Lichtungen und ausgedehnten Blößen in den Wäldern. Erst in der bayerischen Zeit nach der Säkularisation versuchte man eine planvolle Forstwirtschaft einzuführen und den Raubbau im Wald zu stoppen. Der gesamte Frankenwald erhielt 1830 ein umfassendes sogenanntes „primitives Operat“, das für die damalige Zeit eine großartige Arbeit darstellte (MARTIN 1846).

Immerhin war zu dieser Zeit die Tanne noch zu über 2/3 und die Fichte zu 1/3 am Bestockungsaufbau beteiligt. Es ergaben sich folgende Bestandsformen: 9,1 % reine Tannenbestände, 14,6 % reine Fichtenbestände, 67,6 % Tannen-Fichten Bestände, 8,2 % Nadelholz-Buchen Bestände, 0,5 % reine Buchenbestände. Allerdings gehörten bereits 1830 die reinen Tannenwälder den ältesten Altersklassen an, während die jüngeren Altersklassen zunehmend von der Fichte dominiert wurden (MARTIN 1846).

Damit war zwar die Tanne immer noch eine prägende Baumart des Frankenwaldes, aber der Anfang des Siegeszuges der Fichte war eingeleitet. Allerdings sollte nach den Planungen der damaligen Forstleute die Tanne, vor allem wegen ihrer Wuchskraft, weiterhin die Hauptholzart des Frankenwaldes bleiben; es wurden Umtriebszeiten von 144 Jahren sowohl für Tannen- als auch für Tannen-Fichten- Mischbestände festgesetzt. Martin schreibt

dazu 1846: *„Die Tanne ist sonach die Hauptholzart des fränkischen Waldes durch die Natur, durch ihre Nutzbarkeit. Sie gewährt die Zuversicht, dass der veraltete fränkische Wald ohne große Opfer werde zu jugendlicher Kraft zurückkehren können.“*

*„Mit der Hast der Verbesserungssucht, vielleicht auch oft mit eitlem Dünkel des modernen Besserwissers, das Lesebuch in den Taschen, die Bussole in der Hand (sehr sinnbildlich, denn der Wald und seine Natur war so unbekannt wie fremde Meere) steckte man Schlaglinien ab und befahl dem zögernden Förster die Fällung in kahlen Abtrieben. Die Befehlenden verschwanden, der Förster blieb und gehorchte unwillig noch mehrere Jahre der veralteten Weisung, die Schläge wurden größer und blieben kahl...“* (MARTIN 1846) (s. a. Abb. 2 und 3).

Sturmschäden wie 1834 oder 1868 sowie größere Schneebruchereignisse störten diese Planungen sehr. 1870 versuchten man durch neue Bewirtschaftungsgrundsätze weiterhin die Tanne zu fördern und reine Fichtenbestände in Mischbestände umzuwandeln. Die Umtriebszeit der Bestände sollte mit Rücksicht auf die Tanne mind. 120 Jahre betragen. Auch der Bayerische Femelschlag, der im Jahr 1892 eingeführt wurde, war darauf zugeschnitten die Tanne zu erhalten. Die Wirtschaftsgrundsätze 1929 für den Frankenwald waren jedoch weniger tannenfreundlich.

## Weiterer Rückgang der Tanne im 20. Jahrhundert

Auf vielen Flächen musste die Tanne im Gleichschritt mit der robusten Fichte aufwachsen, sodass sie dieser letztendlich unterlag. Die Fichte hatte zu Beginn des 20. Jahrhunderts bereits diesen Zweikampf für sich entschieden. Im Jahre 1910 betrug die Baumartenverteilung im Frankenwald rund 2/3 Fichte, 1/3 Tanne und nur noch wenig Buche.



Abb. 2 + 3 :Kahlschläge im Frankenwald bei Wallenfels 1949 und 1954, Archiv LWF

Wie sich die Baumartenzusammensetzung im FoA-Bereich Rothenkirchen (1912 noch Rothenkirchen und Tettau) bis 1954 veränderte, kann Abb. 4 verdeutlichen:

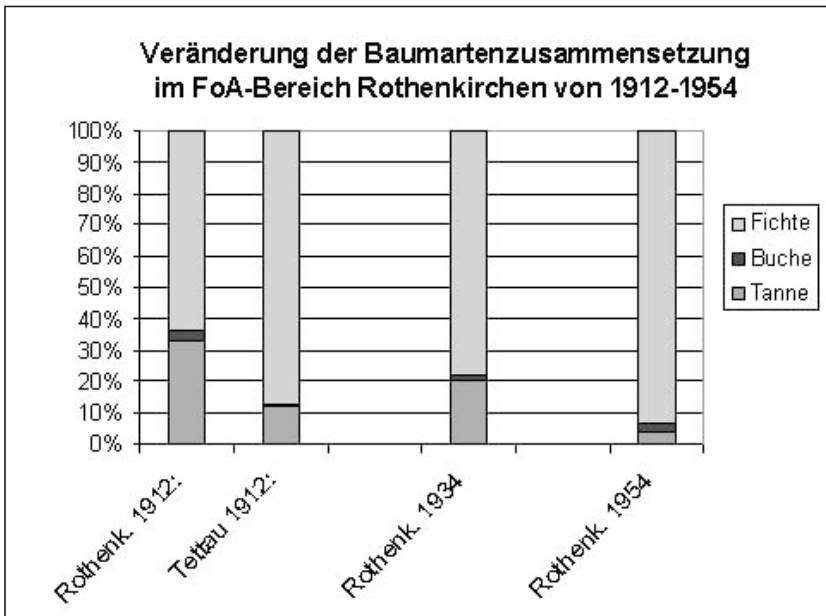


Abb. 4: Änderung der Baumartenzusammensetzung im FoA-Bereich Rothenkirchen 1912-1954

Immerhin war 1934 das damalige Forstamt Kronach nach den forststatistischen Jahresberichten der Bayer. Staatsforstverwaltung mit einem Anteil von 55 % Tanne noch das tannenreichste Forstamt ganz Bayerns (Abb. 5).

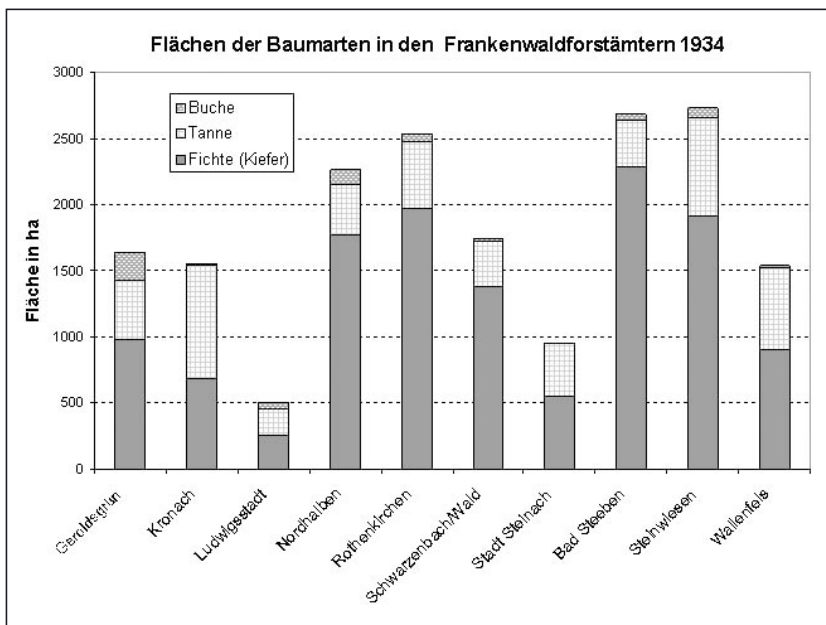


Abb. 5: Baumartenverteilung in den Frankenwaldforstämtern 1934

Für den gesamten Frankenwald (19316 ha) ergab sich somit damals noch eine Baumartenzusammensetzung aus 71% Fichte, 25% Tanne und 4% andere Baumarten (v.a. Buche)

Der Vergleich mit der heutigen Baumartenzusammensetzung (Abb. 6) zeigt vor allem einen drastischen Rückgang des Tannenanteils von 25 auf 0,88 %, wovon v.a. die Fichte profitiert hat, die noch einmal deutlich an Fläche zulegen konnte. Bei keiner anderen Baumart und in keinem anderen Wuchsgebiet kann innerhalb von 70 Jahren ein so dramatischer Rückgang verzeichnet werden wie bei der Tanne im Frankenwald!

## Tannensterben im Frankenwald

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts trat im Frankenwald ein auffälliges Absterben von Weißtannen auf. Als Ursachen dieses Tannensterbens nannte SCHEIDTER (1919) in seiner umfassenden und gründlichen Arbeit hauptsächlich die nicht tannengerechte Waldbewirtschaftung. Daneben führt er jedoch auch für diese Zeit schon Rauchsäden als Ursachen an. Hallimasch und Tanneninsekten hält er zwar für wichtige Sekundärschädlinge, doch für das Tannensterben nicht ursächlich (SCHEIDTER 1919, 1920).

In späteren Zeiten wird auch Wassermangel (SCHMID/ZEIDLER 1953) als Ursache für den Rückgang der Tanne angegeben. Bei der Forsteinrichtung 1973 war der Tannenanteil im gesamten Staatswald des Frankenwaldes bereits auf 2,3 % zurückgegangen. Die allgemeine Luftverschmutzung (die örtlichen Glashütten und Porzellanwerke feuerten mit schwefelreicher Braunkohle bis zum Ende der 60er Jahre), das Trockenjahr 1976 und der extreme Temperatursturz in der Silvesternacht 1978/79 von +12 auf -16° innerhalb weniger

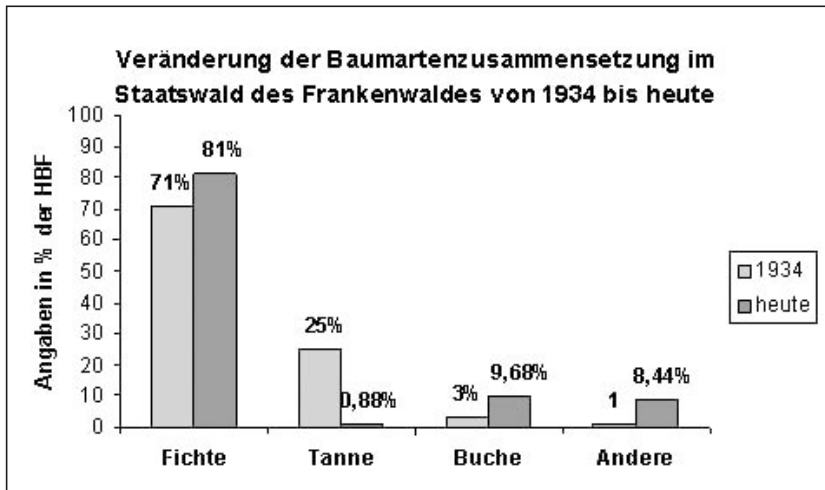


Abb. 6: Veränderung der Baumartenzusammensetzung von 1934 bis heute im Staatswald

Stunden brachten weitere, empfindliche Einbußen bei der Tanne im Frankenwald.

Trotz aller Anstrengungen und Verlautbarungen ist der Frankenwald leider, wie von WIRTH (1956) befürchtet zu einem „Fichtelgebirge“ geworden. Auch die Art der Bewirtschaftung im Kahlschlagverfahren besonders in den Jahrzehnten vor und nach dem 2. Weltkrieg waren der Tannenverjüngung wenig zuträglich (siehe Abb. 2 und 3).

Nach Reduktion der Schwefelemissionen haben sich viele Tannen sichtbar erholt. Auch im Frankenwald ist ein Rückgang des Schadstoffgehaltes in der Luft erkennbar. Dies bestätigen auch die Untersuchungen an der Waldklimastation Rothenkirchen. Hier ist seit Inbetriebnahme 1997 ein stetiger Rückgang der Schwefeleinträge zu verzeichnen, die allerdings mit 13 kg/ha und Jahr immer noch über dem bayerischen Durchschnitt liegen.

Bemühungen der Forstleute vor Ort (Abb. 7) wider. Sehr erfreulich ist der auf 15 % gestiegene Buchenanteil, während die Tanne nach wie vor nur einen Anteil von rund 1 % besitzt. An dem Ziel, Tanne und Buche wieder verstärkt einzubringen, wird jedoch nach wie vor festgehalten.

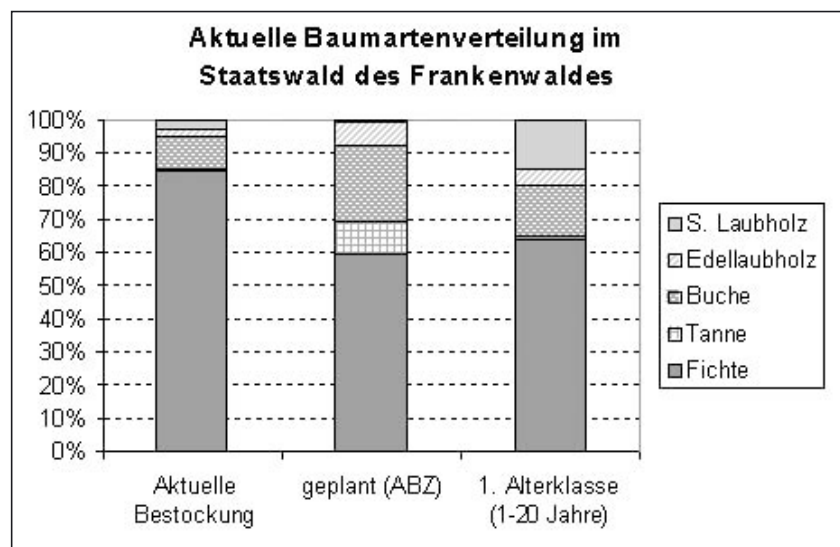


Abb. 7: Vergleich Aktuelle Bestockung mit 1. Altersklasse und Allgemeinem Bestockungsziel (ABZ)

## Heutige Situation

Betrachtet man sich die Verteilung der Tannen im Staatswald des Frankenwaldes nach Altersklassen, so liegt zwar nach wie vor der größte Anteil der Tannen bei den 81-100 (21,6 %) und 101-120 jährigen (23,6 %) Beständen, aber bei den 0-20 und 21-40 jährigen Tannen ist erfreulicherweise wieder ein Anstieg zu verzeichnen.

## Ausblick

Die Klimaänderung bringt auch neue Chancen für die Tanne als Waldbaumart mit sich. Die Tanne stellt höhere Ansprüche an die Wärme als die Fichte und wird auch damit besser fertig. Ihre Nadeln haben eine dicke, verdunstungshemmende Wachsschicht. Die Tannenwurzeln erschließen den Waldboden am tiefsten von allen Nadelbaumarten. Das

tieferreichende Wurzelsystem führt dazu, dass Tannen besser im Boden verankert sind und weniger sturmgefährdet sind als Fichten. Gleichzeitig können sie tieferliegende Bodenschichten erreichen und dort noch Wasser holen, wo es für die Fichte nicht mehr verfügbar ist.

Der Tanne muss daher, gerade mit Hinblick auf die prognostizierte Klimaerwärmung, nicht nur im Frankenwald sondern in ganz Bayern eine noch stärkere Beachtung geschenkt werden.

Die geplanten langfristigen Verjüngungsverfahren mit Naturverjüngung, femel- bis plenterartigen Bestandesaufbau und langen Produktionszeiträumen garantieren, den vorgesehenen Tannenanteil auch in Zukunft zu realisieren. Dadurch entstehen gemischte, strukturreiche Wälder, die einer Vielzahl oft gefährdeter Tier- und Pflanzenarten einen optimalen Lebensraum bieten. Dies sind vor allem Arten, die auf alte, reife Wälder angewiesen sind wie z.B. Schwarzstorch, Schwarzspecht, Hohltaube oder Raufußkauz.

Wird der Weg der naturnahen Forstwirtschaft auch von dem neuen Betrieb Staatsforsten beibehalten, so wird sich das Bild des Frankenwaldes günstig verändern. Förster, Waldbesitzer, Naturfreunde und Waldbesucher werden mit einem solchen Wald insgesamt zufriedener sein.

Allerdings wird es noch große Anstrengungen erfordern, der Tanne den Platz im Frankenwald zurückzugeben, der ihr eigentlich zusteht.

## Literatur

ANONYMUS (1934): Die Forstämter Bayerns, Sonderheft zu den Forststatistischen Jahresberichten der Bay. Staatsforstverwaltung 35 S.

ANONYMUS (1929): Wirtschaftsgrundsätze für den Frankenwald, Mitteilung aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, 20. Heft S. 63-89

BEHLEN, S. (1841): Forstliche Berichte und Erinnerungen aus dem Bay. Obermainkreise, jetzt Oberfranken, Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen S. 21-89

FILSER, K. (1991): Flößerei auf Bayerns Flüssen zur Geschichte eines alten Handwerks, Haus der Bay. Geschichte

KNOPE, O. (1991): Damals - Der Frankenwald zwischen Saale und Main, ova Hof, S. 267

LANG, P. (1973): Der Wald in Oberfranken und die waldbaulichen Ziele, Allgemeine Forstzeitschrift S. 627-640

LIEBHARD, A. (1973): Der Frankenwald die Auswirkungen von Flößerei und Forstwirtschaft auf die Waldbestockung, AFZ S. 640-645

MAIER, F. (2002): Forstinfo „Was bedeuten für mich 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung?“, Nr. 15, S. 2

MARTIN, K. L. (1846): Beschreibung des fränkischen Waldes aus dem königlich bayerischen Forstämtern Kronach, Steinwiesen und Geroldsgrün in Oberfranken, Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen, Erfurt, Hennings und Hopf, S. 1-171

MOEWES, E. (2000): Allein kann mans nicht schwimmen lassen, damals Nr. 6 S. 72-73

MÜLLER, B. (1921): Das Tannensterben im Frankenwald, Forstwissenschaftliches Centralblatt, S. 121-130

SCHEIDTER, F. (1920): Überlebensweise und Bekämpfung dreier Tannenfeinde, Staatsministerium der Finanzen, Ministerialforstabteilung

SCHEIDTER, F. (1919): Das Tannensterben im Frankenwald, Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, S. 69-90

SCHMID, H., ZEIDLER, H. (1953): Beobachtungen zum Rückgang der Tanne. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 72. Jg., S. 101-110

TÜRK, W. (1993): Entwurf einer Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Oberfranken, Tüxenia 13 S. 33-50

TÜRK, W. (1993): Pflanzengesellschaften und Vegetationsmosaik im nördlichen Oberfranken, Dissertationes Botanicae, Bd. 207, 290 S.

WIRTH, FR. (1956): Wandel der Waldbestockung im Frankenwald. Mittlg. aus d. Staatsforstverw. Bayerns, 28. Heft, München

# Waldbauliche Aspekte der Weißtanne im Ostbayerischen Grenzgebirge

MAXIMILIAN WALDHERR

## Standörtliche Bedingungen im Tannenareal des Ostbayerischen Grenzgebirges

Das herzynische Grenzgebirge zwischen Bayern und der Tschechischen Republik, der Bayerische Wald und der Oberpfälzer Wald mit seinen Gneis- und Granitverwitterungsböden sind ein Kernbereich im Verbreitungsareal der Tanne. Sie nimmt hier eine Höhenamplitude von 300 m bis 1.100 m über NN ein. In ihrem Vorkommensbereich schwanken die Niederschläge zwischen 650 und 1.800 mm, die mittlere Jahrestemperatur reicht von 5,5° bis 8°. Insgesamt handelt es sich um ein mäßig kühles bis kaltes niederschlagsreiches Berglandklima mit wärmebegünstigten Randlagen.

Ihr soziologisches Optimum zeigt die Tanne in der montanen Stufe in Mischung mit Buche und Fichte in den Bergmischwäldern. Pflanzensoziologisch sind diese Waldgesellschaften überwiegend dem Luzulo-Fagetum und dem Galio-Fagetum zuzuweisen. Submontan tritt die Dominanz der Buche stärker hervor, aber auch hier bleibt die Tanne ein zentrales Glied der Waldgesellschaft. In den wärmebegünstigten Randlagen zur Donau und zum Oberpfälzer Becken- und Hügelland hin überschneiden sich die Areale von Tanne, Buche und Eiche. Auf Standorten mit für die Buche ungünstigen Bodeneigenschaften wird die Eiche zur führenden Art. Ausgeprägte Tannen-Eichen-Wälder sind aber nur selten zu finden. Sie stellen pflanzensoziologische Raritäten dar.

## Die Entwicklung der Baumartenanteile im Staatswald des Ostbayerischen Grenzgebirges vom Ende des 18. bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts

In einer Arbeit aus dem Jahre 1905 ermittelte SCHNEIDER am Waldbauinstitut der Universität München sorgfältig die Zusammensetzung der Staatswäldungen in den bayerischen Großlandschaften. Allgemeine Tendenzen der Baumartenentwicklung sind 100 Jahre später trotz mancher Unschärfen mit ausreichender Sicherheit für den Bereich des Ostbayerischen Grenzgebirges abzuleiten. Grundlagen der heutigen Daten sind die Ergebnisse der Stichprobeninventuren im Staatswald. Wir können aus der Arbeit von SCHNEIDER die Baumartenanteile der über 100-jährigen Bestände herausgreifen. Diese Bestände wurden zu Ende des 18. Jahrhunderts begründet oder verjüngt. Ihre Zusammensetzung erlaubt Schlüsse auf die Baumartenanteile der Alt-

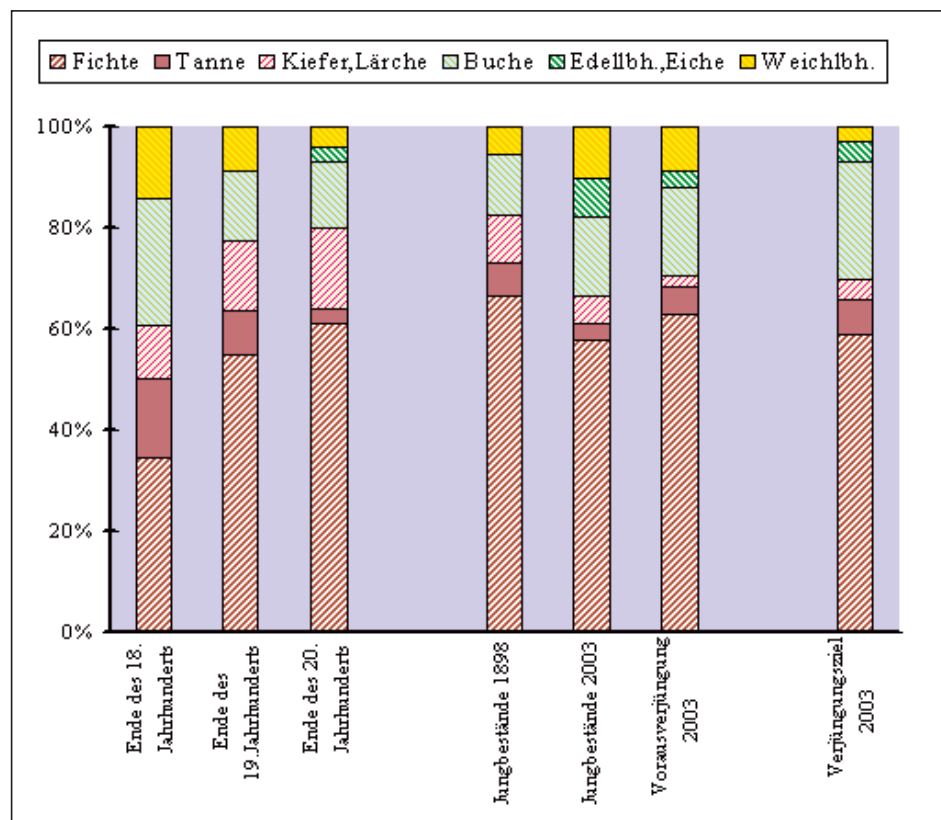


Abb. 1: Baumartenentwicklung im Staatswald des Ostbayerischen Grenzgebirges (Bayerischer Wald und Oberpfälzer Wald) seit Ende des 18. Jahrhunderts

bestände in der Zeit von etwa 1780 bis 1800. Vergrößernd kann man die Baumartenzusammensetzung der Altbestände (über 100) Jahre mit den Baumartenanteilen Ende des 18. Jahrhunderts gleichsetzen.

In Abb. 1 sind die Baumartenanteile Ende des 18. Jahrhunderts, dann im Jahre 1898 und – den Forsteinrichtungsergebnissen folgend – im Jahr 2003 dargestellt. Dies beinhaltet eine Entwicklung von mehr als 200 Jahren. Wenn wir die Jungbestände im Jahre 2005 analysieren, erhalten wir einen Weiser, wie die Baumartenzusammensetzung Ende des nächsten Jahrhunderts aussehen könnte. Somit ist es möglich, das Baumartenspektrum und damit die Tannenanteile der vergangenen 200 Jahre und des kommenden Jahrhunderts darzustellen. Außerdem werden dieser Entwicklungsreihe die Bestockungsziele gegenübergestellt. Ein Vergleich mit der Zusammensetzung unserer Jungbestände zeigt, dass noch Anstrengung und Arbeit auf uns warten.

Die Ausgangslage um 1800 zeigt einen Fichtenanteil von etwa einem Drittel, einen Tannenanteil von 15 %. Knapp 40 % der Bestockung nimmt das Laubholz ein, wobei auf die Buche ein Viertel der Fläche entfällt. Einen relativ hohen Anteil (14 %) weist das Edel- und Weichlaubholz auf, das seinerzeit nicht getrennt aufgenommen wurde. Die Baumartenzusammensetzung zeigt hier reiche Vielfalt mit hohen Schattlaubholz- und Tannenanteilen. Buche und Tanne zusammen nahmen 40 % der Baumartenfläche ein. 100 Jahre später, zu Anfang unseres Jahrhunderts, sanken die Anteile von Tanne und Buche auf knapp ein Viertel der Baumartenfläche. Die Fichte vergrößerte ihre Fläche um die Hälfte. Die Entwicklung verstärkte sich in unserem Jahrhundert noch, die Buchen konnten ihren Anteil halten, der Laubholzanteil reduzierte sich aber insgesamt auf 20 %. **Der Tannenanteil ging auf ein Fünftel der ursprünglichen Fläche zurück.** EICHENSEER (1997) wies darauf hin, dass die Tannenbeteiligung in den Gebieten des Oberpfälzer und des Bayerischen Waldes um 1850 deutlich unterschiedlich war. Er analysierte aus alten Forsteinrichtungsoperaten Tannenanteile für den Bayerischen Wald von mindestens 20 % und stellte einen Tiefststand in der Entwicklung der Tannenanteile gegen Ende des 20. Jahrhunderts fest. Neben waldbaulichen Fehlentwicklungen und der Dauerbelastung des Wildverbisses waren die neuartigen Waldschäden eine erhebliche Ursache für den Rückgang der Tannenanteile in unserer Zeit. EICHENSEER gibt an, dass sich die ZE-Anteile am Tanneneinschlag im Bayerischen Wald von 1975 auf 1977 verdoppelten. Erfreulich an der Entwicklung der Jungbestände ist, dass die Tendenz zur

über 200 Jahre andauernden Verarmung abgeschwächt werden konnte. Tannen und in stärkerem Maße das Laubholz nehmen wieder leicht zu. Wenn wir im Vergleich dazu unsere Zielvorstellungen betrachten, ist eine weitere Erhöhung der Laubholz- und der Tannenanteile sowie eine geringfügige Ausweitung der Kiefernanteile beabsichtigt. Insgesamt soll die Fichte weiter eingeschränkt werden.

### Die Tanne in den Waldbauzielen

Der Bayerische Landtag präziserte die Aufträge des Waldgesetzes in zwei maßgebenden Beschlüssen. Im Jahr 1984 beauftragt er die Staatsforstverwaltung, die vorhandenen Bergmischwälder in ihrer Dynamik zu erhalten und gegebenenfalls wiederherzustellen. Nach einem weiteren Beschluss aus dem Jahr 1985 sind als oberster Maßstab für waldbauliche Maßnahmen die Erkenntnisse über langfristige ökologische Stabilität und damit Methoden des standortgemäßen, möglichst naturnahen Waldbaus anzuwenden.

Für unsere Bestockungs- und Verjüngungsziele leiten wir hieraus folgendes ab:

- Grundsätzlich ist die Tanne auf allen Standorten zu beteiligen, wo sie ursprünglich vertreten war.
- Die Tannenanteile in den Altbeständen sollen in der Verjüngung mindestens erreicht werden **und zwar möglichst über Naturverjüngung.** Hierfür sind die Aussichten im Bayerischen Wald wesentlich günstiger als im Oberpfälzer Wald, dessen Altbestände nur noch geringe Tannenanteile aufweisen.
- Bei der Einbringung in entmischten Beständen sind Anteile zwischen 10 und 30 % geplant.
- Dank ihrer hohen Wurzelenergie vermag die Tanne Beständen auf dichtgelagerten Böden ein stabiles Gerüst zu geben. Hanggleye und dichtgelagerte Fließerden wurden in früherer Zeit als „Tannen-Zwangsstandorte“ bezeichnet. Auf diesen wollte man den Tannenanteil „erzwingen“, bei gleichzeitiger Neigung, auf stabilen Braunerden eventuell auf die Tanne zu verzichten. Heute gilt die Ansicht, dass man den **Schwerpunkt** der Tanneneinbringung **dort setzen muss, wo sie optimale Wuchsbedingungen findet** - dies sind die Lockerbraunerden der warmen Hänge. Auf den „Zwangsstandorten“ wird sie ebenfalls beteiligt. Die Stabilisierungsbestrebungen verlagerten sich hier aber zugunsten der Arterhaltung.

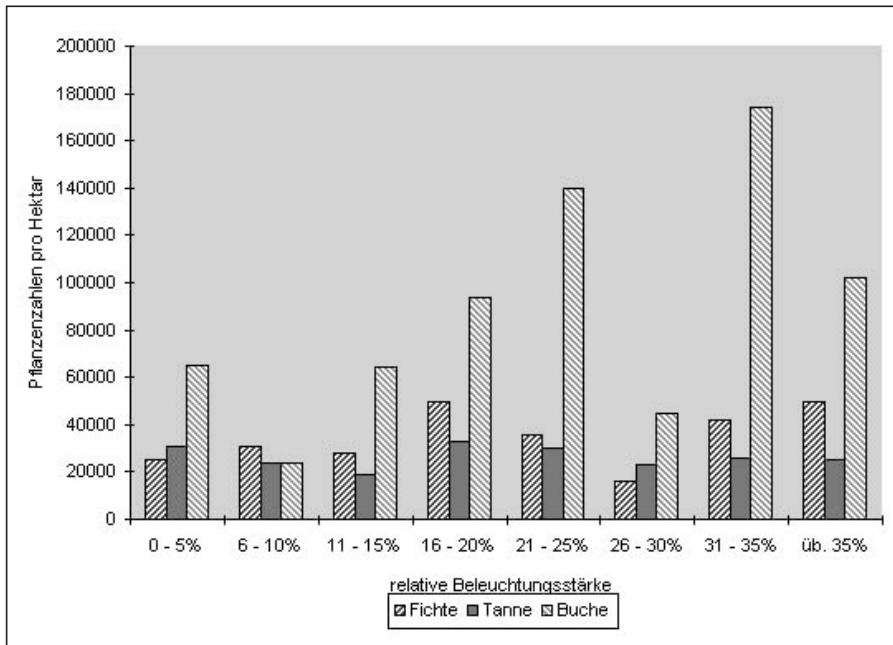


Abb. 2: Pflanzenzahlen in Bergmischwaldbeständen bei verschiedener Beleuchtungsstärke

## Zur Ökologie der Tannen-Naturverjüngung im Ostbayerischen Grenzgebirge

Bei der Naturverjüngung der Tanne gibt – sofern der Verbiss auf ein erträgliches Maß zurückgeführt werden konnte – das Konkurrenzverhältnis zur Buche bei wenig Licht und zur Fichte bei viel Licht den Ausschlag dafür, ob sich die Tanne durchsetzen kann. Manch ein Waldbaupraktiker steht vor dem Dilemma, dass die Buche im tiefen Bestandeschatten vorwächst und bereits bei einer kleinen Lichtgabe die Fichte die längeren Leittriebe hervorbringt und das Rennen um die Dominanz gewinnt.

Vor 20 Jahren befasste sich KOCH mit den Naturverjüngungsverhältnissen in Bergmischwaldbeständen des Inneren Bayerischen Waldes. Seine Aufnahmen erfolgten in Zäunen. Man kann unterstellen, dass sie die Dynamik des tatsächlichen Ablaufes der Naturverjüngung unter den heutigen Verhältnissen eines reduzierten

Wildstandes annähernd wiedergeben. Eines seiner Ergebnisse war, dass die Baumarten auf die zunehmende relative Beleuchtung mit unterschiedlichen Pflanzenzahlen reagieren (Abb. 2). Bei der Buche ist mit steigendem Lichtgenuss eine klare Zunahme festzustellen. Auch bei geringer Beleuchtung weist sie die höheren Pflanzenzahlen auf. Fichte und Tanne zeigen bei geringen Beleuchtungsverhältnissen keine deutlichen Zahlenunterschiede. Sobald es hell wird, steigen die Pflanzenzahlen der Fichte.

Die Messung der Triebblängen bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen (Abb. 3) weist bei allen Beleuchtungsstärken die Überlegenheit der Buche in der Verjüngungsphase aus. Fichte und Tanne unterscheiden sich nicht eindeutig, bei schwacher Beleuchtung hat die Tanne – allerdings nur geringe – Vorteile.

Zwar existieren hierbei nach den standörtlichen Voraussetzungen größere Unterschiede. Nicht nur im Wachstum, auch in der Konkurrenz untereinander reagieren die Baumarten je nach den standörtlichen Voraussetzungen verschieden. Diese Differenzierung entscheidet letztlich den waldbaulichen

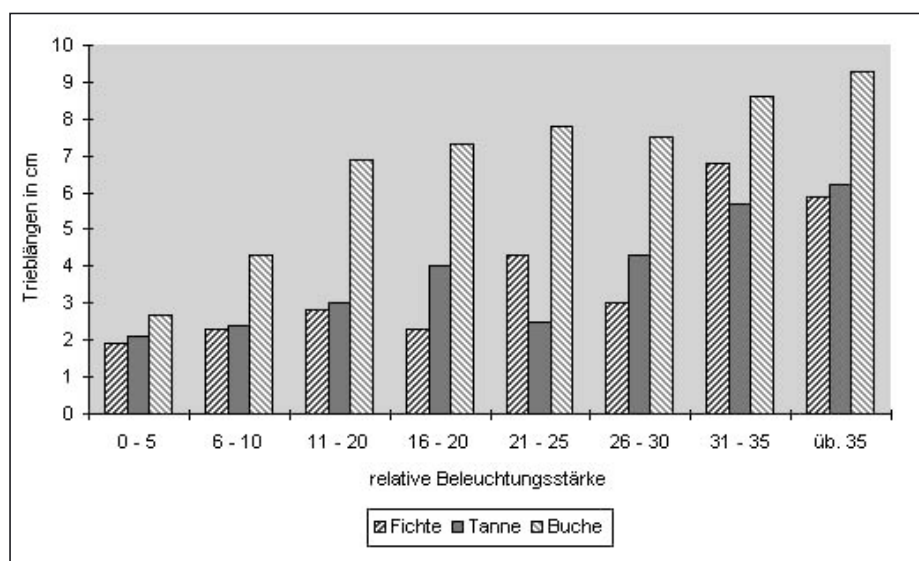


Abb. 3: Triebblängen von 15 - 50 cm hohen Buchen, Tannen und Fichten bei verschiedener Beleuchtungsstärke in Bergmischwaldbeständen

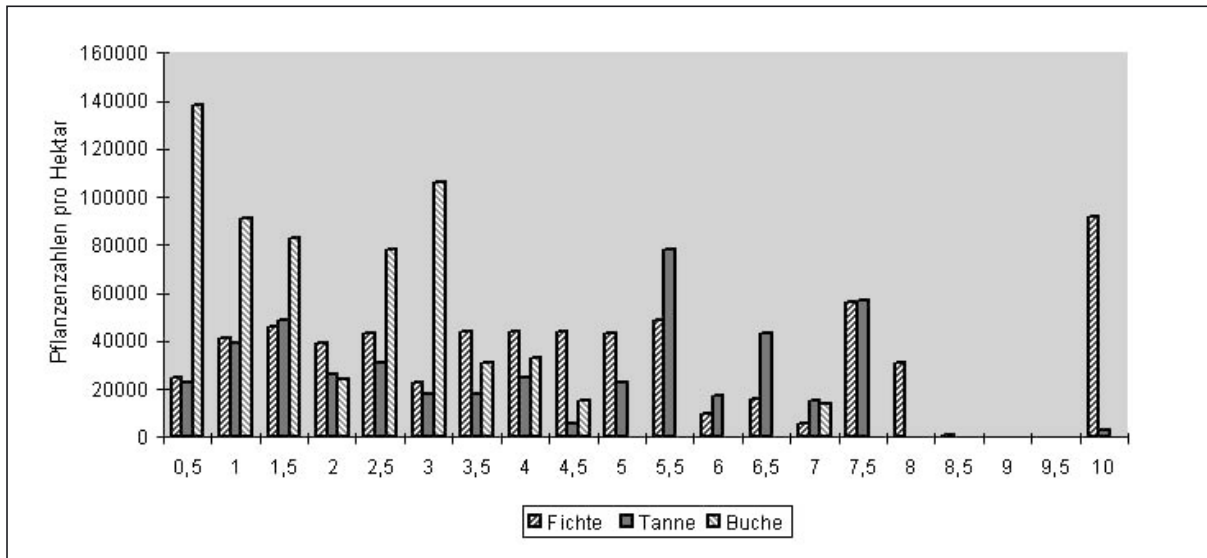


Abb. 4: Pflanzenzahlen in Bergmischwaldbeständen bei verschiedener Stärke der Humusauflage

Erfolg. Der Humuszustand beeinflusst das Keimen und Anwachsen wesentlich (Abb. 4). Die Buche führt nach Pflanzenzahlen klar bei geringer Humusauflage, nimmt bei stärkeren Auflagen deutlich ab und kann ab einer Humusstärke von etwa 5 cm kaum mehr wachsen. Die Tanne zeigt demgegenüber hier einen Höhepunkt bei den Pflanzenzahlen. Sie übertrifft auf diesen Standorten sogar die Fichte. Hier ist ein „ökologisches Fenster“ für ihre eindeutige Dominanz. Die Pflanzenzahlen der Fichte hängen nur wenig von der Humusauflage ab.

Eine Weiterführung der Analyse der Standortverhältnisse bringt der Vergleich der Pflanzenzahlen bei verschiedener Bodenvegetation (Abb. 5). Wir sehen in Heidelbeerbeständen die höchsten Pflanzenzahlen der Tanne, die allerdings von der Fichte noch übertroffen werden. Entscheidend ist, dass hier die Buchenkonkurrenz zurücktritt. In den Pestwurzfluren, die meistens auf wasserzügigen Gleyböden zu finden sind, übertrifft die Tanne die Fichte, die Buche fehlt hier. In allen anderen Bodenvegetationsarten führt die Buche von den Pflanzenzahlen her deutlich, am größten ist ihr Vorsprung dort, wo sich bereits Himbeere zeigt.

Die Ergebnisse kurz zusammengefasst besagen, dass die Tanne nur unter ganz bestimmten Standortbedingungen Konkurrenzvorteile gegenüber den anderen Baumarten des Bergmischwaldes hat. Auf den flächig verbreiteten Standorten des Grenzgebirges sind bei nahezu allen Lichtverhältnissen entweder Buchen oder Fichten in der Verjüngungsphase von der Pflanzenzahl und von der Wuchsgeschwindigkeit her überlegene Konkurrenten. Wie die Einwanderungsgeschichte der Baumarten im Grenzgebirge zeigt, vermochte es die Tanne, unter etwas wärmeren und feuchteren Klimabedingungen als in unserer Zeit, im Atlantikum, in die bereits etablierten, ökologisch stabilen Buchenwaldgesellschaften einzuwandern. Dort konnte sich in der Hauptsache nur die Fichte in lichten Störungsbereichen

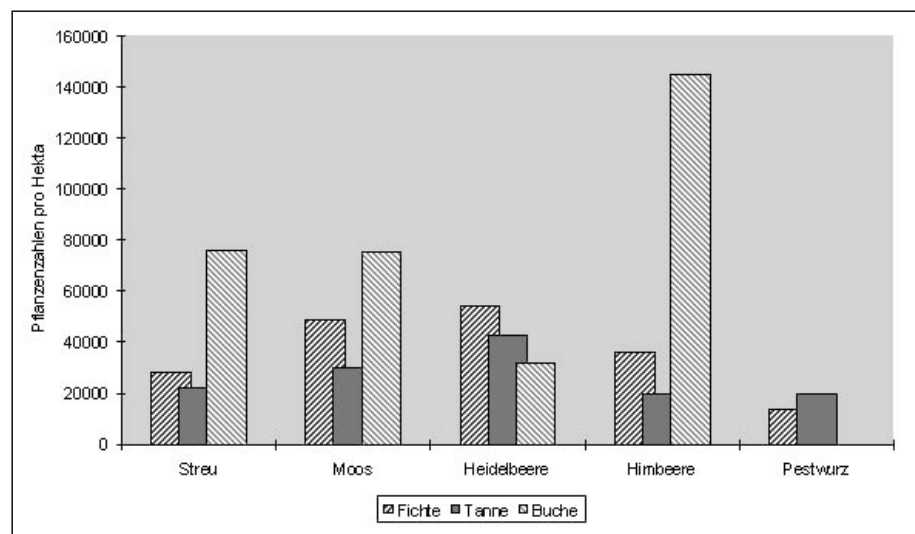


Abb. 5: Pflanzenzahlen in Bergmischwaldbeständen bei verschiedener Bodenvegetation

chen halten (STALLING 1987). Sie war nicht nur ein Nischenbewohner dort, wo die Buche Konkurrenzvorteile verliert. In Buchen-Fichtenwäldern auf normalen Braunerdestandorten konnte sie mit der Zeit erhebliche Anteile einnehmen. Die überlegene Wuchsdynamik der Buche in der Jugendphase ist eine Realität, die nur in den Randarealen der Buchenwaldgesellschaften abnimmt, z. B. in den wenig wärmebegünstigten oberen Hanglagen des Bayerischen Waldes. Zudem verhindert die L-Lage der Buchenmoderschicht mit ihrem häufig im Frühjahr durch die Schneelasten fest verbackenen Laub das Durchwachsen der Keimlingswurzel in die feuchtere H-Lage und in den Mineralboden. Dies gilt auch für die Buchenkeimlinge, die sich schwer tun, das Hindernis zu durchstoßen, aber noch mehr für die Tanne, deren Samen wesentlich leichter sind (ABELE 1909).

Wie war es der Tanne in Anbetracht ihrer Nachteile möglich, sich nicht nur im kühlen Klima der Lagen über 900 m Meereshöhe mit sauren Humusverhältnissen, sondern auch in den wärmebegünstigten Lagen des Buchenoptimums, im Waldmeister-Buchenwald, gegenüber der Buche durchzusetzen?

### **Ihre ökologischen Vorteile gegenüber der Buche sind folgende:**

- Sie hat eine wesentlich längere Lebensdauer als die Buche, ihre Generationenfolge ist deshalb mit einem Bruchteil der Nachkommenschaft gegenüber der Buche gesichert.
- Die Buche fruchtet in unregelmäßigen Zyklen. Nach den bisherigen Erfahrungen häuften sich die Jahre mit Buchenmasten immer wieder, gefolgt von Perioden, in denen es nur manchmal eine Sprengmast gab. Diese Pausen, die 20 Jahre währen können, bieten der Tanne ihre Verjüngungschance. Sie fruchtet viel regelmäßiger und bringt fast jedes Jahr mindestens eine kleine Sprengmast.
- Ihren größten Konkurrenzvorteil hat die Tanne im Ausharrungsvermögen unter Schirm als Unter- oder Zwischenständler. Wenn die Buche unter dichtem Schirm Zimmerhöhe erreicht hat und keine zusätzliche Lichtzufuhr erfolgt, beginnt sie lichtsuchend ihre Seitenzweige zu verstärken und den Lichtquellen zuzuwachsen. Das Höhenwachstum wird gegenüber dieser Aktivität zurückgenommen. Die Tanne reagiert zwar ähn-

lich, verliert aber im Vergleich zur Buche nie ihr monopodiales Zentrum. Bei einer Verbesserung der Lichtverhältnisse vermag sie aus der Höhe des Unterstandes zu starten und hat dann einen Wuchsvorsprung von mehreren Metern gegenüber der nachwachsenden Buchenverjüngung. Der ebenso alte Buchenzwischenstand ist dem gegenüber längst vergreist und nicht mehr wuchsfähig.

### **Was ist aus diesen Erkenntnissen für den Waldbau zu folgern?**

- Unter ungestörten Verhältnissen samt sich die Tanne in Pflanzenzahlen an, die eine waldbauliche Beteiligung, wenn auch bei starkem Konkurrenzdruck, erwarten lassen. Nur in einem relativ engen, vom Vorkommen der Heidelbeere und der Pestwurz geprägten ökologischen Bereich hat sie gegenüber ihren Konkurrenzbaumarten relativ gute Chancen, sich in größerer Zahl zu halten und durchzusetzen. Auf den meisten Bergmischwaldstandorten überholen sie Buche und Fichte in der Pflanzenzahl, um so eher, je mehr Licht zur Verfügung steht. Nur in starker Beschattung ist sie der Fichte geringfügig überlegen und mit der Buche annähernd gleichwüchsig. Allerdings kann das Wild diese im Konkurrenzkampf an sich beschränkte Chance der Tanne noch erheblich mindern.
- Wir müssen der Tanne helfen, den Konkurrenzvorteil des höheren Lebensalters gegenüber ihren Konkurrenzbaumarten Buche und Fichte auszugleichen. Der schlagweise Hochwald setzt von seinem System her Grenzen, Baumarten mit sehr unterschiedlichem Erntealter miteinander zu bewirtschaften. Ungleichaltrige Wälder bieten diese Voraussetzung.
- Eine weitere Bedingung für das Ausspielen ihres Konkurrenzvorteils ist ein höheres Erntealter gegenüber der Fichte und der Buche. Die Starkholzzucht ist eine Voraussetzung für ihr naturgerechtes Überleben.
- Die unterschiedliche Häufigkeit und Ergiebigkeit der Masten im Vergleich zur Buche kommt der Tanne nur bei sehr langen Verjüngungszeiträumen zugute. Im Plenterwald ist die Verjüngung über das ganze Produktionsalter möglich, im schlagweisen Hochwald beträgt diese Phase einen Bruchteil der Umtriebszeit. Hier ist zumindest eine Ausdehnung der Verjüngungszeit geboten.

- Das zähe Aushalten bei wenig Licht und die Bereitschaft, bei einer Zunahme der Belichtung aus dem Zwischenstand auch nach langer Wartezeit in den Hauptbestand aufzuschließen zu können, ist der wichtigste Konkurrenzvorteil der Tanne. Hierin ist sie ihren Konkurrenzbaumarten Buche und Fichte weit überlegen. Für den Waldbaubetrieb folgt daraus, dass langfristig die natürliche Erneuerung der Mischwaldbestände nur dann zu ausreichenden Tannenanteilen führen kann, wenn neben einer sparsamen Verjüngung, die stammzahlarm sein kann, ein zusätzliches Erneuerungspotential in unter- und zwischenständigen Exemplaren vorhanden ist. **Das stufige Gefüge ist eine zwingende Voraussetzung.** Die waldbauliche Entscheidung für plenterartige Formen liegt nahe. Dies gilt um so mehr, je größer der Konkurrenzdruck vor allem der Buche ist. Nur der dauernde Stufenschluss ermöglicht es, dass sich ein Teil der Tannen aus der Verjüngung in den Zwischenstand heben kann und später in weiteren Verjüngungsgängen ohne große Konkurrenz der Nebenbaumarten das obere Kronendach erreicht. **Zur Erhaltung der Tanne gehört nicht nur die Tannen-naturverjüngung, sondern auch der Zwischenstand und der Tannenvorwuchs.**

Mehrstufige Wälder werden im ostbayerischen Grenzgebirge schrittweise aufgebaut. Die große Fläche der Bergmischwaldbereiche besteht aus „schlagweisem“ Hochwald, der die Tannenbeteiligung erschwert. Nicht überall ist die Umwandlung dieser Bestände in ein Stufengefüge in einer Generation möglich. Wir müssen deshalb auch Konzepte für diese Verjüngungsaufgaben finden, die keine idealen Voraussetzungen für die Tanne bieten.

- Ein Schlüssel für eine höhere Tannenbeteiligung in der Naturverjüngung ist die Frage der Lichtzufuhr, vor allem der Nachlichtung über Mischverjüngungen. Die Erfahrung zeigt, dass die Konkurrenzbaumarten die Tanne mit zunehmender Helligkeit immer weiter überflügeln. Ein langes Reifenlassen der Verjüngung im wenig aufgelichteten Bestandsschatten ist deshalb hilfreich. Bei Nachlichtungshieben gilt es, anhand der Trieb-längen die Wuchstendenzen abzuschätzen und die Belichtungssituation keinesfalls zu verändern, wenn die Tanne momentan längere Gipfeltriebe als ihre Konkurrenzbaumarten zeigt. Im Verhältnis zur Buche ist ein weiterer Umstand in der Konkurrenz wichtig. Bei längerem Schirm-druck (etwa ab Zimmerhöhe) verliert die Buche weitgehend ihre zunächst wirksame Vorherrschaft. Langsam und zäh holt die Tanne sie dann

ein. Dies gilt es zu nutzen. Überall wo die Tanne ihren Wuchsvorsprung nicht erreicht hat, sollte das Lichtmilieu nicht geändert werden.

- Bei künstlicher Begründung gemischter Bestände aus Fichte, Tanne und Buche sollte die größte Konkurrentin, die Buche, als hauptständige Baumart von der Tanne getrennt werden. Man kann dies mit gruppen- und horstweiser Einbringung der Buche und truppweiser Einbringung der Tanne außerhalb der Buchengruppen erreichen.
- In der Regel muss in Beständen des schlagweisen Hochwaldes die Konkurrenz mit Hilfe wiederholter Pflegemaßnahmen gesteuert werden.
- Die Tannennaturverjüngung nimmt im ostbayerischen Grenzgebirge derzeit zu. Die ersten Reaktionen auf die Anstrengungen bei der Wildreduktion in den letzten Jahren werden sichtbar. Dennoch ist immer noch die Verbissbelastung das größte Hindernis für das Erreichen unserer Ziele. In die Verjüngungskonzepte muss eine Schutzstrategie eingebaut werden. Neben der Minderung der Verbissbelastung kommt es entscheidend darauf an, für ein **großes Verjüngungsangebot** zu sorgen. Die Einleitung der Verjüngung in einem sehr vorsichtigen flächigen Hieb ohne nennenswerte Auflichtung, aus der Pflege heraus, ist hierfür aussichtsreicher als der örtlich begrenzte Beginn des klassischen Femelschlags, der die Verjüngung zunächst in Gruppen konzentriert. Aus den Schirmstellungen wird später ein Mosaik aus Femelstrukturen entwickelt. Der Vorteil der mosaikartigen Ausformung liegt in seinen zahlreichen Übergängen und damit in dem sehr differenzierten Angebot von Licht und Wärme, das jeder Baumart die ökologischen Nischen für ihre Entwicklung bieten kann.
- Die Bestände des schlagweisen Hochwaldes werden zunächst meist über zweischichtige Formen in ein stufiges Dauergefüge umgebaut. Nahziel ist nicht nur ein ausreichendes Mischungsspektrum, sondern auch die vertikale Strukturierung der Bestände. Fernziel ist das Entstehen eines **Mosaiks aus Plenter- und Femelpartien**, wie es KLOTZ bereits 1959 postulierte.

Bei vielen Waldbaupraktikern gilt die Tanne als eine „empfindliche Mimose“. Grund dafür sind die Umstellungsschwierigkeiten, die zwangsläufig auftreten, wenn ein Baum eine so hohe Anzahl von stark differenzierten Nadeljahrgängen trägt. Die Tanne zeigt ausgeprägte Unterschiede zwischen Schatten- und Lichtnadeln. Wird die Krone aus dem

Schatten heraus freigestellt, sind die Nadeln mit ihrer dünnen Epidermis einem Lichtschock ausgesetzt, den sie nicht verkraften. Es kann 10 und 15 Jahre dauern, bis sich das Nadelkleid erneuert, die Krone sich auf die neue Lichtsituation umgestellt hat und der Lichtschock verkraftet ist. Diese Empfindlichkeit, die aus der langen Lebensdauer der Nadeln und der ausgeprägten Anpassung der Schattennadeln an die Ausnutzung des diffusen Lichtes im Bestandsinneren beruht, wird der Tanne häufig als mangelnde Vitalität ausgelegt. Hier ist ein weiterer entscheidender Grund zu finden, warum sie so wenig in die Bestandsformen des schlagweisen Hochwaldes passt. Steht sie in stufigem Dauergefüge, sind die Veränderungen im Lichtmilieu nie so krass wie im Altersklassenwald. In dieser Erkenntnis liegt vielleicht ein Schlüssel für den rapiden Rückgang, den sie seit der Einführung des schlagweisen Hochwaldes vor ca. 150 Jahren erfahren hat.

Gelingt es nicht, der Tanne den dauernden Stufenschluss zu geben, verweigern wir ihr die Konkurrenzvorteile, die es ihr ermöglichen, sich in Buchenwaldgesellschaften durchzusetzen. Im schlagweisen Hochwald gerät sie von einer Krise in die andere. Wenn unsere Weißtanne eine Zukunft haben soll, dann müssen wir ihr das ihr zustehende artgerechte Lebensmilieu, die mehrstufigen, altersgemischten Bestandsformen, wiedergeben, das wir ihr vor Jahrzehnten genommen haben.

## Literatur

ABELE (1909): Die Naturverjüngung der Tanne in den Staatswäldungen des Bayerischen Waldes. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 31. Jahrgang, Heft 4, S.187 - 198 und Heft 5, S.252 - 266

KLOTZ, K. (1959): Waldumbau. München

KOCH, H. (1971): Untersuchungen über die Naturverjüngung von Fichte, Tanne und Buche im Inneren Bayerischen Wald. Band VII, Beilagen-Gruppe C des Forsteinrichtungswerks für den Nationalpark Bayerischer Wald, Regensburg, unveröffentlicht

STALLING, H. (1987): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald. Dissertationes Botanicae, Band 105, Berlin, Stuttgart

EICHENSEER, F. (1997): Entwicklung der Tannenanteile in Ostbayern im 19. und 20. Jahrhundert. Forst und Holz, 52. Jahrgang, Nr. 17, S.498 - 501

WALDHERR, M. (1996): Weißtannen - Verjüngungs- und Pflegeverfahren im Bayerischen Wald. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 51. Jahrgang, Heft 26, S. 1432 - 1436

# Zum Vermehrungsgut der Weißtanne

RANDOLF SCHIRMER

## Herkunft

Die Wahl der standortsangepassten Herkunft des Saatgutes ist für den forstlichen Anbau der Weißtanne das entscheidende Kriterium, um auch nach Umtriebszeiten von mehr als 100 Jahren über leistungsfähige und stabile Bestände zu verfügen.

Die Provenienzversuche des Bayerischen Amtes für forstliche Saat- und Pflanzenzucht zeigen deutliche Unterschiede hinsichtlich der Wachstumsleistung von Tannen aus verschiedenen Regionen ihres natürlichen Verbreitungsgebiets. Herkünfte aus Süditalien und dem Balkan verfügen über eine größere Wuchskraft und ökologische Anpassungsfähigkeit als Tannen aus anderen Bereichen ihres Verbreitungsgebiets. Besonders die Spätfrostgefährdung ist bei Tanne ein entscheidender, genetisch fixierter Herkunftsunterschied (Abb. 1). Herkünfte aus Berglagen und kontinental geprägten Klimagebieten neigen auf wärmeren Standorten Bayerns zu Spätfrostschäden.

## Saatgutrecht und Erntebestände

Abb. 2 zeigt die 12 Herkunftsgebiete (HKG) für Weißtanne in Deutschland. Herkunftsgebiete besitzen annähernd einheitliche ökologische Bedingungen (Klima, Boden) und verfügen über Erntebestände, die ähnliche phänotypische oder genetische Merkmale aufweisen. Sie sind Voraussetzung, um Vermehrungsgut im Handel getrennt nach Herkunft anbieten zu können. Herkunftsgebiete spiegeln die unterschiedliche genetische Zusammensetzung



Abb. 1: Frostschäden infolge von Herkunftsunterschieden bei Weißtanne: Links kalabrische Herkünfte, rechts Herkunft Bayerischer Wald

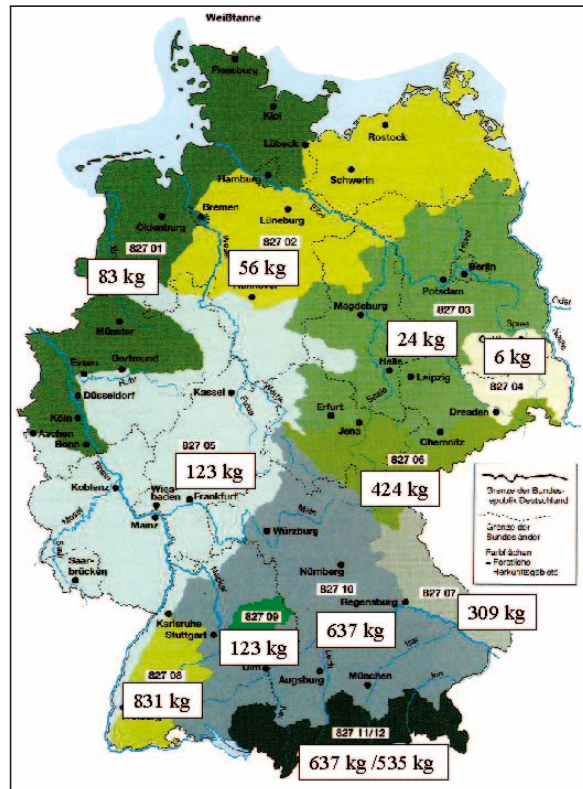


Abb. 2: Herkunftsgebiete und durchschnittliches Ernteernteertrag/Jahr, Angaben in kg reinen Saatguts (Erntejahre 1992/93 bis 2001/02; Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)

der Tannenvorkommen auf Grund der verschiedenartig verlaufenden nacheiszeitlichen Besiedelung wider. Populationen, die über die Ostalpen nach Ostbayern rückgewandert sind, unterscheiden sich von Populationen, die vom Rheintal her das Allgäu wiederbesiedelten. In den Alpen besteht zusätzlich eine genetische Höhendifferenzierung.

Weißtannensaatgut unterliegt den Bestimmungen des Forstvermehrungsgutrechts (FoVG). In den Herkunftsgebieten dürfen daher Ernten für den Vertrieb von Vermehrungsgut ausschließlich in zugelassenen Beständen durchgeführt werden. Voraussetzung ist ein Mindestalter von 70 Jahren, eine Mindestfläche von 1,0 ha sowie überdurchschnittliche Qualitätseigenschaften hinsichtlich Massenleistung und Gesundheitszustand.

Pflanzen (auch Wildlinge) sind ebenfalls den rechtlichen Regelungen unterworfen, sofern sie für forstliche Zwecke bestimmt sind.

| Herkunftsgebiet |                                               | Zulassungs-<br>fläche (ha) | Wichtigste Enteforstämter |        |
|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------|
| 827 05          | Westdeutsches Bergland                        | 8                          | Gemünden                  | 8 ha   |
| 827 06          | Nordostbayerische<br>Mittelgebirge            | 92                         | Rothenkirchen             | 46 ha  |
|                 |                                               |                            | Nordhalben                | 32 ha  |
| 827 07          | Bayerischer und Oberpfälzer<br>Wald           | 167                        | Neureichenau              | 38 ha  |
|                 |                                               |                            | Regen                     | 41 ha  |
| 827 10          | Übriges Süddeutschland                        | 120                        | Zusmarshausen             | 17 ha  |
|                 |                                               |                            | Griesbach                 | 14 ha  |
|                 |                                               |                            | Kehlheim                  | 14 ha  |
|                 |                                               |                            | Aichach                   | 14 ha  |
| 827 11          | Alpen und Alpenvorland<br>(submontane Stufe)  | 269                        | Immenstadt                | 149 ha |
|                 |                                               |                            | Kempten                   | 32 ha  |
|                 |                                               |                            | Schliersee                | 29 ha  |
|                 |                                               |                            | Marquartstein             | 22 ha  |
| 827 12          | Alpen und Alpenvorland<br>(hochmontane Stufe) | 424                        | Sonthofen                 | 111 ha |
|                 |                                               |                            | Garmisch-Partenkirchen    | 70 ha  |
|                 |                                               |                            | Füssen                    | 56 ha  |
|                 |                                               |                            | Bad Tölz                  | 34 ha  |
|                 |                                               |                            | Marquartstein             | 28 ha  |
|                 |                                               |                            | Mittenwald                | 28 ha  |
| Summe           |                                               | 1.080                      |                           |        |

Tab. 1: Weißtanne - Herkunftsgebiete und Ernteflächen in Bayern (Stand 2003)

Der Verbreitungs- und somit auch Ernteschwerpunkt der Weißtanne liegt in Süddeutschland, besonders im Schwarzwald (HKG 827 08). Bayern und Baden-Württemberg stellen ca. drei Viertel des gesamten jährlichen Ernteaufkommens (Abbildung 2). In Bayern sind ca. 1.080 ha Tannenbestände zur Beerntung zugelassen. Die meisten Erntebestände befinden sich im Bereich der Alpen und des Alpenvorlands (Tab. 1).

## Saatgut und Ernte

Die Saatguternte bei Tannen muss frühzeitig (ab Anfang September) erfolgen, da die Zapfen mit fortschreitender Austrocknung am Baum zerfallen. Die Ernte ist daher nur innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne von ca. zwei bis drei Wochen möglich. Bei natürlicher Zapfenreife ist der Samenfall im November abgeschlossen. Der Samenflug bei Fichte dagegen setzt sich bis in die Wintermonate hinein fort.

Die Samen enthalten in ihrer Schale Harzblasen mit ätherischen Ölen, die eine Keimung während der noch feucht-warmen Herbstmonate verhindern.

Im Regelfall ernten als Zapfenpflücker ausgebildete Forstwirte für den Eigenbedarf der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Liegende Stämme werden nur in seltenen Fällen beerntet.

Für die Herkünfte der nordostbayerischen Mittelgebirge (Herkunft 827 06/07) hat das Bayerische Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht Erhaltungssamenplantagen angelegt, um Saatgut der durch Waldschäden beeinträchtigten Bestände bereitstellen zu können.

Wenn Saatgutfirmen ernten, werden Erntebestände mit Ernteüberlassungsverträgen verpachtet. Die Erntefirmen vermarkten die gepflückten Zapfen und bezahlen dem Forstbetrieb eine Pachtentschädigung von ca. 50 €/100 kg Zapfen. Die Ernte darf nur unter hoheitlicher Aufsicht erfolgen, damit Herkunftsort und Erntemenge zur Gewährleistung

der Herkunftssicherheit im Stammzertifikat amtlich bestätigt werden können. Die Vermarktung von Zapfen ohne Stammzertifikat ist nach dem Forstvermehrungsgesetz eine Ordnungswidrigkeit, die mit bis zu 50.000 € Bußgeld bewehrt ist.

Zur Erhaltung der genetischen Vielfalt des Saatguts müssen in einem zugelassenen Waldbestand mindestens 20 von 40 ausreichend fruktifizierenden Bäumen beerntet werden.

Eine Ernte lohnt sich nur, wenn bei Zapfenschnittproben mindestens ca. 20 volle Körner pro Schnittfläche zu sehen sind.

In zahlreichen Albeständen fruktifizieren die Bäume jedoch nur selten in einem für eine wirtschaftliche Beerntung ausreichenden Maße. Außerdem ist der Hohlkornanteil bei Altbäumen hoch. Bei Vollmasten hängen an gut bekroten Altbäumen ca. 300 Zapfen. In diesem Fall kann mit Erntemengen von 25 – 40 kg Zapfen/Baum bzw. Samenerträgen von ca. 150 kg/ha gerechnet werden.

Die Zapfen haben auf Grund ihres frühen Erntezeitpunkts einen hohen Wassergehalt von ca. 50 bis 60 %. Sie werden daher bis ca. Mitte November zunächst luftgetrocknet und reifen in dieser Zeit nach. Sie müssen anfangs ein- bis zweimal täglich umgeschauelt werden, um Überhitzung und Verpilzung zu vermeiden. Während des Trocknungsprozesses fallen die Zapfenschuppen nur zu ca. 80 % von der Spindel ab. Um maximale Saatgutausbeuten zu erzielen, wird das vorgetrocknete Schuppen-Samengemisch in einer Mühle weiter zerkleinert und anschließend auf einen Feuchtegehalt von ca. 8 bis 10 % geklenget. Anschließend wird das Saatgut maschinell gereinigt. Die Saatgutausbeute aus den Zapfen ist im Vergleich zu den anderen Nadelholzarten mit 12 bis 15 % des Zapfenfrischgewichts sehr hoch (Fichte: 3 bis 4 %). In den letzten zehn Jahren wurden in Deutschland im Durchschnitt jährlich 37 t Zapfen geerntet und daraus 4.432 kg Saatgut gewonnen.

Die Erntemenge unterliegt starken mastbedingten Schwankungen. Mastjahre sind besonders dann zu erwarten, wenn die Witterung im Juni des Vorjahres heiß und trocken war. Seit 1992 wurden ca. vier großräumige Vollmasten beobachtet.

Wegen des im Vergleich zu anderem

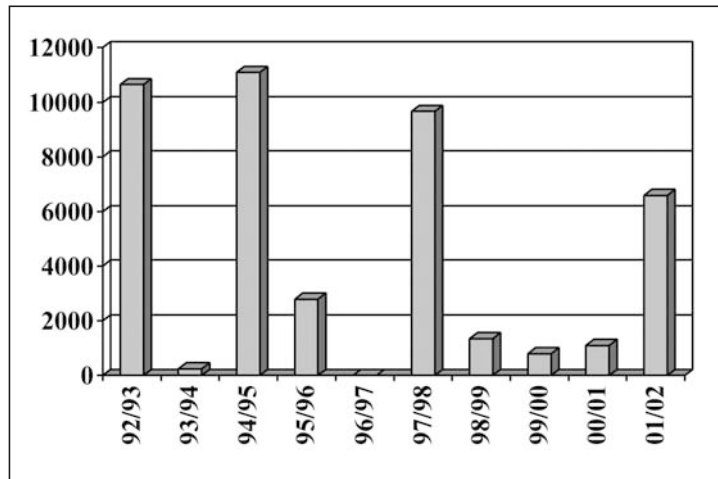


Abb. 3: Jährliches Ernteaufkommen von Weißtanne in der BRD (Angaben in kg Samen, Erntejahr 1992/93 bis 2001/02; Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)

Nadelholz hohen Wassergehalts ist das Saatgut nur ca. vier bis fünf Jahre bei -10 °C lagerfähig. Eine weitere Lagerung ist auf Grund des niedrigen Keimprozents unwirtschaftlich (Abb. 4). Schwankende Masten und begrenzte Lagerfähigkeit des Saatguts erfordern Lagerhaltung und regelmäßige Ernten.

Vor der Aussaat ist eine Stratifikation zum Abbau der Keimhemmung erforderlich. Das Saatgut wird zunächst einen Tag lang gewässert und dann bei +3 °C für sechs bis acht Wochen vor der Aussaat feucht gehalten. Das Keimprozent liegt niedriger als bei allen anderen forstlich wichtigen Baumarten. Es beträgt auch bei guter Saatgutqualität in der Regel nur 35 bis 45 %. Auf Grund niedriger Keimprozente und hoher Hohlkornanteile liegt die Sämlingsausbeute nur bei ca. 3.000 bis 4.000 Pflanzen/kg Saat-

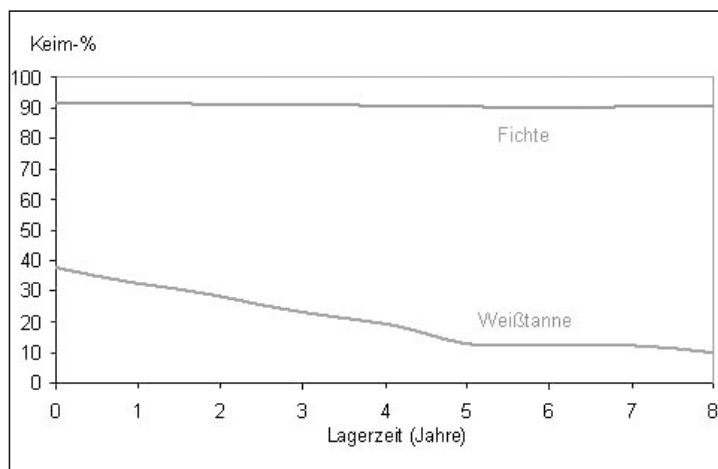


Abb. 4: Entwicklung der Keimfähigkeit von Tannen- und Fichten-saatgut bei längerfristiger Einlagerung (Lagertemperatur: Tanne: -10 °C; Fichte: -20 °C)

|           | Kornzahl/kg<br>Flügelsamen<br>(in Tsd) | Tausend-Korn-<br>gewicht<br>(g) | Pflanzen<br>(%) | Durchschnittlich erzielbare<br>Pflanzenzahl einjähriger<br>Sämlinge/kg Saatgut |
|-----------|----------------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Weißtanne | 23                                     | 45                              | 35 - 45         | 4.000                                                                          |
| Fichte    | 130                                    | 8                               |                 | 60.000                                                                         |

Tab. 2: Saatguteigenschaften von Weißtanne und Fichte

gut. Tannensaatgut erzielt einen Marktpreis von ca. 125 €/kg.

Tannen werden in der Regel als fünfjährige Pflanzen (2+3) in der Größensortierung 15/30 bzw. 20/40 ausgeliefert. Kleinpflanzen (2+2, Größe 10/20) mit unbeschnittener Pfahlwurzel haben sich besonders auf Voranbauflächen unter Schirm statt Saat bewährt. In diesen Fällen können auch Wildlinge verwendet werden. Bei Pflanzen ab ca. 50 cm sind verstärkte Ausfälle zu beobachten.

Die geschlossene Produktionskette (Ernte / Reinigung / Lagerung / Aussaat / Verschulung / Auslieferung) der ASP-Baumschulbetriebe Bindlach und Laufen bietet den bayerischen Forstämtern die Gewähr, dass sie herkunftsgesicherte Pflanzen aus eigenen Wäldern in bester Qualität beziehen können.

## Literatur

BUCHER, H.U. (1999): *Abies alba*. In: SCHÜTT, P et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse, ecomed, Landsberg/Lech

KRÜSSMANN, G. (1997): Die Baumschule. 6. Auflage, Parey, Berlin

ROHMEDER, E. (1972): Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Parey, Berlin



Abb. 5: Tannenzapfen (Foto: HANS MÜNCH)

# Waldumbau mittels Tannen-Saat im Forstamt Weißenhorn

HELMUT BAUMHAUER

Die Tanne spielt im Forstamt Weißenhorn seit den Sturmereignissen der 60er und 70er Jahre wieder eine große Rolle. Der größte Teil des Staatswaldes des Forstamtes liegt im Roggenburger Forst, der Anteil labiler Standorte (mäßig wechselfeuchte und wechselfeuchte Feinlehme) liegt dort über 80 Prozent.

Der ehemalige Waldbaureferent der Oberforstdirektion Augsburg, Dr. Horndasch, hat als Konsequenz der Stürme ein Verjüngungs- und Pflegemodell für das Forstamt Weißenhorn entworfen, das eine Stabilisierung der reinen Fichtenbestände durch Tannenriegel auf der West- und Südseite, sowie durch Tannen-Stabilisierungszellen auf der Gesamtfläche vorsah.

Bei der Verjüngung der äußerst labilen Fichtenreinbestände wagte man damals eine flächige Auflichtung zum Vorbau der Tanne noch nicht, daher wurde die Tanne auf maximal zwei Baumlängen von Nordostsaum her eingebracht. Als Folge dieser vorsichtigen Vorgehensweise wuchsen jedoch große Bestandesteile ohne Tannenvorbauten in die 4. und 5. Altersklasse.

Erst vor ca. 15 Jahren entschloss man sich, die Tanne großflächig in die Altbestände einzubringen,



*Abb. 1: Auf großer Fläche sind die Fichtenaltbestände im Roggenburger Forst bereits mit Tanne untersät*

um in den zur Verjüngung anstehenden Altbeständen einen angemessenen Tannenanteil in der Folgebstockung realisieren zu können. Sehr schnell wurde klar, dass weder die Arbeitskapazitäten für eine solche Maßnahme am Forstamt vorhanden waren, noch die finanziellen Mittel dafür bereitgestellt werden konnten.

Nach der Erprobung mehrerer verschiedener Saatvarianten entschlossen wir uns daher 1993 für die Maschinensaat.

Wenn die Wildstände angepasst sind, stellt sie eine einfache, sinnvolle und wurzelschonende Alternative zum Standardverfahren Pflanzung dar. Werden darüber hinaus die nachfolgend aufgeführten Punkte beachtet, ist die Tannensaat konkurrenzlos billig.

Mittlerweile haben wir gut 1.200 ha mit Tanne untersät. Damit ist die Saat bei uns zum Standardverjüngungsverfahren für die Tanne geworden.

## Vorbereitung der Bestände

Nach unseren Erfahrungen beginnen wir mit der Untersaat von Beständen spätestens im Alter von U/2, um der Tanne einen ausreichenden Vorsprung gegenüber der Fichte zu sichern.

Eine kräftige Durchforstung etwa zwei bis drei Jahre vor der Saat ist wegen der dann geringeren Rohhumusaufgabe hilfreich.

In allzu dicht stehenden Beständen kann die Maschine auch nicht fahren, dort müsste von Hand gesät werden.

## Saatgut

Da mit der Maschine die Bearbeitung großer Flächen in kurzer Zeit möglich ist, konzentrieren wir die Saaten auf Vollmastjahre der Tanne. Nach unseren Erfahrungen ist das Keimprozent dort am höchsten, die Erntekosten sind am geringsten. Grundsätzlich könnten wir das Saatgut auch einlagern. Dazu müsste es aber geklenget werden. Dies hätte deutlich höhere Kosten für das Saatgut zur Folge.

Die wirtschaftlich günstigste Variante ist unserer Erfahrung nach daher die Aussaat unmittelbar nach dem Zerfall der Zapfen.

Wir bringen die geernteten Zapfen dazu in einen Getreidespeicher mit Holzboden, wo wir sie maximal 10 cm hoch schütten. Die Zapfen dürfen sich keinesfalls erwärmen und sollten zweimal wöchentlich umgeschauelt werden. Nach dem Zerfallen der Zapfen werden die Spindeln ausgesiebt und der Rest - also Samen und Schuppen - können ausgesät werden.

## Zeitpunkt der Aussaat

Die Tannensamen unterliegen nach unseren Erfahrungen keinem großen Fraßdruck. Sie können deshalb unmittelbar nach dem Zerfallen der Zapfen im Herbst in die Bestände ausgesät werden.

Das Nachstellen natürlicher Abläufe scheint mir hier besonders wichtig. In der Natur werden die Samen weder geklenget noch eingelagert. Deshalb sollte die Saat noch im selben Jahr wie der Ernte erfolgen.

Wir säen bei geeigneter Witterung, d.h. ohne Schnee und nicht zu nass, in den Monaten Oktober bis Dezember.



Abb. 2: Die zur Tannensaat im Forstamt Weißenhorn verwendete Anbausämaschine

## Womit wird gesät ?

Ein landwirtschaftlicher Lohnunternehmer hat eine Anbausämaschine entwickelt, die an einen Schmalspurschlepper angebaut wird. Die Säwelle wird über einen Ölmotor angetrieben, so dass die Aussaatmenge beliebig variiert werden kann. Zwei an umgebaute Schwinggrubberzinken montierte Hartgummischare ziehen den Rohhumus ab, das Saatgut wird dabei mittels Schläuchen in den oberen Mineralbodenhorizont eingebracht (siehe Abb.2).

Durch Schnee, Regen und Frost wird die Keimhemmung der Samen abgebaut. Die Niederschläge bewirken darüber hinaus eine Verschlammung der Samen in den Mineralboden, wodurch ideale Keimbedingungen entstehen.

Manche Samen überliegen jedoch und keimen erst ein bis zwei Jahre später. Das Risiko eines Totalausfalls durch Umfallkrankheit, Fraß oder Trockenheit wird so deutlich gemindert.

Der Schmalspurschlepper ist mit Breitreifen ausgestattet. Der Bodendruck des Fahrzeugs ist damit geringer als der eines menschlichen Fußes. Wie sich gezeigt hat, bilden die unmittelbar hinter der Schlepperspur gesäten Tannen eine völlig normale, intakte Pfahlwurzel aus: Die mechanische Bodenverdichtung kann daher bei normalen Witterungsverhältnissen nicht relevant sein. Bei extremer Nässe sollte jedoch nicht im Bestand gefahren werden.

Im steilen, unbefahrten Gelände muss von Hand gesät werden. Die Arbeiter transportieren das Gemisch aus Samen und Schuppen in einem umgehängten Leinensack. Es genügt, mit einem festen Schuh den Rohhumus etwas wegzuschieben und auf den freigelegten Mineralboden eine gute Handvoll Gemisch (Samen und Schuppen) auszustreuen. Ein Abdecken des Saatgutes ist nicht erforderlich.

Bei manueller Ausbringung besteht die Möglichkeit, die Tanne gruppenweise auszusäen, wobei mir persönlich eine einzelstammweise Mischung in der Fichte und in der Buche jedoch lieber ist, da so die positiven Eigenschaften der Tanne noch besser zur Geltung kommen.

## Wieviel wird gesät ?

Die benötigte Saatgutmenge hängt ganz wesentlich vom Keimprozent des Saatgutes ab. In den vielen Jahren, in denen wir mit Tannensamen arbeiten, hatten wir noch nie Keimprozent über 50 %.

Um im künftigen Bestand einen Tannenanteil von ca. 25 bis 40 % zu erhalten, säen wir etwa 5 kg reines Saatgut pro Hektar aus. Dies bedeutet für die praktische Umsetzung, dass die Maschine zwischen zwei Rückegassen von 30 m Abstand drei bis vier Überfahrten macht. Dabei liegt die Leistung bei ca. 1 ha pro Stunde.

Die Aussaatmenge hängt allerdings ganz wesentlich vom Keimprozent des jeweiligen Saarguts ab.

Es hat mich in diesem Zusammenhang immer wieder erstaunt, dass die Samenklengen für das Saatgut stets denselben Preis verlangt haben, obwohl das Keimprozent zwischen 18 % und 50 % schwankte.

Künftig sollte sich der Preis des Saatgutes meines Erachtens nach dem jeweiligen Keimprozent richten.

### Was kostet die Saat ?

Bei den großen Mengen an Saatgut habe ich versucht, die Kosten soweit als möglich zu drücken. Beginnend von 85,- €/kg konnte der Preis auf 45,- €/kg Saatgut gesenkt werden.

Bei genauer Kostenkalkulation wurde immer wieder betont, dass die Kosten für das Klengen etwa 25,- € bezogen auf ein kg reines Saatgut betragen.

Wenn das Saatgut künftig nicht mehr geklenget wird, sondern wir nach der vorstehend beschriebenen Methode verfahren, müssten Saatgutkosten von 30,- €/kg zu erzielen sein. Damit ergeben sich für die Maschinensaat folgende Kalkulationskosten:

|                          |   |            |
|--------------------------|---|------------|
| 5 kg x 30,- €            | = | 150,- €/ha |
| 1 Std. Fahrer + Maschine | = | 95,- €/ha  |
| Summe:                   |   | 245,- €/ha |

Manuelles Säen dürfte etwa 100,- € teurer werden, da etwa 4 Std. für 1 ha Fläche veranschlagt werden müssen.

Wenn die Saaten aufgelaufen sind, können Umfallkrankheit und Verbiss zu weiteren Ausfällen führen. Nach unseren Erfahrungen reicht die Anzahl an Sämlingen von 5 kg reinem Ta-Saatgut dennoch leicht für einen späteren Tannenanteil von 25 - 40 Prozent. Bei geringerem Keimprozent muß die Aussaatmenge entsprechend erhöht werden.

### Zusammenfassung

Tannensaaten sind relativ einfach zu bewerkstelligen und gelingen bei angepassten Wildständen fast immer.

Berücksichtigt man die geringen Kosten, kann eine Tannensaat problemlos wiederholt werden, falls extreme Trockenheit in den Monaten Mai bis August die Keimlinge verdorren lässt.

Die ungestörte Wurzelentwicklung ist insbesondere bei Pfahlwurzeln wie der Tanne unverzichtbar. Bei zur Kontrolle gezogenen Pflanzen aus der Saat konnten wir, im Vergleich zu vielen gepflanzten Tannen, diese deutlich in die Tiefe strebende Pfahlwurzel erkennen.

Unterschnittene Tannen hingegen können ihre angedachte Funktion als stabilisierende Bestandsglieder später jedoch nicht mehr erfüllen.

Wie hat Dr. Horndasch, der „bayerische Tannenpapst“, einst trefflich formuliert:

*„Eine Tanne zu unterschneiden ist das Gleiche, wie einem 100 m Sprinter die Beine zu kürzen und dann den Sieg von ihm einzufordern.“*

# Überführung in Plenterwald durch früh einsetzende Tannenvorausverjüngung: Strategie für Idealisten oder rentables Konzept?

THOMAS KNOKE

## Ist ein Umbau mit Tanne auch finanziell rentabel?

Auf Grund ihrer hohen Schattentoleranz eignet sich die Weißtanne (*Abies alba* L.) hervorragend für die Plenterung. So finden wir die nur noch auf verhältnismäßig kleiner Fläche existierenden, typischen Plenterwälder meist im natürlichen Verbreitungsgebiet dieser Baumart (SCHÜTZ 1994; BURSCHEL und HUSS 1997). Der Tanne kommt daher auch im Zuge einer Überführung von gleichförmigen, oft von Fichten dominierten Beständen in stufige und ungleichaltrige Waldtypen eine zentrale Rolle zu. Vor diesem Hintergrund wurden betriebswirtschaftliche Konsequenzen einer Überführung mit Tanne (ÜFT) mit einer schlagweisen Bewirtschaftung (SW) verglichen und in Form englischsprachiger Beiträge bereits veröffentlicht (KNOKE und PLUSZYK 2001; KNOKE, MOOG und PLUSZYK 2001). Die wichtigsten Ergebnisse der Fallstudie werden hier auch in deutscher Sprache publiziert.

Zur Strukturierung der Studie wurden folgende Fragestellungen formuliert:

- Lässt sich mit einer frühzeitig beginnenden, zeitlich gestaffelten Verjüngung mit Hilfe von Tannenvoranbauten innerhalb von etwa 80 Jahren eine Stammzahlverteilung herstellen, die der eines Plenterwaldes ähnelt?
- Wie unterscheiden sich die im Zuge der ÜFT anfallenden Holzmassen und Einnahmen von denen der SW-Behandlung?
- Gibt es Unterschiede zwischen ÜFT und SW hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Einnahmen?

## Behandlungskonzepte

Der nachfolgend analysierte Prozess der ÜFT begann bereits in einem rund 40-jährigen von Fichten dominierten Bestand. Das Ziel der ÜFT war ein ungleichaltriger Bestand überwiegend aus Fichten und Tannen, der sich aus vier Altersklassen zusammensetzt und der über eine sukzessive, kleinflächige Einbringung von **drei Tannengenerationen** aufgebaut werden sollte. Die Überführungsvariante

wurde über einen Zeitraum von 77 Jahren (Überführungszeitraum) hinweg mit einer schlagweisen Waldbehandlung (Umtriebszeit 98 Jahre, Verjüngung auf reine Fichte durch Kahlschlag) verglichen. Letztere orientierte sich an den Vorschlägen von ABETZ (1975).

## Zeithorizonte

Die betriebswirtschaftlichen Konsequenzen der Überführung lassen sich darstellen, indem der Kapitalwert beider Behandlungen berechnet wird. Der Kapitalwert charakterisiert die Differenz des Barwertes aller Einnahmen und des Barwertes aller Ausgaben, wobei die Barwerte durch Diskontierung gebildet werden. Für die Berechnung des Kapitalwertes spielt der betrachtete Zeithorizont eine erhebliche Rolle. Zunächst beziehen sich die Kapitalwerte nur auf den Überführungszeitraum von 77 Jahren. Nach dieser Zeit ist die älteste Generation im überführten Bestand 118 Jahre alt, während auf der Schlagwaldfläche ein 20-jähriger Jungbestand stockt. Der Vergleich ist damit hinsichtlich des Betrachtungszeitraumes unbalanciert. Deshalb wurde in einem zweiten Schritt der Zeithorizont auf unendlich ausgedehnt (Details siehe KNOKE und PLUSZYK 2001).

## Datenmaterial

Im Zuge der Studie wurde ein Praxisversuch im Bereich des Bayerischen Forstamtes Freising genutzt, den die Fachhochschule Weihenstephan zu Beginn der 1980er Jahre angelegt hatte. Der Untersuchungsbestand liegt im Distrikt Thalhauser Forst des Forstamtes Freising und wurde in Zusammenarbeit mit dem örtlich zuständigen Revierleiter RUDOLF ausgewählt. Der Bestand stockte auf einem frischen Lehm im Wuchsbezirk 12.8 „Oberbayerisches Tertiärhügelland“. Ein Schneebruch im Jahre 1982 führte in dem damals 41-jährigen, von Fichten dominierten Bestand zu Lücken, die für einen Voranbau mit Tanne ausgenutzt wurden. In diesem Bestand wurde im Winter 1998/1999 eine rund 1 ha umfassende Versuchfläche angelegt. Basierend auf diesem Bestand wurden beide Waldbehandlungen

mit dem Wachstumsmodell Silva 2.2 (KAHN und PRETZSCH 1997) simuliert. Eine eingehende Beschreibung, die auch den Bewertungsansatz und die Bewertungsgrundlagen umfasst, findet sich in der Diplomarbeit von Plusczyk (2000) bzw. bei KNOKE und PLUSCZYK (2001).

## Holzvorrat und ausscheidender Bestand

Im Zuge der SW-Behandlung gelang es, bis zum Alter von 98 Jahren einen Bestand mit einem Holzvorrat von 865 Efm/ha aufzubauen. Der auf Grund von drei Wiederholungen der Wachstumssimulationen berechnete Standardfehler dieses Vorrates betrug nur  $\pm 12$  Efm/ha. Die waldbaulichen Eingriffe der SW-Strategie waren lediglich im 41- und 58-jährigen Bestand relativ stark (ausscheidender Bestand 78 bzw. 90 Efm/ha). Um den Volumen- und Wertzuwachs der Fichte, die als älterer Baum nicht mehr besonders gut auf Freistellung reagiert (ABETZ 1975; SPELLMANN 1997; KNOKE 1998 [b]), voll auszunutzen, erfolgten in der Altdurchforstungsphase (Alter über 58) nur geringe oder überhaupt keine Entnahmen.

Im Zuge der Überführung waren dagegen stetig hohe Entnahmen vorgesehen, um die Tannenvorausverjüngung einzubringen und entsprechend zu fördern (zwischen 89 und 129 Efm/ha, Abb. 1). Dadurch wurde nahezu der gesamte laufende peri-

odische Volumenzuwachs abgeschöpft, es fand keine Akkumulation von Holzvorrat statt. Nach 77 Jahren Überführung hatte der Bestand einen Holzvorrat von  $295 \pm 1$  Efm/ha. Der SW-Bestand leistete bis zum Alter 98 einen dGZ in Höhe von 11,1 Efm/ha/J, während die ÜFT bis zum Alter 98 im Durchschnitt einen Zuwachs von 10,4 Efm/ha/J aufwies. Im Zuge der SW-Behandlung wurden insgesamt 1.090 Efm/ha geerntet, durch die ÜFT fielen dagegen 889 Efm/ha an (82 %). Der Holzvorrat des überführten Bestandes ist in diesem Betrag nicht enthalten, da dieser ja nicht zur Ernte vorgesehen war. Der Unterschied im Holzanfall zwischen SW und ÜFT betrug damit  $201 \pm 13$  Efm/ha.

## Stammzahlverteilung nach 77 Jahren Überführung

Auf Grund der frühzeitigen Einbringung der Tanne kann nach rund 80 Jahren Überführung ein Überlappen der Stammzahlverteilungen der vier verschiedenen Altersklassen erkannt werden (Abb. 2). Hierdurch ergab sich eine insgesamt fallende Stammzahlverteilung, die der eines Plenterwaldes sehr nahe kommt. Die ältesten Tannen erreichten hier bereits Durchmesser bis zu 26 cm. Zur Orientierung ist in Abb. 2 mit Hilfe einer gestrichelten Linie die Stammzahlverteilung eines „optimal“ aufgebauten Modellbestandes eingezeichnet, die für einen Plenterwald im Bayerischen Wald konstruiert wurde (KNOKE 1998 [a]).

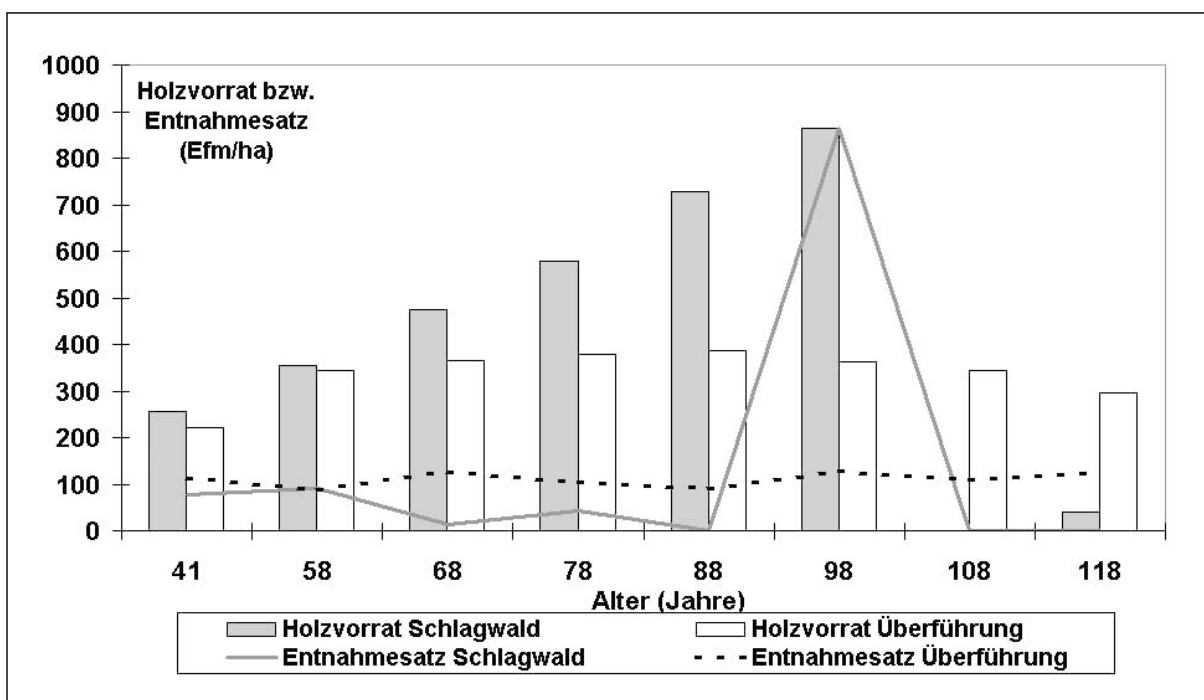


Abb. 1. Holzvorrat und Entnahmesätze

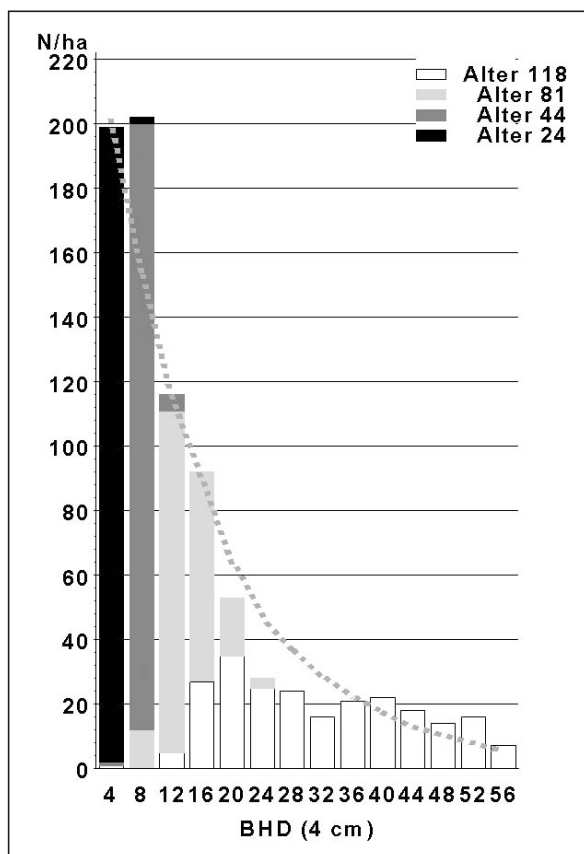


Abb. 2: Stammzahlverteilung des Überführungsbestandes nach rund 80 Jahren Überführung

## Finanzielle Ergebnisse

### Einnahmen

Während der Überführungsphase fielen um  $12.200 \pm 1.200$  Euro/ha geringere Nettoeinnahmen an (erntekostenfreie Holzerlöse). Die Nettoeinnahmen erreichten damit 83 % der Höhe des Wertes der SW-Behandlung. Die Einnahmen entstanden jedoch im Zuge der ÜFT zu ganz anderen Zeitpunkten (Abb. 3). Der Waldbesitzer kann hier in der Altersphase von 41 bis 88 bereits zwischen etwa 4.000 und 7.500 Euro je Eingriff einnehmen (erntekostenfreier Erlös), während in der „Reifungsphase“ des Schlagwaldbestandes kaum Einnahmen anfallen.

Geldmittel sind auch im Forstbetrieb knapp und müssen wirtschaftlich eingesetzt werden. Aus diesem Grund ist die Betrachtung lediglich des Wertzuwachses,

der im Zuge der analysierten SW-Behandlung denjenigen der ÜFT übertrifft, aus betriebswirtschaftlicher Sicht wenig aussagekräftig. Werden die in Abb. 3 dargestellten Nettoeinnahmen auf den Zeitpunkt zu Beginn der Bewertung (Alter 41) abdiskontiert, so entstehen Kapitalwerte der Behandlungsvarianten, wodurch dem zeitlichen Eingang der Nettoeinnahmen Rechnung getragen wird.

### Kapitalwerte

Ohne Ansatz eines Kalkulationszins erreichte die ÜFT 85 % der Nettoeinnahmen der SW-Behandlung. Die Kulturkosten sind hier berücksichtigt. Deshalb ist das Ergebnis bereits etwas günstiger für die ÜFT als dasjenige des Vergleichs der Nettoeinnahmen aus dem Holzverkauf. Das Verhältnis veränderte sich mit steigendem Kalkulationszins rasch zugunsten der ÜFT. Unter Annahme eines Kalkulationszinses in Höhe von lediglich 2,6 % ergab sich bereits ein um  $172 \pm 7$  Euro/ha höherer Kapitalwert der ÜFT. Da bei diesem Zinssatz die ÜFT gerade etwas vorteilhafter war als die SW-Behandlung, können wir diesen Zins den „kritischen Zins“ nennen.

Die folgende Tab. 1 zeigt „kritische Zinssätze“ unter verschiedenen Annahmen. Es wird deutlich, dass sich die ÜFT noch wesentlich vorteilhafter darstellt, wenn der Zeithorizont auf unendlich ausgedehnt wird. In diesem Falle ist die ÜFT bereits ab einem Zinssatz von unter 2 % vorteilhafter als die SW-Behandlung. Dieser Vorteil liegt in der Kontinuität der Finanzflüsse der ÜFT begründet, die auch nach Abschluss der eigentlichen Überführung andauert. Einen solchen Effekt kann aber nur eine plenterartige Waldstruktur gewährleisten, die hier mit der frühzeitigen Tanneneinbringung erzielt wurde.

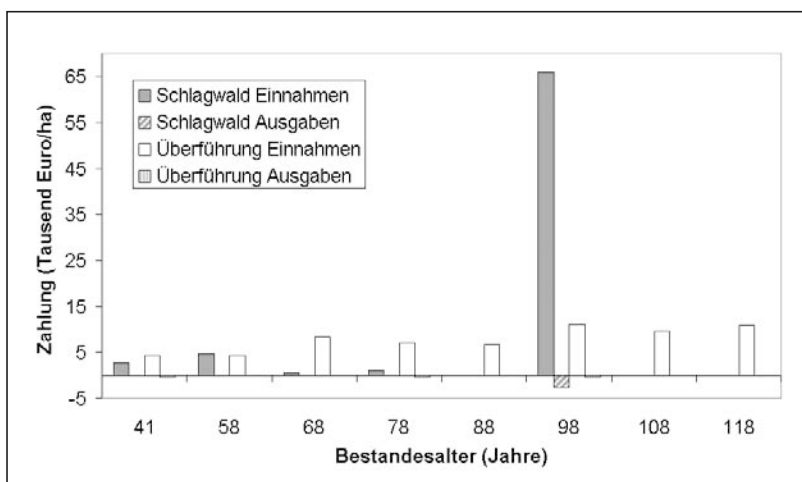


Abb. 3: Zeitpunkte, zu denen die Einnahmen und Ausgaben (Euro/ha) entstehen.

| <b>Annahme</b>               | <b>Überführungsphas(77 Jahre)</b> | <b>Zeithorizont unbegrenzt</b> |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Holzpreis 1999</b>        | 2,6                               | 1,9                            |
| <b>Holzpreis 1999 + 25 %</b> | 2,7                               | 2,1                            |
| <b>Holzpreis 1999- 25 %</b>  | 2,4                               | 1,8                            |
| <b>U Schlagwald=88 J.</b>    | 2,4                               | 0,8                            |
| <b>U Schlagwald=78 J.</b>    | alle Zinsfüße von 0 bis 10 %      | alle Zinsfüße von 0 bis 10 %   |

Tab. 1: Kritische Zinssätze, die einen im Vergleich zur Schlagwaldbehandlung etwas höheren Kapitalwert der Überführung ergeben

## Antworten auf die eingangs gestellten Fragen

*Lässt sich durch eine frühzeitig beginnende, zeitlich gestaffelte Verjüngung mit Hilfe von Tannenvoranbauten innerhalb von etwa 80 Jahren eine Stammzahlverteilung herstellen, die der eines Plenterwaldes ähnelt?*

Es hat sich gezeigt, dass ein 58-jähriger, von Fichten dominierter Bestand über die zeitlich gestaffelte Einbringung von Tannentrupps in einen Modellbestand mit ungleichaltrigem, stufigem Aufbau überführt werden konnte. *Die analysierte Überführungsstrategie mit Tanne eignet sich damit gut, um einen ungleichaltrigen Waldaufbau herzustellen.*

Das Risiko,, insbesondere von Sturmschäden blieb bei der vorgenommenen Analyse außer Acht. Es ist aber offen, in welche Richtung eine Berücksichtigung des Risikos die Ergebnisse vorliegender Studie verändert hätte. So untersuchte DIETER (1999) die Vorteilhaftigkeit des Voranbaus in 90-jährigen Fichtenbeständen, in denen der Bestockungsgrad zur Laubholzeinbringung auf 0,75 reduziert wurde. Trotz dieses verhältnismäßig starken Eingriffes konnte DIETER keine Änderung der Vorteilhaftigkeit des Voranbaus durch Berücksichtigung des Risikos feststellen. Die Überführung führt außerdem zu einer gewissen Diversifizierung. Kleinflächige Mosaikstrukturen entstehen ähnlich wie nach „kleinen“ Störungen (z.B. Schneebruch). Der Bestand wird inhomogener, Dies führt dazu, dass eine bestimmte, spezialisierte Störungsart (z.B. Windwurf) immer nur bestimmte Komponenten des Bestandes betreffen kann (OTTO 1994). Tendenzen zu großflächigen Zusammenbrüchen werden dadurch abgebremst.

*Wie unterscheiden sich die im Zuge der ÜFT anfallenden Holzmassen und Einnahmen von denen der SW-Behandlung?*

Wie bereits ein Vergleich des durchschnittlichen Volumenzuwachses bis zum Alter 98 andeutete (11,1 Efm/ha/J im SW, 10,4 Efm/ha/J bei ÜFT), wurde der Holzanfall durch die ÜFT reduziert. Sie lieferte  $201 \pm 13$  Efm/ha weniger Holz als der SW-Bestand. In Analogie zu diesem Befund fallen die *Einnahmen aus der Überführung signifikant niedriger* aus.

Diese Ergebnisse lassen sich zum Teil mit der frühzeitigen Entnahme noch produktiver Fichten im Zuge der ÜFT begründen. Die verbleibenden Bäume können diesen Produktionsausfall nicht kompensieren. Nach Kalkulationen von SPELLMANN (1997) und KNOKE (1998 [b]) reicht die Reaktionsfähigkeit der Fichte insbesondere in über 50-jährigen Beständen nicht mehr aus, um Wertzuwachsverluste durch Entnahme herrschender Bäume auszugleichen.

*Gibt es Unterschiede zwischen ÜFT und SW hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Einnahmen?*

Da im Zuge der ÜFT früher und regelmäßiger Einnahmen eingingen, ergab sich ein *signifikant höherer Kapitalwert bereits ab einem Kalkulationszins von 2,6 %*.

Dieses Ergebnis stimmt gut überein mit demjenigen einer Studie zur Vorteilhaftigkeit früher und starker Eingriffe in Fichtenbestände in Kombination mit einer anschließenden Zielstärkennutzung (KNOKE 1998 [b]).

## Wirkungen der analysierten Überführungsstrategie

KROTH (1967) und MÖHRING (1994) stellten bereits fest, dass die optimale Bestockungsdichte deutlich unter 1,0 liegt, sobald Kalkulationszinsen in die Betrachtung eingeführt werden, die von Null abweichen. Der unmittelbare Effekt der ÜFT ist zunächst eine deutlich Absenkung des Bestockungsgrades, die Vorratsakkumulation unterbleibt. Die Bestockungsgrade der ÜFT liegen bezogen auf den SW bei 0,42 (Alter 98) bis 0,86 (Alter 41). Die deutlich niedrigere Vorratshaltung führt jedoch nicht zu proportionalen Zuwachsverlusten, die ÜFT leistete 94 % des Volumenzuwachses der schlagweisen Behandlung (bis zum Alter 98). Die Entscheidung für oder gegen eine solche Einschlagsstrategie kann damit rational auf Grund der Abwägung der zu erwartenden Verluste und des Vorteils früherer Einnahmen getroffen werden. Das frei werdende Kapital kann rentabler alternativ investiert werden, wenn die Alternative mindestens eine interne Verzinsung von 2,6 % (bzw. 1,9 %) erwarten lässt. Eine Einschlagsstrategie „früh beginnende und dann kontinuierliche und kräftige Eingriffe (aber ohne Tanneneinbringung)“ bietet folglich für manche Waldbesitzer die Möglichkeit, das ihnen zur Verfügung stehende Kapital effizienter einzusetzen.

Die in vorliegender Studie unterstellte Tanneneinbringung ist dagegen ein essentieller waldbaulicher Beitrag zur Kontinuität der Holzproduktion auf Bestandesebene, nachdem die ÜFT abgeschlossen ist. Dass diese Maßnahme sehr wohl auch betriebswirtschaftlich sinnvoll ist, zeigte sich anhand der Betrachtung des unendlichen Zeithorizontes. Hierbei ergab sich eine gegenüber der Schlagwaldbehandlung noch deutlich günstigere Position der ÜFT. Nach Abschluss der ÜFT fallen kontinuierlich alle 10 Jahre nennenswerte Einnahmen an, während der SW-Bestand über einen längeren Zeitraum kaum Einnahmen abwirft. Die Tanne ist damit in einem Konzept „Naturnaher Waldbau“ ein zentrales Element und hat auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine erhebliche Bedeutung.

## Literatur

- ABETZ, P. (1975): Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Allgem. Forstz. 30, S. 666-667
- BURSCHEL, P. und HUSS, J. (1997): Grundriß des Waldbaus: Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Pareys Studentexte 49. Zweite Auflage, Berlin, Wien, Blackwell
- DIETER, M. (1999): Betriebswirtschaftliche Untersuchungen zum Voranbau in Fichtenaltbeständen. Forstw. Cbl. 118, S. 145-155
- KAHN, M. und PRETZSCH, H. (1997): Das Wachstumsmodell SILVA - Parametrisierung der Version 2.1 für Rein- und Mischbestände aus Fichte und Buche. Allg. Forst- u. J. Ztg. 168, S. 115-123
- KNOKE, T. (1998 [a]): Analyse und Optimierung der Holzproduktion in einem Plenterwald - zur Forstbetriebsplanung in ungleichaltrigen Wäldern. Forstliche Forschungsberichte, München Nr. 170
- KNOKE, T. (1998 [b]): Die Stabilisierung junger Fichtenbestände durch starke Durchforstungseingriffe - Versuch einer ökonomischen Bewertung. Forstarchiv 69, S. 219-226
- KNOKE, T. und PLUSCZYK, N. (2001): On economic consequences of transformation of a spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) dominated stand from regular into irregular age structure. For. Ecol. Manage. 151, S. 163-179
- KNOKE, T.; MOOG, M. und PLUSCZYK, N. (2001): On the effect of volatile stumpage prices on the economic attractiveness of a silvicultural transformation strategy. Forest Policy and Economics 2, S. 229-240
- KROTH, W. (1967): Die betriebswirtschaftlich optimale Bestockungsdichte. Forstw. Cbl. 86, S. 53-60
- MÖHRING, B. (1994): Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Schriften zur Forstökonomie Band 7. Sauerländer's, Frankfurt a.M
- OTTO, H.J. (1994): Waldökologie. Ulmer, Stuttgart
- PLUSCZYK, N. (2000): Betriebswirtschaftliche Analyse der Konsequenzen einer Überführung eines fichtendominierten, gleichaltrigen Bestandes in eine ungleichaltrige Waldaufbauform. Diplomarbeit, TU München
- SCHÜTZ, J.-PH. (1994): Geschichtlicher Hergang und aktuelle Bedeutung der Plenterung in Europa. Allg. Forst- u. J. Ztg. 165, S. 106-114
- SPELLMANN, H. (1997): Ertragsentwicklung im „LÖWE“-Wald der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. Forst und Holz 52, S. 711-718

# Das Holz der Tanne – Eigenschaften und Verwendung

DIETGER GROSSER

## Holzbeschreibung

Die Tanne (*Abies alba* Mill.) – wegen der weißen bis silbergrauen Farbe ihrer Rinde auch Weiß- oder Silbertanne genannt – gehört zu den Reifholzbäumen bzw. „Bäumen mit hellem Kernholz“. Ihr Splint- und Kernholz lassen sich farblich nicht voneinander unterscheiden. Tannenholz ist von matter, zumeist gelblichweißer bis fast weißer Färbung. Nicht selten zeigt es einen grau-violetten oder bläulichen Schimmer. Unter Einfluss des Lichtes dunkelt es merklich nach und nimmt einen gelblich-braunen Alterston an.

Die Jahrringe sind wie bei allen einheimischen Nadelhölzern deutlich voneinander abgesetzt. Innerhalb der Jahrringe vollzieht sich der Übergang vom hellen weißlichen Frühholz zum dunkleren rötlichgelben Spätholz zumeist allmählich (Abb.1). Der deutliche Farbunterschied zwischen Frühholz und Spätholz bewirkt auf den Längsflächen markante Fladern (Tangentialschnitt) bzw. Streifen (Radialschnitt). Harzkanäle, wie sie für das Holz von Fichte, Kiefer, Lärche und Douglasie charakteristisch sind, fehlen. Daher besitzt Tannenholz auch keinen Harzgeruch.



Abb.1: Querschnitt durch Tannenholz

Das Holz der Tanne ist dem der Fichte sehr ähnlich und selbst für den Fachmann nicht immer leicht anhand der Farbe zu unterscheiden.

Wesentlichstes Merkmal für die makroskopische Unterscheidung der beiden Holzarten sind die Harzkanäle, die – wie er-

wähnt – nur bei der Fichte vorkommen und dort auf sauberen Hirnflächen unter der Lupe als kleine helle Punkte erkennbar sind. Ebenso fehlen die im Fichtenholz ziemlich häufigen Harzgallen. Ferner

zeichnet sich Fichte zumeist durch eine mehr ins Gelbliche gehende Farbe sowie einen seidigen Glanz aus. Das mehr weißliche Holz der Tanne bleibt dagegen glanzlos bzw. stumpf.

Die Aststellung bietet einen weiteren Anhaltspunkt für die Unterscheidung der Arten. So stehen bei der Tanne die Astquirle nahezu waagrecht zur Stammachse, während sie bei der Fichte mehr schräg aufwärts orientiert sind. Dementsprechend ergeben sich beim Einschnitt bei der Tanne annähernd runde, bei der Fichte dagegen mehr ovale Astformen.

Relativ häufig bildet die Tanne einen Nasskern mit stark erhöhten Holzfeuchtegehalten des Kernholzes aus. Während normales Kernholz allgemein eine Holzfeuchte zwischen 30 und 50 % aufweist, kann diese im Nasskern bis zu 220 % betragen. Bakterien, die diese Holzbereiche besiedeln, sind verantwortlich für den unangenehmen säuerlichen Geruch. Zu unterscheiden ist zwischen einem „normalen“ und dem in physiologisch geschwächten Tannen auftretenden „pathologischen“ Nasskern. Ersterer ist einheitlich braun gefärbt, typisch annähernd kreisrund geformt und bleibt im Stammzentrum auf das echte Kernholz beschränkt. Der „pathologische“ Nasskern ufer dagegen in charakteristischer Weise auf das Splintholz aus. Er ist entsprechend unregelmäßig geformt sowie ungleichmäßig braun bis rotbraun gefärbt. Die dunklere Färbung des frischen Nasskernes bleicht beim Trocknen weitestgehend aus. Ebenso verliert sich mit der Austrocknung der dem saftfrischen Nasskern anhaftende unangenehme Geruch.

## Gesamtcharakter:

Geradfaseriges, helles weißliches Nadelholz ohne Kernfärbung und Harzkanäle, mit deutlichem Frühholz-Spätholz-Kontrast und entsprechend ausgeprägter Jahrringstruktur.

## Eigenschaften

Einleitend ist festzustellen, dass sich das Holz der Tanne nicht nur in seinem Aussehen sondern auch in seinen Werkstoffeigenschaften nur wenig von dem der Fichte unterscheidet.

Dennoch besitzt jede der beiden Holzarten artspezifische Eigenschaften, die sie für bestimmte Verwendungsbereiche als die jeweils besser geeignete erscheinen lassen. So erklärt sich die allgemeine Bevorzugung der Fichte z. B. für Bau- und Möbelschreinerarbeiten in ihrer ansprechenden Farbtönung und ihrer durchschnittlich besseren Bearbeitbarkeit. Tannenholz gilt als etwas spröder und filziger und daher weniger gut zu bearbeiten; auch splittet es leichter. Jedoch machen sich genannte Eigenschaften in der Praxis weniger unvorteilhaft bemerkbar als zuweilen dargestellt. Andererseits wird Tannenholz für solche Verwendungszwecke vorgezogen, bei denen der Harzgehalt der Fichte störend wirkt oder bei denen eine hohe Beständigkeit gegen Säuren und Alkalien gewünscht wird.

Werden Tanne und Fichte gemeinsam verarbeitet, sind deren Unterschiede im Trocknungsverhalten und in der Tränkbarkeit zu beachten. Frisches Tannenholz besitzt eine höhere Holzfeuchte als Fichte, so dass zum Erreichen derselben Endfeuchte die beiden Holzarten getrennt zu trocknen sind. Man sollte ferner berücksichtigen, dass bei pathologischer Nasskernbildung besonders hohe Anfangsfeuchten vorliegen. Zudem hat sich gezeigt, dass luftgetrocknetes Nasskernholz gegenüber normal verkernem Holz eine erhöhte Flüssigkeitsaufnahme aufweist, was unter Umständen bei der Imprägnierung, Oberflächenbehandlung und Verleimung zu berücksichtigen ist.

Insgesamt liefert die Tanne ein weiches und zwischen leicht und mittelschwer einzustufendes Holz mit einer der Fichte identischen mittleren Rohdichte ( $r_N$ ) von 0,47 g/cm<sup>3</sup> bezogen auf eine Holzfeuchte von 12 bis 15 % (Tab.1). Das Holz ist tragkräftig und weist mittlere Bruchfestigkeiten auf, die dem gemeinsamen Rohdichtewert entsprechend nur unwesentlich von denen der Fichte abweichen (Tab.2). Ferner gilt Tanne als elastisch und biegsam. Ergänzt werden die guten Festigkeitseigenschaften durch ein günstiges Schwindverhalten. Mit einem durchschnittlichen Volumenschwindmaß von 11,5 bis 11,7 % gehört Tannenholz zu den nur mäßig schwindenden Holzarten (Tab.3). Nach der Trocknung besitzt es ein gutes Stehvermögen und arbeitet weniger als Fichte.

| Holzarten          | Rohdichte ( $r_N$ ) in g/cm <sup>3</sup> |             |
|--------------------|------------------------------------------|-------------|
|                    | Mittelwert                               | Grenzwerte  |
| <b>Nadelhölzer</b> |                                          |             |
| Tanne              | 0,47                                     | 0,35 – 0,75 |
| Fichte             | 0,47                                     | 0,33 - 0,68 |
| Kiefer             | 0,52                                     | 0,33 - 0,89 |
| Lärche             | 0,59                                     | 0,44 - 0,85 |
| <b>Laubhölzer</b>  |                                          |             |
| Schwarzpappel      | 0,45                                     | 0,41 - 0,56 |
| Eiche              | 0,67 - 0,69                              | 0,43 - 0,96 |
| Buche              | 0,69 - 0,72                              | 0,54 - 0,91 |

Tab.1: Rohdichte der Tanne im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Nutzhölzern. Werte nach DIN 68364; GROSSER 1998; GROSSER und ZIMMER 1998

| Holzarten          | Elastizitätsmodul aus Biegeversuch $E$ ; N mm <sup>-2</sup> | Zugfestigkeit längs $\sigma_{ZB}$ ; N mm <sup>-2</sup> | Druckfestigkeit längs $\sigma_{DB}$ ; N mm <sup>-2</sup> | Biegefestigkeit $\sigma_{BB}$ ; N mm <sup>-2</sup> | Bruchschlag-Arbeit $\alpha$ ; kJ/m <sup>2</sup> | Härte nach Brinell $N$ mm <sup>-2</sup> längs quer |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Nadelhölzer</b> |                                                             |                                                        |                                                          |                                                    |                                                 |                                                    |
| Tanne              | 10.000 - 11.000                                             | 80-84                                                  | 40-47                                                    | 62-73                                              | 42-60                                           | 30 16                                              |
| Fichte             | 10.000 - 11.000                                             | 80-90                                                  | 40-50                                                    | 66-78                                              | 46-50                                           | 32 12                                              |
| Kiefer             | 11.000 - 12.000                                             | 100-104                                                | 45-55                                                    | 80-100                                             | 40-70                                           | 40 19                                              |
| Lärche             | 12.000 - 13.800                                             | 105-107                                                | 47-55                                                    | 93-99                                              | 60-70                                           | 53 19                                              |
| <b>Laubhölzer</b>  |                                                             |                                                        |                                                          |                                                    |                                                 |                                                    |
| Schwarzpappel      | 8.800                                                       | 77                                                     | 30-35                                                    | 55-56                                              | 50                                              | 30 10                                              |
| Eiche              | 11.700-13.000                                               | 90-110                                                 | 52-65                                                    | 88-95                                              | 60-75                                           | 64-66 34-41                                        |
| Buche              | 14.000-16.000                                               | 135                                                    | 53-62                                                    | 105-123                                            | 100                                             | 72 34                                              |

Tab. 2: Elastizität, Festigkeit und Härte von Tanne im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Nutzhölzern, Werte nach DIN 68364; GROSSER 1998; GROSSER und ZIMMER 1998

| Holzarten          | Schwindmaß vom frischen bis zum gedarrten Zustand bezogen auf die Abmessungen im frischen Zustand in % |           |           |           | Differentialles Schwind- / Quellmaß in % je 1 % Holzfeuchteänderung im Bereich von u=5% bis u=20% |            |     |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|
|                    | $\beta_L$                                                                                              | $\beta_R$ | $\beta_T$ | $\beta_V$ | radial                                                                                            | tangential | t/r |
| <b>Nadelhölzer</b> |                                                                                                        |           |           |           |                                                                                                   |            |     |
| Tanne              | 0,1                                                                                                    | 3,8       | 7,6       | 11,5-11,7 | 0,14-0,19                                                                                         | 0,28-0,36  | 2,0 |
| Fichte             | 0,3                                                                                                    | 3,6       | 7,8       | 11,9-12,0 | 0,19                                                                                              | 0,39       | 2,1 |
| Kiefer             | 0,4                                                                                                    | 4,0       | 7,7       | 12,1-12,4 | 0,19                                                                                              | 0,36       | 1,9 |
| Lärche             | 0,3                                                                                                    | 3,3       | 7,8       | 11,4-11,8 | 0,14                                                                                              | 0,30       | 2,1 |
| <b>Laubhölzer</b>  |                                                                                                        |           |           |           |                                                                                                   |            |     |
| Schwarzpappel      | 0,3                                                                                                    | 5,2       | 8,3       | 13,8-14,3 | 0,13                                                                                              | 0,31       | 2,4 |
| Eiche              | 0,4                                                                                                    | 4,0-4,6   | 7,8-10,0  | 12,6-15,6 | 0,16                                                                                              | 0,36       | 2,2 |
| Buche              | 0,3                                                                                                    | 5,8       | 11,8      | 17,5-17,9 | 0,20                                                                                              | 0,41       | 2,1 |

Tab. 3: Schwindmaße von Tanne im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Nutzhölzern. Werte nach DIN 68364; GROSSER 1998; GROSSER und ZIMMER 1998

Tannenholz lässt sich rasch (ausgenommen Nasskern) und problemlos trocknen, da es kaum einmal zum Reißen und Verwerfen neigt. Auch wenn - wie bereits erwähnt - Tanne sich nach allgemeiner Einschätzung weniger gut als Fichte bearbeiten lässt, so ist dennoch die Bearbeitung mit allen Werkzeugen sowohl von Hand als auch mit Maschinen ohne nennenswerte Schwierigkeiten durchzuführen. Das Holz ist

gleichermaßen gut zu sägen, zu hobeln, zu profilieren, zu bohren und zu schleifen. Ebenso ist es leicht gerade und lang zu spalten. Ferner lässt es sich mühelos nageln und schrauben sowie problemlos verleimen. Letzteres gilt im übrigen auch für Nasskernholz. Wegen seiner Harzfreiheit ist Tannenholz ein ausgesprochen guter Anstrichträger, so dass die Oberflächenbehandlung keinerlei Schwierigkeiten bereitet und diese mit allen handelsüblichen Produkten leicht zu bewerkstelligen ist.

Der Witterung ausgesetzt ist Tannenholz als Reifholz-Baumart nur wenig dauerhaft und der Dauerhaftigkeitsklasse 4 zugeordnet. Daher muss bei der Verwendung im Außenbereich auf einen wirkungsvollen Schutz einerseits durch baulich-konstruktive Maßnahmen, andererseits durch fachgerechte Anwendung chemischer Holzschutzmittel entsprechend Holzschutznorm DIN 68800-3 geachtet werden. Das Splintholz ist gut, das Kernholz mäßig, aber ebenfalls ausreichend für eine lange Gebrauchsdauer imprägnierbar. Bemerkenswert ist, dass der Tanne gegenüber der Fichte überall dort eine bessere Eignung unterstellt wird, wo Holz ständiger oder wechselnder Feuchte ausgesetzt ist.

### Verwendungsbereiche

Vom Handel wird Tanne vornehmlich als Rund- und Schnittholz, seltener auch als Furnier (gemessert und geschält) angeboten. Im Schnittholzhandel wird sie zumeist zusammen mit Fichte als Mischsortiment unter der Bezeichnung „Fichte/Tanne“ (abgekürzt: Fi/Ta) geliefert.



*Abb. 2: Verladen von Tannen-Stämmen; mit Höhen bis zu 65 Metern ist die Tanne die höchste Baumart in Europa. Ihre Stämme sind ausgesprochen vollholzig; die astfreien Schaftlängen betragen bis 20 m, die Durchmesser 40 bis 120 cm.  
(Foto: U.H. SAUTER, Freiburg)*

Das Holz der Tanne lässt sich im Prinzip für die gleichen Zwecke wie das der Fichte verwenden. Wenn dennoch die Fichte allgemein bevorzugt wird, so begründet sich dies für die meisten Anwendungsbereiche auf nicht erwiesene Vorurteile. Ausgenommen das relativ häufige Vorkommen von Nasskernen sowie die etwas größere Neigung zu Innenrissen ist die Tanne in Qualität und technologischen Eigenschaften der Fichte durchaus ebenbürtig, für spezielle Verwendungsbereiche sogar überlegen. So besitzt Tannenholz die bessere Eignung für die Herstellung von Behältern für die chemische Industrie, da es nicht nur harzfrei, sondern auch ziemlich beständig gegen Säuren und Alkalien ist. Auch im Erd- und Wasserbau wird des öfteren Tanne für Pfahlungen, Roste, Duckdalben, Stauwehre, Schleusen, Wasserradschaukeln, Brunnenleitungen und ähnliche Konstruktionen vorgezogen. Hier kommt der Tanne einerseits ihre gute Resistenz unter Wasser, andererseits ihre gute Imprägnierbarkeit entgegen.

Im Hochbau lässt sich die Tanne in gleicher Weise wie die Fichte als Bau- und Konstruktionsholz einsetzen. Beweis hierfür ist das EXPO-Dach, spektakuläres Symbolbauwerk der Weltausstellung Hannover 2000. Es ruht auf insgesamt 40 Tannen-Vollholzstützen (Abb. 3 und 4). Ebenso lassen sich aus Tanne Holzleimbaulemente, wie sie der moderne Ingenieurholzbau anwendet, herstellen. In der Außenanwendung hat sich vorimprägniertes Tannen-Brettschichtholz im Brückenbau und für andere Konstruktionen bewährt.

Dass Tanne von alters her zu einer der bevorzugten Holzarten für tragendes Gebälk gehört, bezeugen das Freiburger Münster und die gotische Martinskirche in Landshut, deren wesentliche Tragwerke über den Kirchenschiffen aus feijnährigem Tannenholz bestehen. Lange Zeit – von Ende des 17. Jahrhunderts bis Ende des 19. Jahrhunderts – wurde aus dem Schwarzwald Tanne als „Holländerholz“ in unzähligen Flößen über Neckar und Rhein nach Holland transportiert, wo es vornehmlich im Schiffbau und als Rammpfähle eingesetzt wurde. Das historische Amsterdam steht im Wesentlichen auf Pfahlgründungen aus Eiche und Tanne. Als Langnutzholzsortiment hatte ein Holländerstamm eine Mindestlänge von 18 m und einen Mindestzopfdurchmesser von 27 cm bei 18 m. Holzhandel und Flößerei entwickelten sich bald zu einem kapitalistischen Großunternehmen mit großen Gewinnen. In seinem Märchen „Das kalte Herz“ (1825) setzt sich WILHELM HAUFF mit dem durch den Holzhandel verursachten Wertewandel auseinander, der die traditionelle Wirtschaftsstruktur und das menschliche Miteinander gefährdete.



Abb. 3: Lagerplatz mit für das EXPO-Dach eingeschlagenen Tannen-Stämmen (Foto: N. BURGER, München)

Als Bautischlerholz wird Tanne für Türen, Fenster sowie Decken- und Wandbekleidungen verarbeitet, vornehmlich wenn hierfür deckende Anstriche oder Farblasuren vorgesehen sind. Aber auch naturbelassen kann Tanne bei sorgfältiger Holzauswahl vorteilhaft im Innenausbau eingesetzt werden. Sofern das Holz mehr oder weniger astfrei ist, insbesondere keine Schwarzäste aufweist, lässt sich Tanne auch für Fußböden, z. B. Schiffs-Riemenböden, einsetzen. Im Möbelbau dient sie vor allem als Blindholz und zur Herstellung einfacher Möbel des täglichen Bedarfs, kann aber erwiesenermaßen auch für höherwertige Möbel verwendet werden. Beim Wiederaufbau der Dresdener Frauenkirche wurde für das Gestühl und die Bänke Tannenholz verwendet, nachdem bereits die ursprüngliche Ausstattung daraus bestanden hatte. Das damalige Holz stammte aus dem früheren Böhmerwald, das heutige aus dem Schwarzwald.

Wegen ihrer leichten Spaltbarkeit ist Tanne eine bevorzugte Holzart zur Anfertigung von Spaltwaren, wie z.B. von Spankörben, Käseschachteln oder gespaltenen Schindeln (Tannenschindeln halten etwa doppelt solange wie Fichtenschindeln). Im Saunabau bietet sie sich wegen ihrer Harzfreiheit für die Innenauskleidung des Saunaraumes an. Zu erwähnen ist des Weiteren die Verwendung als Verpackungsmaterial (Kisten, Paletten, Holzvolle), für Masten (einschließlich Masten von Schiffen), Telegrafentangen und Pfähle. Im Musikinstrumentenbau wird Tanne für Resonanzböden und Orgelpfeifen eingesetzt. Schließlich eignet sich Tanne besonders für die Herstellung von Holzwerkstoffen (Blindholz für Furnierplatten, Mittellagen von Tischlerplatten; Massivholz-, Span-, Faser- und Holzvolleleichtbauplatten) sowie für die Zellstoff- und Papiergewinnung. Auch bei der Entwicklung neuer High-tech-Produkte, wie Thermoholz oder Superlamellen, griff man unter anderem auf Tannenholz zurück.



Abb. 4: EXPO-Dach, größte freistehende Holzkonstruktion, die es je gab – getragen von 40 bis zu 300 Jahre alten Tannen aus dem Schwarzwald; Abmessungen ihrer Stämme: Mittlerer Zopfdurchmesser bei 17 m: 74,1 cm o.R.; mittlerer Durchmesser Stammfuß: 102,3 cm; mittlerer Stamminhalt: 10 Fm vor Abbund; Gewicht nach der Trocknung: ca. 6 t; Länge für den Einbau: 16,10 m (Foto: N. BURGER, München)

Letztlich sollen zwei Spezialanwendungen in Japan nicht unerwähnt bleiben, für die ein im Schwarzwald ansässiger Säger das Holz liefert. Für die in Japan gebräuchlichen Totenbretter wird traditionell Tannenholz verwendet, da es sich gut beschreiben (einbrennen) lässt und zugleich mit der schwarzen Beschriftung einen guten Kontrast bildet. Fischmus wird auf Tannenbrettchen angeboten und dieser samt dem „Fischbrett“ im Ofen gegart. Tannenholz ist harzfrei und daher beim Backen geruchs- und geschmacksneutral.

## Literatur

DIN 68100: Toleranzen für Längen- und Winkelmaße in der Holzbe- und verarbeitung. Ausgabe 02.1977

DIN 68364: Kennwerte von Holzarten; Festigkeit, Elastizität, Resistenz. Ausgabe 11.79

ECHTLE, H. (2003): Die Herausforderung Weißtanne – Möglichkeiten der Verarbeitung und Vermarktung. Projektarbeit 2003, Staatliche Fachschule für Holztechnik und Holzbetriebswirtschaft Rosenheim

GROSSER, D. (1998): Loseblattsammlung: Einheimische Nutzhölzer. Vorkommen, Baum- und Stammform, Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung. Herausgeber: Holzabsatzfonds, Bonn. Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH, Bonn

GROSSER, D., ZIMMER, B. (1998): Einheimische Nutzhölzer und ihre Verwendungsmöglichkeiten. Informationsdienst Holz. Schriftenreihe „holzbau handbuch“. Reihe 4, Teil 2, Folge 2. Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf; Bund Deutscher Zimmermeister, Bonn; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München

SELL, J., KUCERA, L. (1989): Schweizer Weißtannenholz - Image-Probleme, Eigenschaften, Förderungsmöglichkeiten. Holz als Roh- und Werkstoff 47, S. 463-469

# Auch Tannen-Giganten brauchen Marketing

MICHAEL LUTZE

Die Tanne genießt trotz ihres hervorragenden Holzes wenig Ansehen bei vielen Holzkäufern. Tatsächlich ist sie aber außergewöhnlich in vielerlei Hinsicht und für sie lassen sich Wege aus dem Absatztief finden. Die Tanne muss als eigenständige Holzart am Markt auftreten und sie benötigt ein spezielles Marketing. Eine praktische Werbestrategie mit den vier „Ps“ des Marketing-Mix kann ihr helfen.

## Strategieentwicklung

„Erste Voraussetzung ist ein qualitativ einwandfreies Produkt. Denn wenn die Qualität stimmt, haben letzten Endes auch Marketing-Bemühungen Erfolg“ (NEUMEIER, A.; Pro-Holzfenster). In dieser Aussage liegt zweifelsohne viel Wahres. Bei der Entwicklung einer Marketingstrategie spielen allerdings neben den Produkteigenschaften ebenso die Vorgaben des eigenen Unternehmens, der Geschäftspartner als auch die Bedürfnisse der Konsumenten eine wichtige Rolle. Zunächst wird jedoch Wissenswertes zum Holz und den verfügbaren Vorräten vorgestellt.

## Edles Holz und vielseitige Verwendung

Die Weißtanne ist nicht nur im Wald eine imposante Erscheinung, bei guter Verarbeitung beeindrucken auch die Produkte aus ihrem Holz. Die helle und edle Erscheinung prädestiniert dieses Holz für den gehobenen Ausstattungsbereich im Innenausbau und bei der Möbelfertigung. Architekten und Konstrukteure können mit ihm frei kombinieren und es in andere Hölzer und Baustoffe integrieren.



Abb.1: Helles und edles Tannenholz, kleine Fehler „verzeiht“ man ihm (Foto: LUTZE)

Gegenüber Witterungseinflüssen und Pilzen weiß die Tanne sich besser zu wehren als ihre Cousine Fichte. Deshalb schützte sie früher Heim und Hof als Schindel an den Wänden und auf dem Dach. In der modernen Architektur zielt sie Hausfassaden und überzeugt im Konstruktionsbau, so z. B. als Brücke oder im Hafenbecken. Da sie frei von Harz ist, lieben Tischler und Schreiner die Tanne. Sie eignet sich insbesondere für Möbel, Türen und Fenster. Sie ist leicht zu pflegen, vorteilhaft zu leimen und es gelingt leicht, ihre Oberfläche optimal zu veredeln. Tannenholz lässt sich gut tränken und nimmt Anstriche sowie Bemalungen hervorragend an. Am Besten aber lässt es sich geölt oder gewachst konservieren. Im Nassbereich ist es deshalb ebenso gut zu verwenden. Der Nasskern verursacht getrocknet kein Problem. Naturbelassenes Tannenholz riecht angenehm (weitere Aspekte zum Holz der Tanne siehe Beitrag von GROSSER).

In die Entwicklung einer vorteilhaften Strategie sind jedoch nicht nur die zahlreichen positiven Eigenschaften der Tanne einzubeziehen, sondern auch die betrieblichen Voraussetzungen.

## Grundlagen für ein erfolgreiches Tannen-Marketing

Eine Vermarktungsstrategie für die Tanne muss sich an der Unternehmensstrategie insgesamt orientieren, insbesondere aber an den Naturalvorgaben, d.h. am Holzvorrat, seiner Struktur und seinen Nutzungsmöglichkeiten.

Der Vorrat an Tannenholz im bayerischen Staatswald liegt bei etwa 5,2 Mio. Efm o.R., dies entspricht ca. 2,5 % des gesamten Holzvorrates von über 200 Mio. Festmetern. Den mit großem Abstand höchsten Vorrat weisen die Bayerischen Alpen auf, gefolgt vom Bayerischen Wald und dem Tertiären Hügelland. Dabei fallen die relativ hohen Starkholzvorräte auf, insgesamt etwa 2 Mio. Festmeter. Davon stehen in Höhen bis 1.000 m etwa 1,4 Mio., die zu einem beträchtlichen Teil genutzt werden können.

## Holzverwertung im bayerischen Staatswald

Im Jahr 2002 verkaufte die Bayerische Staatsforstverwaltung etwa vier Mio. Efm Rundholz. Zwei

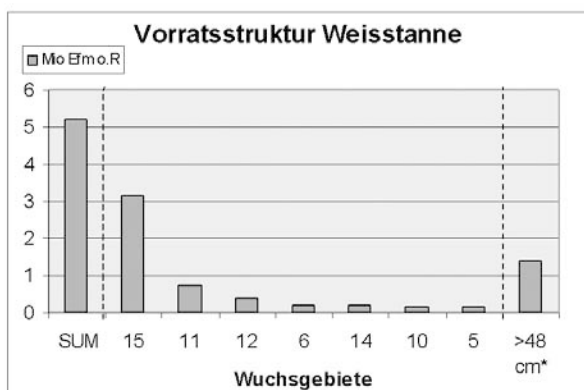


Abb. 2: Die Vorratsstruktur der Weißtanne in wichtigen Wuchsgebieten (WG) des Bayerischen Staatswalds (Forsteinrichtungsergebnisse, Stand 1.1.2003, berechnet von BORCHERT 2004)

Erläuterungen: WG: 15 Bayerische Alpen; 11 Bayerischer Wald; 12 Tertiäres Hügelland; 6 Frankenalb und Oberpfälzer Jura; 14 Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge; 10 Oberpfälzer Wald; 5 Fränkischer Keuper und Albvorland; \* Starkholzvorräte (Brusthöhen-durchmesser größer 48 cm) bis 1.000 m über NN und 50° Hangneigung.

Drittel davon entfielen auf die Fichte, auf die Tanne dagegen nur ein knappes Prozent (BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG 2003, Holzpreisstatistik).

Die Güteklassen B und besser erreichten im Jahr 2002 bei der Tanne einen Anteil von über 30 %. In den Vorjahren lag er etwas darunter. Genau diese Qualitäten sind es, auf die sich ein Tannen-Marketing konzentrieren muss. Bei qualitativ guten Produkten fällt es den Holzverkäufern schwer, Argumente gegen das Tannenholz zu finden und es zu einem niedrigeren Preis als Fichtenholz zu erwerben.

Der Tannenanteil am Gesamtverkauf ist tatsächlich gering. Ihr Verkaufsvolumen übersteigt aber das aller Laubhölzer ohne Eiche und Buche. Die Laubhölzer haben ihren sehr berechtigten Platz im Holzvertrieb und bei Marketingaktivitäten. Ein solcher Platz stünde jedoch auch der Tanne zu. Die entscheidende Botschaft lautet, gute Qualitäten verdienen es, einer besonderen Verwendung zugeführt zu werden. Darüber hinaus existiert in der Summe mehr gutes Holz als wohl allgemein angenommen:

Der geschätzte nutzbare Starkholzvorrat liegt bei etwa 1,4 Mio. Festmetern. Mit gutem Gewissen, Naturschutz und Waldgesetz achtend, ließe sich ca. ein Drittel davon relativ zügig nutzen. Von diesem Volumen wiederum gehören - konservativ geschätzt - 20 % der Güteklasse B an. Für diese fast 100.000 Festmeter und das nachwachsende hochwertige Tannenholz sind dringend eine Vermarktungsstrategie sowie zusätzliche Werbeaktivitäten notwendig.

## Marketing für Weißtannenholz

Die Forst- und Holzwirtschaft leidet unter den Folgen eines ausgeprägten Käufermarktes und muss auf Grund sinkender Gewinnmargen ins Marketing investieren, um zumindest ihre Marktanteile zu sichern. „Marketing ist die Planung, Koordination und Kontrolle aller auf die aktuellen und potentiellen Märkte ausgerichtete Unternehmensaktivitäten“ (MEFFERT 1998).

Im Zentrum des Marketings steht das Unternehmen mit seinen Kunden. Eine vereinfachte Darstellung von Marketing-Prozessen kann interessante Anregungen für notwendige Aktivitäten geben (Abb. 3).

Auf der rechten Seite müsste speziell für die Tanne bzw. allgemein für die Forstwirtschaft noch der Bereich Rohstoffverfügbarkeit integriert werden.

Das heißt, um größere Marketingaktivitäten ökonomisch rechtfertigen zu können, müssten zunächst Informationen über Vorrat, Qualität und Bereitstellungskosten von Tannenholz auf lokaler und regionaler Ebene erarbeitet werden. Stehen diese zur Verfügung, lassen sich Marketinginstrumente gezielter einsetzen.

## Marketing-Mix

„Marketing-Mix“ eines Unternehmens nennt man die eingesetzte Kombination marktpolitischer Instrumente. Dabei besteht für jeden Anbieter das Problem der richtigen Wahl und Intensität der

Stammholz Güteklassen

|        |         | Sorte und Güte |                 |               |               |                |              |           |
|--------|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|-----------|
|        |         | F, SS, TF, TS  | Heilbronner (H) | A (HL, L, SL) | B (HL, L, SL) | BC (HL, L, SL) | Andere Güten | Summen    |
| Fichte | Summe   | 135            | 250.090         | 1.756         | 659.250       | 900.108        | 466.354      | 2.277.693 |
|        | Prozent | 0,01           | 10,98           | 0,08          | 28,94         | 39,52          | 20,47        | 100       |
| Tanne  | Summe   | 3              | 2.026           | 60            | 9.564         | 12.898         | 6.008        | 30.559    |
|        | Prozent | 0,01           | 6,63            | 0,20          | 31,30         | 42,21          | 19,66        | 100       |

Tab. 1: Absatz von Tannen- und Fichtenstammholz 2002 in Efm o.R. (BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG 2003, Holzpreisstatistik)

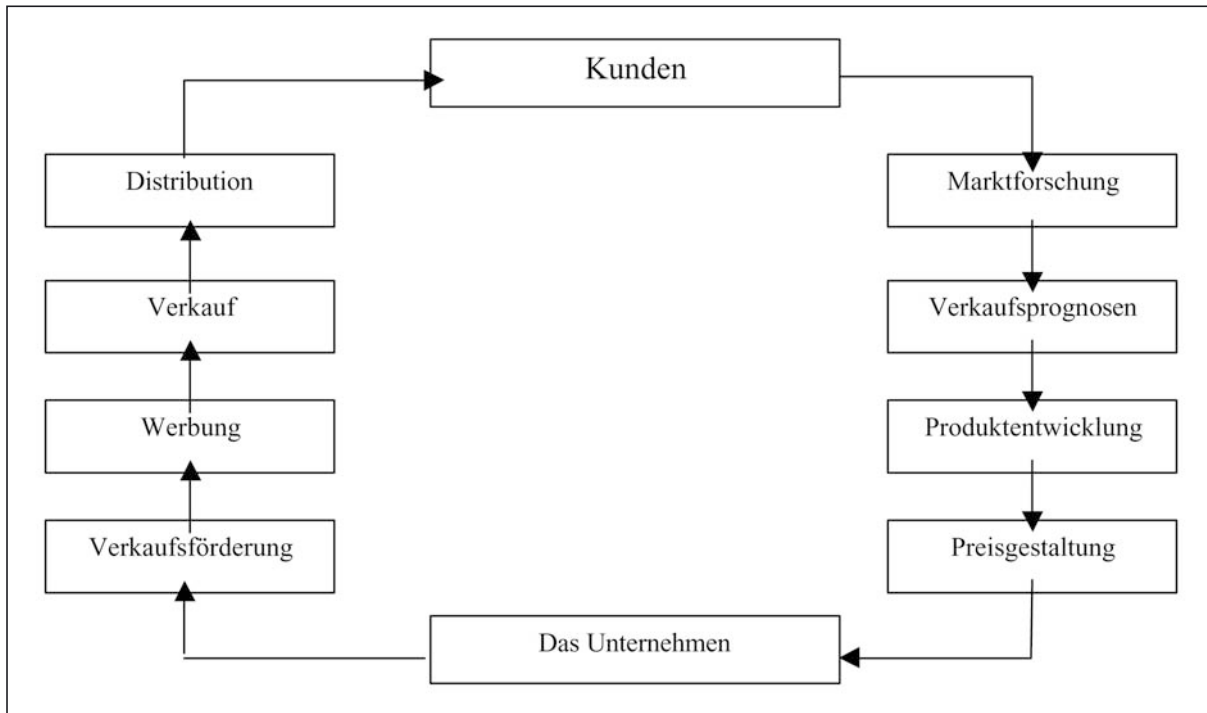


Abb. 3: Marketing-Prozess (nach FORSYTH 1997)

Instrumente zu einem bestimmten Zeitpunkt. Denn eine optimale Auswahl und ein optimaler Einsatz sind Voraussetzungen für effektives Marketing. Die englischsprachige Literatur teilt Marketing-Mix in die vier P's ein: product, price, place and promotion. Tab. 2 zeigt einen knappen Überblick über die im deutschsprachigen Raum angewandte Systematik.

## Elemente einer Tannen-Marketingstrategie

Die Tanne hat trotz lokaler/regionaler Bedeutung auf das Betriebsergebnis großer Forstunternehmen (z.B. Bayerische Staatsforstverwaltung) nur einen relativ geringen Einfluss. Tannen-Marketing muss daher keine dauerhafte Schwerpunktaufgabe sein, gezielt platzierte Impulse würden genügen. Sowohl die Zentrale als auch die nachgeordneten

Verkaufsorganisationen (Forstämter) verfügen über viele sinnvolle kostengünstige Instrumente, um den Absatz des Tannenholzes zu fördern.

- Einführen einer strikten Markenpolitik „pro Tanne“, um diese Holzart eigenständig zu vermarkten: Die guten und besten Qualitäten werden von der Fichte getrennt und nachfragerecht verkauft.
- In Zusammenarbeit mit der Holzindustrie Tannenprodukte fördern und weiterentwickeln: In Frage kommen beispielsweise Massiv- und Dreischichtplatten aus Tanne, Massivholzdielen sowie der Saunabau. Der nordischen Fichte sollte dieser lukrative Markt nicht kampflos überlassen werden, da auch bei uns hervorragende Holzqualitäten zur Verfügung stehen. Insbesondere für die genannten Bereiche sind Pilotprojekte sinnvoll.

| Marketinginstrumente                                                                      |                                                                                                            |                                                                                  |                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Produktpolitik                                                                            | Kontrahierungspolitik                                                                                      | Distributionspolitik                                                             | Kommunikationspolitik                                                                                     |
| Qualität<br>Sortimentspolitik<br>Design<br>Namenspolitik<br>Kundendienst<br>Markenpolitik | Preispolitik i.e.S.<br>Rabattpolitik<br>Prämienpolitik<br>Kreditpolitik<br>Liefer- und Zahlungsbedingungen | Absatzpolitik<br>Standortpolitik<br>Logistik<br>Lagerpolitik<br>Absatzwegpolitik | Werbung<br>Werbebotschaft<br>Öffentlichkeitsarbeit<br>Direktwerbung<br>Persönlicher Verkauf<br>Sponsoring |

Tab. 2: Wichtige marketingpolitische Instrumente (nach WEIS 1999)

- Öffentlichkeitsarbeit und direkte Werbemaßnahmen stärken: Die Zentrale sollte die Materialien bereitstellen und auf der Vertriebsebene (Eigenvermarktung Forstamt) laufen die Kontakte und Aktionen mit Industrie, Handwerk und Öffentlichkeit.
- Teilnahme an wichtigen Messen und Veranstaltungen wie z. B. dem Internationalen Holzbauforum in Garmisch-Partenkirchen;
- Infobroschüre speziell für Architekten vertreiben;
- Einfluss nehmen auf Entscheidungen bei öffentlichen Bauvorhaben über Architekten, Kommunalvertreter und sonstige Entscheidungsträger (Multiplikatoren).

Insbesondere die Verantwortlichen der Eigenvermarktung stehen hier in der Pflicht. Die Kleinarbeit obliegt ihnen, die Zentrale koordiniert.

### Fazit

Es existieren bereits zahlreiche Beispiele einer erfolgreichen Tannenverwendung, gerade auch im Hausbau, wie die Abb. 4 und 5 zeigen. Sich erfolgreich engagieren bringt die Tanne und den Betrieb weiter, für hochwertige Verwendungen werden auch angemessene Preise gezahlt.



Abb. 4: Hochwertige Tanne als Fassade (Foto: LUTZE)



Abb. 5: Noch schöner mit Tannenholz (Foto: LUTZE)

# Tierökologische Bedeutung der Weißtanne

JÖRG MÜLLER UND MARTIN GOßNER

Die Weißtanne spielt aus tierökologischer Sicht eine besondere Rolle unter den Nadelbäumen. Ihre weite ökologische Amplitude reicht von trockenwarmen Standorten Italiens über die hochmontanen Lagen der Gebirge bis in die submontanen Gebiete Frankens. Deshalb bietet sie Tierarten mit Präferenz für Nadelbäume Habitate in unterschiedlichsten Waldgesellschaften. Sie kann ebenso mit Eiche wie mit Buche vergesellschaftet sein und schafft Anschluss bis in die Gesellschaften des Fichtenhochlagenwaldes.

## Nur wenige Arten sind ausschließlich auf Tanne spezialisiert

Betrachtet man die Fülle an Arten, die eine Baumart auf vielfältige Weise nutzen, so ist der Anteil an echten Spezialisten in der Regel relativ gering (BÖHME 2001). Der Nachtschmetterling *Thera vetustata* aus der Familie der Spanner ist eng an die Tanne gebunden. Die Art ist aus Südbayern bekannt.



Abb. 1: Der Prachtkäfer *Eurythyrea austriaca* gilt heute in Bayern als ausgestorben (Foto: SCHMIDL)

Neben ihr treten noch neun weitere Großschmetterlinge oligophag an Tanne auf. Unter den Kleinschmetterlingen lebt der Tannen-Glasflügler *Synanthedon cephiformis*, (Rote Liste Deutschland, Gefährdungsklasse 2; =RL D 2) monophag an Tanne. Bisher wurde diese Art nur an autochthonen Tannenvorkommen nachgewiesen (KOLBECK mdl. Mitteilung). Die Larven entwickeln sich am Tannenkrebs der „Rädertannen“ (EBERT 1997).

25 Käferarten leben bekanntermaßen bevorzugt an Weißtanne (BÖHME 2001). Ein Beispiel hierfür ist der phytophage *Phyllobius montanus* (BÖHME 2001). Unter den Holzkäfern besticht der Prachtkäfer *Eurythyrea austriaca* (Rote Liste Bayern, Gefährdungsklasse 0, = RL Bay 0) durch seine Größe und Schönheit. Dieser „fliegende Edelstein“ lebt an starken, kränkelnden Alttannen. Die nächstgelegenen, rezenten Nachweise sind aus Österreich bekannt (KAHLEN 1997). Darüber hinaus sind Funddaten aus Frankreich und Spanien publiziert (BRUSTEL UND VAN MEER 1999; MURRIA BELTRÁN UND MURRIA BELTRÁN 2003). Ob er in den Uralttannen des Bayerischen Waldes vorkommt, ist nicht bekannt.

*Acanthocinus reticulatus* (RL Bay 1) lebt vorwiegend an absterbenden Tannenstämmen. Er ist mit



Abb. 2: Der Pilzkäfer *Peltis grossa* gehört zu den Arten, die sowohl an Rotbuche als auch Weißtanne leben (Foto: BUßLER).

dem Zimmermannsbock nahe verwandt. In Bayern kennt man ihn bisher nur aus dem „Zwieseler Waldhaus“. In den frisch abgestorbenen Ästen lebender Tannen findet man den kleinen Zweigbock *Pogonocherus ovatus* (RL Bay 3). Er wurde in Bayern bisher nur selten beobachtet. Voruntersuchungen der LWF wiesen diese Art 2003 an autochthonen Tannen im Chiemgau nach (SCHMIDL UND BÜLER in Vorbereitung).

Wesentlich bekannter sind die Tannenborkenkäfer der Gattung *Pityokteines*. Die Arten *P. curvidens*, *spinidens* und *vorontzowi* verraten ihre Anwesenheit meist anhand der charakteristischen Brutbilder.

### Viele Arten bevorzugen Mischbestände aus Tanne und Laubbäumen

Eine Reihe von Arten findet man sowohl an Tanne als auch an Laubbäumen. Unter der verpilzten Rinde von Buche und Tanne leben beispielsweise die Jagdkäfer *Peltis grossa* (RL Bay 2) und *Thymalus limbatus* (RL Bay 3) aus der Familie der Ostomiden. Beide stammen aus dem Bergmischwald, in dem Tanne und Buche zusammentreffen.

Andere Arten bewohnen Eiche und Tanne. Hierzu zählt der schon erwähnte Bockkäfer *Pogonocherus*

*ovatus*, aber auch die für Deutschland wiederentdeckte (RL D 0) Weichwanzenart *Actinonotus pulcher* (WAGNER 1952, 1971; GÖRNER 2003; GÖRNER UND BRÄU 2004). Mit Hilfe von Baumkronenbenebelungen wurde sie auch in slowenischen Buchen-Tannenurwäldern nachgewiesen (FLOREN UND GOGALA 2002). Vergleichbare warme und trockene Mikrohabitate könnten bei diesen Insekten zu Anpassungen an beide Baumarten geführt haben. Die Fähigkeit der Weißtanne, auch auf trockenen, warmen Standorten zu wachsen, ermöglichte den Artenaustausch.



Abb. 4: An Zweigen von Tanne und Eiche lebt der Bockkäfer *Pogonocherus ovatus* (Foto: SCHMIDL)

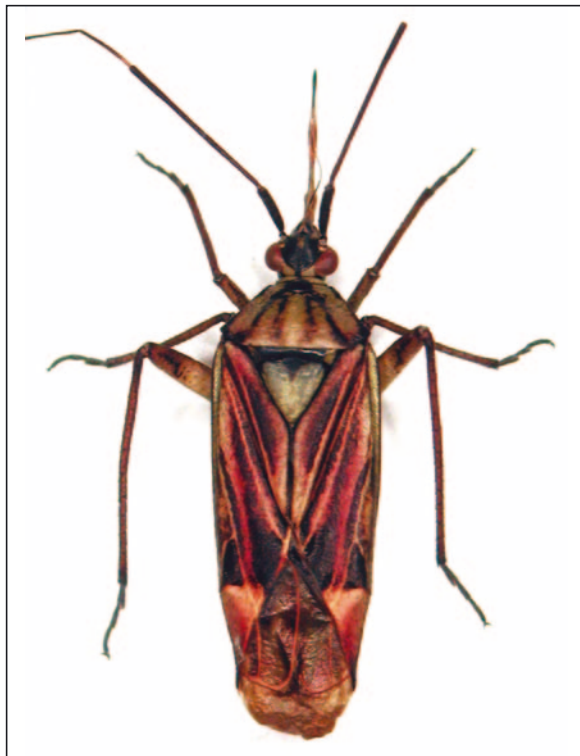


Abb. 3: Wiederentdeckt für Bayern wurde die Wanze *Actinonotus pulcher* an Tannen in Mittelschwaben (Foto: MÜLLER)

### Nur wenige Nadelwaldarten behaupten sich im Laubmischwald

Nur wenige Nadelbaumarten können sich außerhalb der hochmontanen Stufe von Natur aus in den mitteleuropäischen Laubwäldern behaupten. Die Kiefer bleibt mit ihrer frühen Wachstums-kulmination auf größere Störflächen und extremste Trockenstandorte beschränkt. Damit verbleiben letztlich nur die äußerst langlebigen und schattentoleranten Arten Weißtanne und Eibe. Für alle Arten, die einen Mindestanspruch an die Anwesenheit von Laubgehölzen im Waldökosystem stellen, ist die Tanne damit das natürliche Bindeglied. Das Sommergoldhähnchen siedelt beispielsweise gerade in Buchen-Tannenwäldern in hohen Dichten

(MOSIMANN et al. 1987; PURROY 1974). Als unspezialisierter Zweigabsucher ist es auf größere Beutepartikel als das an reine Nadelwälder gebundene Wintergoldhähnchen angewiesen (CARRASCAL und TELLERIA 1985; THALER-KOTTEK 1986). Die Dichte dieser größeren Beute ist in Mischwäldern höher. Tanne in Verbindung mit Buche oder Eiche stellt deshalb die ideale Kombination dar. Als europäischer Endemit gehört es zu den Vogelarten, für die wir in Mitteleuropas Wäldern die Hauptverantwortung tragen. Ähnliche Verhaltensmuster zeigt die Tannenmeise. Die Beimischung von Tanne in Buchenwäldern erlaubt es ihr, dort eine der häufigsten Arten zu werden (PURROY 1974).



Abb. 5: Das Sommergoldhähnchen findet optimale Lebensbedingungen bei der Kombination von Tanne und Laubwald (Foto: GÖGGLMANN)

### Altannen schaffen Strukturreichtum

Alte Tannen erreichen Höhen von über 60 m. Damit überragen sie Laubbäume wie die Buche in Mischbeständen deutlich. Eine ganze Reihe von Arten benötigt gerade solche exponierten Strukturen. Vor allem wärmeliebende Insekten finden auf diese Weise in geschlossenen Beständen einen Platz an der Sonne. Ähnliches konnte GOSSNER (2004) auch für bestandsüberragende Douglasien nachweisen. Manche Vogelarten benötigen exponierte Horstunterlagen. Der Fischadler nistet in seinen heutigen Reliktarealen im nordostdeutschen Tiefland häufig auf Strommasten, da es an starken Überhaltern mangelt. In Bayern und Baden-Württemberg brütete er im vorletzten Jahrhundert auf exponierten Altannen und Kiefern (JÄCKEL 1891).

### Manche mögen Misteln

Misteln beherbergen eine spezialisierte Artengemeinschaft. An Tannenmisteln leben der Pochkäfer *Gastrallus knitzeki*, der seltene Rüsselkäfer *Ixapion variegatum* und der Kleinschmetterling *Celypha luteana*. Verschiedene Vogelarten wie Amsel, Seidenschwanz etc. nutzen die Mistelbeeren als wichtige Nahrungsquelle. Am bekanntesten ist die Misteldrossel. Sie verteidigt sogar die Früchte gegen andere Vogelarten (SNOW und SNOW 1988).

### Waldbau mit Tanne hilft auch seltenen Arten

Viele der Spezialisten an Tannen stehen heute, wie auch ihre Wirtspflanze, auf der Roten Liste gefährdeter Arten. Wenn man sich vor Augen führt, dass die Tanne einst die häufigste Nadelbaumart außerhalb der Alpen war, heute aber nur noch mit wenigen Prozenten an den Waldbestockungen beteiligt ist, verwundert dieser Umstand nicht. Zudem sind viele der „Tannennutzer“ an Reifestrukturen gebunden, die erst in höheren Baumaltern auftreten. Um die verschiedenen Lebensgemeinschaften vom warm-trockenen bis in den kühl-feuchten Bereich der Tannen zu schützen gilt es, ihr wieder mehr Raum in den bayerischen Wäldern zu geben, selbst dort wo sie aus standörtlich-forstlicher Sicht nicht unbedingt notwendig wäre.

### Forschungsbedarf - die Zeit drängt

So reliktiert wie das Vorkommen der Tanne heute ist auch unser Wissen um ihre ökologische Bedeutung in unseren Waldökosystemen. Die angebliche Artenarmut der Tanne gegenüber der Fichte (z. B. BÖHME 2001, BRÄNDLE und BRANDL 2001; KLIMETZEK, SZENTKIRÁLYI 2001) dürfte ausschließlich auf die geringe Anzahl von Studien zurückzuführen sein. Die Befunde von GOSSNER (2004) an nur drei Bäumen in einer relativ jungen Tannengruppe (ca. 100 Jahre) in Mittelschwaben deuten bereits auf den faunistischen Reichtum dieser Baumart hin. Um einen Teil dieser Wissenslücke zu schließen, beginnt im Jahr 2004 ein umfassendes Forschungsprojekt der LWF und der Technischen Universität München. Mittels Flugfensterfallen sollen die Baum-

kronen von Tannen an fünf autochthonen bayerischen Standorten beprobt werden um die Fänge anschließend mit der Fauna benachbarter Fichten zu vergleichen. Dabei sollen Erkenntnisse über die spezifische Fauna an den verschiedenen Tannen-Ökotypen im Vergleich zur Fichte sowie über spürbare Verinselungseffekte gewonnen werden.

## Literatur

- BÖHME, J. (2001): Phytophage Käfer und ihre Wirtspflanzen in Mitteleuropa - Ein Kompendium. Bioform, Heroldsberg, 132 S.
- BRÄNDLE, M.; BRANDL, R. (2001): Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood. J. Anim. Ecol. 70, S. 491-504
- BRUSTEL, H.; VAN MEER, C. (1999): Some remarkable elements of the saproxylic entomofauna from Pyrenees and neighbouring regions (Coleoptera). Bulletin de la Societe Entomologique de France 104 (3), S. 231-240
- CARRASCAL, TELLERIA (1985): Estudio multidimensional del uso del espacio en un grupo de aves insectívoras forestales durante el invierno. Ardeola 32, S. 95-113
- EBERT, G. (1997): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Bd. 5 Nachfalter. Stuttgart
- FLOREN, A.; GOGALA, A. (2002): Heteroptera from beech (*Fagus sylvatica*) and silver fir (*Abies alba*) trees of the Primary Forest Reserve Rajhenavski Rog, Slovenia. Acta Entomologica Slovenica 10(1), S. 25-32
- GOßNER, M.; BRÄU, M. (2004): Die Heteroptera der Neophyten Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und Amerikanische Roteiche (*Quercus rubra*) im Vergleich zur Fichte und Tanne bzw. Stieleiche und Buche in südbayerischen Wäldern - Schwerpunkt arborikole Zönosen. Beitr. bayer. Entomofaunistik 5, im Druck
- GOßNER, M. (2003): Verschollen geglaubte Wanzenart auf Tanne wiedergefunden! LWF aktuell 40, S. 14
- GOßNER, M. (2004): Diversität und Struktur arborikoler Arthropoden zönosen fremdländischer und einheimischer Baumarten - Untersuchung ausgewählter Arthropodengruppen für eine faunistisch-ökologische Bewertung des Anbaus von Douglasie (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (Mirb.) Franco) und Amerikanischer Roteiche (*Quercus rubra* L.) (Coleoptera, Heteroptera, Neuropterida, Araneae). Dissertation Technische Universität München, in Vorbereitung
- JÄCKEL, J. (1891): Systematische Übersicht der Vögel Bayerns. Hrsg. R. Blasius, Leipzig
- KAHLEN, M. (1997): Forschung im Alpenpark Karwendel - Die Holz und Rindenkäfer des Karwendels und angrenzender Gebiete. In: Natur in Tirol, Sonderband 3, Innsbruck, 151 S.
- MOSIMANN, P.; NAEF-DAENZER, B.; BLATTNER, M. (1987): Die Zusammensetzung der Avifauna in typischen Waldgesellschaften der Schweiz. Orn. Beob. 84, S. 275-299
- MURRIA BELTRÁN, F.; MURRIA BELTRÁN, A. (2003): New records of Eurythyrea austriaca (L., 1767) (Coleoptera: Buprestidae). Boletín de la S.E.A., 32 S.
- PURROY (1974):
- SNOW, B.; SNOW, D. (1988): Birds and Berries. London, 268 S.
- SZENTKIRÁLYI, F. (2001): Lacewings in vegetables, forests, and other crops. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Hrsg.): Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press, S. 239-290
- THALER-KOTTEK, E. (1986): Zum Verhalten von Sommer- und Wintergoldhähnchen (*Regulus regulus*, R. ignicapillus) - etho-ökologische Differenzierungen und Anpassung an den Lebensraum. Orn. Beob. 83, S. 281-289
- WAGNER, E. (1952): Blindwanzen oder Miriden. In: DAHL, M.; PEUS, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Gustav Fischer Verlag, Jena, 218 S.
- WAGNER, E. (1971): Die Miridae (Hahn 1831) des Mittelmeerraums und der Makronesischen Inseln (Hemiptera, Heteroptera), Teil 1. Entomol. Abh. Dresden 37, 484 S.

# Die Tanne und ihre Welt der Pilze

MARKUS BLASCHKE

Auch die Tanne hat ihre eigenen Pilze. Der Pilzgourmet wird hier insbesondere an den Lachsreizker denken, der zu den besten Speisepilzen zählt. Der Artenspezialist hat vielleicht den auffälligen Tannenstachelbart im Sinn, der sich offensichtlich ganz darauf spezialisiert hat, das Holz von Tannen abzubauen.

## Pilzkrankheiten

Vielfältig sind die Pilzkrankungen der Weißtanne *Abies alba*. Sie reichen von alten bekannten Universalisten wie der Grauschimmelfäule *Botrytis cinerea*, dem Hallimasch *Armillaria* sp. und dem Wurzelschwamm *Heterobasidion annosum* bis zu verschiedenen Rostpilzen, die sich wiederum ganz spezifisch an das Leben mit der Gattung *Abies* angepasst haben.



Abb. 1: Junge Fruchtkörper des Hallimasch brechen aus einem Stämmchen einer jungen Tanne

Die bekannteste Erkrankung dieser Art dürfte der Erreger *Melampsorella caryophyllacerarum* sein, der Hexenbesen in der Krone und die ringförmigen Stammwucherungen verursacht. Die befallenen Bäume werden deshalb im Volksmund „Rädertanen“ genannt. Als Rostpilz, der während seines Entwicklungszyklus auf einen Wirtswechsel angewiesen ist, bedient sich dieser Pilz u.a. der Sternmiere.



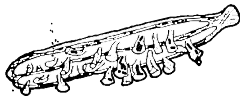
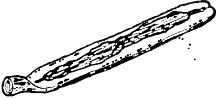
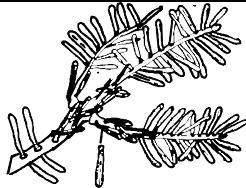
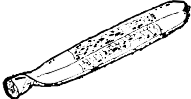
Abb. 2: „Rädertanne“, verursacht durch den Erreger *Melampsorella caryophyllacerarum* (Foto: TU München, LS Phytopathologie)

Beim Tannennadelrost *Pucciniastrum epilobii* ist, wie der wissenschaftliche Name schon verrät, das Weidenröschen der Nebenwirt. Der Befall ist auch nach der Sporenreife noch lange an den pergamentartigen Hüllen der Fruchtkörper auf den Nadeln zu erkennen.

Erwähnenswert sind noch drei weitere spezifische Nadelerkrankungen, die Tannennadelbräune *Herpotrichia parasitica*, der Tannennadelritzenschorf *Lirula nervisequia* und die erst vor wenigen



Abb. 3: Vom braunen Myzel der *Herpotrichia*-Nadelbräune versponnene Tannennadeln

| Name                                 | Tannennadelrost                                                                                  | Tannennadelritzenschorf                                                           | Herpotrichia-Nadelbräune                                                           | Kabatina-Nadelbräune                                                                                       |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                 |  |  |                         |
| <b>Wissenschaftliche Bezeichnung</b> | <i>Pucciniastrum epilobii</i> (Pers.) Otth.                                                      | <i>Lirula nervisequia</i> (DC.) Darker                                            | <i>Herpotrichia parasitica</i> (R. Hartig) E. Rostrup                              | <i>Kabatina abietis</i> Butin & Pehl                                                                       |
|                                      | Wirtswechselnder Rostpilz<br>Nebenwirt: Weidenröschen                                            | Schlauchpilz                                                                      | Schlauchpilz                                                                       | Fungi imperfecti                                                                                           |
| <b>Erkennungsmerkmale</b>            | Pergamentartige Hüllen auf den Nadeln<br>Orange Sporen<br>Fahle gelb-grüne Verfärbung der Nadeln | Braunverfärbung der Nadeln<br>Lange schwarze Fruchtkörper                         | Feines braunes Myzel umspinnt Nadeln und Triebe                                    | Braune Bänder auf den Nadeln (Spitze und Basis bleiben zunächst grün) mit kleinen schwarzen Fruchtkörpern. |

Tab. 1: Die wichtigsten pathogenen Nadelpilze der Tanne im Vergleich

Jahren bekannt gewordene Kabatina-Nadelbräune der Tanne *Kabatina abietis* (BUTIN 1996).

Während die Tannennadelbräune an dem fahl-braunen Pilzgeflecht zu erkennen ist, das Zweige und Nadeln überzieht, sind für den Tannennadelritzenschorf die länglichen, sich über die ganze Nadel ausbreitenden schwarzen Fruchtkörper charakteristisch. Besonderes Merkmal für die Kabatina-Nadelbräune ist wiederum, dass von den befallenen Nadeln zunächst noch die Basis und die Spitze grün bleiben.

Den Anfang vom Ende der Tannen leitet häufig ein charakteristischer Pilz ein, der Tannen-Feuerschwamm *Phellinus hartigii*. Teilweise bereits in einer Höhe von ein bis zwei Metern, manchmal aber auch bis zu 20 m am Stamm hinauf, sind seine bis 35 cm breiten, mehrjährigen und sehr harten Konsolen zu finden. Der dunkelbraune Pilz, dessen Fruchtkörper im Gegensatz zum Eichen-Feuerschwamm auch noch bis zur Optimalphase der Zersetzung lebendig bleiben, wurde übrigens erstmals von dem bayerischen Forstpathologen ROBERT HARTIG 1878 beschrieben.

Ist der Tannen-Feuerschwamm im Verbreitungsgebiet der Tanne noch relativ regelmäßig zu finden so stellt ein Fund eines weiteren Schwächeparasiten, des Bergporlings *Bondarzewia montana*, schon eine mykologische Besonderheit dar. Die weißen Fruchtkörper dieses nicht sehr dauerhaften Porlings entspringen oft in mehre Hüte aufgeteilt aus den abstreichenden Wurzeln der Tannen. In Bayern hat er seine Hauptverbreitung ganz offensichtlich im Bayerischen Wald, dem Frankenwald und im Fichtelgebirge. Einige weitere Funde liegen aus dem

Alpenraum vor (KRIEGLSTEINER 1991, KREISEL 1968).

Eine weitere Spezialität der Tanne ist die ebenfalls am Stammgrund wachsende Breitblättrige Glucke *Sparassis brevipes* (Syn.: *S. laminosa*)

## Vielfältige Holzzersetzung

Sehr eingehend hat sich der Pilzforscher HERRMANN JAHN (1968) mit den Pilzen beschäftigt, die das Tannenholz in unterschiedlichen Phasen der



Abb. 4: Am Stammfuß einer lebenden Tanne im NSG Mittelsteighütte zeigen sich Fruchtkörper des Bergporlings (Foto: W. Helfer)

Zersetzung besiedeln. So beschreibt er als eine besondere Auffälligkeit an der Unterseite von abgestorbenen Tannenzweigen an lebenden Bäumen - wenige Meter hoch oder auch bis in die Baumkrone hinein - den Blut-Borstenscheibling *Hymenochaete cruenta*. Dieser Pilz wird mit dem Fernglas als blutrote Flecken erkennbar. Der Pilz ist ganz spezifisch an sein Leben in der Höhe angepasst. Er ist ein „Aeromycet“, der an den zu Boden gefallen Baumkronen schon nach wenigen Tagen abstirbt.

## Die ersten Holzbesiedler - Initialphase

Zu Beginn der Holzzersetzung werden oft einige kleine Fruchtkörper in Erscheinung treten. So die Orange gelbe Mehlscheibe *Aleurodiscus amorphus*, die im luftfeuchten, schattigen Bereich lebend häufig an einen Becherpilz erinnert, jedoch zu den Rindenpilzen zählt. Oder der kleine, gestielte Wollbecherling *Trichoscyphella calycina*.

## Jetzt geht es richtig los - Optimalphase

Neben vielen Universalisten wie dem Blutenden Schichtpilz *Stereum sanguinolentum* findet man auch in dieser Phase der Zersetzung ganz spezifische Besiedler des Tannenholzes. Ein Beispiel ist der Tannen-Schichtpilz *Amylostereum chailletii*. An den Seiten der ansitzenden Ästen findet man ihn mit vielen Hüten und seiner ockerfarbenen bis grauen Fruchtschicht. Dagegen bildet sich der Pilz an der Unterseite dieser Äste nur flächig aus.

Zu den wichtigsten Vertretern der Braunfäuleerreger zählt auch der Rotrandige Baumschwamm *Fomitopsis pinicola*. Zum einen durch den Substanzabbau des Pilzes und zum anderen durch Spannungen beim Trocknen wird das Holz mit der Zeit quer- und längsrissig. Die Folge ist der für die Braunfäule typische Würfelbruch. Dagegen gilt der Flache Lackporling *Ganoderma applanatum*, nach Beobachtungen JAHNS zu den wichtigsten Weißfäuleerregern der Tanne. Oft ist dieser Lackporling in großer Zahl, allerdings mit weit kleineren Fruchtkörpern als an der Buche, im Tannenwald zu finden. Dagegen meidet er die Fichte.

Seltener findet sich auch der Dunkle Lackporling *Ganoderma carnosum* Pat., der regional auch als Tannenlackporling bezeichnet wird (LUSCHKA 1993).

Zu den Feuerschwämmen an der Tanne, die keine typischen Hüte ausbilden, sondern vollständig

am Substrat anliegen gehört *Phellinus puzarii* mit einem spezifischen aromatischen Geruch.

Der Rindenpilz *Cystostereum murrayi* bildet die Fruchtkörper in der Form großer scharf begrenzter, weißer Flecken an der Unterseite liegender Stämme, deren Ausmaß bis zu einem Meter betragen kann. Als weiteres wichtiges Erkennungsmerkmal dient der Geruch nach Kokosflocken.

Zu den ultimativen Schönheiten im Pilzreich gehört der Tannenstachelbart *Hericium flagellum* (Syn.: *H. coralloides sensu Maas Geesteranus*) mit seinen hunderten von kleinen Zähnchen, die an winzige Eiszapfen erinnern. Für die Fruchtkörperbildung benötigt der Pilz bereits stärkeres Totholz. Dabei können es stehende und liegende Stämme sein.



Abb. 5: An dem Stamm einer Tanne im NWR Schwarzwahlberg zeigt ein Tannenstachelbart seine volle Schönheit (Foto: W. Helfer)

Auf Stämmen, die verstärkt der Sonne ausgesetzt sind, finden sich vermehrt der Zaunblättling *Gloeophyllum sepiarium*, der Tannenblättling *Gloeophyllum abietinum* und die Striegelige *Tramete* *Trametes hirsuta*.

## Dem Ende entgegen - Finalphase

Die meisten Porlinge sind in der letzten Phase der Tannenholzzersetzung verschwunden. Eine Ausnahme stellen der Wurzelschwamm *Heterobasidion annosum* und der Nördliche Harzporling *Ischnoderma resinosum* dar, die noch immer mit Fruchtkör-

|                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
|                             | <i>Hydropus marginellus</i>     |
| Gesellige Glöckchennabeling | <i>Xeromphalina campanella</i>  |
| Grünschneidige Helmling     | <i>Mycena viridimarginata</i>   |
| Breitblatt-Rübling          | <i>Megacollybia platyphylla</i> |
| Zitterzahn                  | <i>Pseudohydnum gelatinosum</i> |
| Klebrige Hörnling           | <i>Calocera viscosa</i>         |
| Birnenstäubling             | <i>Lycoperdon pyriforme</i>     |

Tab. 2: Verschiedene Pilzarten in der Finalphase der Tannenholzersetzung

pern beteiligt sein können. Dafür treten zu diesem Zeitpunkt, wie Tab. 2 zeigt, vermehrt Blätterpilze auf.

Ausgehend von stärker verrottetem Holz und dann auch über die umgebende Streu wachsend, ist der Wilde Hausschwamm *Serpula hymantoides* zu finden. Er erzeugt bei einigen Laubbäumen wie der Eiche, aber eben auch an der Tanne, eine Braunfäule.

## Die eigene Pilzflora der Zweige

Mit dem Gemeinen Violettporling *Trichaptum abietinum*, dem Teerflecken-Drübling *Exidia pithya* Fr., dem Weißtannen-Zystidenrindenpilz *Peniophora piceae* mit seinen graublauen Fruchtkörpern an der Unterseite von liegenden Ästen und dem ocker-rötlichen Resupinatstacheling *Steccherinum ochraceum*, ähnelt die Pilzflora der Zersetzer an den Zweigen denen der Fichte. Und etwas aus der Rolle dürfte der Weißtannenwurzelrübling *Xerula melanotricha* mit seinem schwarzhaarigen Stiel fallen. Die Wurzelrüblinge sitzen meistens auf vergrabenen Holz auf. Mit ihren wurzelartigen Stielverlängerungen überbrücken sie das Stück im Boden vom Substrat bis zur Oberfläche.

## In enger Partnerschaft - Mykorrhiza

Die Zahl der engen Mykorrhizapartner, die sich ausschließlich unter der Tanne einfinden, ist offensichtlich gar nicht so groß:

|                                  |                                                                    |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Zitronengelbe Knollenblätterpilz | <i>Amanita citrina</i>                                             |
| Schönfußröhrling                 | <i>Boletus calopus</i>                                             |
| Flockenstiellige Hexenröhrling   | <i>Boletus erythropus</i>                                          |
| Dichtblättrige Schwärztäubling   | <i>Russula densifolia</i>                                          |
| Lilastielige Schleimfuß          | <i>Cortinarius livido-ochraceus</i> (Syn.: <i>C. pseudosolor</i> ) |
| Krummfüßige Schleimkopf          | <i>Cortinarius rhaebopus</i>                                       |
| Schönfarbige Schleimkopf         | <i>Cortinarius amigochrous</i>                                     |

Tab. 3: Weitere häufigere Mykorrhizapartner der Tanne

Am bekanntesten unter diesen Pilzen dürfte der Lachsreizker sein. Von den anderen Milchlingen mit orangem Saft unterscheidet er sich insbesondere durch seine lachsartige Färbung ohne Beteiligung

von Grüntönen und den typischen Grübchen am Stiel (Abb. 6).

Vor allem in Tannenbeständen auf Kalkstandorten finden wir noch einige weitere Begleiter der Tanne. Bereits im Mai

erscheint der Weißtannenrißpilz *Inocybe queletii* mit seinem typisch risspilz-artigen faserigen Hut und dem knolligen weißen Stiel. Dort findet sich auch ein weiterer Milchling, der zitronengelbe Grubige Weißtannenmilchling *Lactarius intermedius*



Abb. 6: Der Lachsreizker ist der auffälligste der Mykorrhizapilze der Tanne (Foto: W. Helfer)

mit einem flaumig filzigen Rand und gelb verfärbender Milch. Zu den scharfen und damit giftigen Täublingen gehört der Weißtannentäubling mit seinen lila Hut, der zum Rand hin oft stark ausblasst. Lamellen und Stiel sind weiß. Unscheinbar ist dagegen der Weißtannen-Rötling *Entoloma venosum* mit seinem graubraunen Hut und dem faserigen Stiel. Gegen Ende der Pilzzeit erscheint auch noch der nach Terpentin stinkende Weißtannenschneckling *Hygrophorus pudorinus* der im feuchten Zustand den für viele Schnecklinge typischen schleimigen Hut besitzt.

Hin und wieder findet sich der Name „Tanne“ auch in den deutschen Bezeichnungen der Großpilze.

Unter den Großpilzen ist der Stamm „abies“ als wissenschaftliche Bezeichnung für die Tanne

relativ selten zu finden. Neben dem Tannenblättling und dem Tannen-Wurzeltrüffel, finden sich hier nur der Gemeine Violettporling *Trichaptum abietinum* und *Clavaria abietina*, ein alter Name für die

|                              |                                                                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tannenblättling              | <i>Gleophyllum abietinum</i> an stark besonnten Stämmen<br>(häufig an Fichte)                                                           |
| Tannenflämmling              | <i>Gymnopilus sapineus</i> Saprophyt auf Nadelholz                                                                                      |
| Tannen-Feuerschwamm          | <i>Phellinus hartigii</i>                                                                                                               |
| Tannenreizker                | für den Olivbraunen Milchling <i>Lactarius turpis</i><br>(Syn.: <i>L. necator</i> ) oder den Lachsreizker <i>Lactarius salmonicolor</i> |
| Tannenbecher (Büscheliger)   | <i>Durandiella gallica</i> auf berindeten Ästen                                                                                         |
| Tannenglucke                 | <i>Sparassis brevipes</i>                                                                                                               |
| Tannen-Lackporling           | <i>Ganoderma carnosum</i>                                                                                                               |
| Tannen-Schichtpilz           | <i>Amylostereum chailletii</i>                                                                                                          |
| Tannen-Stachelbart           | <i>Hericium flagellum</i>                                                                                                               |
| Tannen-Wurzeltrüffel         | <i>Rhizopogon abietis</i>                                                                                                               |
| Weißtannenwurzelrübling      | <i>Xerula melanotricha</i>                                                                                                              |
| Weißtannen-Rötling           | <i>Entoloma venosum</i>                                                                                                                 |
| Weißtannenrißpilz            | <i>Inocybe queletii</i>                                                                                                                 |
| Weißtannenschneckling        | <i>Hygroporus pudorinus</i>                                                                                                             |
| Weißtannentäubling           | <i>Russula cavipes</i>                                                                                                                  |
| Grubiger Weißtannenmilchling | <i>Lactarius intermedius</i> Syn. <i>Lactarius citriolens</i> var. <i>intermedius</i>                                                   |

Tab. 4: Großpilze mit „Tanne“ im Namen

Grünende Koralle *Ramaria ochraceovirens*. Dazu kommen noch zwei Varietäten, *Hygrocybe psittacina* var. *abietina* für den Papageigrünen Saftling der Nadelwälder und *Amanita pantherina* var. *abietina* für den Pantherpilz der Bergnadelwälder.

## Literatur

BUTIN, H. (1996) : Krankheiten der Wald- und Parkbäume, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart

JAHN, H. (1968): Pilze an Weißtanne (*Abies alba*), Westfälische Pilzbriefe, Pilzkundliche Arbeitsgemeinschaft in Westfalen, Band VII, Heft 2

KREISEL, H. (1961): Die Phytopathogenen Großpilze Deutschlands, Gustav Fischer Verlag, Jena

KRIEGLSTEINER, G.J. (1991): Verbreitungsatlas der Großpilze Deutschlands (West), Ulmer Verlag, Stuttgart

LUSCHKA, NORBERT (1993): Die Pilze des Nationalparks Bayerischer Wald, Hoppea, Denkschrift der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, Band 53, S. 5-363

# Arzneiliche Anmerkungen zur Tanne – *Abies alba* MILL.

NORBERT LAGONI

In der Familie der Kieferngewächse (*Pinaceae*) gehört die Gattung *Abies* Mill. zu den Nadelholzbäumen, die sowohl traditionell als auch gegenwärtig zugunsten von Fichte und Kiefer seltener zur Drogengewinnung herangezogen wird. Die stoffliche Zusammensetzung der unterschiedlichen Drogen, Identität, Reinheit und Gehalte an Inhaltsstoffen sowie die pharmazeutischen Zubereitungen sind nach heutigem Wissensstand monografiert. Vielfältige Hinweise der Volksheilkunde auf die Verwendung von Tannennadeln, Zweigen, Samen und des Harzes zur Bereitung naturheilkundlicher Heilmittel sind verfügbar. Diese bildeten die Grundlagen für die gegenwärtige Herstellung und Anwendung von Fertigarzneimitteln.

## Traditionelle Arzneizubereitung und -anwendung

Tannen und Fichten beanspruchen vielerorts den gleichen Lebensraum. In der Volksheilkunde wurde nicht immer zwischen Tanne, Fichte und Kiefer unterschieden. Tannennadeln ähneln in ihrer Heilwirkung denen der Fichte und wurden vielerorts gleichartig verwendet. Außerdem verschmolzen die sich um die Nadelbäume rankenden mythologischen und kultischen Einflüsse. Eine Vielzahl historischer Hinweise auf die Verwendung abietischer Heilmittel („Arzyen“) ist nicht exakt der Baumart zu zuordnen. Die historischen Wurzeln der heilkundlichen Verwendung der Tanne reichen bis in die Antike zurück. Der griechische Begriff *Abies* soll von *abities* (die Weiße) abgeleitet sein und findet sich in den Schriften des HIPPOKRATES VON KOS (460–377 v. Chr.) wieder. In seiner ‚*De Materia Medica*‘ gibt PEDANIOS DIOSKURIDES (41–80 n. Chr.) den Hinweis auf die arzneiliche Verwendung des Tannenharzes.

In der mittelalterlichen Kräutermedizin galten Tanne und Fichte als Sinnbild der Kraft. Die sachkundige Äbtissin HILDEGARD V. BINGEN (1098–1179) erwähnte den balsamischen und belebenden Geruch der Tannenzweige und -nadeln. Sie beschrieb u.a. die Heilwirkungen des Tannenharzes: „...es wird auch diß Harze zu den frischen Wunden gebrauchet/denn es heilet und heftet dieselbe zusammen...“. Das Harz soll außerdem durchblu-

tungsfördernd wirken. Es wurde auch als Rheumasalbe oder -pflaster verwendet. Das Kauen von Tannenharz diente dazu, das Zahnfleisch zu festigen und vor Zahnverfall zu schützen.

Im 16. bis Anfang des 17. Jahrhunderts dienten Aufgüsse („Tannenbier“) als Heilmittel gegen den „Scharbock“, die verballhornte Umschreibung für Skorbut, eine Vitamin-C-Mangelkrankung.

| Antike                                   |                             |                                 |
|------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| HIPPOKRATES VON KOS<br>(460-377 v. Chr.) | <i>Corpus Hippocraticum</i> | Tannenharz                      |
| PEDANIOS DIOSKURIDES<br>(41-80 n. Chr.)  | <i>De Materia Medica</i>    | Harz, Tannennadeln              |
| Mittelalter                              |                             |                                 |
| HILDEGARD VON BINGEN<br>(1098-1179)      | <i>Physica</i>              | Harz, Zweige - Räucherung       |
| Neuzeit                                  |                             |                                 |
| SEBASTIAN K. KNEIPP<br>(1821-1897)       | <i>Medizinal-Pflanzen</i>   | <i>Resina alba</i> (Tannenharz) |

Der Pfarrer und Naturarzt KNEIPP aus Wörishofen empfahl Tannentee aus frischen Trieben zur Förderung des Auswurfes bei Husten und Verschleimung und als lungenstärkend bei ‚Lungenschwäche‘ und Bronchitis. Der Absud soll nervenstärkend bei Nervosität und Unruhe wirken. Für das ‚Winterbad‘ bei Erkältungen sind nach KNEIPP aufgekochte Tannenzweige hilfreich sowie Sitzbäder bei Blasenentzündung und Ausfluss. KNEIPP empfahl Lehrern, Predigern und Sängern einen Teetrunk von grünen Tannenzapfen, um die Stimmbänder geschmeidig zu halten.

## Drogengewinnung

Traditionell werden die Sammelgüter „Junge Tannenzweigspitzen“ (*Abies-alba*-Sprossen), „Weißtannennadeln“ (*Abies-alba*-Nadeln), „Weißtannenzapfen“ (*Abies-alba*-Zapfen) sowie „Weißtannensamen“ dem natürlichen Tannenbestand entnommen. Gepflückt werden die jungen, frischen Triebe/Sprosse in den Monaten April und Mai bevor sie sich schließen. Zweige mit Nadeln und Zapfen einschließlich der Samen lassen sich über das ganze Jahr schneiden oder pflücken. Vorrangig werden junge Triebe geerntet. Wenn sie nicht sofort verarbeitet werden können, müssen sie luftig, trocken und

vor Pilzbefall geschützt gelagert werden.

Mittels unterschiedlicher Destillationsverfahren werden dann die nativen Inhaltsstoffe des Sammelgutes für die Arzneiherstellung aufgeschlossen. Nach dem Anbohren, Anstechen oder Öffnen der Harzbehälter tritt Harz aus, das als Straßburger Terpentin (*Terebinthina alsatica*) bezeichnet wird.

## Inhaltsstoffe der Arzneidroge

Die quantitative und qualitative Zusammensetzung der zur Drogengewinnung herangezogenen Pflanzenteile variiert. Sie hängt u.a. vom Standort, vom Alter des Spenderbaumes und vom Sammelzeitpunkt ab. Tannennadeln, Zweige (junge Triebe), Samen und das Harz der Harzblasen sind reich an ätherischen Ölen (O. ae.). Diese bestimmen die Wirksamkeit für die Verwendung als Arzneimittel oder Kosmetikum. Das Weißtannennadelöl (*Abietis albae aetheroleum*) wird aus frischen Sprossen/Nadeln mittels Wasserdampfdestillation gewonnen. Aus den Zapfen erhält man das an ätherischen Ölen reiche Weißtannenzapfenöl (*Abies-alba*-Zapfenöl). Das Öl der Samen befindet sich zwischen Samenschale und Kern. Es wird nach dem Zerquetschen mit Wasserdampf destilliert.

## Weißtannenzweigspitzen

Von der Stammpflanze *Abies alba* MILL. werden im Frühjahr die jungen, frischen Zweigspitzen (*Abies-alba*-Sprossen) schonend gepflückt und gesammelt. Das ätherische Öl und weitere Inhaltsstoffe der jungen Zweigspitzen ähneln denen des Tannennadelöls. Die Zweigspitzen enthalten 0,2 bis 0,5 % ätherisches Öl. Tees aus Tannen- und Fichtenzweigspitzen wirken sekretolytisch und schwach antiseptisch. Sie werden bei Katarrhen der Luftwege verabreicht. Äußerlich angewandt, lindert Einreiben leichte Muskel- und Nervenschmerzen. In der Kosmetikherstellung dienen ätherische Öle als Tannenduftessenzen in Seifen, Badezusätzen und Körperpflegemitteln.

## Weißtannenzapfen

Die einjährigen Fruchtzapfen werden im August/September gepflückt und aufgebrochen. *Abies-alba*-Zapfenöl (syn. *Oleum Templini*) wird mit Hilfe der Wasserdampfdestillation aus den Fruchtzapfen der Weißtanne gewonnen. Je nach Standort und Witterung schwankt der Gehalt an ätherischen Ölen. Die Ausbeute beträgt bis zu 0,7 %. Das *Oleum Templini* ist farblos und besitzt einen angenehmen

### Ätherische Öle – *Olea aetherea*

- Heterogene, flüssige, leichtflüchtige Stoffgemische lipophiler Pflanzeninhaltsstoffe;
- *Aetherolea* mit charakteristischem Geruch und bitterem oder scharfem Geschmack;
- Vorkommen in diversen Pflanzenteilen, Speicherung in Exkretbehältern;
- Pflanzenfamilien haben unterschiedliche Gehalte (1-40 %) an ätherischen Ölen.

Phytochemisch lassen sich als Hauptbestandteile Monoterpene, vor allem Bornylactat (20-40 %), Santen, Limonen,  $\alpha$ - +  $\beta$ -Pinen,  $\beta$ -Phellandren, Camphen und Cadinen analytisch nachweisen. Weiterhin sind enthalten: Provitamin A, Vitamin C sowie verschiedene Zucker. Tannennadeln enthalten außerdem Kaffee- und Chlorogensäure, Cumarin und Flavanole.

balsamischen Geruch. Dieser ermöglicht die Verwendung in Badelösungen und als Zusatz zu Duftessenzen in der Parfüm- und Seifenherstellung.

Volksheilkundlich wurde Templinöl äußerlich bei Bindegewebsentzündungen, Muskelkater, Zerrungen und Blutergüssen sowie als Zusatz zu *Spiritus Vini gallici* (Franzbranntwein) zur Erfrischung von Haut und Muskulatur verwendet. Heute stehen

### Pharmazeutisch verwendbare Bestandteile der Weißtanne

- Tannenzweigspitzen - *Abies-alba*-Sprossenöl
- Weißtannenzapfen - *Abies-alba*-Zapfenöl (*Oleum Templini*)
- Weißtannennadeln - Tannennadelöl (*Abietis albae aetheroleum*)
- Weißtannensamen - Tannensamenöl (*Abietis albae aetheroleum*)
- Harzblasen - Straßburger Terpentin (*Terebinthina alsatica*)

**Anwendungsformen der Drogen aus Weißtanne**

|                       |                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Äußere Anwendung      | Einreibung („Franzbranntwein“), Badezusatz, Erkältungsbalsam |
| Innere Anwendung      | Inhalat, Tee (Dekokt, Infus), Lösung                         |
| Kosmetische Anwendung | Duftessenz, Deodorant, Bade- und Seifenzusatz                |

für die äußere Anwendungen (Einreibung) bei katarrhalischen Erkrankungen der Atemwege, bei Rheumatismus, neuralgischen Schmerzen und Spannungszuständen alkoholische Lösungen offiziell zur Verfügung.

**Weißtannennadeln**

Das *Abies-alba*-Nadelöl (Weißtannennadelöl) wird in mehrstündiger Wasserdampfdestillation benadelter Zweige gewonnen. Hierzu werden meistens die Zweige und Nadeln gefällter Bäume verwendet. Die Ausbeute an ätherischen Ölen (*Abietis albae aetheroleum*) unterscheidet sich je nach Jahreszeit. Sie fällt im Frühjahr und Winter geringer aus als im Sommer. Wird der Destillationsrückstand mit heißem Wasser extrahiert, so erhält man Tannennadelextrakte. Sie eignen sich nach Aufkonzentrierung und Zusatz geringer Mengen ätherischer Öle zur Herstellung pharmazeutischer Produkte. Solche Drogenpräparate werden als Tee oder Lösung innerlich und äußerlich bei katarrhalischen Erkrankungen der Atemwege verordnet. Die Anwendung bei Rheumatismus, neuralgischen Schmerzen und Spannungszuständen ist heute von untergeordneter Bedeutung.

**Weißtannensamen**

Die aus den Zapfen gelösten Samen werden zerquetscht und einer mehrstündigen Wasserdampf-

destillation unterzogen. Im Samen befindet sich zwischen Schale und Samenkern das ätherische Öl. Die Ausbeute beträgt ca. 12 bis 13 %. Der Gehalt an Monoterpenkohlenwasserstoff im Harz der Samen hängt von der Lage der Harzbehälter auf der Oberfläche der Samen ab. Die ätherischen Öle der Weißtannensamen werden häufig mit Zapfen- und Nadelölen kombiniert und zu Inhalationslösungen und Badezusätzen verarbeitet. Als Erkältungsbalsame zum Einreiben sind sie gut wirksam und verträglich.

**Straßburger Terpentin –  
*Terebinthina alsatica***

Traditionell wurde in den Vogesen (Elsaß) *Terebinthina*, das „Kontinentale Terpentin“ nach Anbohren, Anstechen oder Öffnen der Harzbehälter in kleinen Blechkännchen aufgefangen. Der Balsam enthält 24 bis 26 % leichtflüchtige und ca. 4 bis 6 % schwerflüchtige ätherische Öle, außerdem Resene, Bitterstoffe, Bernstein- und Harzsäuren (Diterpensäuren). Volksheilkundlich wurde Terpentinöl äußerlich hautreizend (hyperämisierend) bei Erfrierungen, Verbrennungen und furunkulösen Hauterkrankungen (*Scabies* u.a.) sowie zur Hautdesinfektion verwendet. Die innere Anwendung bei Blasenkatarrh, Gallensteinen und Phosphorvergiftungen ist beschrieben.

Heute ist nur noch die äußere Anwendung als Einreibung (Salbe, Tinktur) bei Erkrankungen der

**Anwendungsgebiete der Drogen aus Weißtanne**

|                                 |                                                                                                                               |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Äußere Anwendung                | Katarrhe oberer Luftwege<br>Atemwegsbeschwerden (Bronchitis)<br>Rheumatismus<br>neuralgische Schmerzen<br>Muskelverspannungen |
| Gegenanzeige - äußere Anwendung | größere Hautverletzungen<br>offene Wunden<br>fieberhafte Infekte                                                              |
| Innere Anwendung                | Katarrhe der Atemwege<br>Harnwegsbeschwerden<br>neuralgische Beschwerden                                                      |
| Gegenanzeige - innere Anwendung | Keuchhusten<br>Bronchialasthma                                                                                                |

Bronchien mit starker Sekretion sowie gelegentlich bei rheumatischen und neuralgischen Beschwerden üblich. Mitunter können Hautunverträglichkeiten und Ekzeme auftreten. In der offiziellen Monografie - ‚*Gereinigtes Terpentinöl*‘ - der Kommission E (ehemaliges BGA) ist die äußere Anwendung präzisiert.

## Literatur

HÄNSEL, R. et al. (Hrsg.) (1994): Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. 5. Auflage, Bände 4 - 6 (Drogen A-D)

ERLBECK, R. et al. (1998): Das Kosmos Wald- und Forstlexikon. Kosmos-Verlag

FISCHER, G.; KRUG, E. (1980): Heilkräuter und Arzneipflanzen. 3. Auflage, Karl F Haug Verlag, Heidelberg

FROHNE, O. (2002): Heilpflanzenlexikon. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 7. Auflage, Stuttgart

PABST, G. (Hrsg.) (1887): Köhlers Medizinal-Pflanzen. Verlag Fr. Eugen Köhler, Gera-Untermhaus

LAUDERT, D. (2000): Mythos Baum. 3. Auflage, BLV Verlagsgesellschaft, München/Zürich

SCHILCHER, H.; KAEMMERER, S. (2003): Leitfaden Phytotherapie. 2. Auflage, Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore

SCHNEIDER, G.; HILLER, K. (1999): Arzneidrogen. 4. Auflage, Spektrum-Verlag

STRASSMANN, C.A. (2001): Baumheilkunde. 3. Auflage, AT Verlag Aaron (CH)



„Weißtanne – Stiefkind oder Hoffnungsträger“: unter diesem Motto steht die Tagung zum Baum des Jahres, die von der Schutzgemeinschaft deutscher Wald, dem Bund Naturschutz und der Bayerischen Staatsforstverwaltung am 2./3. Juli 2004 in Gunzenhausen veranstaltet wird (Foto: Roland Günter)

# Tanne, Waldumbau und Jagd

GEORG MEISTER

Die Tanne ist eine der stabilsten Baumarten unserer heimischen Wälder. Sie ist gegenüber biotischen und abiotischen Gefährdungen relativ unempfindlich und leistet mit den höchsten Zuwachs aller heimischen Baumarten. In Anbetracht der gegenwärtigen Klimaerwärmung mit all ihren Folgen wie Trockenheit und Unwetterhäufung sind gestufte Mischwälder mit hohem Tannenanteil viel besser geeignet, Wohlfahrtswirkungen und Ertragsfunktion des Waldes sicherzustellen. Kurzlebige Kunstforste mit ihrem hohen Anteil an wenig schutzwirksamen Freiflächen und Jungwäldern können diese Leistungen nicht erbringen.

## Waldumbau als vordringliche Aufgabe

Die wiederholte Forderung, naturnahe Wälder mit hohem Anteil an Tannen zu erhalten bzw. wie-

der aufzubauen ist bereits über 150 Jahre alt. Trotzdem hat der Anteil gleichartiger und gleichaltriger „Holzäcker“ bis in jüngste Vergangenheit immer weiter zugenommen. Nach der Bundeswaldinventur bestehen heute etwa 230 000 Hektar des Staatswaldes, also ein Drittel der gesamten Holzbodenfläche, aus reinen oder fast reinen, meist gleichaltrigen Nadelholzforsten. Zieht man davon etwa 10 % als Anteil natürlicher Nadelwaldgesellschaften ab, dann bleiben noch rd. 200 000 Hektar Fläche, die gemäß Zielsetzung und gesetzlichem Auftrag in ungleichaltrige Mischwälder umzubauen sind. Angesichts der aktuellen Klimaänderung stellt dies eine vorrangige Aufgabe für die Staatswaldbewirtschaftung in Bayern dar.

Die Weißtanne ist ein Überlebenskünstler im Schatten des Waldes. Sie hat sich über Jahrtausenden den besonderen Bedingungen langlebiger Wälder angepasst und so zwei besondere Regenerations-



Abb. 1: Nach einem „Saumfemelschlag“ im Jahr 1963 sind zwei über hundertjährige „Schlactannen“ stehen geblieben. Die Fläche wurde im Frühjahr 1964 mit Fichten ausgepflanzt (Foto: MEISTER)

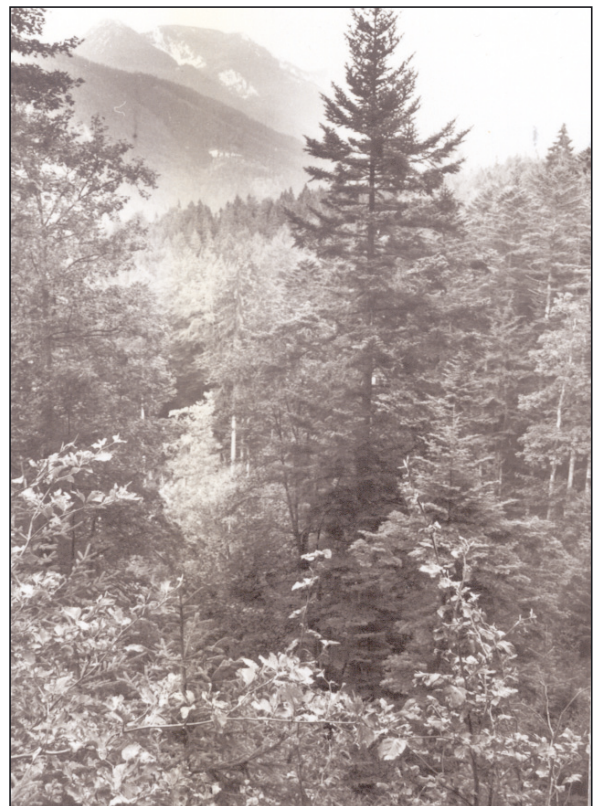


Abb. 2: Dreizehn Jahre später haben die Tannen ihre schattennadeln durch Lichtnadeln ersetzt und beginnen kräftig in die Höhe zu wachsen (Foto: MEISTER)

strategien entwickelt. Junge Tannen können bei weniger Licht überleben und wachsen im „Halbschatten“ viel schneller auf als andere Baumarten. Im vollen Tageslicht überholen Buchen oder Fichten manche der Tannen. Diese können dann jahrzehntelang „im Schatten verschlafen“. Wenn später wieder Licht auf sie fällt, beginnen sie nach einigen Jahren rasch in die Höhe zu wachsen und können dann zu den mächtigsten Bäumen des Waldes werden.

Diese „Schattenstrategie“ hat aber auch Nachteile: Die Tanne kann mit ihren schweren Samen nur langsam „wandern“. Nach der Eiszeit ist sie deshalb später als die anderen Baumarten nach Deutschland zurückgekehrt. Sie musste die bereits vorhandenen Wälder unterwandern und sich dann erst allmählich durchsetzen.

Aufgrund der ihr eigenen Verjüngung in der Bestandestiefe besitzt die Tanne jedoch keine Strategie, mit den in heutigen Kunstforsten allgegenwärtigen „Problemen“ fertig zu werden:

- Kälte oder Hitze auf der Freifläche;
- Besondere Verunreinigungen der Luft;
- Stärkerer Wildverbiss.

## Opfer „moderner“ Forstwirtschaft

Der Rückgang der Tanne hat mit großflächigen „Plünderhieben“ für die Salz- und Erzproduktion oder die Flößerei des wertvollen Holzes begonnen. Anfänglich konnte ein entscheidender Rückgang ihres Anteils über die Regenerationsfähigkeit der vielen „Schlaftannen“, also der bereits in Wartestellung vorhandenen Individuen, verhindert werden. Der Rückgang der Tanne hielt sich deshalb bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts in Grenzen.

Die entscheidende Wende kam mit dem Umbau der naturnah aufgebauten, ungleichmäßig gemischten und gestuften Wälder in gleichartige und gleichaltrige „Holzäcker“. Bezeichnend dafür ist eine Beschreibung der ursprünglich tannenreichen Wälder der „Warthei Wiessee“ aus dem Jahr 1831, in der es heißt: *„Die gegenwärtig allzunaßen, ausgeplänterten Urwaldungen, werden nach dem Abtriebe, gleichen, schönen Waldungen Platz machen“...*

Der Übergang von der eher einzelstammweisen Nutzung bzw. von „Plünderhieben“ hin zum ordnungsgemäßen schlagweisen Hochwald führte zu vielen Freiflächen und dadurch zu großen Verlusten für die Tanne.

## Opfer der Industrialisierung

Mit der beginnenden Industrialisierung schließlich drangen schädliche Abgase immer tiefer in die Waldgebiete vor und schädigten dort die Nadeln vieler älterer Tannen. Die Klagen über „Rauchschäden“ an der Tanne nahmen im 19. und 20. Jahrhundert zu (siehe auch weitere Beiträge in diesem Heft). Viele geschädigte alte Tannen wurden voreilig gefällt, ohne abzuwarten, ob sie sich nicht doch regenerieren können. Der Rückgang dieser gegenüber Abgasen so empfindlichen Baumart wurde so weiter beschleunigt.

## Opfer der Jagd

In der Heimat der Tanne, den dunklen Urwäldern Mitteleuropas, gab es nur wenig Nahrung und Deckung für größere Tiere. Rehe konnten nur in größeren, lichtdurchfluteten „Störunginseln“ überleben. Bei der Suche nach neuen „Lichtinseln“ wurden sie eine leichte Beute für Luchs und Wolf. Um diese hohen Verluste auszugleichen, mussten sie sich rasch vermehren können.

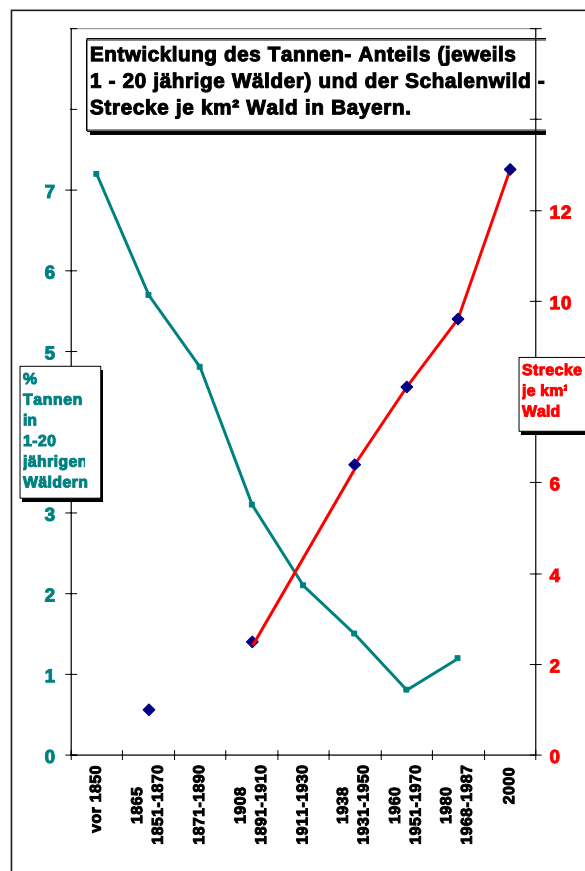


Abb. 3. Visuelle Gegenüberstellung des Tannenanteils in der ersten Altersklasse und der Höhe des Rehwildabschlusses während der letzten 150 Jahren



*Abb. 4: Mit Drahtseile über mehrere Jahre geschützte Tanne, dann wurde die Kontrolle vergessen. Die Tanne wurde mehrfach stark verbissen und wird nun von benachbarten Fichten überwachsen*

Besonders in vielen königlichen Forsten begann aber spätestens in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine „Aufhege“ des Rehwildes, wie sie z.B. von DIEZEL deutlich beschrieben wird. Rehe wurden für viele waidgerechte Jäger zum „Hirsch des kleinen Mannes“, dem man eine ähnliche Überlebensstrategie wie dem Rotwild andichtete. Die Rehe konnten sich nach der Ausrottung ihrer natürlichen Feinde in den dickungsreichen Forsten sehr stark

vermehren. Die Kombination von „schlagweisem Hochwald“ und der falschen Einschätzung der Überlebensstrategie der Wildart Reh führte zum dramatischen Rückgang der Tanne aufgrund des Schalenwildverbisses in den letzten etwa 140 Jahren.

## Schalenwildverbiss als Hauptgrund

Man muss davon ausgehen, dass in den letzten 140 Jahren die Hiebe kleiner und damit die waldbaulichen Voraussetzungen für ein Aufwachsen der Tannen günstiger geworden sind. Die Belastung der Luft hingegen ist seit Beginn der Industrialisierung angestiegen und erst in den letzten 20 Jahren zurückgegangen. Sie hat allerdings in erster Linie die alten und nicht so sehr die jungen Bäume getroffen. Damit bleibt als Hauptursache für den immer geringeren Anteil gesichert aufwachsender Jungtannen der enorme Verbissdruck des Schalenwildes. Hauptverantwortlich für diesen intensiven Wildverbiss an den Jungtannen ist und bleibt das Rehwild (Abb.4).

Der Zusammenhang von Tannenanteil in der ersten Altersklasse und Schalenwildstrecke wird in Abb. 3 sehr deutlich. Bei der Beurteilung des gestiegenen Tannen-Anteils im Zeitraum 1968–1987 ist zu berücksichtigen, dass viele kleinere, 1–20-jährige Jungtannen durch mehrjährigen Wildverbiss wieder absterben und dann bei der nächsten Waldinventur in der II. Altersklasse nicht mehr zu finden sind.

## Gezieltes Tannen – Schutzprogramm notwendig

Zur Wiederherstellung stabiler, der Klimaerwärmung angepasster Wälder ist ein gezieltes Waldumbauprogramm notwendig, in dem die Tanne aufgrund ihrer positiven Eigenschaften eine entscheidende Rolle spielen muss. Da der Staatswald dem allgemeinen Wohl in besonderem Maße dient, muss dieses Waldumbauprogramm in allererster Linie auch hier durchgeführt werden. Es ist deshalb meines Erachtens ein Tannen – Schutzprogramm zu entwickeln und möglichst rasch umzusetzen. Es muss folgende Schutzmaßnahmen enthalten:

- 1.1 Um ausreichend Tannen – Naturverjüngung zu erzielen, sind alle alten und zwischenständigen Tannen grundsätzlich erst dann zu fällen, wenn sie tatsächlich abgestorben sind.
- 1.2 Wo notwendig, sind Tannen einige Jahre vor stärkeren Hieben zu säen oder zu pflanzen.

- 1.3 Blößen im Wald sind soweit irgend möglich zu vermeiden.
2. Die Luftreinhaltepolitik ist konsequent fortzusetzen, um möglichst viele ältere Tannen als Samenspender zu erhalten und so Kosten zu sparen.
- 3.1 Die Schalenwildbestände sind soweit zu reduzieren, dass das Aufwachsen der Jungtannen ohne besondere Schutzmaßnahmen gesichert ist.
- 3.2 Abschusspläne haben sich bei den sehr ungenauen Ausgangszahlen als ungeeignet erwiesen, um waldgerechte Wildbestände zu erreichen. Sie sind deshalb zumindest für Rehwild abzuschaffen.
- 3.3 Maßstab für die Höhe des Abschusses kann nur das gesicherte Aufwachsen der Tanne bzw. der natürlichen Waldvegetation sein.
- 3.4 Der Wildverbiss ist im Staatswald in regelmäßigem Abstand revierweise zu erheben und auch von unabhängiger Seite zu kontrollieren.
- 3.5 Um das Ziel einer befriedigenden Tannen-Vorausverjüngung möglichst rasch zu erreichen, sind effektive Jagdmethoden (z.B. Stöberjagd mit langsam suchenden Hunden) insbesondere auf Rehwild anzuwenden.
- 3.6 Die Pflicht-Trophäenschauen haben sich vielfach als abschusshemmend erwiesen, sie sind daher abzuschaffen.
- 3.7 Eine Fütterung des Schalenwildes ist bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Rotwild im Hochgebirge) generell zu untersagen.

Ohne diese jagdlichen Maßnahmen wird der unumgängliche Waldumbau so teuer, dass er in Zeiten leerer Staatskassen nicht zu finanzieren ist.

## **Tanne und Jagd als Indikator für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft**

Angesichts der Herausforderungen von Klimaerwärmung und Globalisierung wird die befriedigende Sicherung von Jungtannen zu einem Indikator für einen bezahlbaren Waldumbau. Ministerpräsident Edmund Stoiber hat in seiner Regierungserklärung am 06.11.2003 u.a. erklärt: „Wir sparen, weil wir unseren Kindern nicht erdrückende Schulden und Zinslasten vererben wollen. Wir wollen nicht das Konto unserer Kinder und Enkel plündern.“

Ein unterlassener Waldumbau belastet jedoch die Lebensqualität unserer Kinder und Enkel. Instabile Wälder sind wie Schulden, die wir unseren Enkeln vererben. Wenn wir heute über eine waldorientierte Jagd wieder die Grundlage für die stabileren Wälder von morgen schaffen, helfen wir, die Lebensqualität unserer Enkel zu sichern. Gesichert aufwachsende Tannen und eine waldangepasste Jagd sind daher ein Indikator für eine zukunftsorientierte, nachhaltige Waldwirtschaft.

# Zusammenfassung

MICHAEL MÖßNANG

Seit 1989 wird jährlich eine Baumart zum „Baum des Jahres“ gekürt. In bewährter Weise stellt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in einem LWF-Bericht „Beiträge“ zum jeweiligen Baum des Jahres vor, der diese Baumart aus unterschiedlichsten Blickwinkeln beleuchtet. Diese Beiträge entsprechen meist den Vorträgen der gemeinschaftlichen Fachtagung von BN, SDW und LWF zur Weißtanne. Nach Eibe (1994) und Wacholder (2002) ist mit der Weißtanne erstmals ein Nadelbaum gewählt worden, der auf eine lange forstwirtschaftliche Bedeutung zurückblicken kann.

Noch vor 250 Jahren war die Weißtanne in Bayern weit verbreitet und ein zuverlässiges Mitglied vieler Waldgesellschaften. Doch seit dem 18. Jahrhundert ist ihr Anteil stetig zurückgegangen. Wildverbiss, waldbauliche Fehler und Luftschadstoffbelastungen kennzeichnen ihren 250 Jahre dauernden Leidensweg. Obwohl die Forstleute stets um die Erhaltung der Tanne besorgt waren, ist ihre Fläche auf einen Bruchteil ihrer ehemaligen Ausdehnung geschrumpft. Man drückte ihr das Siegel einer äußerst sensiblen Baumart auf und betitelte sie als die „Mimose unter den Waldbäumen“.

Aber gerade wegen der globalen Klimaerwärmung setzen viele Forstleute große Hoffnungen auf die Tanne. Sie hat ein tief in den Boden dringendes Wurzelwerk und kann damit besser als die Fichte längere Trockenheiten überdauern. Ist die Tanne gar eine Alternative zur Fichte?

In seinem Beitrag stellt FRANZ BROSINGER als Waldbaureferent der Bayerischen Staatsforstverwaltung die Bedeutung der Weißtanne in den bayerischen Wäldern dar. Die einst weit verbreitete Tanne erreicht heute einen Anteil von ca. 2 %. Sie kommt zwar in fast allen Gebieten ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vor, aber ihr Anteil ist meist sehr gering. Große Bedeutung hat die Tanne im Gebirge für die Sicherung der vielfältigen Schutzfunktionen. Sie ist ein wichtiges Element der natürlichen Waldgesellschaften gerade hinsichtlich der Klimaerwärmung, da sie mit weniger Niederschlägen als bislang vermutet auskommen kann. Aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche ermöglicht die Tanne einen naturnahen Waldbau. Ein zentrales Ziel der Staatsforstverwaltung ist Tanne am Waldaufbau wieder stärker zu beteiligen.

In seinen „dendrologischen Anmerkungen“ gibt GREGOR AAS, Leiter des ökologisch-botanischen Gartens der Uni Bayreuth einen Überblick über Verbreitung, Morphologie, Genetik und Ökologie der Weißtanne. Sie ist eine mittel- und südeuropäische Baumart der Mittel- und Hochgebirge. Die hohe Anzahl Nadeljahrgänge und abgeflachte, streng gescheitelte Nadeln sind u.a. Ausdruck für die ausgeprägte Schattentoleranz. Genetische Differenzierungen machen große Unterschiede zwischen süditalienischen und südosteuropäischen einerseits sowie mittel- und westeuropäischen Populationen andererseits deutlich.

HANS-JÜRGEN GULDER berichtet über die besonders beeindruckende Wurzelentwicklung auch auf schwierigsten Böden. Eine stark entwickelte und unaufhaltsam in die Tiefe strebende Pfahlwurzel ist ein typisches Merkmal der Weißtanne. Auch starke Staunässe vermag den Wurzeltyp nicht zu verändern. Pfahlwurzel und sehr kräftige Seitenwurzeln, die ebenfalls dicke nach unten drängende Senkerwurzeln bilden, sind die Gewähr für die hohe Stabilität dieser Baumart.

Wachstumskundliche Eigenschaften der Weißtanne beschreibt HEINZ UTSCHIG. Typisch für die Tanne ist das im Vergleich zur Fichte deutlich langsamere Höhenwachstum in der Jugend. Der Volumenzuwachs der Tanne ist gegenüber der Fichte in älteren Jahren deutlich höher. Tannen liefern ausgesprochen walzenförmige Stämme. In zu dicht stehenden Beständen weisen sie kurze Kronen auf und bilden häufig Wasserreiser an den Stämmen. Eine weitere typische Eigenschaft ist ihre lang andauernde Reaktionsfähigkeit; selbst bis zu 200 Jahre lang unterdrückte Tannen reagieren auf verbesserte Wuchssituationen mit hohen Zuwachsraten.

In ihrem Beitrag über „die Tanne in den natürlichen Waldgesellschaften Bayerns“ heben CHRISTIAN KÖLLING, JÖRG EWALD und HELGE VALENTOWSKI die natürlichen Gründe für die Seltenheit der Tanne hervor. Als diese sind zu nennen die Arealbildung nach der letzten Eiszeit, die standortsökologische Einnischung und die Konkurrenzsituation zur Buche. Die Weißtanne meidet atlantische Klimabereiche und bevorzugt ein subkontinentales Klima. Sie weist eine weite standortsökologische Amplitude

de auf und besiedelt selbst schwierigste Standorte, auf denen sie gegenüber anderen Baumarten besonders konkurrenzfähig ist und wo sie von Natur aus häufig zu finden ist. Neben den Tannenwaldgesellschaften sind hinsichtlich der Verbreitung der Tanne die Buchenwaldgesellschaften wesentlich bedeutsamer. Unverzichtbar ist sie im Bergmischwald, einer Buchenwaldgesellschaft in Gebirgslagen. Aber auch in Buchenwäldern des Alpenvorlandes, des Tertiärhügellandes und des fränkischen Keupers ist die Tanne eine Baumart der natürlichen Waldgesellschaft. Nachdem in den zurückliegenden Jahrzehnten eher eine Zurückhaltung beim Tannenanbau zu beobachten war, scheint nun eine euphorische Phase zu folgen. Im Hinblick auf die Klimaerwärmung wird die Tanne teilweise als Alternative zur Fichte gesehen. Wichtiges Anliegen ist den Autoren daher ein besonnenes waldbauliches Arbeiten mit der Tanne, das heißt, im Besonderen die Arealbegrenzung, ihre standortsökologische Einnischung und die Konkurrenzsituation zur Buche unbedingt zu berücksichtigen.

MONIKA KONNERT und ERWIN HUSSENDÖRFER berichten über genetische Untersuchungen der Weißtanne. Bislang wurden über 50 Tannenpopulationen in Bayern auf ihre genetische Variation hin erfasst. So ist die Differenzierung in den Hauptverbreitungsgebieten der Tanne deutlich geringer als in Mittelfranken und dem Tertiärhügelland. Die Tannen aus Südbayern können aufgrund der genetischen Strukturen in eine südwestliche und eine südöstliche Gruppe unterteilt werden. Die mittelfränkischen Vorkommen sind genetisch sehr heterogen. Vieles spricht dafür, dass in Mittelfranken die nacheiszeitlichen westlichen und östlichen Rückwanderungswege (Schweizer Jura-Weg und Ostalpenweg) aufeinander trafen. Genetische Untersuchungen sind u.a. wichtig bei der Abgrenzung von Herkunftsgebieten, bei Herkunftsüberprüfungen und bei Strategien zur Verjüngung und Wiedereinbringung dieser Baumart.

Mit der Thematik des „Tannensterbens“ beschäftigt sich der Beitrag von WOLFRAM ELLING. Hauptursache des Tannensterbens waren  $\text{SO}_2$ -haltige Abgase, auf welche die Weißtanne besonders sensibel reagiert. Durch Schadstoffimmissionen stark geschädigte Tannen weisen Zuwachsdepressionen und Jahrringausfälle auf. Kommen zur  $\text{SO}_2$ -Belastung zusätzliche Stressfaktoren wie extreme Winterkälte oder Trockenjahre hinzu, können Tannen auch massenweise absterben. Eine gesunde Tanne kann extreme Klimasituationen viel besser „wegstecken“ als eine durch langjährige  $\text{SO}_2$ -Immissionen geschädigte Tanne. Die Großfeuerungsanlagenverordnung (1983) führte bis 1988 zu einer drasti-

schen Reduktion der  $\text{SO}_2$ -Emission. Mit dieser Entlastung ist die Hauptursache des Tannensterbens weggefallen. Die junge nachwachsende Tannengeneration ist nach den Worten von Elling „über den Berg“. Da die Klimaerwärmung die Tanne weit weniger belasten wird als die Fichte, fällt der Tanne künftig in den Wäldern eine wichtige Rolle zu.

Eng verbunden mit der Thematik des „Tannensterbens“ sind die seit 1983 durchgeführten jährlichen Waldzustandsinventuren. FRANZ-JOSEF MAYER berichtet über die Entwicklung des Kronenzustandes der Tanne in Bayern seit Beginn der Untersuchungen. Über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg weist sie sehr hohe Nadelverluste auf. Im Jahr 2003 betrug das mittlere Nadelverlustprozent 29,1%. Eine - wenn auch geringe - Verbesserung gegenüber dem Jahr 2002 (31,4%) zeigt jedoch auch, dass sich die Tanne nach deutlichen Kronenverlichtungen wieder erholen kann.

In seinem Beitrag über „die Tanne im Frankenwald“ gibt OLAF SCHMIDT, Leiter der LWL einen walddeschichtlichen Rückblick über die Entwicklung des Frankenwaldes und den Rückgang der Tanne. In der „grüne Krone Bayerns“ kämen großflächig von Natur aus Buchen-Tannenwälder vor. Bis ins Mittelalter war der Frankenwald ein geschlossener Urwald. Mit dem Aufkommen der Flößerei wurde die Buche immer mehr zu Gunsten der Tanne zurückgedrängt. Bis zum Ende des 17. Jahrhunderts stieg der Tannenanteil auf 80 %. In der darauffolgenden Zeit führte eine unregelmäßige Bedarfswirtschaft zum Raubbau im Wald, dem man mit einer planvollen Forstwirtschaft im Jahre 1830 begegnen wollte. Mit Einführung der schlagweisen Wirtschaftsform wurde jedoch vor allem die Fichte gefördert. Heute dominiert die Fichte das Waldbild, während die Tanne einen Anteil von nur rund 1 % besitzt. In seinem Ausblick sieht Schmidt in der Zukunft gute Chancen für die Tanne im Frankenwald aber auch die Notwendigkeit einer verstärkten Beteiligung am Weldaufbau gerade im Hinblick auf die Klimaerwärmung.

Waldbauliche Konzepte für die Weißtanne im ostbayerischen Grenzgebirge stellt MAXIMILIAN WALDHERR, langjähriger Waldbaureferent der FoD Niederbayern-Oberpfalz und intimer Kenner des Bayerischen Waldes in seinem Beitrag vor. Das waldbauliche Ziel die Tanne am Bestandaufbau stärker zu beteiligen, sollte wo immer möglich über Naturverjüngung realisiert werden. Hierbei muss die Ökologie der Tannennaturverjüngung besonders berücksichtigt werden. Wenn zu rasch und zu viel Licht auf den Boden kommt, werden Fichte und Buche die Tanne überwachsen. Den größten Kon-

kurrenzvorteil hat die Tanne in ihrem langen Ausharrungsvermögen unter dem Altholzschirm. Während bei zunehmend länger dauerndem Schirmdruck die Buche immer mehr an Konkurrenzkraft verliert, kann die Tanne langsam aber beständig die Buche einholen. Als Unter- oder Zwischenstand vermag die Tanne bei einer Verbesserung der Lichtverhältnisse dann nach oben zu wachsen, während die Buche längst vergreist und nicht mehr wuchsfähig ist. Für die Erhaltung der Tanne ist ein stufiges Dauergefüge mit Tannenzwischenständern und -vorwüchsen eine zwingende Voraussetzung.

Wenn Tannen-Naturverjüngung z.B. wegen fehlender Altannen nicht möglich ist, muss auf Saatgut oder Kulturpflanzen zurückgegriffen werden. Dabei ist die Wahl der richtigen Herkunft von großer Bedeutung. In Bayern sind, wie RANDOLF SCHIRMER berichtet, 6 Tannen-Herkunftsgebiete mit 1080 ha Erntezulassungsbeständen ausgewiesen. Da die Zapfen im Herbst am Baum zerfallen, erfolgt die Zapfenernte schon Anfang September. In Deutschland wird jährlich ca. 4000 kg Tannensaatgut gewonnen. Das Saatgut ist wegen des hohen Wassergehalts nur bis zu 5 Jahre lagerfähig. Aufgrund niedriger Keimprozent und hoher Hohlkornanteile werden nur bis zu 4000 Sämlinge aus einem Kilogramm Saatgut gewonnen. Tannenpflanzen werden i.d.R. als 5-jährige Pflanzen ausgeliefert. Besonders bewährt haben sich auf Voranbauflächen Kleinpflanzen mit unbeschnittener Pfahlwurzel.

Wichtige Empfehlungen und Hinweise zum „Waldumbau mittels Tannensaat“ sind dem Beitrag von HELMUT BAUMHAUER zu entnehmen. Mittlerweile ist im Forstamt Weißenhorn beim Umbau von Fichtenreinbeständen auf labilen Standorten die maschinelle Saat zum Standardverjüngungsverfahren für die Tanne geworden. Die Tanne wird spätestens im Alter von U/2 in die Fichtenbestände gesät, um ihr einen ausreichenden Wuchsvorsprung gegenüber der Fichte zu sichern. Das Saatgut (Samen und Zapfenschuppen) wird in den Monaten Oktober bis November mit einem Schmalspurschlepper ausgebracht. Um im künftigen Bestand einen Tannenanteil von 30-40 % zu erhalten, werden ca. 5kg Saatgut pro Hektar ausgesät. An Gesamtkosten für die Saat werden rund 245 €/ha kalkuliert.

Mit betriebswirtschaftlichen Methoden untersucht THOMAS KNOKE, inwieweit die „Überführung von Fichtenreinbeständen in Plenterwald durch früh einsetzende Tannenvorausverjüngung“ eine finanziell rentable Maßnahme darstellen kann. Es hat sich gezeigt, dass ein 58-jähriger Fichtenbestand durch einen zeitlich gestaffelte Tannenvoranbau in einen ungleichaltrigen, stufigen Aufbau überführt

werden konnte. Im Vergleich mit einem Fichtenreinbestand mit schlagweiser Bewirtschaftung (Umschlagszeit: 98 Jahre) fielen die Einnahmen aus der Überführung niedriger aus. Da im Zuge der Überführung aber die Einnahmen früher und regelmäßiger eingingen, ergibt sich ein höherer Kapitalwert bereits ab einem Kalkulationszins von 2,6 %. Nach Abschluss der Überführung fallen im Plenterwald kontinuierlich Einnahmen an, während im schlagweisen Betrieb über einen längeren Zeitraum kaum Einnahmen zu erwarten sind. Knoke sieht in der Tanne in einem Konzept „Naturnaher Waldbau“ ein zentrales Element mit einer auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht erheblichen Bedeutung.

Obwohl sich Tannenholz nicht nur im Aussehen sondern auch in seinen Werkstoffeigenschaften nur wenig von der Fichte unterscheidet, weiß dennoch DIETGER GROSSER auch von artspezifischen Eigenschaften zu berichten, die die Tanne für bestimmte Verwendungsbereiche besonders geeignet erscheinen lassen. Tannenholz ist harzfrei. Daher ist es ein ausgesprochen guter Anstrichträger, empfiehlt sich als Innenauskleidung in Sauna-Räumen oder als geruchs- und geschmacksneutrale Käseschachtel. Tannenholz wird bevorzugt dort eingesetzt, wo Holz ständiger oder wechselnder Feuchte ausgesetzt ist, wie z.B. im Erd- und Wasserbau für Pfähle, Roste, Wasserradschaukeln und dergleichen. So steht das historische Amsterdam auf Pfahlgründungen aus Eiche und Tanne. Die Tanne lässt sich in gleicher Weise wie die Fichte als Konstruktionsholz einsetzen. Zum Beispiel ruht das spektakuläre EXPO-Dach auf der Weltausstellung in Hannover auf insgesamt 40 Tannen-Vollholzstützen und das Tragwerk über dem Kirchenschiff der Landshuter Martinskirche besteht aus feinjährigen Tannenhölzern.

Die Tanne verfügt zwar über hervorragende Holzeigenschaften, dennoch genießt sie bei vielen Holzkäufern nur wenig Ansehen. Die Gründe für das Absatztief sieht MICHAEL LUTZE in einer bislang unzureichenden Marketingstrategie. Die Tanne, i.d.R. zusammen mit der Fichte vermarktet, muss als eigenständige Holzart am Markt auftreten. Zunächst müssten Informationen über Vorrat, Qualität und Bereitstellungskosten erarbeitet werden. In Zusammenarbeit mit der Holzindustrie sollten dann Tannenprodukte gefördert und weiterentwickelt werden. Mit einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit und gezielten Werbemaßnahmen sind Industrie, Handwerk und Öffentlichkeit über das Produkt Tannenholz laufend zu informieren.

Über die besondere „tierökologische Bedeutung der Weißtanne“ berichten JÖRG MÜLLER und

M. GÖRNER. Da gibt es zum einen Arten, die ausschließlich auf die Tanne spezialisiert sind, wie den in Bayern ausgestorbenen „fliegenden Edelstein“ *Eurythya austriaca* oder die bekannteren Tannenkäfer der Gattung *Pityokteines*. Viele Arten jedoch bevorzugen Mischbestände aus Tannen und Buchen. Das Sommergoldhähnchen siedelt beispielsweise gerade in Buchen-Tannenwäldern in hoher Dichte. Die Fähigkeit der Tanne, auch auf trockenen, warmen Standorten zu wachsen ermöglicht den Austausch für Tierarten, die Eichen und Tannen bewohnen. Die höher werdenden Tannen überragen deutlich die Laubbäume und schaffen so auch in reifen Beständen einen Strukturreichtum. So brütete der Fischadler in Bayern im vorletzten Jahrhundert auf exponierten Alttannen. Auch die Tannenmisteln beherbergen eine spezialisierte Artengemeinschaft und verschiedene Vogelarten wie z.B. der Seidenschwanz nutzen die Mistelbeeren als wichtige Nahrungsquelle. Um die verschiedenen Lebensgemeinschaften der Tanne zu schützen, ist es notwendig, der Tanne wieder mehr Raum in den bayerischen Wäldern zu geben.

Es verwundert nicht, dass wenn man von Tanne und ihren Pilzen spricht, viele Pilzkenner sofort an den Lachsreizker, einen vorzüglichen Speisepilz, denken. Aber es gibt, wie M. BLASCHKE, Mykologe der LWL weiß, noch viele andere Arten. Der Tannenstachelbart mit seinen hunderten von kleinen an winzige Eiszapfen erinnernden Zähnchen ist einer der vielen Holz zersetzenden Pilze. Hexenbesen und ringförmige Stammwucherungen sind auf einen Rostpilz zurückzuführen. Auf andere sog. „Mykorrhizapilze“ ist die Weißtanne unbedingt angewiesen. Der bekannteste unter ihnen ist der schon erwähnte Lachsreizker.

Interessante arzneiliche Anwendungen der Tanne aus dem Mittelalter bis hin zur modernen Kosmetikbranche sind im Beitrag von NORBERT LAGONI zu finden. Bereits die Äbtissin Hildegard von Bingen beschrieb die Heilwirkung von Tannennadeln und -harz. Der Pfarrer und Naturarzt KNEIPP empfahl Tannentee bei Husten und Bronchitis. Gesammelt werden heute junge Zweigspitzen, Nadeln, Zapfen, Samen sowie das Harz. Die daraus gewonnenen Inhaltsstoffe werden innerlich wie äußerlich als Öle, Salben, Tinkturen und in getrockneter Form als Tees v.a. bei Erkältungskrankheiten sowie rheumatischen und neuralgischen Beschwerden angewendet.

In seinem Beitrag über „Tanne, Waldumbau und Jagd“ hebt GEORG MEISTER die ausgezeichneten Wohlfahrtswirkungen und Ertragsfunktionen gestufter tannenreicher Mischwälder hervor. In Anbetracht der gegenwärtigen Klimaerwärmung sieht er als dringende Aufgabe den Umbau von auf großen Flächen wachsenden gleichartigen und gleichaltrigen Nadelholzforsten. In diesem Waldumbauprogramm ist vielfach auch die Tanne am zukünftigen Bestandsaufbau zu beteiligen. Daher fordert MEISTER ein Tannenschutzprogramm, in welchem Schutzmaßnahmen aufgeführt sind, die vom Waldbau über die Luftreinhaltepolitik bis hin zur Jagdpolitik reichen.

## Summary

Annually since 1989, one tree species has been elected “tree of the year”. In well-established tradition, the Bavarian Institute of Forestry (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, or “LWF”) presents “Contributions” on the relevant tree of the year in a published LWF report, examining the tree from all sorts of angles. After the yew (1994) and juniper (2002), the silver fir is now the first conifer with a long tradition in managed forestry to be chosen.

250 years ago, the silver fir was still widespread in Bavaria and a reliable member of many forest communities. Since the 18th century, however, the proportion of silver firs has declined steadily. Over 250 years it has suffered as a result of browsing by deer, silvicultural errors, and harmful substances in the air. Although foresters have always been concerned to preserve the fir, the area it takes up now has shrunk to a fraction of the area it used to cover. It was labelled an extremely sensitive tree species and became known as “the wimp among forest trees”.

But especially now with global warming, many foresters are pinning their hopes on the fir. Its root system penetrates deep into the ground, and it can thus survive longer droughts better than the spruce. Is the fir an alternative to the spruce, then?

In his contribution, E. BROISINGER presents the significance of the silver fir in the Bavarian forests. The once widespread fir now takes up a proportion of approx. 2 % of the forests. It does occur in almost all areas of its natural area of dissemination, but its proportion is usually very small. The fir is very important in the mountains for securing the many protective functions of the forest. It is an important element in natural forest communities, especially with regard to global warming, as it gets by on less precipitation than assumed up to now. The fir's ecological requirements permit a form of silviculture which emulates nature. One of the central goals of the Bavarian state forestry administration is that the forest should include a greater proportion of firs.

In his “dendrological notes”, G. AAS gives an overview of the distribution, morphology, genetics and ecology of the silver fir. It is a Central and Southern European tree species occurring in low and high mountain ranges. The large number of needle generations and flattened, parted needles are among

other things a sign of how well the tree tolerates shade. There are clear genetic differences between southern Italian and south-eastern European populations on the one hand, and central European and western European populations on the other.

H.-J. GULDER reports on the fir's particularly impressive root development, even in the most difficult ground. A strongly developed taproot, inexorably reaching deep into the ground, is a typical characteristic of the silver fir. Even a great deal of stagnant moisture does not change the root type. The taproot and very strong side roots, which also form thick roots pushing downwards, guarantee the great stability of this tree species.

H. UTSCHIG describes the growth characteristics of the silver fir. Typical of the fir is the much slower height increment of young trees in comparison to spruce. The volume increment of the fir in comparison to spruce is much higher for older trees. Firs produce decidedly cylindrical trunks. In too dense stands they have short crowns and often form secondary branches on the trunks. Another typical characteristic is their ability to react after a long time; even firs which have been suppressed over up to 200 years react to improved growth conditions with high growth rates.

In their contribution on “the fir in the natural forest communities of Bavaria”, CH. KÖLLING, J. EWALD and H. WALENTOWSKI highlight the natural reasons for the rarity of the fir. These are the formation of areas after the last ice age, the ecological requirements of the fir as regarding site, and competition with the beech. The silver fir avoids Atlantic climate areas and prefers a sub-continental climate. It grows on a wide range of different types of site and settles even on the most difficult sites, on which it is particularly competitive in comparison with other tree species and where it is often to be found naturally. In comparison with the fir forest communities, beech communities are much more important for the distribution of the fir. The fir is essential in mixed mountain forests – a beech forest community in mountainous areas. But the fir is also a natural species in the forest community in beech forests in the foothills of the Alps, the Tertiärhügelland and the Franconian “Keuper” area. Although in past decades the regeneration of firs has been restrained, there

now appears to be a euphoric phase. With regard to global warming, the fir is sometimes seen as an alternative to the spruce. The authors thus believe that careful silvicultural work with the fir is important. Account should certainly be taken of the limits of suitable areas, of site requirements, and of the competition situation with beech.

MONIKA KONNERT AND E. HUSSENDÖRFER give a report on genetic examinations of the silver fir. Up to now, the genetic variations in over 50 fir populations in Bavaria have been investigated. The genetic differentiation in the main areas of distribution of the fir is much less than in Mittelfranken and the Tertiärhügelland areas. The firs from Southern Bavaria can be divided by genetic structure into a southwestern group and a southeastern group. Those occurring in Mittelfranken are genetically very heterogeneous. Much indicates that the post-ice age western and eastern routes of re-migration (Swiss Jura route and Eastern Alps route) met in Mittelfranken. Genetic investigations are among other things important for establishing areas of origin, for examining origins and for strategies for the regeneration and re-introduction of this tree species.

The contribution of W. ELLING is concerned with the dying off of the fir. The main reason for the dying off of the fir were gases containing  $\text{SO}_2$ , to which the silver fir is particularly susceptible. Firs badly affected by harmful substances in the air show a decline in growth, and missing year rings. If in addition to the damage caused by  $\text{SO}_2$  there are other stress factors, such as extreme cold in winter, or dry years, firs can also die en masse. A healthy fir can "shrug off" extreme climate conditions much better than one which has been damaged by years of  $\text{SO}_2$ -immissions. The "large-scale incinerators act" ("Großfeuerungsanlagen-verordnung") (1983) led by 1988 to a dramatic reduction in  $\text{SO}_2$ -emissions. With this act, the main factor causing the dying off of firs was removed. The young generation of firs now growing again is, in the words of ELLING, "over the worst of it". As the warming of the climate will affect the fir far less than the spruce, the fir will be given an important role to play in the forest in future.

The annual state-of-the-forest inventories that have been carried out since 1983 are closely involved with the theme of "the dying off of firs". E.-J. MAYER reports on the development of the crown condition of firs in Bavaria since the inventories began. Throughout the period of investigation, they showed a very high loss of needles. In 2003 the average percentage loss of needles was 29.1%. An –

albeit slight – improvement in comparison with the year 2002 (31.4 %) does however also show that the fir can recover after showing clear symptoms of needle loss.

In his contribution on "the fir in the Frankenwald", O. LAF SCHMIDT gives a look back over the development of the Frankenwald and the decline of the fir. In the "green crown of Bavaria", beech-fir forests would naturally occur over large areas. Until into the Middle Ages the Frankenwald was a virgin forest. With the advent of rafting, the beech was pushed back more and more in favour of the fir. By the end of the 17th century, the proportion of firs rose to 80%. In the period following this, unregulated consumption led to overexploitation of the forest, which was countered with forestry based on planning from 1830. The introduction of compartment cutting did however lead to the furthering of especially the spruce. Today the spruce dominates the forest, whereas the fir takes up a proportion of just 1 %. In his view of the prospects, Schmidt sees good chances for the fir in the Frankenwald, but also the necessity for giving it more prominence in the make-up of the forest, especially now given global warming.

In his contribution, M. WALDHERR presents silvicultural strategies for the silver fir in the mountains along the east Bavarian border. The silvicultural goal of increasing the proportion of firs in the forest structure should wherever possible take place by means of natural regeneration. Here the ecology of natural fir regeneration should be given special consideration. If there is too much light too quickly on the ground, spruce and beech will grow faster than the fir. The fir has the greatest competitive advantage in its ability to last a long time under the shade of older trees. Whereas the beech increasingly loses its ability to compete the longer it is under pressure because of shade, the fir can slowly but steadily catch up on the beech. As a lower or intermediate layer of the forest structure, the fir can grow upwards when the light improves, whereas the beech is no longer capable of significant growth. For preserving the fir, a permanent structure of the forest with trees of different sizes including fir as an intermediate species and with a headstart on other regeneration trees is essential.

If natural fir regeneration is not possible, because of a lack of mature firs, for example, we must resort to seeds or cultivated plants. In this it is very important to select plants of the correct origin. In Bavaria, as R. SCHIRMER reports, 6 areas have been designated areas of fir origin, with 1080 ha where harvesting is permitted. As the cones disintegrate on the trees in the autumn, the harvesting of cones

takes place at the beginning of September. In Germany approx. 4000 kg of fir seeds are harvested annually. The seeds can only be stored for up to 5 years because of their high water content. Because of low germination percentages and a high proportion of hollow seeds, up to 4000 seedlings only are gained from one kilogramme of seeds. Fir plants are normally delivered as five-year old plants. Small plants with uncut taproots have proven especially good in fir regeneration in advance of other species.

Important recommendations and tips on “Restructuring the forest with fir seeds” are to be gained from the contribution of H. BAUMHAUER. In the Weissenhorn Forest Office these days, machine seeding has become the standard regeneration method using firs to convert unstable pure spruce stands on wet sites. The fir is sown in the spruce stands at the age of half the rotation period at the latest, in order to give it a sufficient growth headstart on the spruce regeneration. The seeds (seeds and cone scales) are spread in October to November with a narrow-tracked tractor. In order to get a proportion of firs of 30-40% in the future stand, approx. 5 kg of seeds are sown per hectare. The total costs of the seeding are calculated at around 245 €/ha.

Using business management methods, T. KNOKE investigates to what extent the “conversion of pure spruce stands in “Plenterwald” (highly structured selection forest) by encouraging early advanced regeneration of firs” is financially viable. It has been shown that a 58-year old spruce stand can be converted into a mixed age stand with layered structure by advanced planting of firs at staggered intervals. In comparison with a pure spruce stand cut by compartment (98-year rotation), revenue from the conversion was lower. As the revenue came in earlier and more regularly during the course of the conversion, however, there is a higher capital value given a calculating interest rate of from 2.6 %. Once the conversion is complete, there is continually revenue from the “Plenterwald”, whereas with compartment cutting, very little revenue is to be expected over a longer period of time. In the idea of “close to nature” silviculture, Knoke sees the fir as a central element, and as being of considerable importance also from a business management point of view.

Although fir wood differs only a little from spruce wood, not just in terms of its appearance, but also in its properties as a working material, D. GROSSER has something to say about species-specific properties that make the fir particularly suitable for certain uses. Fir wood is resin-free. It therefore lends

itself very well to being painted or veneered, is to be recommended for the inner cladding of saunas, or for example for cheese boxes, given that it is neutral in smell and taste. Fir wood is used especially where the wood is exposed to constant or varying moisture, as for example for posts, gratings, water wheels and the like in mining and hydraulic engineering. Historic Amsterdam thus stands on foundation pillars made of oak and fir. The spectacular roof of the EXPO world exhibition in Hanover rests on a total of 40 solid fir supports and the load-bearing structure over the nave of St. Martin's Church in Landshut is made of fine-grained fir timbers.

The fir does have excellent timber properties, but does not have much standing with wood buyers. M. LUTZE believes the trough in sales is due to a deficient marketing strategy. The fir, normally marketed together with spruce, must be presented on the timber market as an independent wood species. First, information should be gathered on supply, quality and processing costs. Fir products should then be promoted and further developed, in cooperation with the wood industry. Industry, the trades and the public should be kept continually informed about fir wood as a product through intensive public relations work and targeted advertising campaigns.

J. MÜLLER and M. GOßNER present a report on the “special significance of the silver fir in terms of animal ecology”. On the one hand there are species which are dependent exclusively on the fir, such as the *Eurythya austriaca*, now extinct in Bavaria, or the better-known species of fir bark beetles of the *Pityokteines* genus. Many other species, on the other hand, prefer mixed stands of beech and fir. The firecrest (*Regulus ignicapillus*), for example, likes to settle in large numbers in beech-fir forests. The ability of the fir to grow also on dry, warm sites allows animal species that like to live in oaks and firs to swap between the two. The taller-growing firs tower above the deciduous trees and thus create a richness of structure even in mature stands. The osprey or fish hawk (*Pandion haliaetus*) bred in the last century on the protruding tops of mature firs. Fir mistletoe also houses a specialised species community, and for various species of bird, such as the common or Bohemian waxwing, (*Bombicilla garrulous*) for example, mistletoe berries are an important source of food. In order to protect the various communities living in and around the fir it is necessary to allow the fir more space again in the Bavarian forests.

When we talk about the fir tree and its fungi, it is no surprise that many mushroom experts immediately think of the “Lachsreizker” (*Lactarius salmonicolor*), an excellent edible mushroom. But as M. BLASCHKE knows, there are many other species. The hedgehog fungus (*Hericium*), with its hundreds of little teeth that look like tiny icicles, is one of the many fungi which decompose wood. “Witches’ broomsticks” and ring-shaped growths on trunks can be traced back to a rust. The silver fir is dependent on other so-called “Mykorrhiza fungi”. The best known of these is the already mentioned “Lachsreizker”.

N. LAGONI’S contribution covers interesting medicinal applications of the fir, from the Middle Ages to the modern cosmetics industry. The mediaeval abbess Hildegard von Bingen described the healing properties of fir needles and resin. The priest and homeopathic doctor Kneipp recommended fir tea for coughs and bronchitis. Today, the tips of young sprigs, needles, cones, seeds and resin are collected. The ingredients won from these are applied internally and externally as oils, ointments, tinctures and in dried form as teas, especially for colds and rheumatic and neuralgic complaints.

In his contribution on “the fir, forest conversion and hunting”, G. MEISTER highlights the excellent beneficial effects and yield properties of layered mixed forest with a high proportion of firs. With regard to the current climate warming, he sees the urgent necessity of converting from coniferous forests of the same species and same age over large areas. In this forest conversion programme the fir should also be used in large numbers in the future make-up of managed forests. Meister therefore demands a fir protection campaign in which protective action is taken, ranging from silvicultural measures to clean air policies to hunting policy.

## Anschriften der Autoren

DR. GREGOR AAS, Ökologisch-Botanischer Garten  
der Universität Bayreuth  
Universitätsgelände, 95440 Bayreuth  
Tel.: 0921/5529-60  
e-mail: Gregor.Aas@uni-bayreuth.de

HELMUT BAUMHAUER, Forstamt Weißenhorn  
Reichenbacher Straße 28, 89264 Weißenhorn  
Tel.: 07309/968812  
e-mail: poststelle@foa-wh.bayern.de

MARKUS BLASCHKE, Bayer. Landesanstalt für Wald  
und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4935  
e-mail: bls@lwf.uni-muenchen.de

FRANZ BROSINGER, Bayerisches Staatsministerium  
für Landwirtschaft und Forsten, Referat F5  
Ludwigstr. 2, 80539 München  
Tel.: 089/2182-2525  
e-mail: franz.brosinger@stmlf.bayern.de

PROF. DR. WOLFRAM ELLING, Fachhochschule Weihen-  
stephan Fachbereich Wald und Forstwirtschaft,  
Am Hochanger 5, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-5903  
e-mail: wolfram.elling@fh-weihenstephan.de

PROF. DR. JÖRG EWALD, Fachhochschule Weihen-  
stephan Fachbereich Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 5, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-5909  
e-mail: joerg.ewald@fh-weihenstephan.de

DR. DIETGER GROSSER, Institut für Holzforschung  
der Technischen Universität München  
Winzererstr. 45, 80797 München  
Tel.: 089/2180-6431  
e-mail: grosser@holz.forst.tu-muenchen.de

Jürgen Gulder, Bayer. Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4942  
e-mail: gul@lwf.uni-muenchen.de

PROF. DR. ERWIN HUSSENDÖRFER, Fachhochschule  
Weihenstephan Fachbereich Wald und  
Forstwirtschaft  
Am Hochanger 5, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-5904  
e-mail: erwin.hussendoerfer@fh-weihenstephan.de

DR. CHRISTIAN KÖLLING, Bayer. Landesanstalt für  
Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4945  
e-mail: koe@lwf.uni-muenchen.de

DR. THOMAS KNOKE, Lehrstuhl für Waldbau  
und Forsteinrichtung, TU München  
Am Hochanger 13, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4700  
e-mail: knoke@wbfe.tu-muenchen.de

DR. MONIKA KONNERT, Bayerisches Amt für  
forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)  
Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf  
Tel.: 08666/9883-13  
e-mail: monika.konnert@foasp.bayern.de

DR. NORBERT LAGONI, c/o Robugen GmbH  
Postfach 10 03 36, 73703 Esslingen  
Falkenhorstweg 4, 81476 München  
Tel.: 0711/366016  
e-mail: n.lagoni@t-online.de

DR. MICHAEL LUTZE, Bayer. Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-5130  
e-mail: lut@lwf.uni-muenchen.de

DR. FRANZ-JOSEF MAYER, Bayer. Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4875  
e-mail: fjm@lwf.uni-muenchen.de

DR. GEORG MEISTER  
Streudorfer Straße 1, 96476 Bad Rodach  
Tel.: 09564/809383  
e-mail: dr.georg.meister@t-online.de

FR JÖRG MÜLLER, Bayer. Landesanstalt für Wald  
und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4930  
e-mail: mue@lwf.uni-muenchen.de

RANDOLF SCHIRMER, Bayerisches Amt für forstliche  
Saat- und Pflanzenzucht (ASP)  
Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf  
Tel.: 08666/9883  
e-mail: randolf.schirmer@foasp-bgl.bayern.de

OLAF SCHMIDT, Bayer. Landesanstalt für Wald  
und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4881  
e-mail: sch@lwf.uni-muenchen.de

DR. HEINZ UTSCHIG, Lehrstuhl für  
Waldwachstumskunde  
Am Hochanger 13, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4712  
e-mail: Heinz.Utschig@lrz.tu-muenchen.de

MAXIMILIAN WALDHERR, Forstdirektion  
Niederbayern-Oberpfalz  
Tillystraße 2, 93053 Regensburg  
Tel. 0941/7870-203, e-mail:  
maximilian.waldherr@fod-ndop.bayern.de

DR. HELGE VALENTOWSKI, Bayer. Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11, 85354 Freising  
Tel.: 08161/71-4649  
e-mail: wal@lwf.uni-muenchen.de