

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 149 (1998)

Heft: 12

Artikel: Untersuchungen zum Farbkern der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Baden-Württemberg

Autor: Höwecke, Bert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766147>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 02.05.2026

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

Untersuchungen zum Farbkern der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Baden-Württemberg¹

Von Bert Höwecke

Keywords: Beech; coloured heartwood; red heartwood; wood properties.

FDK 176.1 Fagus : 81 : 85 : (430)

1. Einleitung

In Mitteleuropa wurden Symptome der sogenannten «Walderkrankung» Ende der siebziger Jahre zunächst bei den Baumarten Weisstanne und Fichte beobachtet. Die Verunsicherung der Holzverwender bezüglich der Entwicklung der Holzqualität führte zu ausführlichen Prüfungen der Verwendbarkeit des Holzes von Fichten und Tannen mit unterschiedlich starken Nadelverlusten (*Frühwald et al.*, 1984; *Schulz*, 1985; *Grammel et al.*, 1986). Es ergaben sich in der Regel keine signifikanten Unterschiede bezüglich der physikalischen, mechanischen und chemischen Holzeigenschaften. Ab 1983 zeigten sich in Baden-Württemberg auch in Buchenbeständen zunehmende Blattverluste. Nun äusserten sich die Holzverwender besorgt über die Verwendbarkeit des Holzes von Buchen mit starken Blattverlusten, zumal die Ergebnisse aus den Prüfungen von Fichte und Tanne nicht ohne weiteres auf die Buche übertragen werden konnten. Weiterhin häuften sich Meldungen aus Forstpraxis und Sägereibetrieben über das verstärkte Auftreten von Farbkernen in älteren, über 100jährigen Buchenbeständen. Zur Klärung dieser Fragen wurden an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung, zwischen den Jahren 1986 und 1991 zwei grössere Forschungsprojekte durchgeführt (*Klebes et al.*, 1988; *Höwecke und Mahler*, 1991). Die vorliegende Arbeit fasst die Resultate dieser beiden Untersuchungen zusammen.

¹Nach einem Referat, gehalten am 12. Januar 1998 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

2. Projekt 1 – Ermittlung einiger Holzeigenschaften von Buchen mit verschieden starken Blattverlusten

2.1 Zielsetzungen

Dieses Projekt sollte in erster Linie klären, ob sich Buchen mit hohen Blattverlusten von solchen mit geringen Blattverlusten bezüglich Zuwachs sowie holztechnologischer und -anatomischer Eigenschaften voneinander unterscheiden. Im einzelnen wurden folgende Ziele angestrebt:

- Eine Zuwachsanalyse sollte klären, ob bei den Buchen mit hohen Blattverlusten Einbussen des Holzzuwachses zu erwarten sind.
- Die Bestimmung des Holzfeuchtegehalts zum Fällungszeitpunkt sollte Hinweise liefern, ob die Wasserführung im Holzkörper und somit die Vitalität des Baumes beeinträchtigt ist.
- Die Ermittlung einiger physikalischer (Mittlere Jahrringbreite, Normal-Rohdichte) und mechanischer Holzeigenschaften (Druckfestigkeit parallel zur Faser, Biegefestigkeit, Biege-E-Modul) sollte aufzeigen, ob sich die Holzqualität von Buchen mit hohen im Vergleich zu geringen Blattverlusten voneinander unterscheidet. Ein zusätzlicher Lagerversuch sollte klären, ob sich die Lagerungsdauer als Schnittholz im Sägewerk oder als Rundholz im Wald auf die holztechnologischer Eigenschaften auswirkt.
- Schliesslich sollte die Frage geklärt werden, ob sich unterschiedliche Blattverluste auf die Anatomie des Holzes auswirken.

2.2 Material und Methoden

Der Probebestand befand sich in Abt. I/31 Staatswald Rheinfelden, in einer Höhenlage von 450 m ü. M. Es handelte sich um ein 90- bis 130jähriges, angehendes Buchen-Altholz, das auf den Standortseinheiten «mässig frischer Feinlehm» bis «wechselfeuchter Decklehm» stockte. Der Bestand, der sich in der Hauptwindrichtung der Industriestandorte Basel (CH) und Mulhouse (F) befand, war bereits seit längerer Zeit einer beträchtlichen Schadstoffbelastung ausgesetzt. Eine 1985 gefertigte, unpublizierte Studie der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Waldschutz, über Schadstoffimmissionen im Stadtwald Rheinfelden, hatte erhöhte Gehalte an Fluor, Chlor und Schwefel in den Blättern ergeben. Seit 1981 wurden dort teilweise starke Kronenverlichtungen beobachtet.

Innerhalb des Bestandes wurden sieben Probestämme mit unterschiedlich starken Blattverlusten ausgewählt (*Tabelle 1*). Es ist zu bemerken, dass die beiden Bäume, die die höchsten Blattverluste aufwiesen, auf Feinlehm, das heisst auf einem der besten Buchenstandorte Baden-Württembergs, stockten.

Tabelle 1. Beschreibung der Probebäume.

Baum Nr.	1	3	4	5	7	8	9
Blattverlust [%]	65	85	55	60	10	10	10
Schadklasse	3	3	2	2	0	0	0
Länge [m]	36,3	31,5	32,0	33,2	35,1	36,0	37,0
BHD [cm m. R.]	58	46	54	53	45	49	64
Baumklasse (Krafft)	1	2	2	2	2	2	1
Alter ($d_{1,3}$) [Jahre]	130	126	105	105	99	122	125
h/d-Verhältnis (m.R.)	62,6	68,5	59,3	65,6	78,0	73,5	57,8
Kronenfläche [m ²]	61	30	120	118	71	64	114
Standortseinheit	FL	FL	DL	DL	DL	FL	FL

(FL = Feinlehm, DL = Decklehm)

Unmittelbar nach dem Einschlag der Probebäume am 24. Oktober 1985 wurden pro Baum je zwei Stammscheiben für die Zuwachsbestimmung und die Ermittlung der Holzfeuchte zum Fällungszeitpunkt entnommen (*Abbildung 1*). Die Zuwachsuntersuchungen wurden von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldwachstum, übernommen. Zur Ermittlung der Holzfeuchte zum Fällungszeitpunkt wurde über jede Stammscheibe ein Messkreuz in Nord-Süd/Ost-West-Richtung gelegt und daraus in 2-cm-Abständen Proben entnommen. Die Herleitung der Messwerte erfolgte nach *DIN 52183*.

Die Stämme wurden in je zwei Blöcke zu 4,20 m Länge aufgetrennt und zum Einschnitt in ein Sägewerk transportiert. Das Reststück verblieb zunächst zur Waldlagerung im Bestand. Im Sägewerk wurden die Blöcke in 30-mm-Brettware eingeschnitten, schonend künstlich getrocknet und als Blockware im Schnittholzlager aufgesetzt. Jeweils zwei 60cm lange Abschnitte wurden zu den Zeitpunkten November 1985, April 1986 und Juli 1986 entnommen. Auch beim waldlagernden Reststück erfolgte die Probennahme im Juli 1986. Aus den fünf mittleren Bretteilen wurden fehlerfreie Proben zur Prüfung der Rohdichte, mittleren Jahrringbreite sowie Druck- ($n \approx 2300$) und Biegefestigkeit ($n \approx 2200$) nach *DIN 52180–52186* hergestellt.

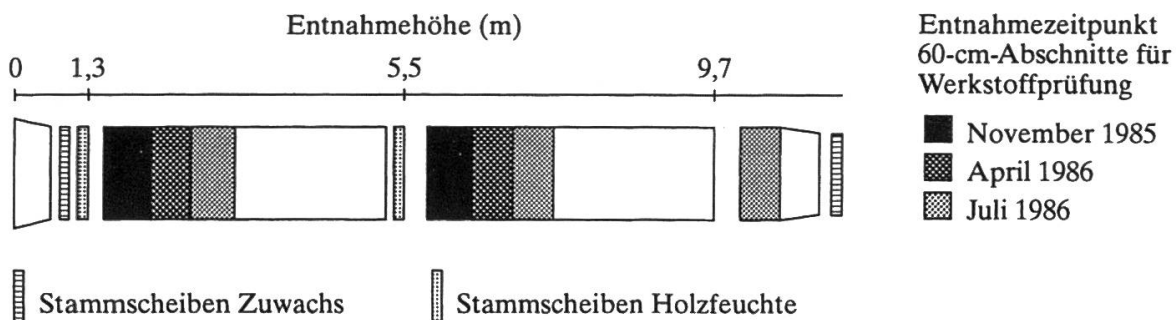


Abbildung 1. Probennahme im Stamm.

Nachdem bei einer Buche Rotkern und bei zwei Buchen ausgedehnte, bis in den Splint ausufernde Spritzkerne mit zahlreichen schwarzen Flecken am Rand gefunden wurden (*Abbildung 2*), kam diesen Probestämmen eine besondere Aufmerksamkeit zuteil. Deutlich sind auch in der Schnittware dieses Baumes die dunklen Spritzkernränder zu erkennen (*Abbildung 3*).

Zur Ermittlung der holzanatomischen Merkmale wurden im Splint und im Kernbereich, bei Buchen mit Spritzkern auch am dunkel gefärbten Kernrand Mikrotomschnitte hergestellt und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Forstbotanik der Universität Freiburg i. Br. (Prof. Braun) interpretiert.

2.3 Resultate

2.3.1 Zuwachsuntersuchung

Bei den Buchen der Schadklasse 2 und 3 ist seit 1980 ein drastischer Zuwachsrückgang zu verzeichnen, während die Buchen mit geringen Blattverlusten auf einem normalen Niveau verbleiben (*Abbildung 4*). Ein derartiger Zuwachseinbruch konnte in der bisherigen Bestandesgeschichte nicht nachgewiesen werden.

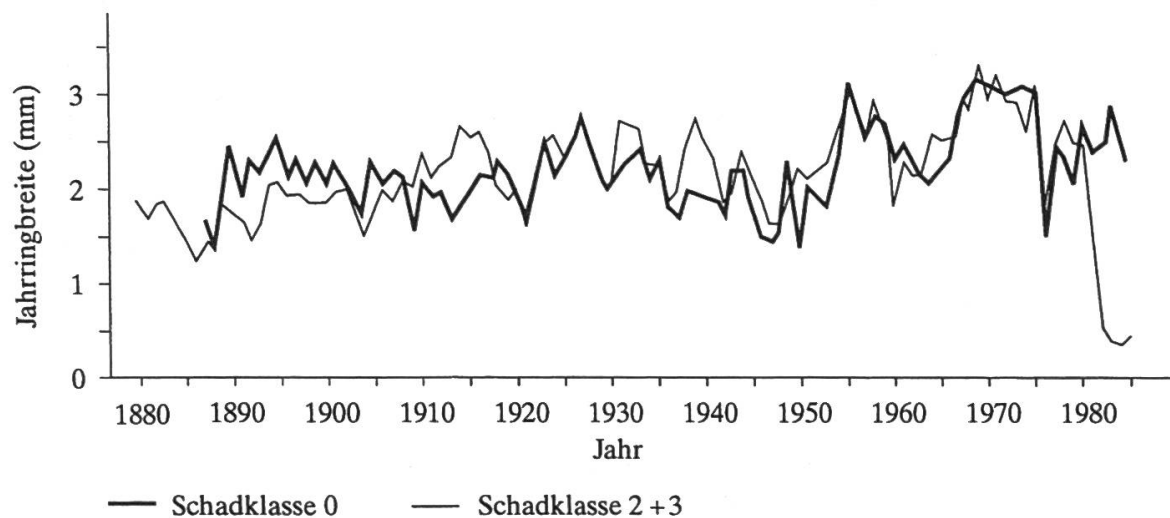


Abbildung 4. Durchschnittlicher Zuwachs bei Buchen der Schadklasse 0 (n=3) und 2+3 (n=4) von 1880 bis 1985.

2.3.2 Holzfeuchte zum Fällungszeitpunkt

Bei den normal verkernten Buchen konnte zwischen dem Kollektiv «Schadklasse 0» und «Schadklassen 2 und 3» kein gesicherter Unterschied bezüglich der Holzfeuchte im Stammquerschnitt festgestellt werden. Auch die

Werte der normalverkernten Buchen der Schadklassen 2 und 3 befanden sich auf dem von *Rademacher* 1986 genannten Niveau von Buchen der Schadklasse 0. Im Gegensatz dazu fielen die Spritzkern- und Rotkern-Buchen durch eine vergleichsweise geringe Wasserführung im Splint auf.

Abbildung 5 zeigt exemplarisch die ermittelte Holzfeuchte im Stammquerschnitt der Bäume 7 (normal verkernt) und 5 (Spritzkern) in Entnahmehöhe 1,25 m. Bei Buche Nr. 7 sind im Splint durchwegs hohe Feuchtigkeitswerte festzustellen; sie nehmen zum Mark hin kontinuierlich ab. Bei Buche Nr. 5 war die Feuchte über den gesamten Stammquerschnitt gering. Die niedrigsten Werte ergaben sich am dunkel gefärbten Spritzkernrand. Die unterschiedlichen Feuchtigkeitswerte konnten nicht durch unterschiedliche Rohdichtewerte erklärt werden, denn die Mittelwerte befanden sich mit $0,73 \text{ g/cm}^3$ (Baum 7) und $0,75 \text{ g/cm}^3$ (Baum 5) auf fast identischem Niveau.

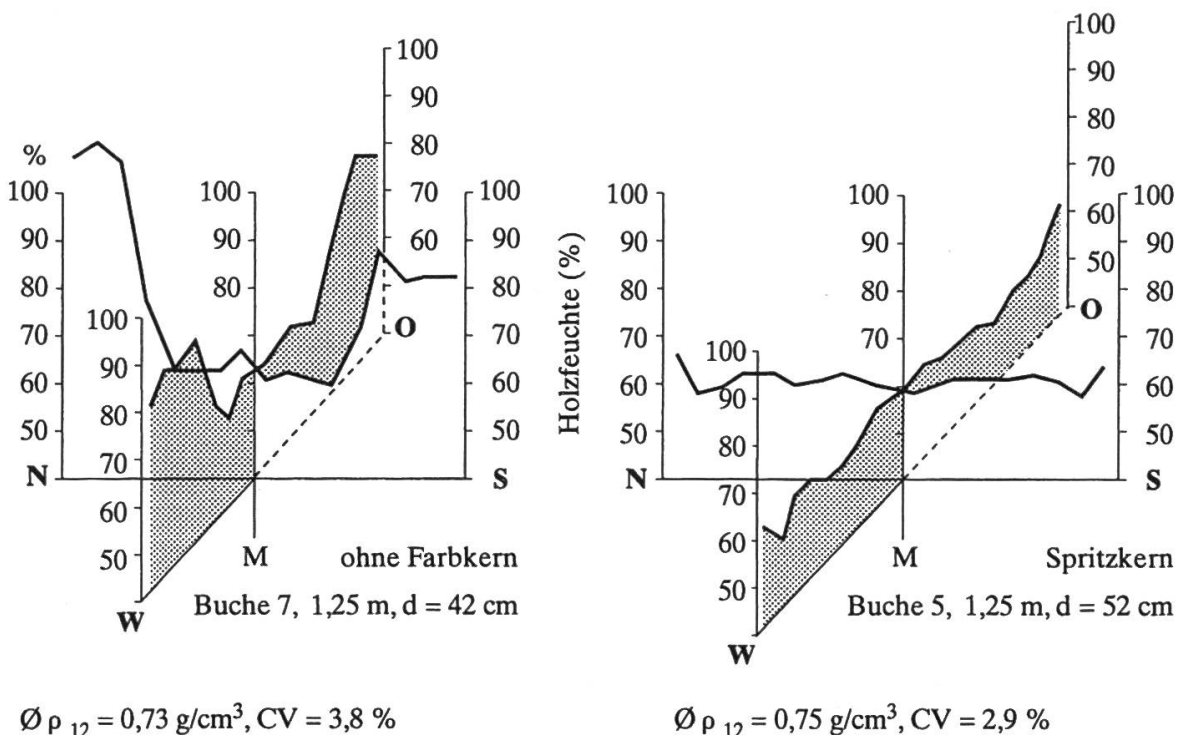


Abbildung 5. Holzfeuchte zum Fällungszeitpunkt am Stammfuss: Bu 7, Blattverlust 10%, kein Farbkern, im Vergleich zu Bu 5, Blattverlust 55%, Spritzkern.

2.3.3 Holztechnologische Eigenschaften

Wie auch von *Koltzenburg* und *Knigge* 1987 festgestellt, konnten in der eigenen Untersuchung bei Bäumen mit starken Blattverlusten keine schlechteren Holzeigenschaften nachgewiesen werden. Die baumweisen Mittelwerte der Normal-Rohdichte, Druck- und Biegefestigkeit bewegen sich im Rahmen von älteren Literaturwerten (*Tabelle 2*).

Tabelle 2. Baumweise Mittelwerte der Normal-Rohdichte, Biege- und Druckfestigkeit (Probenahme 11/1985) im Vergleich zu Literaturwerten.

Baum Nr.	1	3	4	5	7	8	9
Blattverlust [%]	65	85	55	60	10	10	10
n (Druckprüfg.)	87	70	94	93	65	86	107
$\bar{x} \rho_{12}$ [g/cm ³]	0,65	0,71	0,73	0,75	0,73	0,77	0,79
CV [%]	3,3	4,0	4,2	2,9	3,8	3,2	3,8
Literaturwert	ρ_{12} Trendelenburg und Mayer-Wegelin 1955: 0,52 – 0,71 – 0,90 [g/cm ³]						
$\bar{x} \sigma_{D\parallel}$ [N/mm ²]	48,0	52,2	50,4	54,9	51,9	56,1	53,3
CV [%]	5,4	6,3	6,4	6,8	7,5	7,4	9,8
Literaturwert	$\sigma_{D\parallel}$ Kollmann 1951: 40,2 – 60,8 – 97,2 [N/mm ²]						
$\bar{x} \sigma_B$ [N/mm ²]	103,3	110,9	116,7	122,7	111,2	132,7	120,7
CV [%]	8,1	10,1	6,0	7,6	7,6	7,9	12,4
Literaturwert	σ_B Kollmann 1951: 72,5 – 120,6 – 205,9 [N/mm ²]						

Des weiteren konnte keine systematische Abhängigkeit der Holzeigenschaften vom Kerntyp sowie von der Lagerungsdauer – sowohl als Schnittholz auf dem Lagerplatz als auch Rundholz im Wald – festgestellt werden. Im Stammquerschnitt ergaben sich in der Regel vom Splint zum Mark hin leicht ansteigende Werte der Rohdichte sowie Druck- und Biegefestigkeit. Auch dieses Phänomen wurde bereits von *Trendelenburg* und *Mayer-Wegelin* 1955 beschrieben.

2.3.4 Holzanatomische Untersuchungen

Im Splintholz wurden – unabhängig von Blattverlust und Kerntyp – keine anomalen Zellstrukturen beobachtet. Die Gefäße waren unverthyllt, das Parenchym lebend. Stärkekörner waren in den Markstrahlen vorhanden. Unterschiede ergaben sich jedoch im Kernholz, abhängig vom Kerntyp: Während bei den normal verkernten Buchen Verhältnisse wie im Splint vorgefunden wurden, waren bei Baum Nr. 9 (Rotkern) die Gefäße teilweise verthyllt.

Bei der Buche mit Spritzkern (Baum Nr. 5) ergaben sich im zum Splint hin scharf abgegrenzten, dunklen Spritzkern-Rand folgende Beobachtungen (*Abbildungen 6* und *7*): Die Gefäße waren grösstenteils verthyllt, das axiale und Holzstrahl-Parenchym beinhaltete bräunliche Konkretionen, Stärkekörner waren im Parenchym nicht vorhanden. Des weiteren wiesen die Zellulmina der Tracheiden zum Teil gelbe Füllungen oder körnige Einlagerungen auf. In Marknähe waren die Gefäße weniger stark verthyllt. Pilzhyphen wurden in diesen Proben jedoch nicht festgestellt.

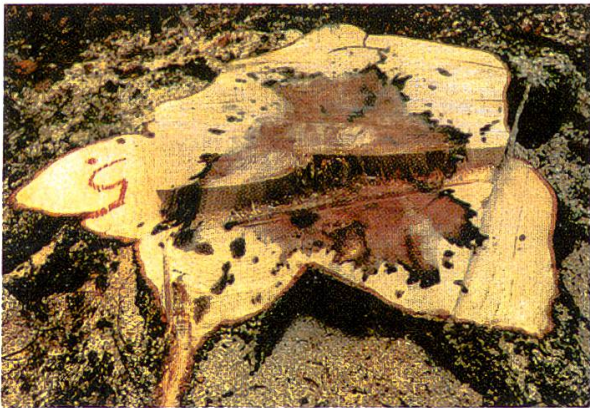


Abbildung 2. Ausufernder Spritzkern des Probebaumes Nr. 5.

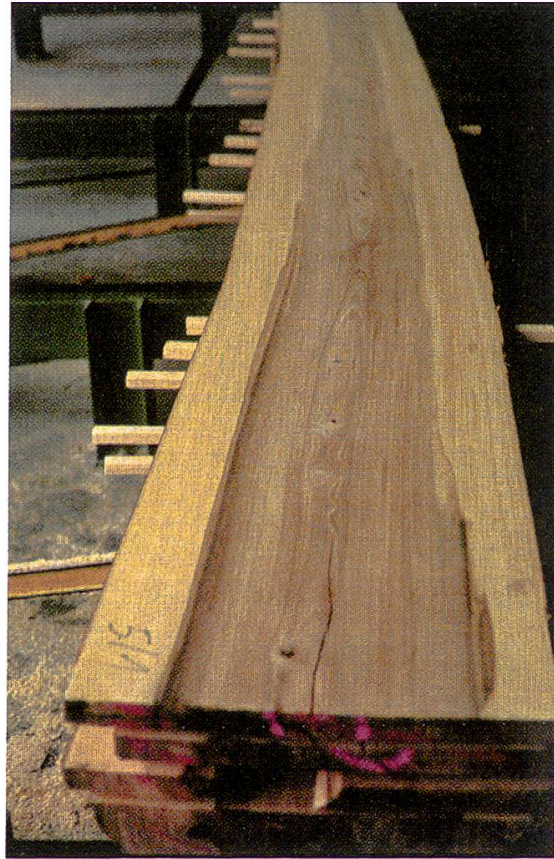


Abbildung 3. Mittelbrett aus Abschnitt 1 des Probebaumes Nr. 5.



Abbildung 6. Buche Nr. 5, Spritzkern quer, blasse gelbe Füllungen der Tracheiden (Pfeil). Vergrößerung etwa 140fach.

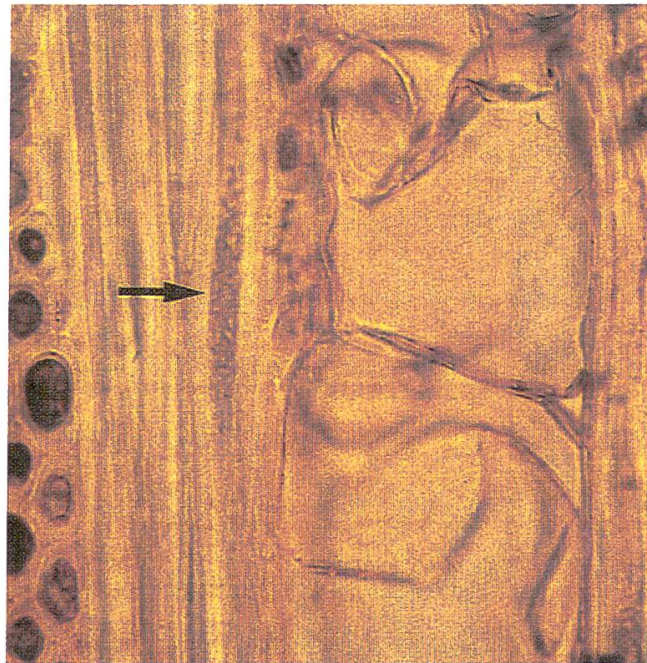


Abbildung 7. Buche Nr. 5, Spritzkern tangential, körnige Einlagerung in Tracheide (Pfeil). Vergrößerung etwa 350fach.

3. Projekt 2 – Untersuchungen zur Farbverkernung bei der Rotbuche in Baden-Württemberg

3.1 Zielsetzungen

Um Kausalitäten zwischen bestimmten auslösenden Ereignissen und bestimmten Farbkerntypen (Zycha, 1948; Necesany, 1969) auszuschliessen und überregional vergleichbare Aussagen treffen zu können, sollte eine Klassifizierung des Buchen-Kernholzes vorgenommen werden. Anhand dieser Klassifizierung sollte die Abhängigkeit der Kernbildung von Stammdimension und Alter sowie das Vorkommen bestimmter Kerntypen im Stammverlauf ermittelt werden. Des weiteren fand eine Überprüfung statt, inwieweit sich die Farbkernbildung auf die Bewertung des Buchen-Stammholzes auswirkt. Schliesslich wurde untersucht, ob standörtliche Schwerpunkte der Farbverkernung nachzuweisen sind.

3.2 Material und Methoden

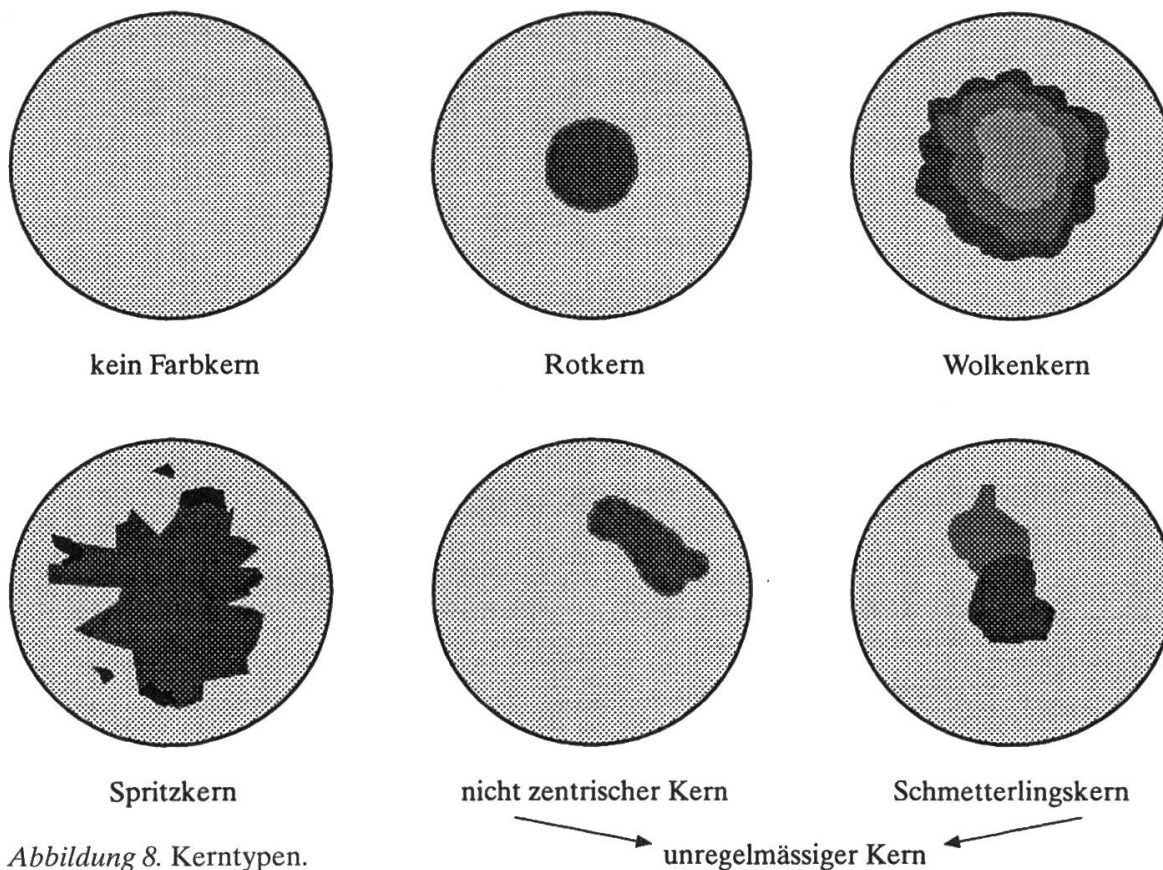
3.2.1 Klassifizierung des Buchen-Kernholzes

In Zusammenarbeit mit Walter und Kucera (1991) wurden folgende Kerntypen nach Farbe und Form unterschieden (Abbildung 8):

1. Kein Farbkern: Kein Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz.
2. Rotkern: Farbe meist rot bis braun, Zentrum des Kerns im Stammzentrum, annähernd kreisrund, den Jahrringgrenzen folgend.
3. Wolkenkern: Zentrum des Kerns im Stammzentrum, mit mehreren, oft verschiedenfarbigen Ausbreitungszonen, am Rand meist dunkler.
4. Spritzkern: Zacken- oder flammenartiger, oft dunkler Rand, schwarze Flecken ausserhalb des Kerns möglich.
5. Unregelmässiger Kern: Zentrum ausserhalb des Stammzentrums und/oder Form nicht annähernd kreisrund. Hierzu zählt auch der sogenannte «Schmetterlingskern».

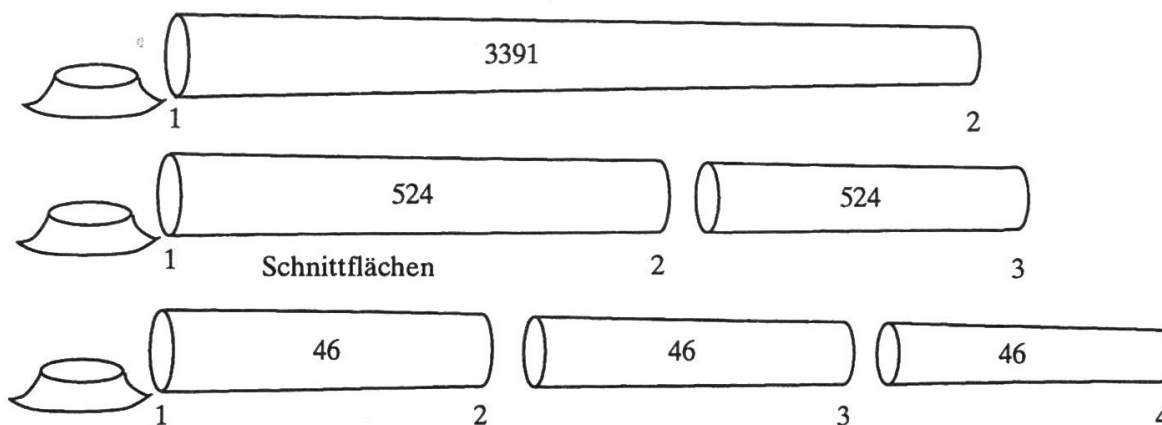
3.2.2 Probennahme

Die Probennahme erfolgte in insgesamt 15 Forstbezirken, welche sich in den Hauptverbreitungsgebieten der Rotbuche in Baden-Württemberg befanden. Dazu zählten auch die sechs Forstbezirke mit dem höchsten jährlichen Buchen-Einschlag des Landes. Die Datenaufnahme fand ausserhalb der Vegetationsperiode in zwei bis sechs Hieben pro Forstbezirk unmittelbar nach



Aufarbeitung des Stammholzes statt. Zur Auswahl der Probehiebe galten folgende Kriterien: Buchenanteil im Bestand > 70%, mittleres Bestandesalter > 100 Jahre, Hiebsgrösse > 100 Erntefestmeter (EFm), Hieb möglichst nur auf einer einzigen Standortseinheit.

Die Sortenbildung wurde durch den Versuch nicht beeinflusst. Dies bedeutet, dass pro Baum ein bis drei Stammholzabschnitte erzeugt wurden (Abbildung 9). Insgesamt gingen die Daten von 3961 Bäumen ein. Dies entspricht 4577 Stammholzabschnitten mit total 6288 EFm.



Folgende Variablen wurden aufgenommen:

- Pro Hieb: Mittlere Höhenlage ü.N.N., Sommerariditätsindex, Dauer der Vegetationszeit sowie aus der Standortkartierung die Schätzgrößen Frischestufe und Trophie.
- Pro Baum: Brusthöhendurchmesser mit Rinde, mittleres Bestandesalter (aus Forsteinrichtungswerk).
- Pro Stammholzabschnitt: Länge, Mittendurchmesser ohne Rinde.
- Pro Schnittfläche: Stammdurchmesser ohne Rinde, Kerndurchmesser, Kerntyp, Kernfarbe [rot, braun, grau, schwarz, marmoriert (= Wechsel zwischen helleren und dunkleren Farbtönen)], Durchmesser von Faulstellen, Anzahl schwarzer Flecken, Anzahl T-Flecken (= Mosaikfarbkern nach *Bosshard*, 1965).

3.2.3 Ökoserien-Gruppen

Es stellte sich heraus, dass sich die zum Teil geschätzten, hiebsbezogenen Variablen als für die Farbkernbildung nicht signifikant herausstellten. Um dennoch eventuell vorhandene, standörtliche Schwerpunkte der Farbkernbildung ermitteln zu können, wurden in Zusammenarbeit mit Mühlhäuser und Aldinger 1991 (mdl.) fünf Ökoserien-Gruppen ausgeschieden: Schichtlehm/Kalkverwitterungslehm, Weissjura hang, Feinlehm/Lehm, Kristallin, Buntsandstein.

3.3 Resultate

3.3.1 Kerntypen nach Alters- und BHD-Klassen

Das mittlere Bestandesalter aus dem Forsteinrichtungswerk erwies sich als Einflussgrösse auf die Farbkernbildung weniger geeignet. Es konnte zwar eine Abnahme der Anzahl Buchen ohne Farbkern mit zunehmendem Alter festgestellt werden, jedoch waren weitere Tendenzen nur schlecht oder überhaupt nicht erkennbar. Der Brusthöhendurchmesser war als Einflussgrösse deutlich besser geeignet.

In *Abbildung 10* zeigt sich die deutliche, tendenzielle Abnahme der Buchen ohne Farbkern mit steigendem BHD. Rot- und Wolkenkern traten zumeist an der zopfbürtigen Schnittfläche auf, wobei der Wolkenkern mit zunehmender Dimension häufiger vorkam. Unregelmässige Kerne waren sowohl am Stammfuss als auch am Zopf von grosser Bedeutung. Spritzkerne traten eher am Stammfuss und in stärkeren Dimensionen auf.

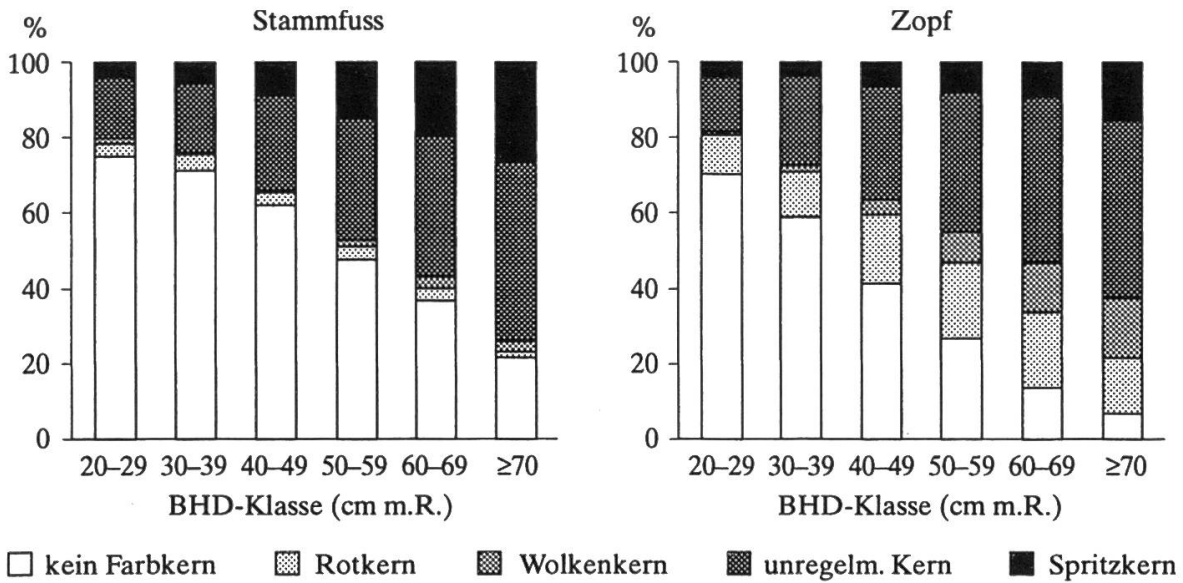


Abbildung 10. Kerntypen nach Brusthöhendurchmesser-Klassen.

3.3.2 Farbkerntypen nach Farben

Abbildung 11 zeigt, dass einheitlich rote oder braune Farben dominierten, besonders ausgeprägt bei Rotkern (91%) und unregelmässigem Kern (83%). Bei Wolkenkern (36%) und Spritzkern (29%) traten auch verstärkt marmoriert, das heisst wechselnd helle und dunkle Färbungen, in Erscheinung. Rein schwarze oder graue Kerne wurden nur in sehr geringem Ausmass (maximal 2%) registriert.

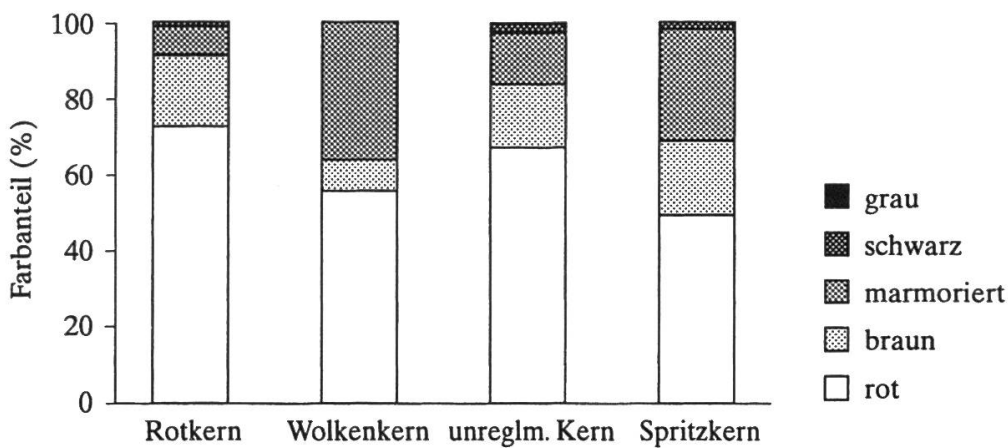


Abbildung 11. Farbkerntypen nach Farben (Stammfuss).

3.3.3 Kerntypen nach Stammhöhe

Zur Darstellung des Auftretens der Kerntypen im Stammverlauf wurden neun Stammhöhen-Klassen gebildet: 0 m (Stammfuss), 2,1–6 m, 6,1–8 m, 8,1–10 m, 10,1–12 m, 12,1–14 m, 14,1–16 m, 16,1–18 m sowie >18 m.

In *Abbildung 12* ist ersichtlich, dass die Häufigkeit der Schnittflächen ohne Farbkern mit 54,4% am Stammfuss am grössten war, bereits nach den ersten Metern rasch auf 28,7% abnahm, um im weiteren Stammverlauf kontinuierlich wieder bis auf 53,8% anzusteigen. Die Farbkern konzentrierten sich also – vom Stammfussbereich abgesehen – auf den ersten 10 Metern des Stammholzes. Rot- und Wolkenkerne kamen am Stammfuss kaum vor. Spritzkerne konzentrierten sich am Stammfuss und auf den ersten sechs Metern des Stammholzes. Unregelmässige Kerne kamen in allen Stammhöhen häufig und relativ gleichmässig verteilt vor.

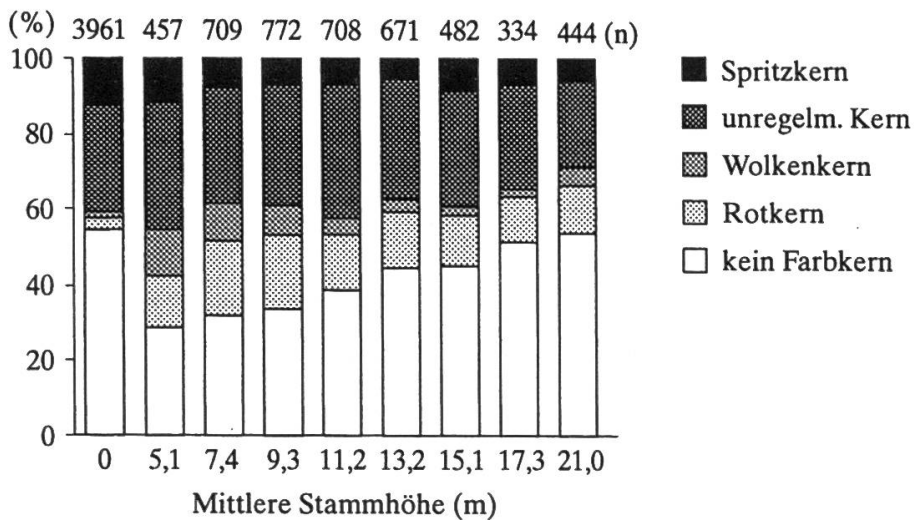


Abbildung 12. Kerntypen nach Stammhöhe-Klassen.

3.3.4 Kerndurchmesser und Kerndurchmesseranteil nach Farbkerntyp

Ein entscheidendes Merkmal für die Einteilung von Buchen-Stammholz in Güteklassen ist neben Kerntyp und Kerndurchmesser der Kerndurchmesseranteil am Stammdurchmesser, ausgedrückt in Prozent. In *Abbildung 13* wird ersichtlich, dass Wolkenkern, Spritzkern und der marmorierte unregelmässige Kern nicht nur die grössten mittleren Kerndurchmesser, sondern auch die grössten mittleren Kerndurchmesseranteile aufwiesen. Diese Verhältnisse konnten sowohl am Stammfuss als auch an den zopfbürtigen Schnittstellen beobachtet werden. Auch über alle Kerntypen hinweg gesehen, wiesen marmorierte Kerne deutlich höhere Kerndurchmesseranteile auf, als einheitlich rote oder braune Kerne. Auch dies galt sowohl für den Stammfuss als auch für den Zopf.

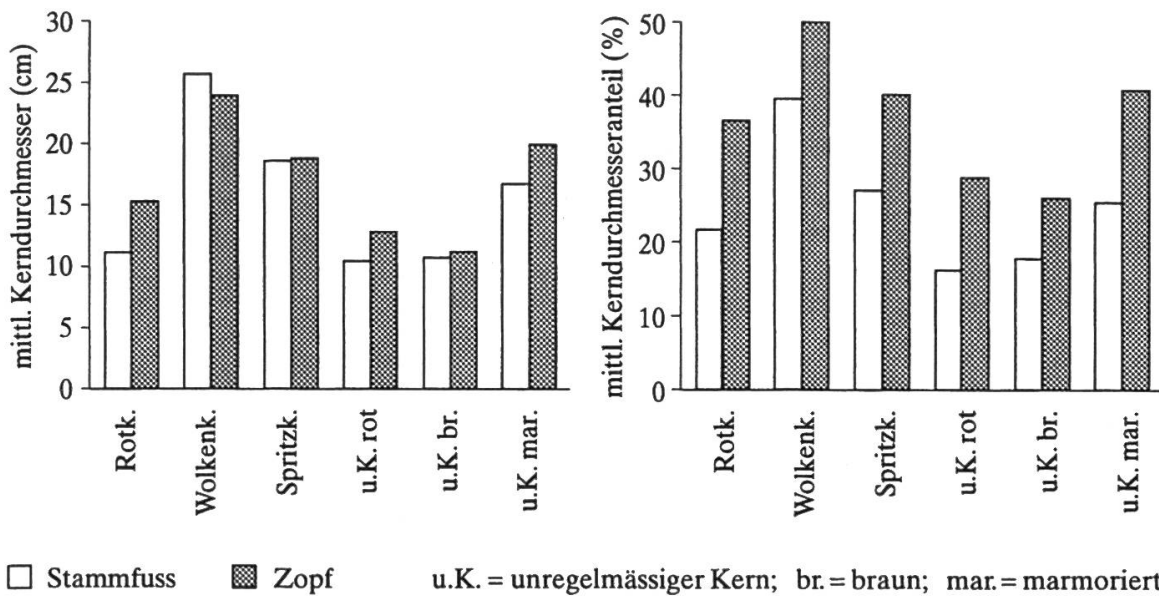


Abbildung 13. Mittlerer Kerndurchmesser und mittlerer Kerndurchmesseranteil nach Farbkern-typ.

3.3.5 Kerndurchmesseranteil nach Mittenstärke

Aus *Abbildung 14* geht hervor, dass bei den Erdstämmen im Falle des Auftretens von Farbkernen an den Schnittflächen die zopfbürtige Schnittfläche in der Regel entscheidender bezüglich der Einstufung des Stammes in eine bestimmte Güteklasse wirkte als die Verhältnisse am Stammfuss. Am Zopf waren die mittleren Kerndurchmesseranteile deutlich ungünstiger als am Stammfuss. Diese Beobachtung trat mit zunehmender Mittenstärke immer deutlicher in Erscheinung.

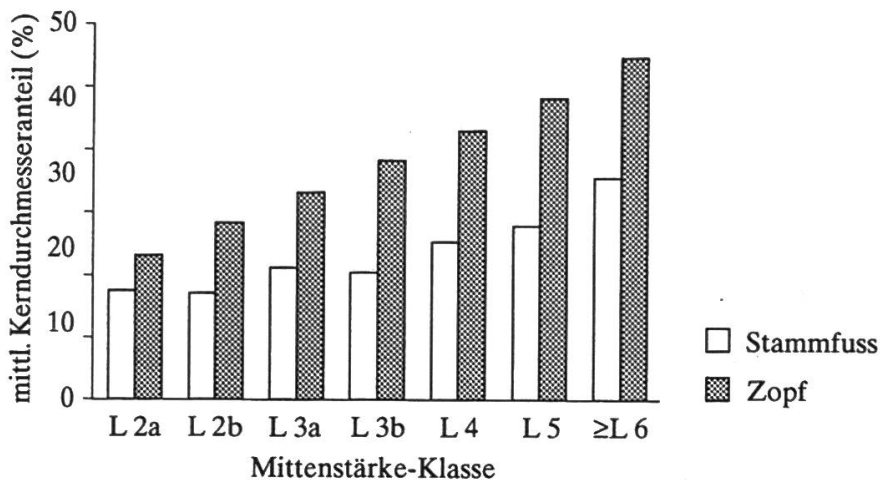


Abbildung 14. Mittlerer Kerndurchmesseranteil nach Mittenstärkeklassen (Erdstämme).

3.3.6 Theoretische erntekostenfreie Erlöse nach BHD- und Mittenstärke-Klassen

Die höchsten theoretischen erntekostenfreien Erlöse ergaben sich in der BHD-Klasse 60–69 cm (*Abbildung 15*). Dies entspricht exakt dem BHD-Bereich, den *Holm* 1974 für eine Zielstärkennutzung empfiehlt. Ab BHD-Klasse 50–59 cm unterschieden sich die theoretischen Erlöse nicht mehr signifikant voneinander.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte die Auswertung der theoretischen Erlöse nach Mittenstärke-Klassen: Die höchsten Erlöse wurden in der Klasse L5 verzeichnet. Die Erlöse der Klassen L4 bis \geq L6 unterschieden sich nicht mehr signifikant voneinander. In den höheren Dimensionsklassen findet also eine Erlöskompensation der sich farbkernbedingt verschlechternden Güteinstufung durch die besser bezahlte stärkere Stammdimension statt.

Eine Varianzanalyse der theoretischen erntekostenfreien Erlöse nach Bestandesaltersklassen erwies sich als nicht signifikant ($\alpha = 0,16$).

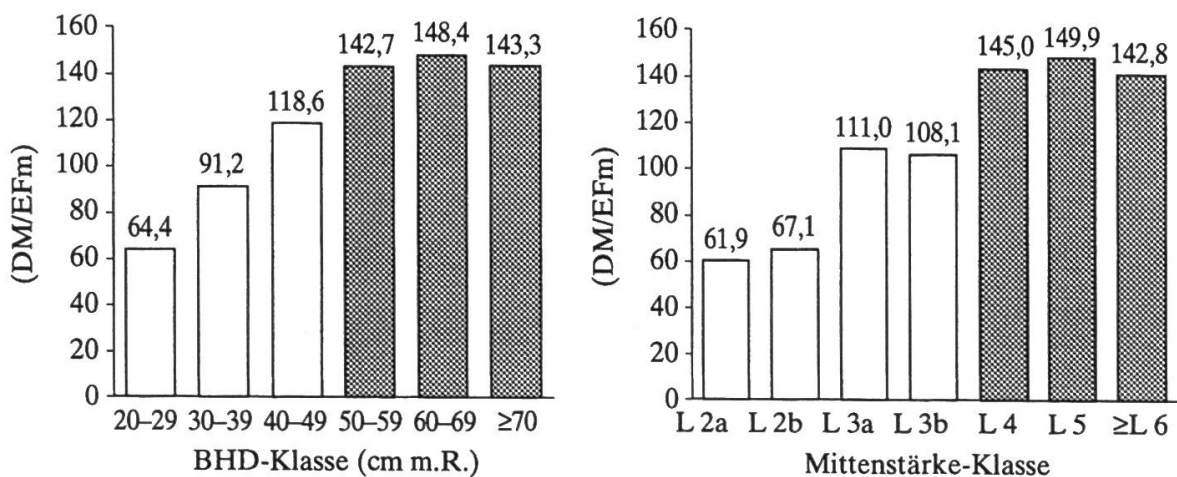


Abbildung 15. Theoretische erntekostenfreie Erlöse nach BHD- und Mittenstärke-Klassen, in DM pro Erntefestmeter (DM/EFm).

3.3.7 Theoretische erntekostenfreie Erlöse nach Ökoserien-Gruppen

Um sicherzustellen, dass nicht unerwünschte Einflussfaktoren das Ergebnis der Varianzanalyse stören, wurden die signifikanten Covariaten Mittenstärke, Stammholzlänge und mittleres Bestandesalter bei der Berechnung der theoretischen erntekostenfreien Erlöse innerhalb der Gruppen berücksichtigt. Danach ergaben sich die höchsten Erlöse in der Buntsandstein-Gruppe. Der Mittelwert dieser Gruppe unterscheidet sich als einziger signifikant von den Mittelwerten aller anderen Gruppen (*Abbildung 16*).

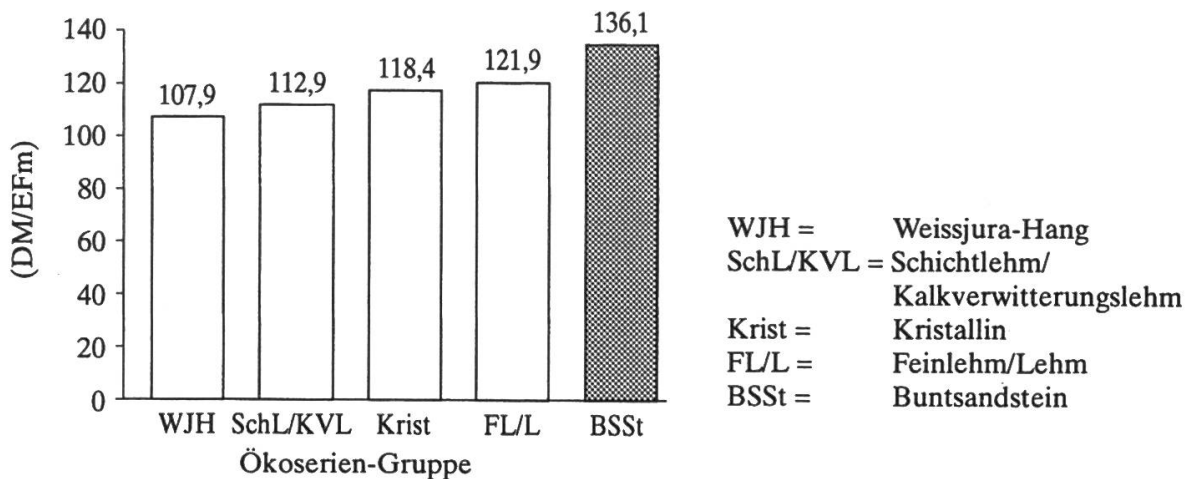


Abbildung 16. Mittlere theoretische erntekostenfreie Erlöse nach Ökoserien-Gruppen (gesamtes Stammholz), in DM pro Erntefestmeter (DM/EFm).

Erst an zweiter Stelle erscheint die Feinlehm/Lehm-Gruppe, welche nach *Röhe* 1984 die wüchsigsten Buchenstandorte Baden-Württembergs beinhaltet. Dort wurden bei einem mittleren Bestandesalter von 145 Jahren auch tatsächlich der mit 54,4 cm höchste mittlere BHD beobachtet (Tabelle 3). Nicht wesentlich geringer war jedoch mit 51,7 cm der mittlere BHD der Buntsandstein-Gruppe bei fast identischem mittlerem Bestandesalter von 146 Jahren, obwohl *Röhe* 1984 diese Standorte zu den gering wüchsigen Buchenstandorten zählt.

Tabelle 3. Beschreibende Statistik zur Auswertung nach Ökoserien-Gruppen.

Ökoserien-Gruppe	Kein FK [%]		Spr.K. [%]	Mittl. Alter [Jahre]	Mittl. BHD [cm]	Mittl. KD [cm]		Mittl. KDA [%]	
	SFl.1	SFl.2-4	SFl.1			SFl.1	SFl.2-4	SFl.1	SFl.2-4
WJH	57,1	54,5	8,3	144	38,2	14,7	15,1	21,6	31,5
SchL/KVL	63,6	51,0	16,6	132	43,1	12,1	15,4	18,4	34,3
Krist	47,7	40,8	4,1	150	41,0	21,0	18,0	36,2	42,0
FL/L	49,4	30,8	13,9	145	54,4	13,3	15,6	21,0	35,5
BSt	59,8	37,4	9,0	146	51,7	11,2	14,6	17,6	34,0

SFl. = Schnittfläche; FK = Farbkern; Spr.K. = Spritzkern; KD = Kerndurchmesser; KDA = Kerndurchmesseranteil

Im Vergleich zur Feinlehm/Lehm-Gruppe fällt bei der Buntsandstein-Gruppe der höhere Anteil von Stämmen ohne Farbkern, sowohl am Stammfuss als auch an den Schnittflächen 2 bis 4, auf. Auch wiesen die Stämme in der Feinlehm/Lehm-Gruppe einen etwas höheren Spritzkernanteil am Stammfuss auf – bei einem Auftreten von Spritzkern kommt der Stamm nach den Sor-

tiermerkblättern Baden-Württemberg über Güteklasse C nicht hinaus. Auch sind die mittleren Kerndurchmesser und Kerndurchmesseranteile in der Buntsandstein-Gruppe etwas geringer als bei der Feinlehm/Lehm-Gruppe.

4. Offene Fragen/Ausblick

Bei der Untersuchung der fakultativen Farbkernbildung bei der Buche traten unbeantwortete Fragen auf. An dieser Stelle sollen nur einige genannt werden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Aus baumphysiologischer Sicht sollte die Biochemie der fakultativen Farbkernbildung der Buche vollständig aufgeklärt werden. Es stellen sich unter anderem die Fragen, ob es hier Unterschiede bei der Bildung von Spritzkernen im Vergleich zu anderen Farbkernen gibt und ob Spritzkernbildung wirklich über Wurzelschäden ausgelöst wird. Weiterhin stellt sich die Frage, mit welcher Geschwindigkeit sich ein Farbkern nach einem auslösenden Ereignis bildet. Bilden sich Spritzkerne schneller als andere Farbkernotypen? Schliesslich wäre noch zu klären, unter welchen Bedingungen sich bei der Buche Nasskerne bilden.

Seitens der Forstbenutzung und des Holzmarktes stellt sich die Frage, ob zukünftig mit mehr oder aber mit weniger Farbkernbildung zu rechnen ist. Im Moment kann nicht beantwortet werden, ob das dargestellte Projekt 2 als Momentaufnahme über einen längeren Zeitraum als repräsentativ gelten kann oder ob sich die Verhältnisse mit der Zeit ändern. Zudem könnte überprüft werden, ob die Beobachtung aus Projekt 2 – stärkeres Auftreten von Spritzkernen auf lehmigen Substraten – reproduzierbar ist.

Es ist bekannt, dass sich Buchenholz hervorragend bearbeiten, dämpfen, verleimen und lackieren lässt. Nach sorgfältiger Trocknung ist es deshalb eine unserer besten einheimischen Holzarten zur Möbelherstellung. Farbkerniges Buchenholz steht in seiner Verwendbarkeit zur Möbelherstellung weissem Buchenholz in nichts nach, was auch im dargestellten Projekt 1 nachgewiesen wurde. Hier sind Möbeldesigner gefragt, denn mit farbkernigem Buchenholz lassen sich spannende Farbeffekte erzielen. Mit einer höheren Nachfrage nach farbkernigem Buchenholz könnten sowohl dessen Image als auch der Preis wesentlich gesteigert werden.

Zusammenfassung

Es werden zwei Projekte vorgestellt, welche sich mit der fakultativen Farbkernbildung der Buche (*Fagus sylvatica* L.) beschäftigten. Diese wurden zwischen den Jahren 1986 und 1991 an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung, durchgeführt.

Das erste Projekt mit dem Thema «Ermittlung einiger Holzeigenschaften von Buchen mit verschiedenen starken Blattverlusten» sollte in erster Linie klären, ob sich Buchen mit hohen Blattverlusten von solchen mit geringen Blattverlusten bezüglich Zuwachs, Holztechnologie und -anatomie voneinander unterscheiden. Da bei den Probebäumen Farbkerne vorkamen, wurden diese Fragestellungen auch auf die Farbkernbildung erweitert. Folgende Hauptresultate wurden erzielt: Seit 1980 nahm der Zuwachs der Buchen mit hohen Blattverlusten deutlich ab, während der Zuwachs des Kollektivs mit geringen Blattverlusten diese Abnahme nicht zeigte. Die technologischen Eigenschaften des Holzes von Bäumen mit hohen Blattverlusten – Normal-Rohdichte, Druckfestigkeit, Biegefestigkeit, Biege-Elastizitätsmodul – unterschieden sich nicht von denen des Kollektivs mit geringen Blattverlusten. Dies zeigte sich auch nach mehrmonatiger Lagerung als Schnittholz und als Rundholz im Wald. Das Holz von Buchen mit Farbkern zeigte sich in seinen holztechnologischen Eigenschaften dem «weissen» Kernholz ebenbürtig. Im Rahmen der holzanatomischen Untersuchung zeigten sich bei einem Probebaum am Rande des Spritzkerns gelbe, bzw. körnige Füllungen in den Tracheiden.

Im zweiten Projekt mit dem Titel «Untersuchungen zur Farbverkernung bei der Rotbuche in Baden-Württemberg» wurde eine Klassifizierung des Buchen-Kernholzes vorgenommen. Anhand dieser Klassifizierung wurde die Abhängigkeit der Kernbildung von Stammdimension und Alter sowie das Vorkommen bestimmter Kerntypen im Stammverlauf ermittelt. Der Brusthöhendurchmesser erwies sich zur Beschreibung des Vorkommens von Farbkernen besser geeignet als das mittlere Bestandesalter. Farbkerne konzentrierten sich nicht am Stammfuss, jedoch danach folgend etwa auf den ersten zehn Metern Stammlänge. Des weiteren fand eine Überprüfung statt, inwieweit sich die Farbkernbildung auf die Bewertung des Buchen-Stammholzes auswirkt. Zu diesem Zweck wurden theoretische erntekostenfreie Erlöse errechnet. Die höchsten Erlöse wurden in der BHD-Klasse 60–69 cm ermittelt. Die mit zunehmender Dimension durch Farbkerne schlechtere Güte- und somit auch Erlöseinstufung wurde kompensiert durch die besseren Erlöse grösserer Dimensionen. Schliesslich wurde untersucht, ob standörtliche Schwerpunkte der Farbverkernung nachzuweisen sind. Auf Standorten der Buntsandstein-Gruppe wurden vergleichbare Stammdimensionen gefunden wie auf den Ertrags-Spitzenstandorten der Feinlehm/Lehm-Gruppe, jedoch war das Vorkommen von Farbkernen dort weniger verbreitet. Dementsprechend ergaben sich auf Standorten der Buntsandstein-Gruppe auch die höchsten theoretischen erntekostenfreien Erlöse.

Résumé

Recherches sur les colorations de bois parfait du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) dans le Bade-Wurtemberg

Deux projets étudiant les colorations de bois parfait du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) ont été réalisés entre 1986 et 1991 à l'Institut de recherches forestières du Bade-Wurtemberg (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt).

Le premier projet devait répondre en premier lieu à la question de savoir si les hêtres présentant de fortes défoliations se distinguaient des arbres peu défoliés en

termes de croissance et de propriétés physiques, mécaniques et anatomiques du bois. Comme certains arbres-échantillons présentaient un bois parfait coloré, cette caractéristique a également été prise en considération dans cette étude. Les principaux résultats sont les suivants: depuis 1980, les arbres très défoliés présentent des diminutions de croissance, ce qui n'est pas le cas chez les arbres peu défoliés. Les propriétés technologiques du bois des arbres très défoliés – densité, résistance à la pression, résistance à la rupture, module d'élasticité – ne se différencient pas de celles des arbres peu défoliés, même après un entreposage de plusieurs mois sous forme de bois débités ou de bois ronds. Lors de l'analyse anatomique, des substances granuleuses jaunâtres ont été découvertes dans les trachéides situées au bord du bois parfait coloré.

Le second projet porte sur l'étude de la coloration du bois parfait (CBP) chez le hêtre. Une classification du bois parfait de hêtre a été développée à cet effet. A l'aide de cet outil, un lien a été établi entre la présence d'une CBP et le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) ainsi que l'âge moyen du peuplement. Le DHP s'avère être un paramètre plus expressif que l'âge moyen du peuplement. Cette coloration, moins prononcée au pied de l'arbre, apparaît surtout dans les dix premiers mètres inférieurs. Dans l'objectif de déterminer si ce genre de coloration modifie la valeur du bois de hêtre, le bénéfice net théorique de la vente de ce bois a été calculé en tenant compte uniquement du facteur CBP. Le meilleur résultat a été obtenu dans la classe de DHP entre 60–69 cm.

Si la perte de qualité, et donc de valeur, augmente à la mesure du diamètre des arbres dont les CBP occupent une place toujours plus grande, cette perte est compensée par les bénéfices plus substantiels obtenus pour des bois de plus grandes dimensions. Enfin une classification des sols a été développée afin de déterminer les milieux où se concentrent les cas de CBP. Les arbres implantés sur du grès bigarré présentent un diamètre comparable à celui des arbres implantés sur du limon; mais chez les premiers, les CBP sont moins répandues. En conséquence, les arbres sur sol de grès bigarré inscrivent le meilleur bénéfice net théorique. Traduction: *Monique Dousse*

Summary

Investigation on coloured heartwood of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Baden-Württemberg

Two projects are introduced which took place between 1986 and 1991 at the Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg/Germany, dealing with coloured heartwood of beech.

The first project primarily answered the question, whether properties of beech trees showing high degrees of defoliation differ from those with low defoliation, considering increment as well as physical, mechanical and anatomical wood properties. As some of the selected trees revealed intensive coloured heartwood, the goals were enhanced to this item. The main results were the following: Increment of the trees with high degrees of defoliation showed a significant dropdown since 1980, in comparison to those with low degrees. The technological wood properties – density, pressure strength, bending strength and modulus of elasticity – of trees with high degrees of defoliation did not differ from those of trees with low defoliation, even after different storage

periods in the form of sawn timber or round timber. During the anatomical analysis, yellowish and structured substances were found in lumina of tracheids at the border-line of coloured heartwood.

For the second project, a classification for coloured heartwood of beech was developed. By use of this classification, the occurrence of coloured heartwood in correlation to DBH and average stand age was analyzed. DBH was found to be more significant for representing the occurrence of coloured heartwood than average stand age. Coloured heartwood appeared most intensively on the first 10 meters of tree length, but was less prominent at the stump end. Furthermore, theoretical net proceeds of timber, considering exclusively coloured heartwood grading restrictions, were calculated. Maximum proceeds were found within the DBH-class 60–69 cm. The increasing proceeds for increasing dimensions balance decreasing proceeds for decreasing quality grading caused by increasing occurrence of coloured heartwood. Finally, a classification of analog soils was developed to explore soil-specific concentrations of the occurrence of coloured heartwood. Within the Buntsandstein-group analog tree diameters were found when compared with the top-increment Feinlehm/Lehm-group, but also less occurrence of coloured heartwood. Accordingly, the sites of the Buntsandstein-group yielded the maximum theoretical proceeds.

Literatur

- Bosshard, H. H. (1965): Mosaikfarbkernholz in *Fagus sylvatica*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 116 1: 1–9.
- DIN (1982): Normen über Holz. Hrsg: Deutsches Institut für Normung e.V. 4. Aufl., Beuth-Verlag, Berlin, Köln.
- Frühwald, A., Bauch, J., Götsche-Kühn, H. (1984): Holzeigenschaften von Fichten aus Waldschadensgebieten. Holz als Roh- und Werkstoff 42, 441–449.
- Gammel, R.H., Becker, G., Gross, M., Höwecke, B. (1986): Einige Holzeigenschaften erkrankter Fichten und Tannen aus Baden-Württemberg als Ergebnis einer flächendeckenden Untersuchung. Holz als Roh- und Werkstoff 44, 8: 287–292.
- Höwecke, B., Mahler, G. (1991): Untersuchungen zur Farbverkernung bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) in Baden-Württemberg. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 158, Teil 1. 106 S.
- Holm, M. (1974): Modelluntersuchungen zur einzelstammweisen Nutzung nach Zieldurchmessern, dargestellt am Beispiel der Buche. Dissertation Forstwissenschaftliche Fakultät, Universität Freiburg i. Br.
- Klebes, J., Mahler, G., Höwecke, B. (1988): Holzkundliche Untersuchungen an Buchen mit neuartigen Waldschäden. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 141. 65 S.
- Kollmann, F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Band 1, Springer Verlag Berlin, ed. 2.
- Koltzenburg, Ch., Knigge, W. (1987): Holzeigenschaften von Buche aus immissionsgeschädigten Beständen. Holz als Roh- und Werkstoff 45, S. 81–87.
- Necesany, V. (1969): Forstliche Aspekte bei der Entstehung des Falschkerns der Rotbuche. Holz-Zentralblatt 95 563f.
- Rademacher, D. (1986): Morphologische und physikalische Eigenschaften von Fichte, Tanne, Kiefer und Buche erkrankter Waldstandorte. GKSS-Forschungszentrum Geesthacht.
- Röhe, P. (1984): Untersuchungen über das Wachstum der Buche in Baden-Württemberg. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 61.
- Schulz, H. (1985): Immissionen – Waldschäden und Holzqualität. Holz-Zentralblatt 110 1493–1496.

- Trendelenburg, R., Mayer-Wegelin, H.* (1955): Das Holz als Rohstoff. 2. Auflage, Hanser Verlag München.
- Walter, M., Kucera, L.* (1991): Vorkommen und Bedeutung verschiedener Kernformen bei der Buche (*Fagus sylvatica* L.). Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 142 5: 391–406.
- Zycha, H.* (1948): Über die Kernbildung und verwandte Vorgänge im Holz der Rotbuche. Forstwissenschaftliches Centralblatt 67 80–108.

Abbildungen gedruckt mit Unterstützung der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL), CH-8903 Birmensdorf.

Verfasser:

Dr. Bert Höwecke, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.