Traubeneichen-Durchforstungsversuche im Pfälzerwald

Von P. H. Dong [1], W. Eder [2] und M. Muth [1]

[1] Abteilung für Waldwachstum – Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft
[2] Ministerialrat a. D. Dr. Walter Eder, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz

Abstract

Title of the paper: Thinning Experiments in Oak Stands in the Palatinate Forest

Average rotation age of high quality oaks, used for veneer and lumber production, presently is about 300 years in the Palatinate Forests. In the year 1990 thinning experiments were set out in oak stands (54 to 88 years old) to explore ways to decrease rotation age down to 180-200 years by increasing diameter growth without affecting minimum stem length (10m) of high quality timber. Selective thinning was concentrated on 80, 100 and 120 future crop trees respectively. Preliminary conclusions can be drawn after 15 years of observation:

- It is the growing space actually used that determines the diameter growth of the future crop trees.
- Selective thinning did not essentially reduce crop tree quality. These findings support the results of other authors that an increased growth of epicormic branches will be reduced by increased shading induced by crown expansion and stimulated growth of understory beech.
- Areas between the future crop trees should be left untouched. This seems to prevent excessive light admittance, to reduce the risk of epicormic branches and to avoid increment losses per hectar.
- Selection of 80-100 future crop trees seems to be sufficient after a branch free stem length of 8-10 m has been achieved.

1. Ziele

Die Besonderheit der Eichenwirtschaft liegt in der langen Zeitdauer bis zur Ernte des Eichenwertholzes und der relativ geringen Massenleistung dieser Baumart. Die Bedeutung der Eichenwirtschaft liegt daher in der Wertproduktion. Daneben zeichnet sie sich durch ihre bedeutenden ökologischen Funktionen aus. Furnierfähiges Eichenstarkholz gehört derzeit zu den am höchsten bewerteten Hölzern unserer Wälder. Dagegen decken die Erlöse aus schwachem und geringwertigem Eichenholz kaum die Erntekosten. Die Durchmesser- und Qualitätsentwicklung der künftigen Wertträger bestimmen deshalb die Wertleistung von Eichenbeständen (SPIECKER 1983). Um das technische Ziel einer "zufriedenstellenden" astfreien Schaftlänge zu erreichen, sollen Z-Bäume als die künftigen Wertträger im angehenden Baumholz ausgewählt und gefördert werden. Durch konsequente Förderung der ausgewählten Z-Bäume soll das angestrebte Ziel von Eichenfurnier- und hochwertigem

Schneideholz von Bäumen mit etwa 70 cm Brusthöhendurchmesser und mit einer astfreien Schaftlänge von etwa 10 m in einer für die Eiche relativ kurzen Produktionsdauer von 180 bis 200 Jahren erreicht werden.

Derzeit wenig bekannt sind zum einen die Ausfallquoten von Z-Bäumen sowie deren Qualitätsentwicklung (KENK 1984, SCHOBER 1987, 1988 und 1990, ABETZ 1988 und 1989, KLÄDTKE 1990, SPELLMANN 1990). Zum andern erscheinen aus holzverwertungstechnischer Sicht mittlere Jahrringbreiten von 2 mm wertholztauglich (SCHULZ 1959, HOCHBICHLER und KRAPFENBAUER 1988). Um diese bisher nicht befriedigend beantworteten Fragen langfristig zu klären, wurden 1990 entschieden, in schwachen Eichen-Baumholzbeständen entsprechende Versuchsflächen (nach den geltenden Waldbaurichtlinien „Durchforstungsversuche“) anzulegen. Mit diesem Versuch soll der Einfluss verschiedener Behandlungsvarianten, mit einer unterschiedlichen Anzahl festgelegter Zukunftsbäume, auf die Zuwachs- und Wertleistung der Einzelbäume sowie deren Entwicklung unter gezielt gesteuerter Konkurrenz überprüft werden. Darüber hinaus sollen die Ausfallquote und die für die Zielsetzung notwendige Anzahl von Z-Bäumen ermittelt werden.

2 Eichenwirtschaft in Rheinland-Pfalz

Mit dem Pfälzerwald verfügt Rheinland-Pfalz neben dem Spessart über das größte und wertvollste zusammenhängende Traubeneichenvorkommen in Deutschland. Die für die Eiche geeigneten Standorte sind hier auch weitgehend mit der Eiche bestockt. Die Standortsverhältnisse sind in sich einheitlicher als in den anderen Landesteilen von Rheinland-Pfalz (PETRI 1970).

So sind in den nördlichen Landesteilen Eichenwertholzbestände von Bedeutung selten. Ausnahme sind einzelne Eichenwertholzvorkommen mit Furnieranteil u. a. an Mosel, Saar, Lahn und im Soonwald (ZIMMERMANN 1965).

Der weit überwiegende Teil der wertvollen Traubeneichenbestände der Pfalz ist dem *Furnierholztyp* zuzurechnen. Der „klassische“ Furniereichenstandort ist der Mittlere Buntsandstein des Inneren Pfälzerwaldes. Es handelt sich überwiegend um mesotrophe Standorte der kollinen-submontanen Stufe mit mäßiger Frische, über 60 cm Gründigkeit und anlehmigen Sandböden in wärmeren frostfreien Lagen (Wuchsgebiet Pfälzerwald). „Die Traubeneiche gedeiht vergesellschaftet mit haupt- und zwischenständigen, gleichalten und jüngeren Buchen, und zwar auf den Bergebenen und auf Hängen aller Himmelslagen, am meisten und schönsten auf breiten Hochflächen und auf halbsonnigen Abdachungen“ (Waldbauliche Grundsätze und Vorschriften für den Pfälzerwald 1925). Der geringwertigere

Typ mit dem Güteziel *Schneideholz* ist standörtlich im Wesentlichen gekennzeichnet durch frischere und kühlere Lagen.

Im Pfälzerwald wurden zwischen 1885 und 1983 sieben Eicheninventuren durchgeführt. In den 50er bis 70er Jahren stagnierte das Eichenvorkommen im Staatswald des Pfälzerwaldes bei etwa 7½ tausend Hektar und stieg zur Inventur 1983 dann auf 8½ tausend Hektar an (Abb. 1).

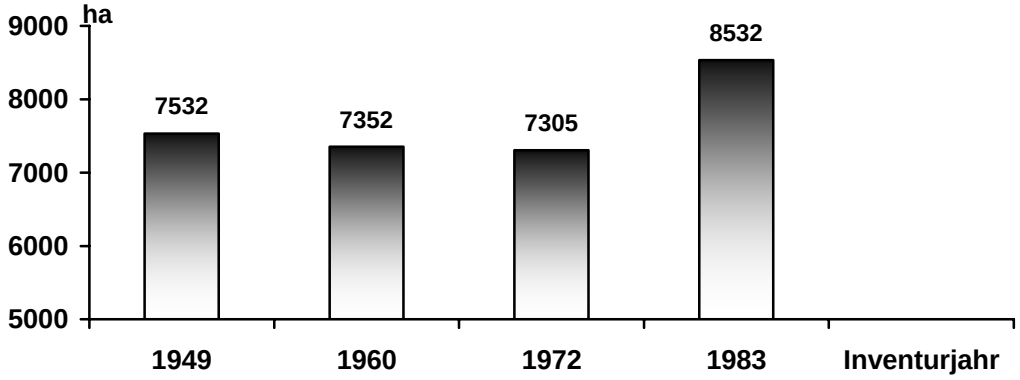

Abb. 1: Flächenentwicklung der Traubeneiche im Staatswald des Pfälzerwaldes (MEYER 1990)

Betrachtet man den Altersklassenaufbau der Traubeneiche im Staatswald (Abb. 2), so zeichnen sich zum einen die Übereinstimmung der Altersklassenverteilung der verschiedenen Inventuren und zum anderen die drei Spitzen der Verteilung ab. Die große Eichenfläche in den jüngeren Altersklassen resultiert aus der großen Nachfrage nach Eichenholz in den letzten Jahrzehnten. Die zweite Spitze in den mittleren Altersklassen geht auf eine intensive Förderung der Eichennachzucht in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts zurück. Die größeren Anbauflächen in der älteren Altersklasse resultieren aus der Begründung von Eichenbeständen nach dem 30jährigen Krieg (MEYER 1990).

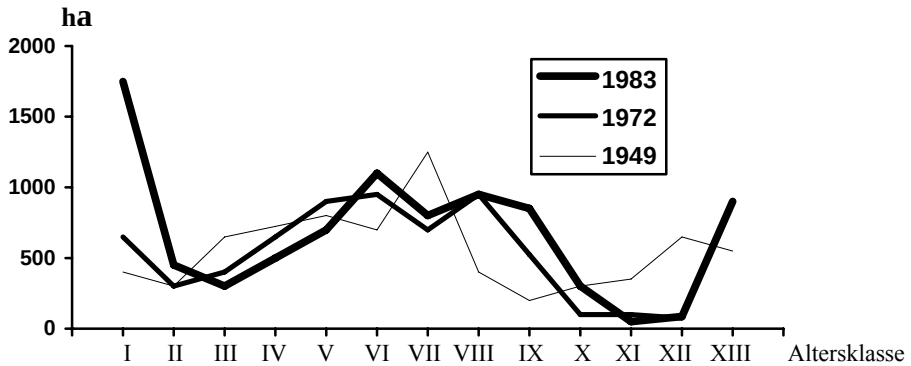

Abb. 2: Altersklassenaufbau der Traubeneiche und dessen Entwicklung über drei Inventuren im Staatswald des Pfälzerwaldes (MEYER 1990)

3. Versuchskonzept

3.1 Behandlungsvarianten

Bei der gegebenen Ausgangssituation ist ein durchschnittlicher jährlicher Durchmesserzuwachs von 3,5 mm ausreichend, um das vorgegebene Ziel zu erreichen. Bei der auf den ausgewählten Standorten vermutlich erreichbaren Grundfläche von ca. 30 m²/ha (ohne Buchen-Unter- und Zwischenstand) bedeutet dies bei konsequenter Förderung der Z-Bäume, dass 80 Bäume mit 70 cm BHD erreicht werden können. Damit ist die Behandlungsvariante mit der niedrigsten Zahl an Z-Bäumen in einem mittleren Abstand von 12 m definiert. Die Behandlungsvariante mit einer Anzahl von 120 Bäumen stellt mit einem errechneten BHD von 56 cm und einem mittleren Abstand der Z-Bäume von 10m die Z-Baumzahl-Obergrenze dar.

Die Versuchsplanung sieht 3 Behandlungsvarianten mit einfacher Wiederholung im Forstamt WASGAU und 4 Varianten im Forstamt KAISERSLAUTERN vor. Aufgrund der geringen Anzahl der Versuchsparzellen musste die Referenzfläche im Forstamt WASGAU ohne Wiederholung bleiben.

3.1.1 Referenzfläche (herkömmliche Durchforstung)

Als Referenz dient die im Abschnitt „Durchforstung“ in den Waldbaurichtlinien für die Wälder von Rheinland-Pfalz (2. Teil - Bereich der Forstdirektion Rheinhessen-Pfalz, 1983) aufgezeigte Behandlungsvariante. Danach werden im Sinne einer Auslesedurchforstung bei einer Oberhöhe 14-18m etwa 140-300 Z-Baum-Anwärter (Auslesekandidaten), das entspricht einem mittleren Abstand von ca. 6-9 m, aus der Oberschicht ausgewählt und zur Verhütung von Schäden bei der Holzernte gekennzeichnet.

3.1.2 Auslesedurchforstung (Variante mit 80, 100 und 120 Z-Bäumen/ha)

Die Auslesedurchforstung dieser Varianten geht von einer zu fördernden Baumzahl von 80, 100 und 120 Bäumen/ha aus. Dies entspricht einem mittleren Abstand von ca. 12, 11 und 10 m im Dreieckverband. Die Z-Bäume werden ausgewählt, dauerhaft markiert und nummeriert und durch die Entnahme von Bedrängern konsequent gefördert.

3.2 Durchforstungsturnus und -stärke

Der Durchforstungsturnus beträgt bis zum Erreichen einer Oberhöhe von ca. 28 m 5 Jahre. Anschließend wird er in Abhängigkeit von der Kronenentwicklung auf den Versuchsparzellen mit 5 Jahren oder mehr festgelegt. Es werden nur Bedränger der Z-Bäume entnommen, die aktuell in deren Lichtkrone hineinragen. Damit wird versucht, eine möglichst geringe aber

einheitlich festgelegte Eingriffsstärke zu erproben. In die Zwischenfelder wird nur eingegriffen, soweit es für die Stabilität des Bestandes erforderlich ist (Ausnahme: Referenzfläche). Unter- und zwischenständiges Laubholz (vorwiegend die Buche) ist zur Verhinderung der Wasserreiserbildung bei der Eiche zu erhalten, darf aber nicht in Konkurrenz mit der Eichenkrone treten.

4. Die Versuchsflächen

Die Versuchsflächen wurden im Herbst 1990 in den Forstämtern Kaiserslautern (früher Elmstein-Nord) und Wasgau (früher Fischbach und Dahn) angelegt. Einzelheiten sind in der Tab. 1 enthalten.

Ebenso im Herbst 1990 wurden alle Versuchsparzellen waldwachstumskundlich aufgenommen, die Z-Bäume ausgewählt und deren Bedränger entnommen. Darüber hinaus wurden im Herbst 1991 die Stammfußkoordinaten der Z-Bäume eingemessen und die Kronen abgelotet. Bei den Z-Bäumen wurden Durchmesser, Baumhöhe, Höhe des Kronenansatzes, Höhe des tiefsten Totastes und die Anzahl der vorhandenen Wasserreiser ermittelt sowie die Stammform angesprochen. Die Wiederholungsaufnahmen wurden 1995, 2000 und 2005 durchgeführt. Der im ganzen Bestand reichlich vorhandene, recht gleichmäßig verteilte Buchenunterstand (etwa 10-15 m hoch) ist für die Schaftpflege der Funiereichen von großer Bedeutung (Abb. 3).

Tab. 1: Standorte der Eichenversuchsflächen

Forstamt (Alter der Bestände bei Anlage)	Forstort Abt.	Höhe ü. NN Hang-Richtung/ Hang-Neigung	Klimawerte	Standortsbeschreibung
Kaiserslautern früher Elmstein (54)	III 5c³	435 m NNO / 8-15º	a) 8,6º C b) 15,8º C c) 820 mm d) 360 mm	schwach posolige tiefgründige Braunerde auf frischen Sanden der Trifels- und Rehbergschichten
Wasgau früher Fischbach und Dahn (82-88)	VII 8b² u. II 2b³	240-360 m N / 30º	a) 8,0º C b) 14,5º C c) 800 mm d) 315 mm	mittel entwickelte podsolige Braunerde auf frischen Sanden der Rehbergschichten

a) Temperatur im Jahr
b) Temperatur in der Vegetationszeit
c) Niederschläge im Jahr
d) Niederschläge in der Vegetationszeit

Abb. 3: Traubeneichen mit Buchen-Unterstand im Forstamt Kaiserslautern

5. Ergebnisse

Nach 15 Jahren Beobachtungszeit ergeben sich hinsichtlich der Ausfallsquote, der Durchmesser- und Höhenwachstum sowie der Höhe des tiefsten Totastes und der Kronenerweiterung erste verwertbare Hinweise auf die Entwicklung der ausgewählten Z-Bäume (Tab. 2, 3 und 4).

5.1 Bestandesentwicklung

Die Mittelhöhenbonität lag zu Versuchsbeginn im Jahr 1990 im heutigen Forstamt Kaiserlautern etwa im Bereich der II. Bonität und im heutigen Forstamt Wasgau etwa im Bereich der I.-II. Bonität nach JÜTTNER, mäßige Durchforstung. Bei der vierten Aufnahme im Jahr 2005 lag die Mittelhöhenbonität im Forstamt Kaiserslautern etwa im Bereich der II. Bonität und im Forstamt Wasgau etwa im Bereich der I. Bonität. Zwischen den beiden Aufnahmen im Jahr 1990 und 2005 ist ein leichter Anstieg von etwa 0,2 - 0,5 Ertragsklassen festzustellen (Tabelle 2, 3 und Abbildung 4).

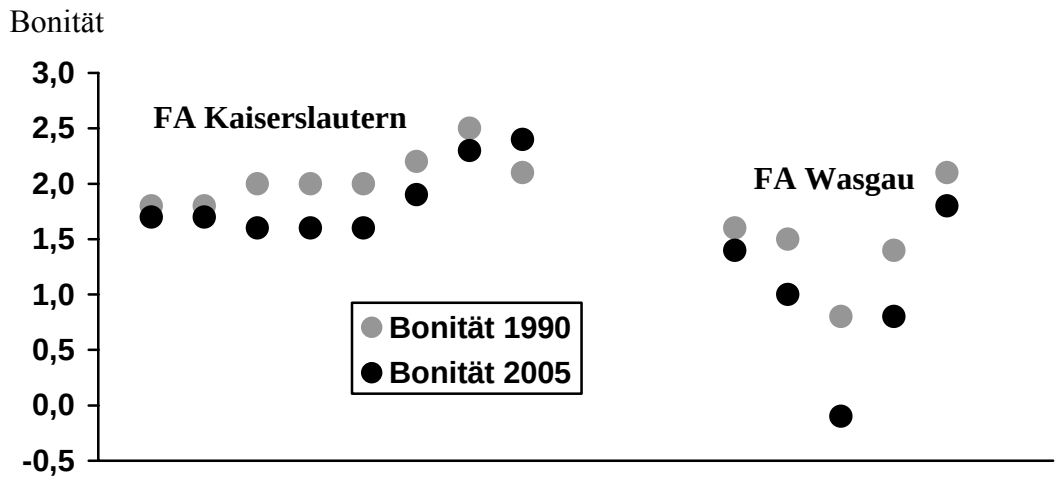

Abb. 4: Veränderung der Bonitäten der Versuchsparzellen zwischen 1990 und 2005

Tab. 2: Waldwachstumskundliche Daten der Versuchsparzellen in den Jahren 1990 und 2005

Forstamt	**Kaiserslautern**															
Aufnahmejahr	1990								2005							
Parzelle	25	26	27	28	29	30	31	32	25	26	27	28	29	30	31	32
Anzahl der Z-Bäume (ha)	80	100	120	172	81	100	120	220	80	100	120	172	71	100	120	220
Alter	54	54	54	54	54	54	54	54	69	69	69	69	69	69	69	69
Bonität	I,8	I,8	II,0	II,0	II,0	II,2	II,5	II,1	I,7	I,7	I,6	I,6	I,6	I,9	II,3	II,4
N/ha	1956	1940	1972	1880	1824	2284	2908	2584	972	912	884	656	933	1172	1384	1260
Hg (m)	16,2	16,3	15,7	15,7	15,7	14,9	13,9	15,3	19,8	19,8	19,9	19,9	20,0	18,9	17,7	17,3
H_{100} (m)	20,3	20,4	20,3	20,3	20,5	19,3	18,1	19,0	25,5	25,1	25,3	24,6	26,0	24,6	22,3	22,6
Dg (cm)	13,0	13,3	12,8	12,8	12,4	11,2	10,2	10,7	16,6	17,4	17,4	18,2	16,7	15,3	14,1	14,6
D_{100} (cm)	24,3	24,5	23,5	23,1	22,7	21,1	19,4	21,4	30,2	29,5	30,1	29,9	30,0	27,7	25,8	27,9
H_{ZB} (m)	19,4	19,4	19,3	19,4	19,4	18,4	17,2	18,1	24,9	24,5	24,6	24,0	25,3	23,9	21,8	21,7
D_{ZB} (cm)	21,3	21,1	20,8	20,4	19,7	18,6	16,8	18,1	28,2	28,0	28,0	28,0	28,2	25,9	24,0	25,0
G/ha (m^2/ha)	26,1	26,8	25,3	24,1	22,1	22,4	23,6	23,3	21,2	21,6	21,0	17,1	20,5	21,6	21,8	21,2
V/ha (Vfm/ha)	207	214	194	187	169	157	147	160	224	228	223	184	220	215	195	192
LZ 2000-2005 (Vfm/ha/Jahr)									10,1	10,2	10,5	9,0	10,0	10,7	10,5	9,6

H_{ZB} = Höhe des Grundflächenmittelstammes des Z-Baumkollektivs
D_{ZB} = Durchmesser des Grundflächenmittelstammes des Z-Baumkollektivs

Tab. 3: Waldwachstumskundliche Daten der Versuchsparzellen in den Jahren 1990 und 2005

Forstamt	**Wasgau**									
Aufnahmejahr	1990					2005				
Parzelle	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15
Anzahl der Z-Bäume (ha)	196	100	80	80	100	196	96	80	80	80
Alter	82	82	82	88	88	97	97	97	103	103
Bonität	I,6	I,5	0,8	I,4	II,1	I,4	I,0	-0,1	0,8	I,8
(N/ha)	1052	768	520	616	848	560	420	245	284	396
Hg (m)	21,9	22,5	24,9	23,5	21,1	24,5	25,8	29,2	27,0	23,9
H_{100} (m)	24,9	24,7	26,9	24,7	23,6	27,9	28,3	30,8	28,6	26,5
Dg (cm)	18,2	20,1	23,4	22,0	18,3	22,6	24,5	28,6	27,3	22,7
D_{100} (cm)	26,6	27,2	29,9	29,0	26,5	32,3	32,3	34,8	33,9	30,7
H_{ZB} (m)	23,8	23,6	26,2	24,4	22,8	26,8	27,6	30,5	28,5	26,4
D_{ZB} (cm)	23,0	23,5	27,2	27,1	23,5	28,7	29,9	33,9	33,4	30,2
G/ha (m^2/ha)	27,3	24,4	22,4	234	22,4	22,5	19,7	15,7	16,7	16,0
V/ha (Vfm/ha)	293	272	282	274	232	285	264	240	235	197
LZ 2000-2005 (Vfm/ha/Jahr)						9,9	9,2	10,2	7,8	6,4

H_{ZB} = Höhe des Grundflächenmittelstammes des Z-Baumkollektivs
D_{ZB} = Durchmesser des Grundflächenmittelstammes des Z-Baumkollektivs

Die Eichen in Kaiserslautern standen bei der Versuchsanlage im Alter 54 (1990) mit einer Stammzahl von etwa 1800 bis 2900 Stück/ha gedrängt und der Ausscheidungsprozess der unterständigen Eichen war noch voll im Gange.

Als Beispiel wird ***die Verteilung der Durchmesserstufen*** von der Parzelle 26 (Forstamt Kaiserslautern) in der Abb. 5 graphisch dargestellt. Danach zeigte der Eichen-Jungbestand in dieser Parzelle eine große Heterogenität mit einem Variationskoeffizient für den Brusthöhendurchmesser (V%) von 46%. Die Verteilungskurve hat zwei Gipfel, der linke repräsentiert die mittel- und unterständige und der rechte repräsentiert die herrschenden und vorherrschenden Eichen. Der mittlere h/d Wert der 100 stärksten Eichen von 83 und eine Spreitung der BHD-Werte zwischen 3 und 31 cm zeigten, dass die Eichen sich trotz hoher Stammzahl/ha deutlich differenziert haben.

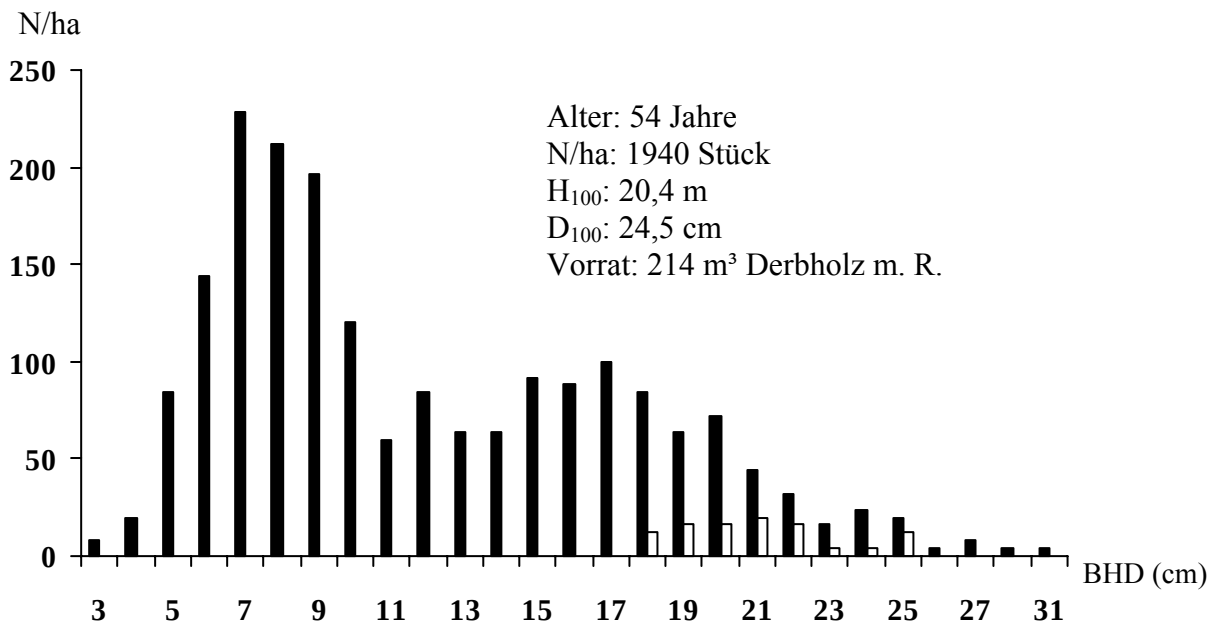

Abb. 5: Durchmesserverteilung des verbleibenden Bestandes der Parzelle 26 (Forstamt Kaiserslautern) im Alter 54 (schwarz: Gesamtbestand; weiss: Z-Baumkollektiv)

Die Stammzahl sinkt 15 Jahre nach der Versuchsanlage durch natürliche Mortalität und Pflegeeingriffe auf 35-51% der Ausgangsstammzahl/ha bei der Versuchsanlage, wobei in jüngeren Eichenbeständen das Ausscheiden der Bäume mehr durch natürliche Mortalität als durch Pflegeeingriffe verursacht wird.

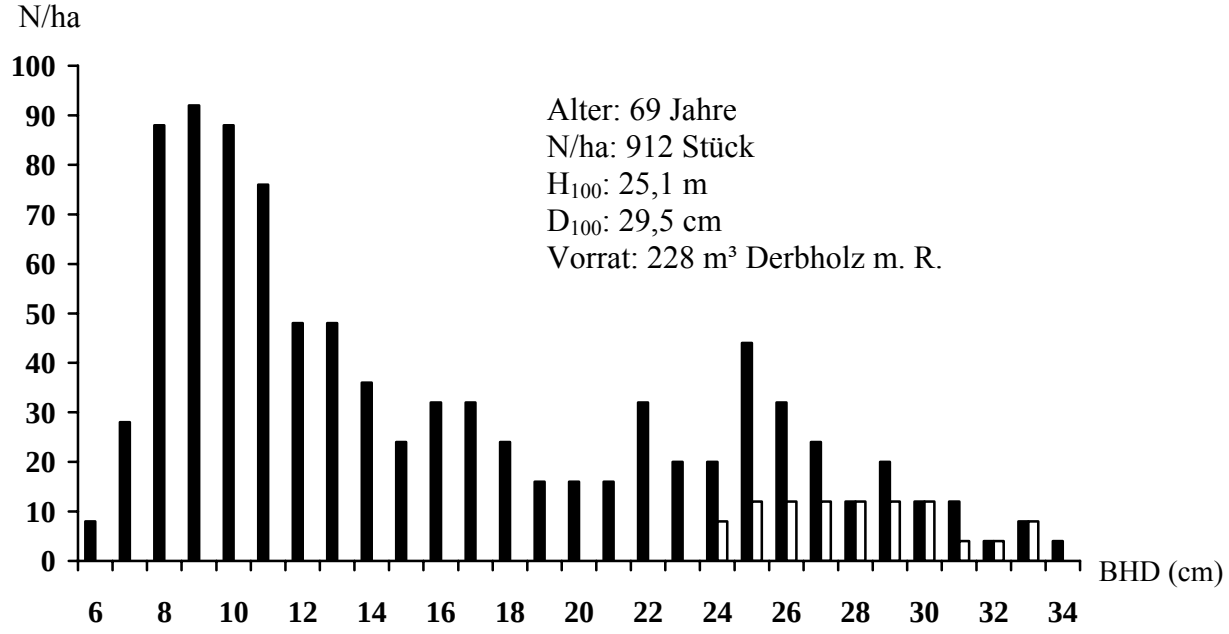

Abb. 6: Durchmesserverteilung des verbleibenden Bestandes der Parzelle 26 (Forstamt Kaiserslautern) im Alter 69 (schwarz: Gesamtbestand; weiss: Z-Baumkollektiv)

15 Jahre nach Versuchsanlage wird als Beispiel wiederum die Verteilung der Durchmesserstufen von der Parzelle 26 (Forstamt Kaiserslautern) in der Abb. 6 graphisch dargestellt. Eine Spreitung der BHD-Werte zwischen 6 und 34 cm mit einem unveränderten Variationskoeffizient der Brusthöhendurchmesser (V%) von 46% zeigt, dass die horizontale Differenzierung seit der Versuchsanlage unverändert groß geblieben ist.

Die Durchmesser des Grundflächenmittelstammes liegen sowohl in den jüngeren im Forstamt Kaiserslautern als auch in den älteren Eichen-Versuchsbeständen im Forstamt Wasgau unter denen der Ertragstafel von JÜTTNER. ***Die Grundflächen und Vorräte*** liegen beim Versuchsbeginn (1990) über und bei der vierten Aufnahme im Jahr 2005 unter den Ertragstafelangaben. ***Der laufende jährliche Volumenzuwachs*** (2000-2005) liegt deutlich über den Erwartungswerten der Ertragstafel. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Versuchsparzellen zum Aufnahmezeitpunkt eine wesentliche höhere Stammzahl/ha und die Eichen eine überlegene Höhenentwicklung im Vergleich zu der Ertragstafel von JÜTTNER aufweisen. Eine überlegene Höhenentwicklung bei etwa ertragstafelkonformen Durchmesserwachstum, wie sie auch PRETZSCH und UTSCHIG (1995) für eine Versuchsfläche im Pfälzerwald feststellen, weist auf die außerordentlich schlanken Schaftformen der untersuchten Traubeneichen hin.

5.2 Entwicklung der Z-Bäume

Zwischen den beiden Aufnahmen 1990 und 2005 wurden von den 13 Versuchsparzellen im Forstamt Kaiserslautern und Wasgau nur auf 3 Versuchsparzellen Ausfälle der Z-Bäume festgestellt (Kaiserlautern, Parz. 29 mit 9% sowie Wasgau, Parz.12 mit 4% und Parz.14 mit 20% Ausfälle (Tab. 2 und 3)).

Der jährliche Durchmesserzuwachs (1990-2005) der Z-Bäume beträgt in den 8 Versuchsparzellen im Forstamt Kaiserslautern im Alter 69 im Mittel 0,50 cm (entspricht einer mittleren Jahrringbreite von 2,50 mm) und in den 5 Versuchsparzellen im Forstamt Wasgau im Alter 97-103 im Mittel 0,43 (entspricht einer mittleren Jahrringbreite von 2,15 mm). Aus der Tab. 4 ist ersichtlich, dass ein fast gleicher jährlicher Durchmesserzuwachs in allen Versuchsvarianten festgestellt wurde. Diese Ergebnisse sind insofern nicht überraschend, da in allen Versuchsparzellen die Z-Bäume gleicher Behandlung unterzogen waren.

Tab. 4: Waldwachstumskundliche Daten der Z-Bäume im FA Kaiserslautern

Par-Nr.	Art der Behandlung	Alter (1990) (Jahre)	Alter (2005) (Jahre)	Kronen-ansatz-höhe (1991) (m)	Kronen-ansatz-höhe (2005) (m)	Höhe des tiefsten Totastes (1991) (m)	Höhe des tiefsten Totastes (2005) (m)	KSF (1991) (m²)	KSF (2005) (m²)	**i**h (1990-2005) (cm)	**i**d (1990-2005) (mm)
25	80 Z-Bäume	54	69	12,5	14,5	9,1	12,2	11,2	31,6	37	4,6
26	100 Z-Bäume	54	69	13,0	14,3	9,3	11,6	13,4	29,9	35	4,7
27	120 Z-Bäume	54	69	12,6	13,7	8,4	11,7	15,6	28,3	35	4,7
28	Waldbau-R.	54	69	11,9	13,2	8,9	11,2	14,3	31,7	29	5,1
29	80 Z-Bäume	54	69	11,8	14,5	9,4	12,7	12,5	30,4	43	6,1
30	100 Z-Bäume	54	69	11,8	14,1	8,6	11,6	11,1	25,0	37	4,9
31	120 Z-Bäume	54	69	11,0	12,9	8,3	10,9	8,5	21,5	29	4,8
32	Waldbau-R.	54	69	11,4	12,7	8,9	10,6	10,0	24,8	25	4,9
im Mittel				**12,0**	**13,7**	**8,9**	**11,6**	**12,1**	**27,9**	**34**	**5,0**

Tab. 5: Waldwachstumskundliche Daten der Z-Bäume im FA Wasgau

Par-Nr.	Art der Behandlung	Alter (1990) (Jahre)	Alter (2005) (Jahre)	Kronen-ansatz-höhe (1991) (m)	Kronen-ansatz-höhe (2005) (m)	Höhe des tiefsten Totastes (1991) (m)	Höhe des tiefsten Totastes (2005) (m)	KSF (1991) (m²)	KSF (2005) (m²)	**i**h (1990-2005) (cm)	**i**d (1990-2005) (mm)
11	Waldbau-R.	82	97	15,0	16,9	11,7	13,6	13,8	27,1	21	3,8
12	100 Z-Bäume	82	97	15,7	17,1	11,7	14,3	13,1	31,4	25	4,3
13	80 Z-Bäume	82	97	17,4	18,5	13,7	15,3	15,1	40,9	30	4,5
14	80 Z-Bäume	88	103	16,3	17,4	13,4	14,9	18,2	36,3	27	4,3
15	100 Z-Bäume	88	103	14,5	15,7	11,8	13,8	14,7	33,2	23	4,5
im Mittel				**15,8**	**17,1**	**12,5**	**14,4**	**15,0**	**33,8**	**25**	**4,3**

KSF = Kronenschirmfläche
ih: jährlicher Höhenzuwachs
id: jährlicher Durchmesserzuwachs

Der mittlere jährliche Höhenzuwachs der Z-Bäume beträgt in den letzten 15 Jahren auf den jüngeren Versuchsflächen im Forstamt Kaiserslautern 34 cm und auf den älteren Versuchsflächen in Wasgau 25 cm. Diese Werte liegen deutlich über dem Höhenzuwachsniveau der Ertragstafel von JÜTTNER. Nach den Untersuchungen von PRETZSCH und UTSCHIG (1955) sowie von EICHENLAUB (2006) über die Höhenentwicklung der über 100 Jahre beobachteten Eichen-Versuchsflächen im Pfälzerwald wird damit gerechnet, dass die Überlegenheit im Höhenwachstum besonders in den jüngeren Eichen-Versuchsflächen im Forstamt Kaiserslautern noch lange anhalten wird.

Durch die Standraumerweiterung infolge der Entnahme von Bedrängern konnten die Z-Bäume ihre Kronenschirmflächen in 14 Jahren im Forstamt Kaiserslautern im Durchschnitt um 131% und im Forstamt Wasgau im Durchschnitt um 125% vergrößern. Im Vergleich zu ihren Ausgangskronenschirmflächen erscheinen diese Werte sehr groß. Mit den absoluten Werten der Kronenschirmflächen der Z-Bäume im Alter 69 (Forstamt Kaiserslautern) im Durchschnitt von 27,9 m² (entspricht einem Kronendurchmesser von etwa 6 m) und im Alter 97-103 (Forstamt Wasgau) im Durchschnitt von 33,8 m² (entspricht einem Kronendurchmesser von etwa 6,6 m) (Tab. 5) müssen die Kronen der Z-Bäume im Forstamt Wasgau, die erst ab Alter von 82-88 Jahren freigestellt wurden, in Relation zu im Endzustand erwarteten Werten von etwa 100 m² aber als schwach entwickelt eingestuft werden. Die Kronen der Z-Bäume im Forstamt Kaiserslautern mit einem Alter von etwa 1/3 des Produktionszeitraumes (69 zu 180-200 Jahre) können demgegenüber als gut entwickelt bezeichnet werden.

Bei der Standraumerweiterung stellt sich die Frage, ob dadurch das Absterben der Äste sehr verzögert wird. Zu dieser Frage können die Ergebnisse der Untersuchung über die Entwicklung der Kronenansatzhöhe in der Zeit zwischen 1991 und 2005 Auskunft geben. Danach veränderte sich die mittlere Kronenansatzhöhe der jüngeren Eichen-Versuchsparzellen in Kaiserslautern in den ersten 4 Jahren (1991-1995) von 12,0 auf 13,0 m, während diese in den älteren Eichen-Versuchsparzellen in Wasgau von 15,8 auf 16,2 m steigt (DONG et al., 1997). In den nächsten 10 Jahren (1995-2005) hat sich die mittlere Kronenansatzhöhe in dem Versuch Kaiserslautern von 13,0 auf 13,7 m und im Versuch Wasgau von 16,2 auf 17,1 m verändert. Diese Ergebnisse zeigen, dass das Absterben der Äste durch die Freistellung verzögert wird. Bei den jüngeren Eichen in Kaiserslautern hat sich die Kronenansatzhöhe in den ersten 4 Jahren um 1m und in den nächsten 10 Jahren nur um 0,7 m verändert. Bei den älteren Eichen in Wasgau steigt die Kronenansatzhöhe nur noch langsam an.

5.3 Kronenschirmflächen und Zuwachs

Die verschiedenen Kronenparameter liefern für die Forstwirtschaft und für die forstliche Forschung wichtige Kenngrößen zur Einschätzung von Zuwachs und hinsichtlich der Sicherheit gegenüber abiotischen Gefahren des Einzelbaumes und der Waldbestände (KRAMER und AKCA, 1987). Die Baumkrone ist für den Einzelbaum und für den Bestand diejenige Größe, die durch die Pflegeeingriffe am intensivsten beeinflusst wird.

Im Folgenden werden die Beziehungen zwischen Kronenschirmflächen (KSF), Durchmesser (BHD) und jährlichem Kreisflächenzuwachs (ig) an den Behandlungsvarianten in verschiedenen Altern dargestellt.

5.3.1 Kronenschirmfläche (KSF) und Durchmesser (BHD)

Zwischen 1990 und 2005 wurden in den Eichen-Versuchsflächen in den Forstämtern Kaiserslautern und Wasgau vier waldwachstumskundliche Aufnahmen und vier Kronenablotungen durchgeführt. Die Ablotung der Kronen erfolgte an den 8 Messpunkten und die Kronenschirmflächen wurden mit einem Teilkreismodell (KRAMER und DONG 1985) berechnet. In den Abbildungen 7 und 8 werden die Beziehungen zwischen Kronenschirmflächen und Brusthöhendurchmesser graphisch dargestellt. Im Forstamt Kaiserslautern konnten die Kronenschirmflächen von 233 Z-Bäumen auf 8 Versuchsparzellen und im Forstamt Wasgau von 119 Z-Bäumen auf 5 Versuchsparzellen in die Berechnung einbezogen werden. In beiden Versuchsanlagen zeigt sich eine straffe Korrelation zwischen Kronenschirmfläche (bzw. Kronenbreite) und Brusthöhendurchmesser. Der enge Zusammenhang zwischen der Kronenbreite und dem Brusthöhendurchmesser wurde in vielen Arbeiten beschrieben (u.a. BURGER 1947, MAYER 1958, BOUCHON 1970).

Da die Behandlung der Eichen-Versuchsflächen im Forstamt Wasgau erst mit 82 bzw. 88 Jahren (1990) und die der Eichen-Versuchsflächen im Forstamt Kaiserslautern 30 Jahre früher mit 54 Jahren (1990) begonnen wurde, ist die Kronenerweiterung bei den Versuchsflächen in Kaiserslautern weiter fortgeschrittener als die im Forstamt Wasgau. Eine früh freigestellte Eiche mit einem BHD von 25 cm würde nach der Gleichung in der Abb. 7 eine Kronenschirmfläche von 24,8 m² (entspricht einer Kronenbreite von 5,6 m) haben, während diese Eiche bei gleichem BHD in den spät freigestellten Versuchsbeständen nach der Gleichung in der Abb. 8 eine Kronenschirmfläche von nur 19,6 m² (entspricht einer Kronenbreite von 5,0 m) aufweisen würde. SPIECKER (1983) hat festgestellt, dass der Zusammenhang zwischen der Kronenbreite und dem Brusthöhendurchmesser durch das Alter der Bäume beeinflusst

wird. Bei gleichem Brusthöhendurchmesser weisen jüngere Bäume in der Regel eine größere Kronenbreite als ältere Bäume auf.

Betrachtet man den mittleren Brusthöhendurchmesser und die mittlere Kronenbreite der Eichen auf den beiden Standorten mit fast gleicher Bonität (BHD etwa 27 cm und mittlere Kronenbreite von 6 m) im Alter 69 in Kaiserslautern und (BHD etwa 31 cm und mittlere Kronenbreite von 6,6 m) im Alter 100 in Wasgau, so ist nach den Ergebnissen von SPIECKER (1983) über die Abhängigkeit der Kronenbreite vom Brusthöhendurchmesser und vom Alter deutlich festzustellen, dass die mittlere Kronenbreite von 6 m (KSF = 28 m²) der früher freigestellten Eichen in Kaiserslautern der erforderlichen Kronenbreite nach SPIECKER von 6,2 m (KSF = 30 m²) bei jährlichem Radialzuwachs von 2,5 mm (Tab. 4) entspricht. Die mittlere Kronenbreite der später freigestellten Eichen in Wasgau von 6,6 m (KSF = 34 m²) ist dagegen wesentlich niedriger als die erforderliche Kronenbreite nach SPIECKER von 7,8 m (KSF = 48 m²) bei jährlichem Radialzuwachs von 2,15 mm (Tab. 5).

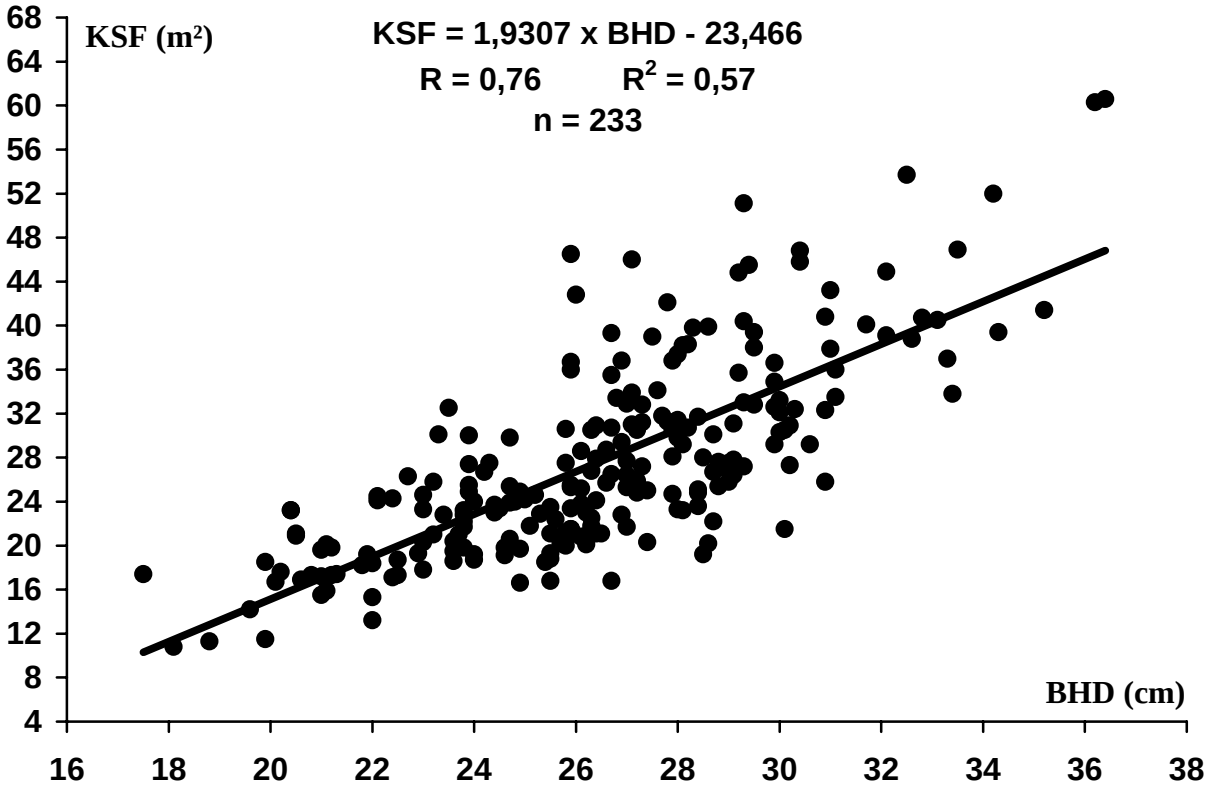

Abb. 7: Abhängigkeit zwischen Kronenschirmflächen (KSF) und Durchmessern (BHD) (Forstamt Kaiserslautern, Alter im Jahr 2005: 69 Jahre)

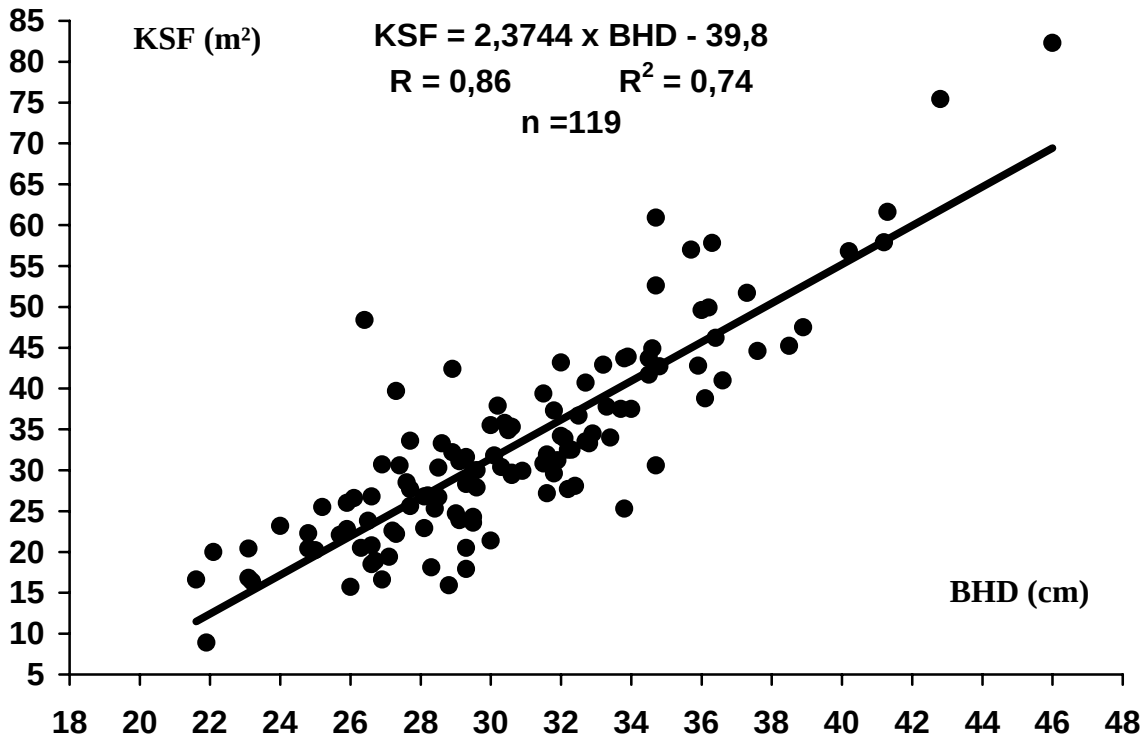

Abb. 8: Abhängigkeit zwischen Kronenschirmflächen (KSF) und Durchmessern (BHD) (Forstamt Wasgau, Alter im Jahr 2005: 97-103 Jahre)

5.3.2 Jährlicher Grundflächenzuwachs (ig) und Kronenschirmfläche (KSF)

Um die Beziehung zwischen Zuwachs und Kronenschirmfläche untersuchen zu können, wurde der jährliche Grundflächenzuwachs der Z-Bäume in der Periode 1990 – 2005 auf den beiden Standorten Kaiserslautern und Wasgau herangezogen. Der periodisch jährliche Grundflächenzuwachs ist als Differenz der Grundflächen am Ende und am Anfang der Periode, geteilt durch die Anzahl der Jahre berechnet. Der Grundflächenzuwachs wurde deshalb gewählt, weil er nicht nur von der Durchmesserdifferenz, also dem Dickenzuwachs des Baumes, sondern von der absoluten Größe des Durchmessers abhängt.

Ähnlich wie bei der Beziehung zwischen Kronenschirmflächen und Brusthöhendurchmessern kann aus den Abbildungen 9 und 10 festgestellt werden, dass eine straffe Korrelation zwischen jährlichem Grundflächenzuwachs und den Kronenschirmflächen besteht. Eine früh freigestellte Eiche mit einer Kronenschirmfläche von 28 m² würde nach der Gleichung in der Abb. 9 einen jährlichen Grundflächenzuwachs von 17,7 cm² haben, während diese Eiche bei gleicher Kronenschirmfläche in den spät freigestellten Versuchsbeständen nach der Gleichung in der Abb. 10 einen jährlichen Grundflächenzuwachs von 16,2 cm² aufweisen würde.

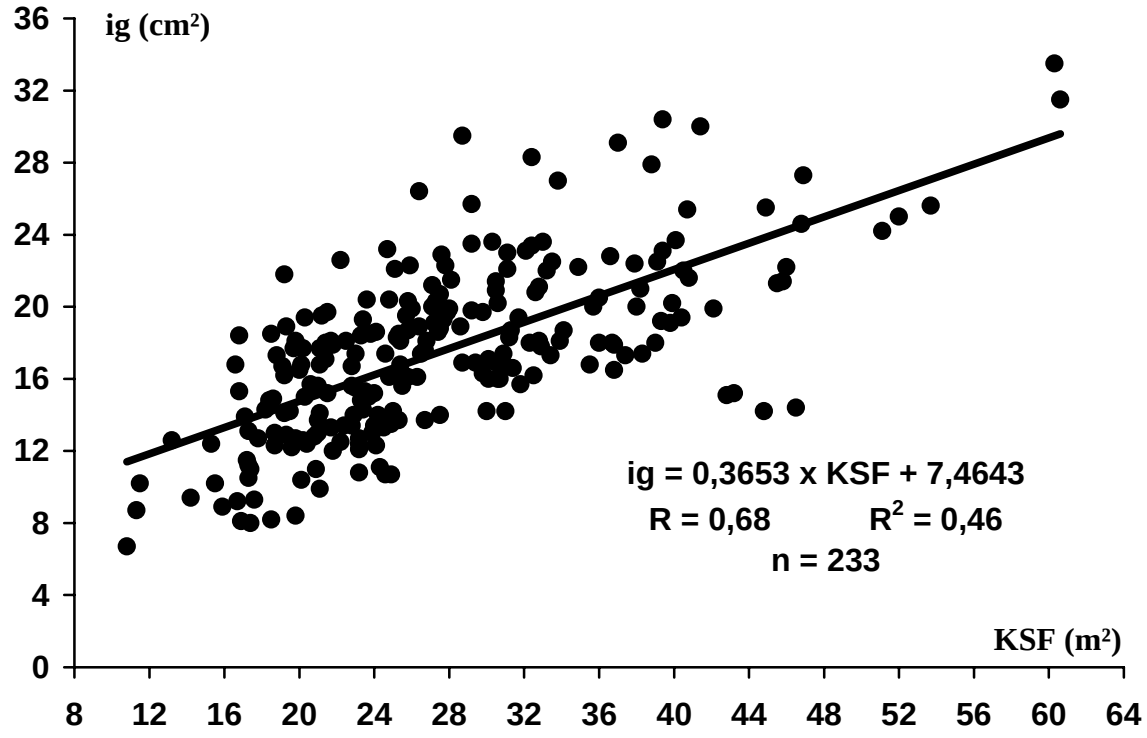

Abb. 9: Abhängigkeit zwischen jährlichem Grundflächenzuwachs (ig) und Kronenschirmflächen (KSF) (Forstamt Kaiserslautern, Alter im Jahr 2005: 69 Jahre)

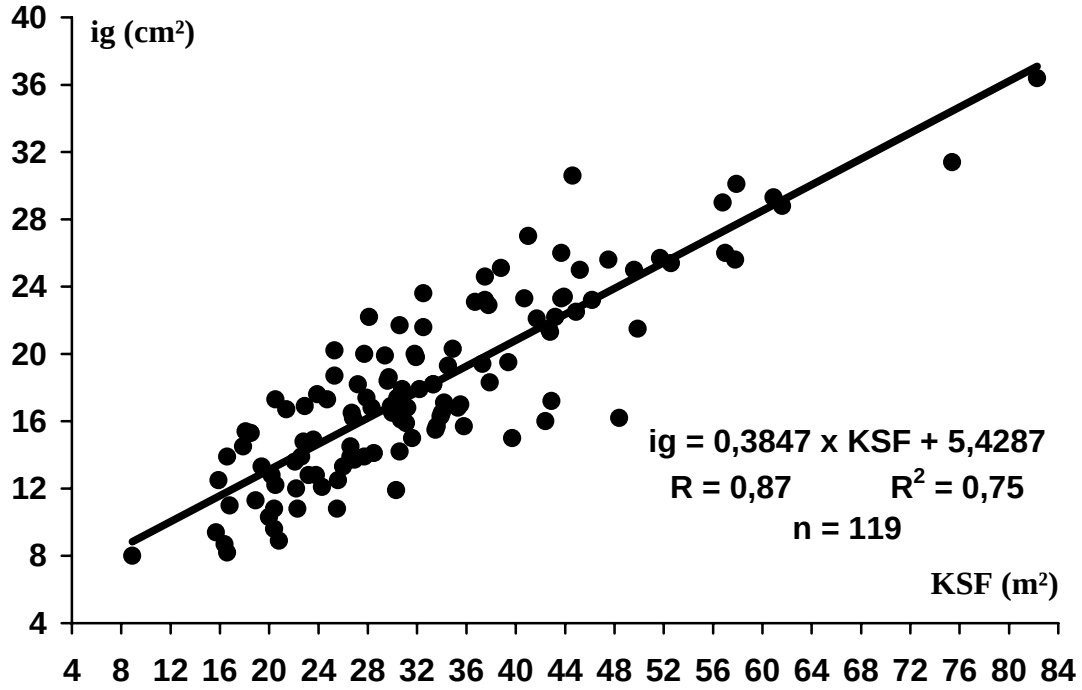

Abb. 10: Abhängigkeit zwischen jährlichem Grundflächenzuwachs (ig) und Kronenschirmflächen (KSF) (Forstamt Wasgau, Alter im Jahr 2005: 97-103 Jahre)

6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Eichenbestände im Pfälzerwald gehören neben den Eichenbeständen im Spessart zu den qualitativ hochwertigsten Waldbeständen in Deutschland. Eichen-Furnierholz aus dem Pfälzerwald ist bei den Holzkäufern beliebt und erzielt beachtliche Preise. Die traditionelle Eichenwirtschaft ist hier auf möglichst lange astreine Schäfte mit schmalen Jahrringen bei einer Umtriebszeit von 250-300 Jahren gerichtet. Die Beibehaltung der hochwertigen Furnierholzqualität ist und bleibt das oberste Ziel der Eichenwirtschaft im Pfälzerwald. Im Jahr 1990 angestellte Überlegungen zur Auslesedurchforstung zugunsten einer bestimmten Anzahl von Zuwachs- und Wertträgern verfolgen das Ziel, das Dickenwachstum nach Erreichen von ca. 10 m astreinem Schaft zu fördern (Dimensionierung), um die Umtriebszeit auf 180-200 Jahren zu verkürzen. SCHULZ (1959) weist darauf hin, dass die Jahrringbreiten allein noch kein eindeutiger Weiser für die Furniertauglichkeit sind, zumal Gleichmäßigkeit des Jahrringaufbaus und helle Färbung sowie sonstige Fehlerfreiheit ebenso wichtige Kriterien sind wie die Dimension, für die in der Regel Stärkeklasse 7 angestrebt wird. Dies kann vor allem über gezielt fortgesetzte Standraumerweiterung der Wertträger erreicht werden.

Aufgrund der Ergebnisse des 15jährigen Beobachtungszeitraumes der Z-baumorientierten Eingriffe zugunsten einer bestimmten Anzahl von Wertträgern folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Durch die gezielte Förderung der zukünftigen Zuwachs- und Wertträger wurden auf allen Versuchsparzellen fast gleichhohe jährliche Durchmesserzuwächse festgestellt. Diese betragen in Kaiserslautern im Alter 69 i. M. 0,50 cm und in Wasgau im Alter 97-103 i. M. 0,43 cm. Daraus lässt sich schließen, dass gegenwärtig unabhängig von der Anzahl der Z-Bäume der tatsächlich verfügbare Kronenraum der Z-Bäume den Durchmesserzuwachs entscheidend beeinflusst.

2. Die stärkere Entnahme in den Referenzflächen in Kaiserslautern führt wegen der höheren Anzahl der Z-Bäume und der zusätzlichen Entnahme in den Zwischenfeldern zu niedrigen Werten des Vorrates und der Grundfläche/ha sowie des laufenden jährlichen Zuwachses (Tab. 2).

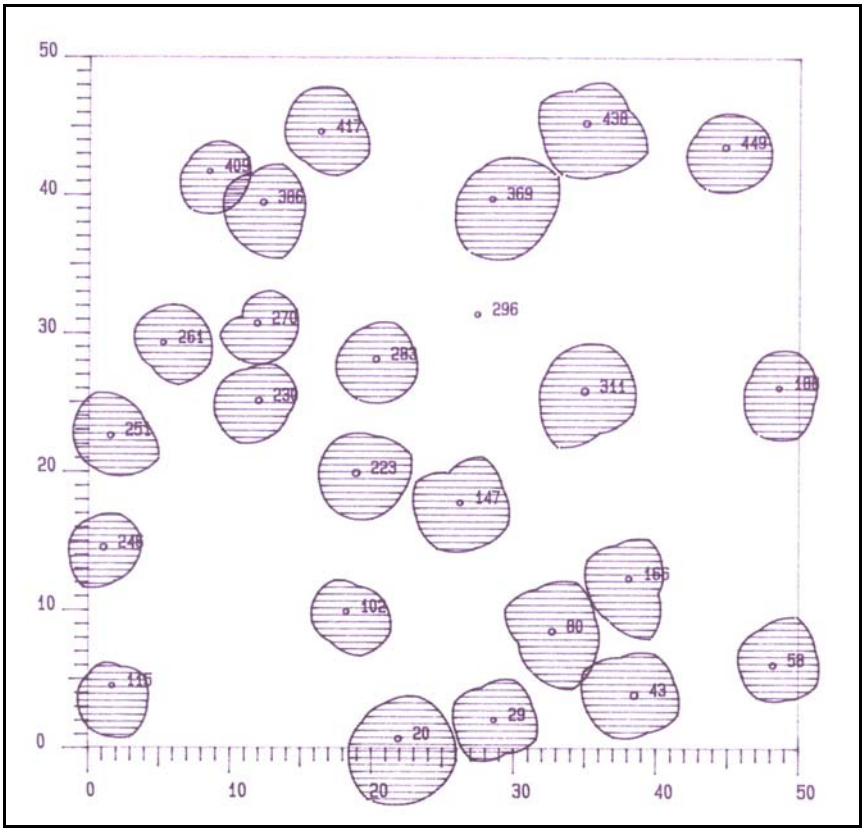

Abb. 11: Kronenschirmflächen der Z-Bäume der Variante mit 100 Z-Bäumen/ha (Forstamt Kaiserslautern, Parzelle 26)

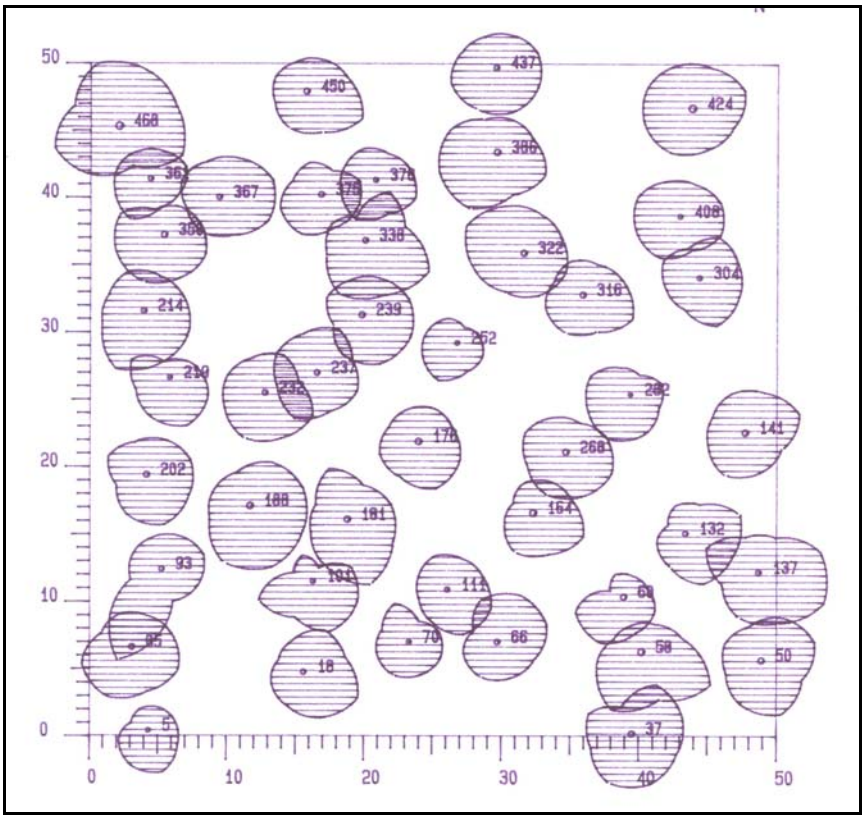

Abb. 12: Kronenschirmflächen der Z-Bäume der Referenzfläche mit 172 Z-Bäumen/ha (Forstamt Kaiserslautern, Parzelle 28)

3. Die notwendige Anzahl von Z-Bäumen wird am besten durch die Abbildungen 11 und 12 veranschaulicht. Dort werden die Kronenschirmflächen von zwei Versuchsparzellen in Kaiserslautern (Alter 69) mit 100 und 172 Z-Bäume/ha dargestellt. Die Summe der Kronenschirmflächen der Variante mit 100 Z-Bäumen betragen 2.875 m²/ha und der Referenzfläche mit 172 Z-Bäumen 5.458 m²/ha. Um einen durchschnittlichen jährlichen Durchmesserzuwachs von etwa 0,4 cm möglichst lang beizubehalten, müssen die Z-Bäume kontinuierlich und konsequent gefördert werden. Dies führte bei der Variante mit 172 bzw. 220 Z-Bäumen/ha zu dem Engpass, dass die Dimensionierungseingriffe im Jahr 2005 auf diesen Referenzflächen nicht mehr konsequent durchgeführt werden konnte. Der Grund liegt vor allem daran, dass im Alter 69 ein Teil der Z-Bäume bereits als Bedränger der anderen Z-Bäume entnommen werden muss. Es kann deshalb nicht sinnvoll sein, zuerst eine hohe Zahl von Z-Bäumen auszuwählen, große Mengen von nicht kostendeckendem schwachem Material zu entnehmen und dann gezwungen zu sein, am Ende wieder einen bedeutenden Teil des Z-Baum-Kollektivs zu reduzieren oder wegen entstehender Bestandeslücken nicht mehr eingreifen zu können. Aufgrund dieser Überlegungen erscheint es empfehlenswert, nach Erreichen einer astreinen Schaftlänge von etwa 8-10 m lediglich 80-100 Z-Bäume pro Hektar auszuwählen.

4. Die gezielte Einzelbaumförderung in schwachen Eichen-Baumholzbeständen führten bisher zu keiner nennenswerten Verschlechterung der Qualität der freigestellten Zuwachs- und Wertträger. Nach SPIECKER (1991) wird die Entwicklung der Wasserreiser durch Freistellung zunächst gefördert. Die Anzahl der Wasserreiser wird durch die Kronengröße wenig beeinflusst, der Anteil längerer und älterer Wasserreiser an der Gesamtzahl der Wasserreiseranlagen ist jedoch bei großkronigen Eichen wesentlich geringer als bei den kleinkronigen. Ein Austreiben der Wasserreiser wird nach SPIECKER mit der Beschattung durch den Nebenbestand (z. B. Buchenunterstand) zwar nicht verhindert, ihre Vitalität aber entscheidend geschwächt. Nach 15jähriger Beobachtungszeit konnte auf allen Eichen-Versuchsflächen keine nennenswerte Wasserreiserbildung festgestellt werden. Daher darf vermutet werden, dass eine stärkere Wasserreiserbildung durch die Kronenerweiterung der Eiche und durch den Buchenunterstand, der in allen Versuchsparzellen schon eine Höhe von 10-15 m erreicht hat, verhindert wird. In diesem Zusammenhang soll auch erwähnt werden, dass die Pfälzer-Eiche von Natur aus eine geringere Neigung zur Wasserreiserbildung hat als Eichen aus den anderen Herkunftsgebieten.

7. Literatur

ABETZ, P., 1988: Erwiderung zu Schober: Durchforstung nach Zahlen?
AFJZ 159. Jg., S.1-2

ABETZ, P., 1989: Zu den Ursachen des „Umsetzens“ von (Z)-Bäumen.
AFZ 50, S. 1334-1337

BECKER, G., HAPPLA, F. und TEUTENBERG, A., 1990: Untersuchung der Holzqualität von Traubeneichen aus unterschiedlich dicht begründeten Beständen (Rund- und Schnittholzqualität).
Holz als Roh- und Werkstoff 48, S. 339-343

BOUCHON, J., 1970: Norme provisoire pour le chêne de qualité du secteur liegérien.
I.N.R.A – C.N.R.F Station de sylviculture et de Production
Doc.no 70/01, 13 S.

BURGER, H., 1947: Holz, Blattmenge und Zuwachs. VII. Mitteilung. Die Eiche.
Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen,
XXV. Bd., S. 211-219

DONG, P. H., MUTH, M. und ROEDER, A., 1997: Traubeneichen-Durchforstungsversuch in den Forstämtern Elmstein-Nord und Fischbach.
Forst und Holz 52, S. 34-38

EICHENLAUB, A., 2006: Kroneneffizient der Eiche in Abhängigkeit von der Bestandesdichte. Ertragskundliche Auswertung der langfristigen Eichenversuchsflächen Waldleiningen 88 und Elmstein 62 und 63.
Diplomarbeit der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität München

HOCHBICHLER und KRAFFENBAUER, A., 1988: Behandlungsprogramme für die Werteichen-produktion im Wienerwald und Weinviertel.
Centralblatt f. d. ges. Forstwesen 105, H. 1, S. 1-23

JÜTTNER, O., 1955: Eichenertragstafel. In: Ertragstafeln wichtiger Baumarten, bearbeitet von R. SCHOBER, Sauerländer´s Verlag, Frankfurt, 2. Auflage 1975

KENK, G., 1984: Werteichenproduktion und ihre Verbesserung in Baden-Württemberg.
AFZ 39, S. 428-434

KLÄDTKE, J., 1990: Umsetzungsprozesse unter besonderer Berücksichtigung Z-Baum-bezogener Auslesedurchforstung.
AFZ 161, S. 29

KRAMER, H. und DONG, P. H., 1985: Kronenanalyse für Zuwachsuntersuchungen in immissionsgeschädigten Nadelholzbeständen.
Der Forst und Holzwirt 40, S. 115-118

KRAMER, H. und AKCA, A., 1987: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur.
J.D. Sauerländer´s Verlag, Frankfurt am Main

MAYER, R., 1958: Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten.
AFJZ 129, S. 105-114, 151-163, 191-201

MEYER, K., 1990: Die Furniereiche im Pfälzerwald – Inventurergebnisse sowie langfristige Anbau- und Nutzungsstrategien
Forst und Holz, H. 11, S. 289-292

PETRI, H., 1970: Eichenanbau in Rheinland-Pfalz.
AFZ, S. 766-768

PRETZSCH, H. und UTSCHIG, H., 1995: Über 90 Jahre Beobachtung durch das Bayerische Ertragskundliche Versuchswesen – Die Eichen-Versuchsflächen im Forstamt Elmstein-Nord.
Sonderdruck AFZ, Heft 2

SACHSSE, H. und GRÜNEBAUM, M., 1990: Untersuchung der Holzqualität von Traubeneichen aus unterschiedlich dicht begründeten Beständen (Auswirkung der Bestandesbegründung auf Holzstruktur und Funiereignung).
Holz als Roh- und Werkstoff 48, S. 255-260

SCHOBER, R., 1987: Durchforstung nach Zahlen?
AFJZ 158, S. 174-183

SCHOBER, R., 1988: Von der Niederdurchforstung zur Auslesedurchforstung im Herrschenden.
AFJZ 159, S. 208-213

SCHOBER, R., 1988: Von Zukunfts- und Elitenbäumen.
AFJZ 159, S. 239-249

SCHOBER, R., 1988: Die Bedeutung des Umsetzens von Waldbäumen für Z-Baum-Durchforstungen.
AFZ 32, S. 824-828

SCHULZ, H., 1959: Untersuchungen über Bewertung und Gütemerkmale des Eichenholzes aus verschiedenen Wuchsgebieten.
Schriftenr. Forstl. Fak., Univ. Göttingen und der Niedersächs. FVA, Bd. 23

SPELLMANN, H., 1990: Entwicklung von Z-Baum-Kollektiven in langfristig beobachteten Eichen-Versuchsflächen der Niedersächs. Forstl. Versuchsanstalt.
Dt. Verb. Forstl. Forsch. Anst., Verden/Aller, S. 179-200

SPIECKER, H. 1983: Durchforstungsansätze bei Eiche unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums.
AFJZ 154, S. 21-36

SPIECKER, H. 1983: Zur Steuerung des Dickenwachstums und der Astreinigung von Trauben- und Stieleichen (Quercus petraea(Matt.) Liebl. und Quercus robur L.).
Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Würtemmberg, Band 72

WALDBAULICHE GRUNDSÄTZE und VORSCHRIFTEN für den Pfälzerwald, 1925.
Mitt. aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, 16. Heft

WALDBAURICHTLINIEN für die WÄLDER von RHEINLAND-PFALZ, 1983, 2. Teil, Bereich der Forstdirektion Rheinhessen-Pfalz.
Mitteilung aus Forsteinrichtung und Waldbau, Nr. 28

ZIMMERMANN, H., 1965: Sortierung und Verkauf der Furniereiche.
HZBl. 91/58