

# 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

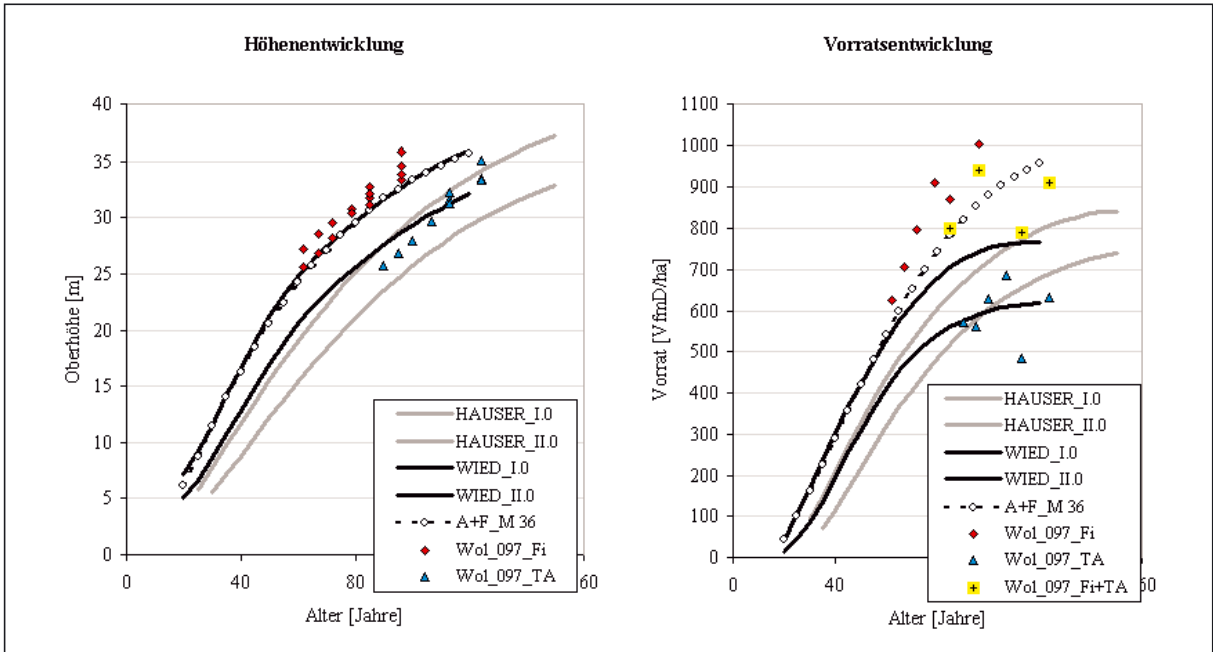


Abb. 1: Vergleich der Höhenentwicklung (links) und der Vorratsentwicklung (rechts) von Fichte nach der Ertrags-tafel WIEDEMANN (1945), Bonität I und II und der Ertragstafel ASSMANN und FRANZ (1963), Oberhöhenbonität 36, mittleres Ertragsniveau, mit der Tannenertragstafel von HAUSER (1955), Bonität I 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 laufenden jährlichen 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

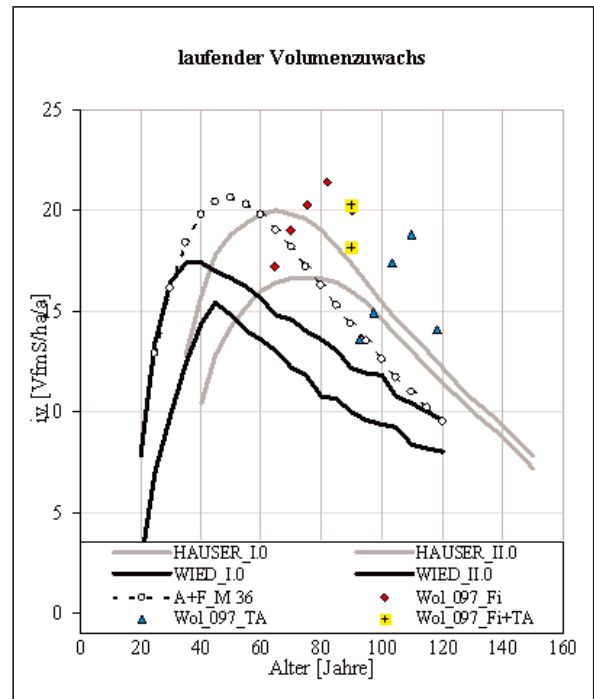


Abb. 2: Vergleich der Zuwachsentwicklung von Fichte nach der Ertragstafel WIEDEMANN (1936/42), Bonität I und II und der Ertragstafel ASSMANN und FRANZ (1963), Oberhöhenbonität 36, mittleres Ertragsniveau, mit der Tannenertragstafel von HAUSER (1955), Bonität I und II; zusätzlich dargestellt sind die 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 Zuwachsleistungen 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 Zuwachsleistung 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 Tannenstämmen daher bei gleicher Höhen-Durchmesser-Relation in eine bessere Stammholzklasse sortiert werden als Fichtenstämmen. 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 Tannenkrone 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

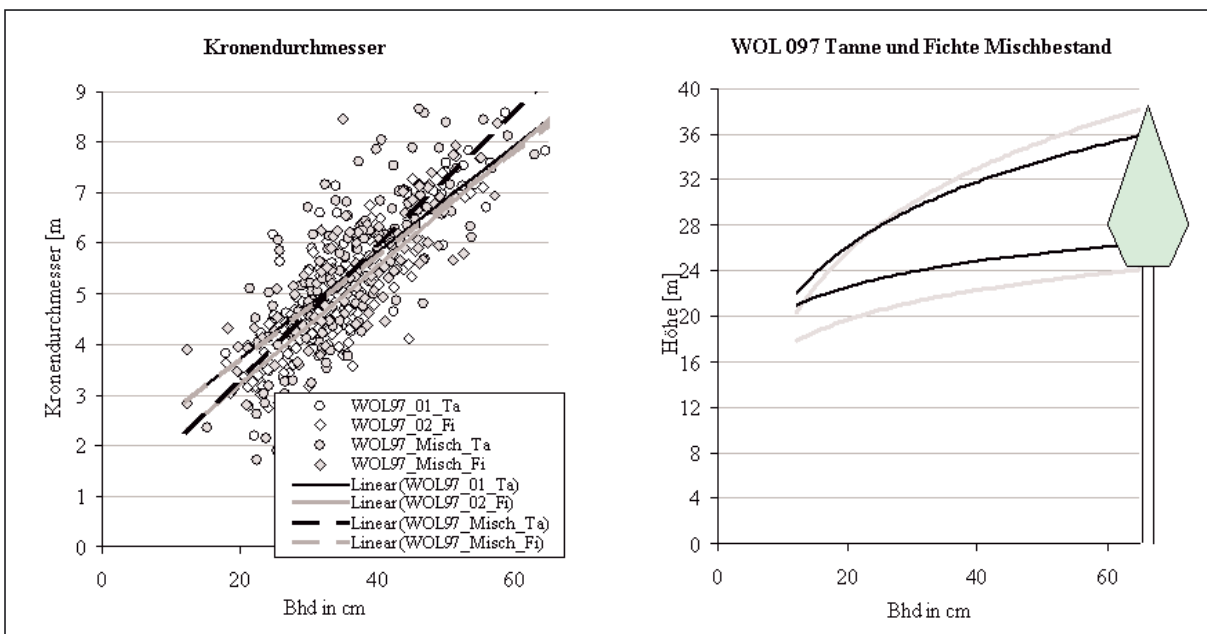


Abb. 3: **Links:** Darstellung der Entwicklung der Kronendurchmesser von Fichte und Tanne im Rein- und Mischbestand über dem Brusthöhendurchmesser; die Punktwolken wurden jeweils mit einer linearen Regression ausgeglichen. Die Ausgleichsgeraden zeigen interessante Unterschiede in den Steigungen zwischen 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*

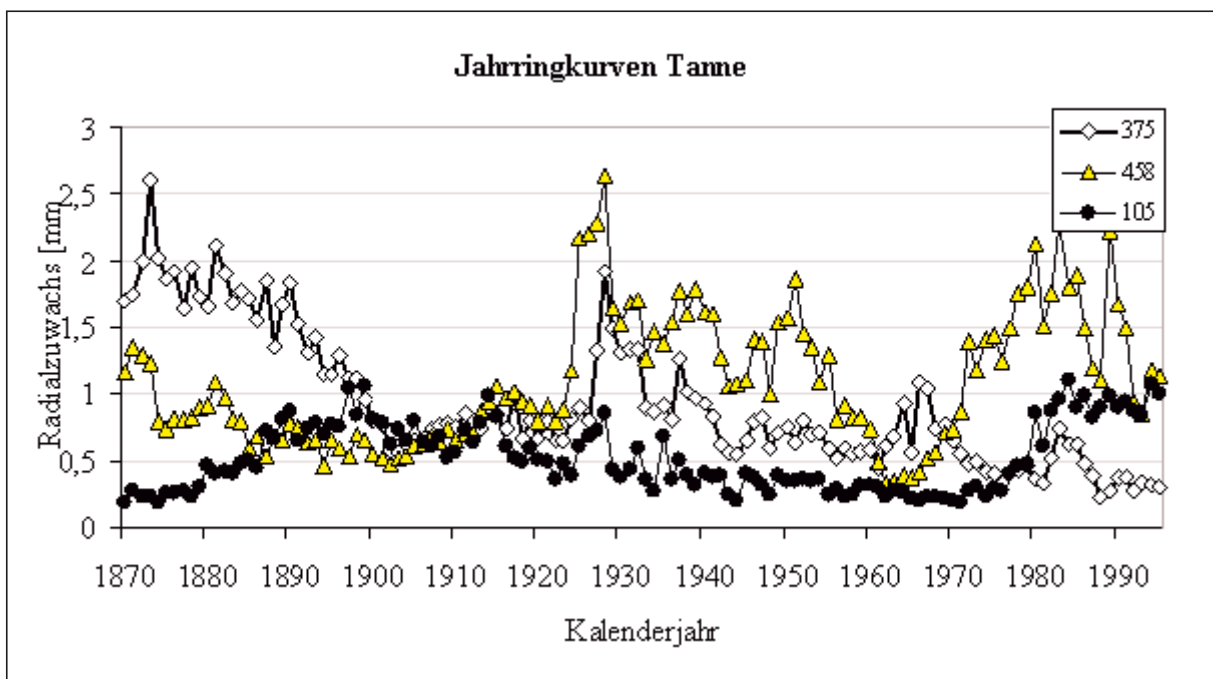


Abb. 4: Jahringkurven aus Bohrspananalysen zum Aufnahmezeitpunkt 1995 von ausgewählten Tannen-Probe-bäumen (Baum Nr. 375, 458 und 105) auf der Wuchreihe Garmisch-Partenkirchen 823 Parzelle 1

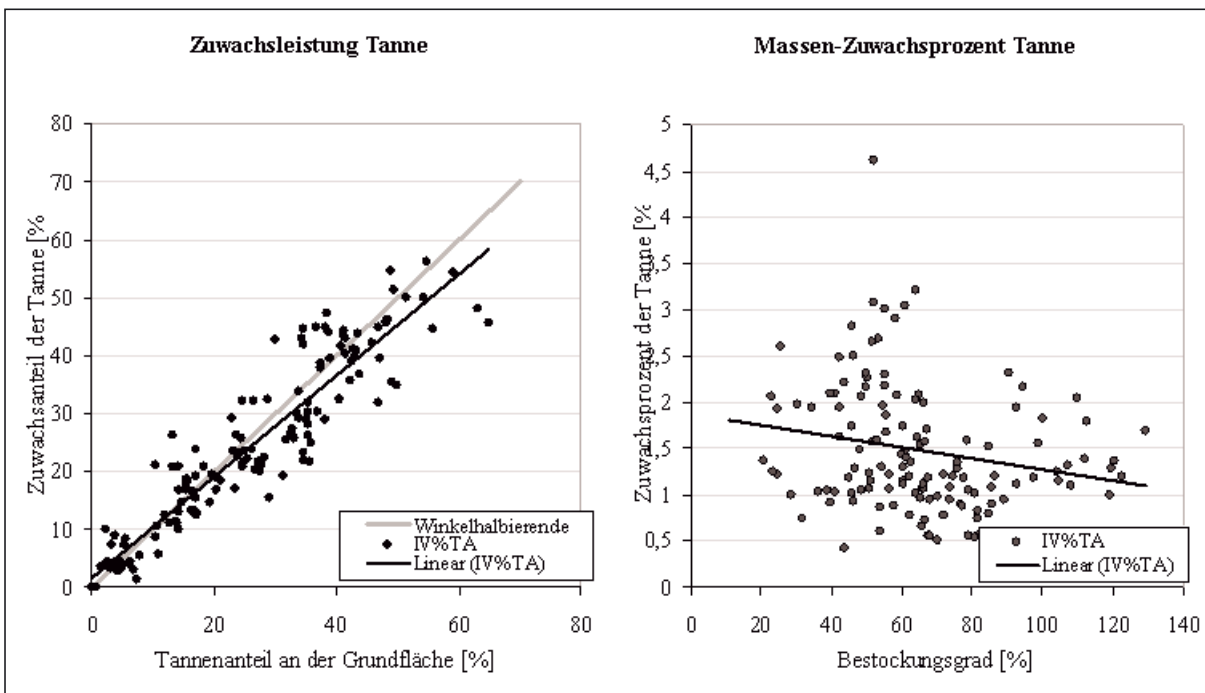
*mit langer, lebensfähiger Krone:* Das Beispiel des unterdrückten Baumes Nr. 105 unterstreicht die Leidensfähigkeit und die Überlebenskraft der Tanne. In den betrachteten 125 Jahren bleibt die Jahrringbreite meist unter 0,5 mm, nur von 1885 bis 1930 zeichnen sich geringfügig bessere Wachstumsbedingungen 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 Punktelwolke 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 Punktelwolke wurde mit einer linearen Regression ausgeglichen

## Nur gepflegte Tannen können die Erwartungen erfüllen

Die hohe Zuwachsleistung 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): Waldtragskunde. 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, F. (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: SCHOBER, 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.; MÖBMER, R.; BÄUMLER, A. (1995): Waldbauliche Dokumentation der flächigen Sturmschäden des Frühjahrs 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: SCHOBER, R. (Hrsg.) (1975): Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. Sauerländers Verlag, Frankfurt, 154 S.