

# Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten

(Mit 6 Abbildungen und 4 Tabellen)

Von R. MAYER, München

(Aus dem Institut für Ertragskunde der Bayer. Forstl. Forschungsanstalt in München<sup>1)</sup>)

**Vorbemerkung:** Die Anregung, Untersuchungen über die Ertragsleistung und die Ökonomie der Standflächenausnutzung durchzuführen, erhielt ich von Herrn Prof. Dr. E. ASSMANN, Leiter des Instituts für Ertragskunde in München, dem ich für Beratung und Anleitung zu großem Dank verpflichtet bin. Ich darf mich ferner dankbar der Unterstützung bayerischer und pfälzischer Forstbeamter erinnern, vor allem der trotz wochenlanger Aufnahmezeit unermüdlichen Bereitschaft des Institutsmitarbeiters Herrn Ing. K. BALLING. Gedankt sei ferner für ihre Mithilfe Herrn Dipl.-Forstwirt G. MÜLLER sowie den Forststudierenden, die mir einen Teil der umfangreichen Rechenarbeiten abnahmen. Die zahlreichen graphischen Darstellungen wurden in einwandfreier Weise von der Sekretärin des Instituts, Frä. HODUREK angefertigt. Die Messung der Bohrspäne konnte dank des Entgegenkommens von Herrn Prof. Dr. G. MITSCHERLICH an der Jahrringmeßmaschine des Instituts für Ertragskunde in Freiburg durchgeführt werden.

Für die Veröffentlichung der Untersuchung in dieser Zeitschrift war eine Kürzung der Originalarbeit notwendig. Vor allem konnte nur ein geringer Teil der graphischen Darstellungen und Tabellen aufgenommen werden. Das gesamte Zahlenmaterial sowie die Originalzeichnungen liegen am Institut für Ertragskunde in München.

## Teil I

### 1. Einleitung

#### 11. Die Zielsetzung der Arbeit

Bei der Anlage der langjährigen Eichenversuchsflächen der Bayerischen Forstl. Forschungsanstalt waren unterschiedliche Forschungsziele maßgebend gewesen. Die am längsten kontrollierten Flächen waren in den Jahren 1900 und 1901 erstmalig aufgenommen worden und sollten die Ertragsuntersuchungen der Arbeitspläne des Vereins Forstlicher Versuchsanstalten auf die Baumart Eiche ausdehnen.

Eine zweite Gruppe von Flächen, die in den Jahren 1928 bzw. 1935 auf Veranlassung von Geheimrat Prof. FABRICIUS angelegt wurden, sind zur Untersuchung des Mischwuchsproblems gedacht und umfassen verschiedene Mischungsformen von Eiche, Buche und Hainbuche im Vergleich zu reinen Eichen- oder reinen Buchenflächen. Sie versprechen bei längerer Bearbeitung und zielstrebigem, intensiver Behandlung wesentliche Ergebnisse. Leider haben gerade diese jungen Flächen unter der langen Zwangspause der Aufnahme- und Pflege Tätigkeit während des 2. Weltkrieges sehr gelitten. Die Nachholung notwendigster Maßnahmen muß nun sehr vorsichtig durchgeführt werden. In der Nachkriegszeit wurden verschiedentlich Stämme gestohlen. Die Numerierung wurde teilweise unleserlich, so daß der Anschluß an frühere Aufnahmen nur mangelhaft gefunden werden kann. Auf eine Heranziehung dieser Flächen wurde daher in vorliegender Arbeit verzichtet.

Eine dritte Gruppe von Eichen-Versuchsflächen wurde 1934 ebenfalls von Prof. FABRICIUS zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Erziehungsweisen auf die Wasserreiserbildung begonnen.

So standen zur genaueren Bearbeitung der Ertragsleistung und Wuchsentwicklung 4 noch bestehende und 2 be-

reits 1929 bzw. 1936 aufgelassene Ertragsflächen zur Verfügung, ferner 3 Versuchsreihen mit zusammen 14 Einzelflächen der Wasserreisergruppe. Die verschiedene Zielsetzung machte sich auch in der Aufnahmehethodik und Intensität bemerkbar. Die Klappung und Höhenmessung wurde auf den Wasserreiserflächen in längerem Turnus durchgeführt. Auch wurde die Numeration dieser Flächen teilweise erst bei der 2. Aufnahme vorgenommen. Infolge der geringen Zahl von brauchbaren Flächen, die sich zudem sehr ungleichmäßig auf Alter unter 120 Jahren verteilen, konnte nicht daran gedacht werden, einen vollständigen Wachstumsablauf für die beiden Eichengebiete Pfälzerwald und Spessart herauszuarbeiten. Es sollen lediglich die bisherigen, auf einzelnen Flächen gesammelten Unterlagen zusammengestellt und miteinander sowie mit den gebräuchlichen Eichen-Ertragstafeln von SCHWAPPACH-WIEDEMANN (20) und ZIMMERLE (21) verglichen werden (Teil I).

Der Hauptteil der Arbeit ist der Eichen-Krone gewidmet, deren Größe, Entwicklung und Gestalt mit zahlreichen Fragen über Bestandsaufbauformen, Durchforstungsweisen, Holzqualität und Ertragsleistung von Rein- und Mischbeständen in engem Zusammenhang steht (Teil II und III).

Es kommen somit in dieser Arbeit zwei verschiedene ertragskundliche Untersuchungsmethoden zur Anwendung. Die erste entspricht dem bereits seit Beginn einer geregelten Forstwirtschaft vorhandenen Bestreben, durch wiederholte Messungen des Holzvorrates von Versuchsflächen mit Hilfe statistischer Arbeitsweisen Wachstumsregeln an Beständen herauszufinden. Die Ertragstafeln — als Niederschlag dieser Forschungsmethode — können aus dem Blickwinkel einer fortschreitend differenzierten Betrachtungs- und Behandlungsweise forstlicher Probleme nur sehr bedingt befriedigen. Demgegenüber scheint eine ertragskundlich-pflanzenphysiologische Forschungsrichtung, die sich mit den Einzelorganen der Bäume und deren Bedeutung für die pflanzliche Stoffproduktion beschäftigt, besser geeignet zu sein, Gesetzmäßigkeiten von allgemeiner Bedeutung und vielfältiger Anwendbarkeit abzuleiten. Untersuchungen hierüber, die mit ihren Anfängen bereits in das vergangene Jahrhundert zurückreichen (R. HARTIG), erfuhren im Laufe der letzten Jahrzehnte durch Arbeiten von BOYSEN-JENSEN, BURGER, MAR, MÖLLER, POLSTER u. a. besondere Förderung. Die vorliegende Untersuchung ist bemüht, mit ertragskundlichen Meßmethoden Zusammenhänge zwischen Krone, Zuwachs und Standraum herauszustellen. Es stünde im Kronenraum von Waldbeständen aber auch ein weites Gebiet für Untersuchungen mit gasanalytischen Meßmethoden offen, wie sie von HUBER (2) zur Festsetzung des CO<sub>2</sub>-Verbrauches bzw. der Assimilationsleistung anderer Pflanzengesellschaften bereits durchgeführt wurden.

Zur Ergänzung des Untersuchungsmaterials insbesondere hinsichtlich der Altersverteilung erwies sich die einmalige Aufnahme von 4 Probestellen notwendig.

Eine Untersuchung über die Eiche ohne Berücksichtigung ihrer Wertleistung wäre unvollständig. Der Gesichtspunkt

<sup>1)</sup> Die Untersuchungen wurden durch Sachbeihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

der Produktion von Eichen mit Furnierqualität findet daher in verschiedenen Abschnitten eingehende Würdigung.

Mag auch jede Erkenntnis ihren Wert in sich tragen, so findet sie ihre wahre Erfüllung doch erst in ihrer Übersetzbarkeit in das praktische Leben. Der eigentliche Sinn und Zweck ertragskundlicher Forschungen und Feststellungen liegt in ihrer Bedeutung für das waldbauliche Handeln. So ist auch diese Untersuchung bestrebt, in ihrem Schlußabschnitt (Teil III) darzustellen, welche Überlegungen aus waldbaulicher Sicht aus den Zusammenhängen zwischen Krone und Zuwachs bei der Eiche zu folgern sind.

## 12. Beschreibung der untersuchten Flächen und Standorte

Die Traubeneiche ist eine Baumart, deren Verbreitung an sehr spezifische Standortseigenschaften gebunden ist. Ihre Wärmebedürftigkeit äußert sich klar an ihrem optimalen Auftreten in Deutschlands wärmsten Landschaften an Main und Rhein, die als Weinbaugebiete besonderen Rang und Namen haben. Ausschlaggebend für die Verbreitung der Traubeneiche dürfte vor allem ihre Abneigung gegen extreme Wärmeschwankungen sein (3). Bezeichnenderweise erreichen die Differenzen zwischen dem höchsten und tiefsten mittleren Monatsmittel der Temperatur auf den unterfränkischen Höhen mit 17 bis 17,5° C die niedrigsten Werte in Bayern (abgesehen vom Alpengebiet und einzelnen Höhen des Bayer. Waldes) (6). Die Anforderungen der Traubeneiche an Niederschläge und Bodenfeuchtigkeit sind nicht hoch, wenn auch das Wachstum dadurch erheblich gefördert wird. Für die Produktion einer Furnierqualität ist von den Standortskräften in erster Linie der Boden ausschlaggebend, dessen Zusammensetzung nicht nur auf die absolute Jahrringbreite, sondern auch auf die Härte des Holzgefüges an sich Einfluß nimmt (4, 5).

Die Charakterisierung eines Standortsklimas mit Hilfe von Zahlenwerten ist sehr problematisch. Erstens ist häufig auch bei nur geringer Luftlinienentfernung der einschlägigen Meßstation bereits eine entscheidende Verschiebung der Klimafaktoren des betreffenden Bestandes erfolgt. So können sich durch andere Exposition oder Höhenlage gerade wichtige Extremwerte stark verändern. Zweitens ist bekanntlich — wie in Abschnitt 422 für Temperatur und Niederschlag gezeigt wird — nicht der einzelne meteorologische Faktor, sondern deren Zusammenwirken zum Klima für das Wachstum bestimmend.

Lediglich zu überschlägiger Orientierung sind daher einzelne, meteorologische Daten für die Untersuchungsgebiete Pfälzer Wald, Spessart und Steigerwald aus dem Klima-Atlas von Bayern (6) zusammengestellt.

Gebiet	T <sub>J</sub> C°	T <sub>V</sub> C°	N <sub>J</sub> mm	N <sub>V</sub> mm	Mittl. Beginn einer Tagesmitteltemperatur von 5° C.	Mittl. Dauer eines Tagesmittels von 5° C	Mittl. Zahl der Sommer-tage*)
Pfälzer Wald	7—8	14—15	700—850	200—250	—	—	—
Spessart	6—8	13—15	900—1200	220—300	20. III. — 10. IV.	200—220	10—30
Steigerwald	7—8	14—15	650—800	180—240	20.—30. III.	210—220	20—40

\*) Höchstwert der Temperatur mindestens 25° C.

### Die Versuchsflächen des Pfälzer Waldes

Im Forstamt Elmstein-Nord befinden sich die Ertragsflächen Nr. 62 (Abt. Waldmannslust) und Nr. 63 (Abt. Hinterer Zwiesel). Fläche 62 ist im Jahre 1901 erstmalig aufgenommen worden. Sie ist aus einer Saat des Eichelmastjahres 1862 entstanden. Die Exposition des im oberen Teil mäßig steilen, in der unteren Hälfte sanft geneigten Hanges ist Ost-Süd-Ost, die Höhenlage ca. 440 m NN. Der Sandboden mit geringem Lehgehalt entstammt dem oberen Buntsandstein, ist mäßig frisch, locker und tiefgründig. Die 10 bis 14 m hohe, fast lückenlose Buchenschicht ist künstlich eingebracht. Fläche 63 war im Jahr 1901 bei ihrer Anlage 39 Jahre alt und war aus einer „Bändersaat“ ebenfalls der Mast von 1862 entstanden. Sie liegt in ca. 400 m Meereshöhe an einem sanft nach NO geneigten Hang. Der Boden ist eine mäßig frische, lockere Verwitterung des oberen Buntsandsteins, ein schwach lehmiger,

humoser Sandboden mit geringer Steinbeimengung und von mittlerer Tiefgründigkeit. Der künstlich eingebrachte Buchenunterstand ist i. a. gleichmäßig verteilt und hat eine durchschnittliche Höhe von 8 bis 10 m.

Im Forstamt Waldleiningen (Abt. Leiterberghalde) wurde im Jahre 1934 eine Versuchsreihe von 6 Flächen angelegt zur Prüfung des Einflusses verschiedener Durchforstungsstärke auf die Wasserreiserbildung. Die Flächen 1 und 4 sollten in „forstamtsüblicher“ Weise durchforstet werden. In den Flächen 2 und 5 sollten nur die abgestorbenen, absterbenden und umgebogenen Stangen genutzt werden, wogegen die Flächen 3 und 6 im Stil einer starken Hochdurchforstung behandelt werden sollten. Die Ergebnisse dieses Versuches wurden von FABRICIUS und ROMMELER in mehreren Veröffentlichungen behandelt und werden in Abschnitt 41 nach den neuesten Aufnahmen zusammengestellt (Literaturangaben s. Teil III).

Die Versuchsreihe hatte im Jahre 1934 ein Alter von 48 Jahren. Der Eichenbestand mit kräftigem Buchenunterstand stockt in etwa 420 m über NN auf oberem Buntsandstein (Trippstadter oder Karlstaler Schichten). Die Flächen liegen horizontal nebeneinander an einem im O sanft geneigten, im W mäßig steilen NNW-Hang. Die Flächen 1 und 5 liegen auf Hangrücken, die vermutlich flachgründig sind als die dazwischenliegenden flachen Mulden. Für die Kronenuntersuchungen wurden die Flächen 4, 5 und 6 herangezogen. Fläche 4 ist für eine durchschnittliche, forstamtsübliche Durchforstung wohl etwas zu licht gestellt worden. Die Fläche 5 ist dicht erwachsen, größtenteils mit spindeligen Kronen. Die Fläche 6 ist lichtwuchsdurchforstet. Die Eichen haben hier weitausladende Kronen mit kräftiger Bestattung. Nachbarliche Kronenberührung ist nur in Ausnahmefällen vorhanden.

Im Forstamt Ramsen lag eine ebenfalls 1901 angelegte Eichen-Ertragsfläche (Nr. 64), die nach dem 2. Weltkrieg wegen nahezu restlosen Diebstahls des Unterstandes und zunehmender Verlichtung aufgegeben wurde. Die Fläche stammte ebenfalls aus dem Mastjahr 1832. Der Buchenunterstand war gleichmäßig und reichlich vorhanden. Der Bestand zählte bei seiner Anlage 39 Jahre und lag an einem im unteren Teil lehnigen, im oberen Teil steilen Hang mit Exposition nach NO. Der Boden war eine sandige, lockere, frische und tiefgründige Verwitterung des oberen Buntsandsteins.

### Die Versuchsflächen des Spessarts

Die Fläche 59 (F.A. Lohr-West) wurde 1901 im Alter von 68 Jahren erstmals aufgenommen. Sie war durch Saat entstanden. Die Höhenlage ist ca. 450 m, die Exposition des sanft geneigten Hanges OSO. Der geologische Untergrund gehört dem mittleren Buntsandstein an. Der lehmige Sandboden ist stark humos, seine Farbe ist tiefbraun bis dunkelrot. Die

Fläche 60 (F.A. Lohr-West) ist im Jahre 1900 angelegt worden. Sie ist aus einer Saat des Jahres 1858 entstanden, der Buchenunterstand ist natürlichen Ursprungs. Die Fläche liegt in etwa 460 m Höhe an einem sanft nach NO geneigten Plateau. Geologischer Ursprung ist der mittlere Buntsandstein.

Im Jahre 1929 wurde die Versuchsfläche 61 im Forstamt Rothenbuch wegen des unregelmäßigen Bestockungsaufbaues, zunehmender Verlichtung und Unleserlichkeit der Numerierung aufgegeben. Die Fläche war 1901 im Alter von 58 Jahren angelegt worden und entstammte einer Saat aus dem Jahre 1843. Die Fläche lag in einer Höhe von 460 m an einem sanft geneigten ONO-Hang.

Im Forstamt Rohrbrunn wurde 1934 ein Parallelversuch zu der Wasserreiser-versuchsreihe in Waldleiningen/Pfalz eingeleitet. Zwei Versuchsreihen umfaßten je 4 nebeneinander liegende Einzelflächen, von denen Nr. 1 und 3 nach dem A-

Grad der Niederdurchforstung (Entnahme der sterbenden und abgestorbenen Bestandsglieder) behandelt werden sollten. In den Flächen 2 und 4 wurde die Auszeichnung als Hochdurchforstung durchgeführt, etwa nach dem E-Grad. (Pflüge der bestveranlagten, geradschaftigen, gutbekronten Bäume.) Die 4 Flächen der Versuchssreihe I lagen in etwa 420 m Höhe an einem NO-Hang der Abt. Reising. Diese wurde 1954 nach starken Sturmschäden und nachfolgender Verlichtung aufgegeben. Die Versuchssreihe II befindet sich in etwa 450 m an einem Südhang der Abt. Sonnhöh. Beide Bestände waren bei der Anlage 70jährig. Jeglicher Buchenunterstand wurde aus den Flächen entfernt, damit die Belichtungsverhältnisse der unteren Stammteile nicht unterschiedlich beeinflusst würden. Der Boden ist in beiden Reihen aus der Verwitterung des mittl. Buntsandsteins entstanden und besteht aus tiefgründigem, schwach lehmigem Sand mit Gesteinsbeimengungen wechselnder Größe.

Zur Ergänzung der hinsichtlich des Alters bei etwa 120 Jahren begrenzten Versuchsflächen wurde in der 160jährigen Abt. Weißerstein des Forstamtes Rothenbuch eine einmalige Aufnahme einer Probefläche von 0,3 ha Größe durchgeführt. Der untersuchte Bestand liegt in etwa 460 m Höhe auf einem sanft nach S geneigten Plateau. Der Boden besteht aus tiefgründigem, anlehmigen, frischen Feinsand mit Lettenbänken. Im Hauptbestand befinden sich neben der Eiche auch einige Buchen. Der Buchenunterstand ist locker und stellenweise unregelmäßig. Große Teile des Buchenunterstandes wurden 1936 und 1944 vom Schnee zusammengedrückt, da die Buchen im Dichtscluß des Bestandes ungepflegt und schwach entwickelt waren.

#### Die Probeflächen des Steigerwaldes

Im Forstamt Fabrikschleichach liegt in der Abt. Reisingen die jüngste Probefläche. Der Bestand soll laut Operat etwa 1904 aus Streifensaat entstanden und im Alter von 10 Jahren mit Buche unterbaut worden sein. Der Buchenunterstand ist kräftig entwickelt und erfüllt seine Aufgabe vollkommen. Die Fläche liegt in etwa 430 m Höhe auf einem breiten Rücken. Der Boden hat sich aus Semionotensandstein zu einem tiefgründigen, lehmigen Sand mit guten Durchlüftungs- und Durchwurzelungsverhältnissen entwickelt. Im Jahre 1946, also bereits im Alter von 47 Jahren, wurde ein kräftiger Eingriff vorgenommen, der den Bestand hinsichtlich der verbleibenden Stammformen günstig beeinflusste, vielleicht insofern aber etwas zu viel des Guten tat, als die Kronenspannung bereits sehr stark gelockert wurde, so daß noch im Jahre 1954 nur ca. 60 bis 65% der Fläche von Eiche überschirmt war. Die Eichenkronen sind kräftig entwickelt und besitzen zumeist noch Platz zu weiterer Ausbreitung.

Der zweite Bestand befindet sich in der Abt. Rennerkreuz an einem mäßig steilen Südhang. Der größtenteils sandig-lehmige Boden hat sich aus der Lehrbergstufe entwickelt und geht im untersten Hang in Lehm und Letten des Schilfsandsteins über. Die Höhenlage ist etwa 380 m. Der Bestand wurde ca. 1849 durch Saat begründet und erstmals 1890 mit Buche unterbaut, die heute trotz mehrfacher Ergänzung einen etwas schütterten Unterstand bildet. Die Kronen laden weit aus und sind tief angesetzt.

Die dritte Probefläche liegt in einem ca. 160jährigen, aus Naturverjüngung entstandenen Eichen-Buchen-Mischbestand in der Abt. Röhren in ca. 440 m Höhe auf schwach lehmigen Sanden des Blasensandsteins. Der Bestand ist in großen Teilen stark durchbrochen, da die Buche überaltet ist und mit hohem Faulholz- und Rotkernprozent bereits ausgezogen wurde. Die aufgenommene Probefläche von 0,276 ha ist noch geschlossen und besitzt dichten Buchenunter- und Zwischenstand. Die Kronen sind von sehr wechselnder Güte, die Stammformen recht erfreulich.

#### Sonstige Flächen

In den folgenden Ausführungen werden vergleichsweise auch einige Male die Mischwuchsflächen im Forstamt Waldbrunn erwähnt. Die beiden Flächenreihen stocken auf Muschelkalkverwitterung bzw. Lößüberlagerung. In der dicht geschlossenen Eichenfläche der Abt. Steinweg (52jährig) befinden sich im Oberstand auch einige Buchen. Die Unterschicht von Buche, Hainbuche, Maßholder und einigen Eichen ist nicht sehr kräftig entwickelt. Die Eichen-Fläche in der Abt. Haseleck (62jährig) ist sehr stammzahlreich. Nur vereinzelt ist die Buche hauptständig. Der Buchen-Unterstand ist gleichmäßig verteilt, aber noch nicht genug entwickelt, um die Eichenschäfte voll

abzudecken. Die Eichen-Buchen-Vergleichsfläche weist einen guten Vertikalschluß auf, an dem sich die Hainbuche wirksam beteiligt. Die Kronenentwicklung ist sehr unterschiedlich. Einige Lücken sind auf den verspäteten Ausrieb vorwüchsiger Buchen zurückzuführen. Der Unterstand ist schwach; im Zwischenstand aber ist die Buche kräftig entwickelt und bedrängt stellenweise die Eiche. Gerade bei diesen Mischwuchsflächen hat sich die ungleichmäßige und mangelnde Pflege in der Nachkriegszeit auf die Entwicklung der Bestände und ihre Vergleichbarkeit nachteilig ausgewirkt.

## 2. Ertragskundliche Daten der Dauerversuchsflächen und der Probeflächen

Die Kritik an den Ertragstafelwerken fußt unter anderem auf der Feststellung, daß Durchschnittswerte als „normale“ Wachstumsabläufe unterstellt werden, die im konkreten Bestand nur selten Anspruch auf Gültigkeit erheben können. Auf diese Tatsache und offensichtliche Schwäche der Tafeln ist gerade von Vertretern des Lehrfaches der Forstlichen Ertragskunde oftmals hingewiesen worden. Abweichungen von den Tafelsätzen können ihre Ursachen also im Einzelbestand haben. Bei der Anwendung einer Ertragstafel auf einen ganzen Betriebsverband können sich solche Fehler sehr leicht ausgleichen. Ebenso häufig aber kommt als Fehlerquelle die Verwendung einer unpassenden Tafel in Frage, die in einem Wuchsgebiet mit anderen Standortverhältnissen geschaffen wurde. Es ist erstaunlich, mit welcher Vertrauensseligkeit oftmals Ertragstafeln zu Forsteinrichtungszwecken oder Bewertungsverfahren herangezogen werden, ohne daß sie auf ihre Angemessenheit überprüft worden wären.

Die Messungsergebnisse der zur Verfügung stehenden Eichenversuchsflächen sollen im Folgenden mit den zur Zeit gebräuchlichen Eichen-Ertragstafeln von SCHWAPPACH-WIEDEMANN (1920/46) (20) und ZIMMERLE (1930) (21) verglichen werden, um Schlüsse auf ihre Gültigkeit für das pfälzische und unterfränkische Wuchsgebiet ziehen zu können.

### 21. Die Höhenentwicklung

Die Abbildung 1 zeigt neben den Altershöhenkurven der WIEDEMANN- und ZIMMERLE-Tafel die Entwicklung der Mittelhöhen der pfälzischen Versuchsflächen. Alle pfälzischen und fast alle bayerischen Eichenflächen weisen eine stetige „Bonitätsverbesserung“ gegenüber den Tafelwerten

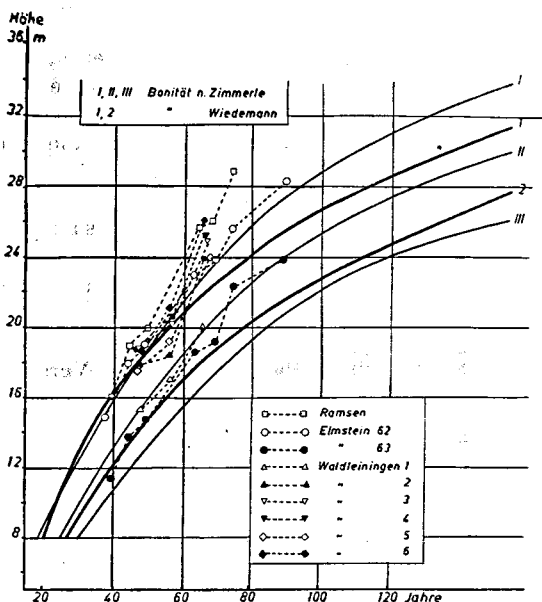


Abb. 1

Altershöhenkurven der pfälzischen Versuchsflächen.

auf. Die Größe der Bonitätssteigerung ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Gegenüber der Tafel ZIMMERLE betragen die Differenzen nur ausnahmsweise über 0,15 Güteklasse pro Jahrzehnt, gegenüber der WIEDEMANN-Tafel ergeben sich jedoch höhere Abweichungen.

Tabelle 1

Fläche	Beob. Dauer	Anfangsbonität		Endbonität		Differenzen zu	
		Wie	Zi	Wie	Zi	Wie	Zi
Rothenbuch	28	1,7	11,2	1,2	1,8	+0,5	+0,4
Lohr <sub>W</sub> 60	51	1,9	11,3	1,7	11,4	+0,2	-0,1
Lohr <sub>W</sub> 59	50	1,8	11,4	1,0	1,7	+0,8	+0,7
Sonnhöh 1	18	11,0	11,6	11,0	11,7	±0,0	-0,1
" 2	18	1,9	11,5	1,8	11,5	+0,1	±0,0
" 3	18	1,5	11,1	1,6	11,3	-0,1	-0,2
" 4	18	1,3	1,8	1,2	1,8	+0,1	±0,0
Reisig 1	18	1,8	11,3	1,5	11,1	+0,3	+0,2
" 2	18	1,7	11,1	1,4	11,0	+0,3	+0,2
" 3	18	1,8	11,3	1,4	11,0	+0,4	+0,3
" 4	18	1,8	11,3	1,4	11,1	+0,4	+0,2
Ramsen	29	1,0	0,8	0,2	0,5	+0,8	+0,3
Elmstein 62	50	1,2	1,2	0,2	0,7	+1,0	+0,5
" 63	50	11,2	11,6	1,4	11,0	+0,8	+0,6
Waldleiningen							
" 1	18	1,5	1,7	1,5	11,0	±0,0	-0,3
" 2	18	1,1	1,1	0,4	0,7	+0,7	+0,4
" 3	18	0,8	0,7	0,2	0,3	+0,6	+0,4
" 4	18	0,9	0,8	0,1	0,2	+0,8	+0,6
" 5	18	1,1	1,1	0,5	0,7	+0,6	+0,4
" 6	18	0,8	0,7	-0,1	0,0	+0,9	+0,7

Auffallend geringe Differenzen und sogar geringes Absinken der Höhenentwicklung zeigen die Flächen Lohr 60, Sonnhöh und Waldleiningen 1. Diese drei Flächen unterscheiden sich von den übrigen durch die Plateaulage oder eine geringe Tiefgründigkeit. Es ist möglich, daß durch die daraus resultierende knappere Wasserversorgung der Höhenzuwachs gedämpft wird.

MITSCHERLICH (18) hat bei Untersuchungen der badischen Eichen-Flächen bis zum Alter von etwa 70 Jahren gegenüber der Ertragstafel ZIMMERLE auch ein Ansteigen der Bonität gefunden und zwar um rund  $\frac{1}{10}$  Gütegrad je Jahrzehnt. Bei den bayerischen Flächen ist diese Bonitätsverbesserung also ebenfalls gegeben und scheint länger anzuhalten.

Zu dem selben Ergebnis kommt ERTELD (14) bei einem Vergleich verschiedener preuß. Eichen-Versuchsflächen mit der Tafel SCHWAPPACH-WIEDEMANN (1920/46).

Die Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Mittelhöhe von 12 Flächen in Abhängigkeit vom Durchmesser des zugehörigen Grundflächenmittelstammes. Die Linienzüge der Versuchsflächen steigen meist steiler an als die Kurven der Ertragstafeln und liegen durchweg höher als ihnen nach ihrer Höhenbonität zukommen würde. Die Grundflächen-Mittelstämme der Versuchsflächen besitzen also bei gleichem Durchmesser eine größere Höhe als die Ertragstafeln.

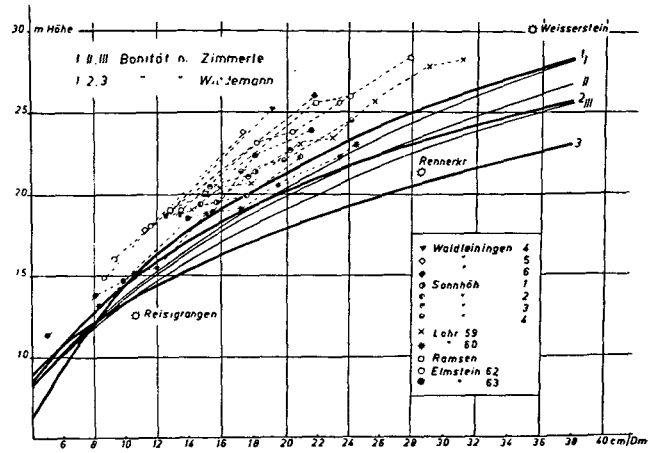


Abb. 2  
Mittelhöhe des Grundflächenmittelstammes.

fein angeben. Sie sind schlanker. Deutlich setzen sich die Probeflächen Rennerkreuz und Reisigrangen ab, die eine geringere Schlankheit aufweisen. Auch die nicht eingezeichnete Probefläche Röhren hat bei 51,4 cm Mitteldurchmesser nur 27,8 m Höhe.

Ebenso sind die Traubeneichen der preuß. Versuchsreihen Eberswalde und Freienwalde<sup>2)</sup> bei gleichem Durchmesser um durchschnittlich etwa 3 m niedriger als die hier untersuchten Eichen. Sie halten sich somit im Rahmen der Ertragstafelkurven.

Diese Verschiedenheiten im Verhältnis Höhe : Durchmesser scheinen nicht durch unterschiedliche Bestockungsdichte allein beeinflusst zu sein. Es ist vielmehr zu vermuten, daß sie standörtlich oder genetisch bedingt sind und verschiedenartige Wachstumstypen repräsentieren. Die Zunahme der Mittelhöhe wird durch den tatsächlichen Zuwachs sowie durch die rechnerische Verschiebung herbeigeführt. Letztere entsteht bekanntlich durch die mit der Durchforstung eintretende Lageänderung des Grundflächen-Mittelstammes innerhalb der Durchmesser-Verteilungskurve. Je nach Art des Eingriffs erhöht sich der Durchmesser stärker oder geringer, theoretisch kann er sich auch verringern, wenn eben nur starke Stämme entnommen werden. Mit der rechnerischen Verschiebung des Durchmessers ändert sich auch die Mittelhöhe, indem sie auf der Höhenkurve weiter nach rechts rückt. Sie ändert sich um so mehr, je steiler die Höhenkurve verläuft. In der Tabelle 2 ist für die Flächenreihe Waldleiningen die rechnerische Verschiebung bei verschiedener Eingriffstärke herausgestellt. Es kann sich dabei um beachtliche Beträge handeln, die von der gemessenen Höhendifferenz abzuziehen sind, wenn man den „echten“ Zuwachs der

<sup>2)</sup> Die Zahlenangaben sind dankenswerter Weise von Herrn Prof. ERTELD (Eberswalde) dem Institut für Ertragskunde in München zur Verfügung gestellt worden.

Tabelle 2  
Versuchsreihe Waldleiningen

Fläche	1934 verbl. Best.		m. G.H. qm 1934/52	1952				Zuwachs des verbl. Best. 1934—1952		Redner. Verschiebung 1952		„Echter“ Zuwachs	
	Dm/cm	h/m		vor der Durchf.		nach der Durchf.		Dm/cm	h/m	Dm/cm	h/m	Dm/cm	h/m
			Dm/cm	h/m	Dm/cm	h/m	Dm/cm	h/m	Dm/cm	h/m	Dm/cm	h/m	Dm/cm
1	11,6	16,3	20,7	15,5	19,0	17,4	19,8	5,8	3,5	1,9	0,8	3,9	2,7
2	13,4	17,9	27,8	17,5	22,8	19,7	23,9	6,3	6,0	2,2	1,1	4,1	4,9
3	14,7	18,8	21,3	19,6	23,7	22,8	24,9	8,1	6,1	3,2	1,2	4,9	4,9
4	14,6	18,7	25,0	18,7	24,1	21,1	25,2	6,5	6,5	2,4	1,1	4,1	5,4
5	13,3	17,8	28,1	17,6	22,6	19,4	23,8	6,1	6,0	1,8	1,2	4,3	4,8
6	14,7	18,8	17,6	20,2	24,4	23,8	26,0	9,1	7,2	3,6	1,6	5,5	5,6

Mittelhöhe feststellen will. Dieser „echte“ Zuwachs ist abhängig von der inneren Wuchskraft der Bäume und dem „Milieu“, in dem sie stehen. In erster Linie sind es die Klimafaktoren und die Bodenverhältnisse, die das Höhenwachstum steuern, ferner ist das Stadium des Wuchsablaufes bzw. die Bestockungsdichte von Bedeutung.

Die Fläche 6 in Waldleiningen mit stärkster Durchforstung zeigt z. B. die größte Zunahme der Mittelhöhe der beiden Versuchsreihen. Nach Abzug der rechnerischen Verschiebung ist dieser Vorsprung stark eingedämmt. Die größere „echte“ Zunahme der Mittelhöhe bei den Flächen 4 und 6 ist wohl auf den günstigeren Standort zurückzuführen. Die beiden Flächen liegen in flachen Hangmulden mit besserer Wasserversorgung, während insbesondere die Fläche 1, aber auch die übrigen Flächen auf mehr oder weniger deutlichen Hangrippen stocken. Die beiden fast undurchforsteten Flächen 2 und 5 liegen außerdem wahrscheinlich im Kronen- und Wurzelraum in zu starkem Konkurrenzkampf und können dem Anreiz zu verstärkter Höhenentwicklung nicht mehr folgen. Vor allem stellt die Wasserversorgung eine Begrenzung der Entwicklungsfähigkeit dar.

Aus der Staffelung der Höhenkurven der verschieden dicht bestockten Flächen Sonnhöh, Waldleiningen und Reisig kann ebensowenig wie aus den Untersuchungen MITSCHERLICHs (18) eine klare Gesetzmäßigkeit über die Höhenentwicklung gleichstarker Bäume bei verschiedener Bestockungsdichte abgeleitet werden. Grundsätzlich ist der Ansicht MITSCHERLICHs und ERTELDS (14) zuzustimmen, daß wohl die stärkere Auflichtung den Anreiz für das Höhenwachstum mindert und zu einer Abwölbung der Krone führt. Auch ist bei starker Durchforstung i. a. die statische Beanspruchung der Bäume größer, so daß eine Verstärkung des Durchmesserzuwachses erfolgen wird, ohne daß die Höhe entsprechend zunimmt. Diese Tendenzen scheinen aber sehr schwach zu sein und werden häufig durch geringe Standortsunterschiede überlagert. Auch kann zu große Bestockungsdichte das Höhenwachstum stärker hemmen. Die Standortsunterschiede bewirken z. B. in Waldleiningen das Zusammenfallen aller Höhenkurven der Einzelflächen trotz stärkster Unterschiede in der Bestockungsdichte, Dagegen liegen in der Reihe Sonnhöh die Höhenkurven der Flächen 3 und 4 bei fast gleicher Bestockungsdichte (27,1 bzw. 26,6 qm) deutlich gestaffelt.

Die aufgezeigten Unterschiede der Höhenentwicklung bei verschieden großem Standraum sind — ebenso wie bei den badischen Versuchsflächen — sehr gering und fallen zu meist sicherlich in den Fehlerbereich der Höhenkurven. Beachtlich ist aber die rechnerische Verschiebung der Mittelhöhe durch die Durchforstungseingriffe. Mit zunehmendem Alter wird diese Verschiebung allerdings geringer, da die Höhenkurven allmählich abflachen. Die Bonitierung jüngerer Bestände kann bei Vorliegen stärkerer Pflegeeingriffe aber problematisch werden, da die in den Ertragstafeln unterstellte Verschiebung wesentlich niedriger veranschlagt ist. Die Angemessenheit der Bonitierung der Bestände ohne Rücksicht auf ihren Pflanzverband bzw. ihre Bestockungsdichte wird im Zeichen stärkerer Pflegeutzungen, die die bisherigen Durchforstungsstärken übersteigen, fragwürdig.

## 22. Durchmesser- und Stammzahlentwicklung

Bei einer Baumart wie der Eiche, mit langsamer und gleichmäßiger Zuwachsreaktion, kann die Entwicklung von Durchmesserzunahme und Stammzahlabnahme sehr

aufschlußreich sein. Anders als beim Höhenzuwachs paßt sich die Durchmesserverstärkung sehr gleichmäßig der Kurve der Ertragstafel WIEDEMANN an. Nur die standortbesten Flächen Ramsen, Elmstein 62 und Waldleiningen 6 laufen mit der ZIMMERLE-Tafel parallel. Alle Werte liegen bereits bei den ersten Aufnahmen und um so mehr bei den späteren tiefer als sie entsprechend der Höhenbonität liegen müßten.

Die Kurve der Stammzahlabnahme verläuft mit fortschreitendem Alter bei den Versuchsflächen flacher als in den Ertragstafeln. In der frühesten Jugend sind die Stammzahlen etwa vergleichbar mit der WIEDEMANN-Tafel. Vom Alter 50 bis zu etwa 100 Jahren zeigen sich die Versuchsflächen wesentlich stammzahlreicher, um sich sodann wieder den Ertragstafelkurven zu nähern. Die Angaben der Ertragstafeln über die Stammzahlentwicklung passen offenbar nicht für die hier untersuchten Wuchsgebiete. Ein so stark durchhauener Bestand wie die Fläche Waldleiningen 6, der als lückig angesprochen werden muß, würde etwa den Stammzahlen der ersten Bonität ZIMMERLE entsprechen. Andererseits gleicht die Stammzahl der undurchforsteten Fläche 5 bereits der II. Bonität WIEDEMANN. Inwieweit die niedrigen Stammzahlen, wie sie WIEDEMANN und ZIMMERLE angeben, auf die Zuwachsleistung Einfluß haben, wird der Abschnitt über Grundflächenhaltung und Volumzuwachs zeigen.

In der Abbildung 3 ist die gegenseitige Beeinflussung von Stammzahl und Mitteldurchmesser an Hand der pfälzischen Flächen dargestellt. Auf der Ordinate wurde wegen der hohen aufzutragenden Stammzahlen der logarithmische Maßstab gewählt, die Abszisse trägt die Durchmesser im normalen Maßstab. Bei gleichem Durchmesser des Grundflächen-Mittelstammes weist die WIEDEMANN-Tafel höhere Stammzahlen auf als die ZIMMERLE-Tafel, allerdings bei höherem Alter. Im rechten, unteren Teil der Kurve laufen die Werte zusammen bzw. überschneiden sich. Innerhalb der Ertragstafeln (aus Gründen der Übersicht-

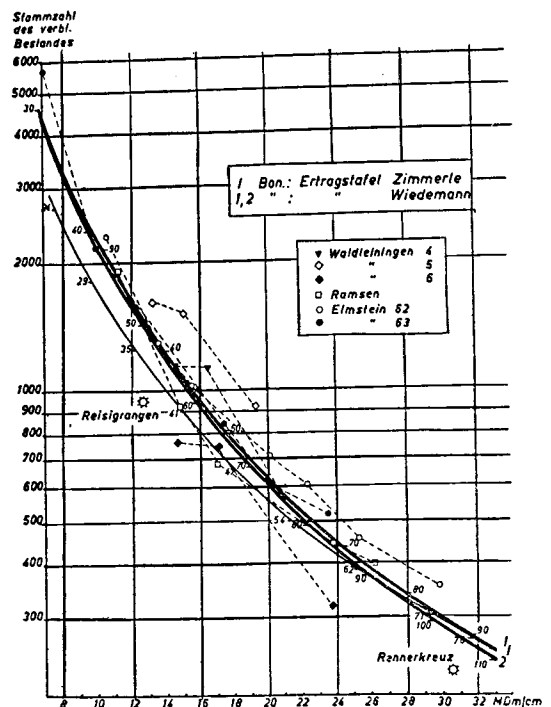


Abb. 3  
Abhängigkeit von Stammzahl und Durchmesser des verbleibenden Bestandes.

lichkeit ist nur I. und II. Bon. nach WIEDEMANN und I. Bon. n. ZIMMERLE eingezeichnet) hat die bessere Bonität bei gleichem Durchmesser (aber geringerem Alter) ebenfalls etwas höhere Stammzahlen. Maßgebend für die Darstellung ist die Tatsache, daß die Abnahme der Stammzahl bzw. die Zunahme der Durchmesser verschieden rasch erfolgt, daß also innerhalb der besseren Bonitäten die Kurven schneller durchlaufen werden. Während die ZIMMERLE-Kurve von Durchmesser 8 cm bis 33 cm ca. 54 Jahre benötigt, sind es auf der ersten Bonität WIEDEMANN ca. 70 Jahre und auf der II. Bon. etwa 76 Jahre.

Die Linienzüge der Versuchsflächen folgen im großen und ganzen dem Kurvenverlauf der Ertragstafeln. Unterschiede der Bonität sind nicht in der Kurvenhöhe ausgedrückt, sondern äußern sich in der Ablaufgeschwindigkeit der Bestandesausscheidung, die durch die Stammzahlabnahme ausgedrückt wird. Sofern die Versuchsflächenlinien an ihrem Ausgangspunkt schon höheres Alter haben als nach der Kurve der entsprechenden Bonität zu erwarten wäre, ist wohl in erster Linie die höhere Stammzahl in der Jugend der Grund für diese Verzögerung. Häufig geht die Durchmesserzunahme später trotz höherer Stammzahlen schneller vor sich als auf der Ertragstafelkurve. Während z. B. die Fläche Wasen etwa der Linienführung der II. Bonität WIEDEMANN entspricht und auch mit etwa gleicher Geschwindigkeit die Entwicklung durchläuft, liegt die bonitätsbessere Fläche SCHLÄGLEIN bei wesentlich höheren Stammzahlen. Sie beginnt mit dem Alter 68 bei 16,2 cm (II. Bo. WIEDEMANN etwa 61 Jahre) und endet mit dem Alter 117 bei 33,2 cm (II. Bon. WIEDEMANN etwa 111 Jahre). Trotz höherer Stammzahlen auf der Versuchsfläche beträgt die Zeitdauer dieser Entwicklung ebenso wie in der Tafel etwa 50 Jahre. — Die Fläche Elmstein 62 benötigt von Mitteldurchmesser 20,2 cm zum Durchmesser 25,4 cm 11 Jahre. Im Ablauf I. Bonität WIEDEMANN würden etwa 14 Jahre entsprechen. Die Stammzahlen liegen während dieser Periode um 100 am Anfang bis 40 am Ende höher als in der Ertragstafelkurve. Die höhere Stammzahlhaltung der Versuchsflächen hat also die Durchmesserentwicklung im Vergleich zur Ertragstafel nicht beeinträchtigt. Die Wirkung unterschiedlicher Durchforstungsstärken auf Mitteldurchmesser und Stammzahl zeigt sich in Waldleiningen und in der Versuchsfläche Reisig sehr deutlich. Die Stammzahlen wurden zu Beginn des Versuchs in den Flächen 4 und 6 in Waldleiningen stark gesenkt, so daß Fläche 6 unter die Zahlen der ZIMMERLE-Tafel zu liegen kam (Abb. 3), und Fläche 4 etwa der WIEDEMANN-Tafel entsprach. Die Fläche 5 liegt mit einem Mehr von 400 Stämmen darüber. Zeitlich entspricht die Durchmesserentwicklung der Fläche 6 etwa II. Bonität ZIMMERLE, Fläche 5 etwa I,5 WIEDEMANN und Fläche 4 etwa I,4 WIEDEMANN. Während im Alter 56 nur geringe Entnahmen erfolgten, wurde 1952 im Alter von 66 Jahren erneut stark eingegriffen. Hierdurch staffeln sich die Mitteldurchmesser der drei Durchforstungsstärken: 23,8 cm, 21,2 cm, 19,4 cm. Nach Abzug der rechnerischen Verschiebung (Tab. 2) für die Altersperiode 47 bis 66 verbleibt bei

Fläche 6 ein „echter“ Dm-Zuwachs von 5,5 cm  
(gemessene Dm-Differenz 9,1 cm),

Fläche 5 ein „echter“ Dm-Zuwachs von 4,3 cm  
(gemessene Dm-Differenz 6,1 cm),

Fläche 4 ein „echter“ Dm-Zuwachs von 4,1 cm  
(gemessene Dm-Differenz 6,5 cm).

Ganz ähnlich verhalten sich die verschiedenen Bestockungsdichten der Versuchsreihe Reisig.

Die echte Verstärkung des Mitteldurchmessers ist also auch bei so großen Stammzahlunterschieden und noch jungen, zuwachselaastischen Beständen wie in Waldleiningen gering differenziert. Dabei ist noch zu bedenken, daß die Fläche 6 eine größere Höhenbonität besitzt.

Auf der Fläche 5 in Waldleiningen wurden entsprechend der Versuchsanweisung nur die abgestorbenen und absterbenden Bäume entnommen. Diese Fläche gibt daher einen Anhalt über den maximal höchsten Kurvenverlauf bzw. die langsamste Entwicklung. Wie weit eine Absenkung der Stammzahl, d. h. eine Reduzierung der Bestockungsdichte ohne Volumzuwachsverluste vorgenommen werden kann, soll bei der Behandlung der Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung untersucht werden.

Die Belegung der Stärkeklassen entspricht erwartungsgemäß etwa normalen Häufigkeitskurven, die mit zunehmendem Alter breiter und flacher verlaufen. In den Vergleichsflächen Waldleiningen, Sonnhöh und Reisig ist die Verschiebung der Stammzahlverteilung je nach Durchforstungsstärke erkennbar. Der Unterschied in der gesamten Durchmesserpreitung ist dagegen nicht so deutlich, wie man vermuten möchte. So kommen z. B. in der dicht gehaltenen Fläche Waldleiningen 5 in den drei stärksten Durchmesserklassen zusammen ebenso viele Stämme vor wie in den gleichen Durchmesserklassen der lichtgestellten Fläche Waldleiningen 6. Hier jedoch ist die prozentual stärkste Klassenbesetzung etwa zwischen 20 und 26 cm, während sie bei der Fläche 5 etwa zwischen 16 und 20 cm liegt.

Bei der Eiche ist der Durchmesserzuwachs bzw. die ihn bedingende Jahrringbreite von besonderem Interesse. Es wurde daher die Häufigkeit von Klassen mit 0,5 mm Jahrringbreite in absoluten Werten und in Prozent der Gesamtbaumzahl zusammengestellt. In der Jugend liegt die größte Dichte der Jahrringbreiten zwischen 1,0 und 2,0 mm. Die Verteilung auf den dichteren Flächen ist etwas zu den geringeren, auf den lichtereren Flächen zu den größeren Jahrringbreiten verschoben. Jahrringbreiten von mehr als 2,5 mm erreichen lediglich Bäume der Flächen Reisig 4 und Elmstein 62. Es ist zu vermuten, daß ein durch stärkere Eingriffe hervorgerufener, größerer Durchmesserzuwachs in der Jugend ein Nachlassen der Stärkeentwicklung im Alter zur Folge hat. So zeigen z. B. die stärksten Bäume einer Fläche, die in ihrer Wuchsentwicklung den übrigen Bäumen vorausgeeilt waren, häufig einen geringeren Durchmesserzuwachs als schwächere Stärkeklassen.

Die Zusammenstellungen bestätigen somit die schon bekannte Tatsache einer großen Unabhängigkeit der Jahrringbreiten der Eiche vom Alter und zeigen ferner, daß die Gefahr ungünstig großer Jahrringbreiten, die die Furnierqualität mindern könnten, auch auf den vorliegenden guten Standorten nicht sehr groß ist. Andererseits ergibt sich aus den Zahlen aber auch, daß die Hoffnungen, durch stärkere Eingriffe den Zuwachs zu steigern und in kürzerer Zeit starke Furnierdimensionen zu erzielen, nur in engem Rahmen berechtigt sind. Die Mehrzahl der Bäume hat auch auf den günstigeren Standorten und bei kräftiger Durchforstung Jahrringbreiten, die in der Jugend im Durchschnitt bei 1,5 und im Alter bei etwa 0,8 mm liegen. Rechnet man mit einer durchschnitt-

lichen Jahrringbreite von 1,3 mm — was für den Durchschnitt nicht zu niedrig gegriffen ist — so ergibt sich für eine Durchmesserzielstärke von 65 cm eine Wachstumszeit von 250 Jahren. Diese wird im Durchschnitt wahrscheinlich nicht unterboten werden können.

### 23. Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung

Um die Durchforstungsstärke und ihren Einfluß auf den Zuwachs zu charakterisieren, wurde in der Abbildung 4 die mittlere Grundflächenhaltung (m. G.-H.)<sup>3)</sup> während der Aufnahmeperioden eingetragen und in Vergleich zu den m. G.-H. der Ertragstafeln gesetzt. Die m. G.-H. ist in Verbindung mit dem Alter gerade für größere und ungleich lange Zuwachsperioden ein geeigneterer Maßstab für die Durchforstungsstärke (12) als die Gradbezeichnungen der Versuchsanstalten.

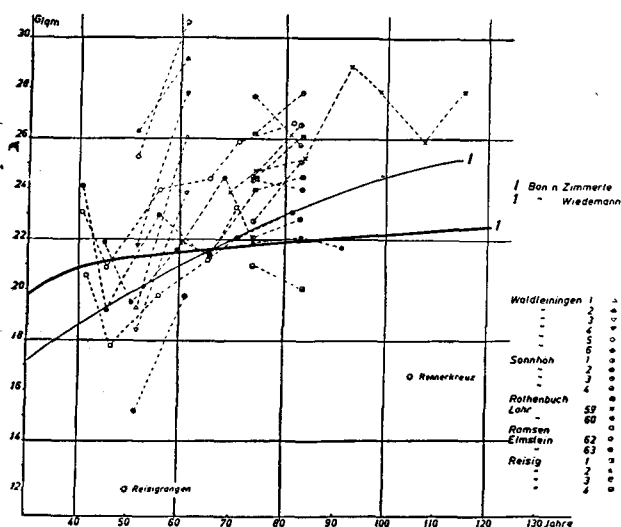


Abb. 4

Die mittlere Grundflächenhaltung der Versuchsflächen.

Die Bestockungsdichte war auf den Versuchsflächen verschiedentlich großen Schwankungen unterworfen. Insbesondere zeichnen sich die Pausen der Pflügetätigkeit während der beiden Weltkriege durch ein Ansteigen der m. G.-H. deutlich ab. Während die Versuchsflächen im Alter 45 in ihrer Bestockungsdichte etwa derjenigen der I. Bonität der beiden Tafeln entsprechen, liegen sie mit zunehmendem Alter merklich darüber. Insbesondere weichen sie von der WIEDEMANN-Tafel ab, in der die Grundfläche vom Alter 50 ab kaum mehr ansteigt. WIEDEMANN (19) setzte für seine Tafeln eine sog. Zielkreisfläche fest. Er erklärt das Gleichbleiben der Kreisfläche daraus, daß der Abnahme der Stammzahl durch die Durchforstung ein proportionales Anwachsen der Kronengröße sowie des Durchmessers und der Grundfläche des Einzelstammes entspreche. Das Produkt von Stammzahl und Grundfläche des Einzelstammes bleibe deshalb gleich. Diese Voraussetzungen sind jedoch zumindest für das hier untersuchte Material nicht zutreffend. Eine Kronenvergrößerung erfolgt bei der Eiche nur sehr zögernd und ist über ein Alter von etwa 100 bis 120 Jahren hinaus kaum mehr zu erwarten. Auch reagiert die Zunahme des Durchmessers durchaus nicht proportional der Stammzahl-

<sup>3)</sup> Bei den Flächen Reisigrangen und Rennerkreuz sind die Grundflächen des verbleibenden Bestandes eingetragen.

abnahme, sondern bleibt wesentlich dahinter zurück. Die Versuchsflächen folgen in ihrer Entwicklungstendenz dem steten Anstieg der Grundflächenwerte der ZIMMERLE-Tafel.

Zum Zwecke der Volumberechnung wurden die Formzahlen der Vornutzungsstämme der einzelnen Flächen errechnet und mit den Formzahlen der GRUNDNER-SCHWAPPACH'schen Massentafeln<sup>4)</sup> verglichen. Es ergaben sich nur geringfügige Abweichungen. Die entnommenen Durchforstungsstämme stellen außerdem keine repräsentative Auswahl zur Feststellung der Formzahl dar, da sie ja einseitig nach bestimmten Durchforstungsgesichtspunkten ausgewählt wurden. Zur Berechnung der Volumina wurden daher die genannten Massentafeln, und zwar für Derbholz verwendet.

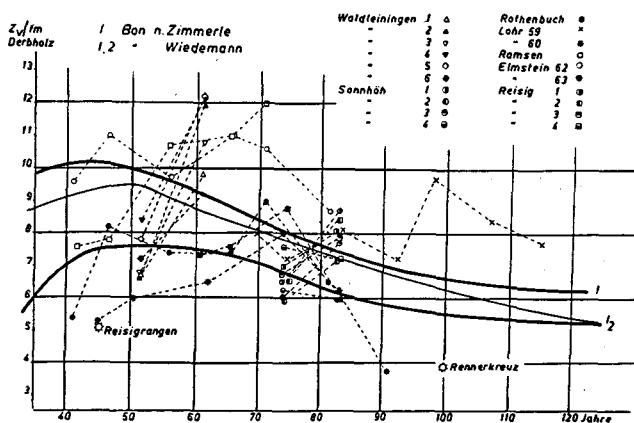


Abb. 5

Der periodische Durchschnittszuwachs der Versuchsflächen.

In der Abbildung 5 ist über dem mittleren Alter der einzelnen Zuwachsperioden der durchschnittliche jährliche Volumzuwachs aufgetragen und mit der Zuwachskurve der I. und II. Bonität nach WIEDEMANN und der I. Bonität nach ZIMMERLE verglichen. Es fallen sofort die steil nach oben ziehenden Verbindungslinien der drei Wasserreiser-Versuchsflächen auf, die völlig der Entwicklung der m. G.-H. folgen. Ein Ansteigen der Bestockungsdichte brachte auf sämtlichen Flächen eine bedeutende Zunahme des Volumzuwachses. Die Herabsetzung der m. G.-H. auf den Flächen Sonnhöh 2 und Reisig 4 hatte eine Abnahme auch des Volumzuwachses zur Folge. Die Flächen besserer Höhenbonität haben in der Darstellung des Volumzuwachses eine günstigere Lage als ihre m. G.-H. vermuten ließe. Trotzdem weist z. B. die Fläche 6 (Waldleiningen) mit bester Bonität, aber geringer Bestockungsdichte einen geringeren Volumzuwachs auf als die wesentlich bonitäts-schlechtere, aber dichter stehende Fläche 1. Die höchsten Zuwächse besitzen die undurchforsteten Flächen 2 und 5, sowie die etwas lichtere, aber bonitätsbessere Fläche 4.

In nachfolgender Tabelle 3 werden die bonitätsgleichen und in ihrer Bestockungsdichte stark gestaffelten Flächen 3, 4 und 6 einander gegenübergestellt. Die Fläche 4 mit der größten Bestockungsdichte hat in den beiden Perioden den größten Volumzuwachs. Die Zuwachsverluste sind bereits bei der Fläche 3, deren m. G.-H. während der zweiten Periode über den Tafelwerten lag, beträchtlich.

<sup>4)</sup> GRUNDNER-SCHWAPPACH, Massentafeln, Herausgeg. v. Prof. SCHÖBER, Berlin 1952.

Dieses Beispiel macht die Wichtigkeit der Bestockungsdichte für den Volumzuwachs der Eiche deutlich und beweist, daß die Grundflächenwerte der SCHWAPPACH-WIEDEMANN'schen Tafel 1920/46 für die hier untersuchten Wuchsgebiete sicher zu tief liegen (s. auch ERTELD, 14).

Tabelle 3

Fläche	Altersperiode	m. G.H.		Z <sub>G</sub>		Z <sub>V</sub>	
		qm	%	qm	%	fm	%
W. 3	47—56	18,44	84	0,564	97	6,8	81
	56—66	23,79	85	0,618	89	10,8	89
W. 4	47—56	21,82	100	0,583	100	8,4	100
	56—66	27,85	100	0,693	100	12,1	100
W. 5	47—56	15,23	70	0,484	83	7,2	86
	56—66	19,79	71	0,497	72	9,2	76

Gegenüber der in den Flächen 2 und 5 repräsentierten, natürlichen maximalen Bestockungsdichte von rund 30 qm im Alter 66 unterstellt WIEDEMANN und auch ZIMMERLE Grundflächen von 20 bis 21 qm, d. s. 66% bzw. 70%. Zuwachsverluste größeren Umfangs sind bei solchen Lichtungen unausbleiblich, und es ist fraglich, ob sie durch die wertsteigernden Wirkungen verstärkter Pflegemaßnahmen noch ausgeglichen werden. Bei den übrigen Versuchsflächen ist grundsätzlich die gleiche Tendenz zu erkennen, wenn auch vereinzelt noch andere Faktoren in Erscheinung treten. So hat z. B. anscheinend die erste stärkere Senkung der übergroßen Bestockungsdichte im Alter zwischen 40 und 50 Jahren auf allen Flächen den Zuwachs belebt.

Die Zuwachskurven zeigen vor allem auch, daß die Kulmination des Volumzuwachses auf allen Flächen später erfolgt als es die Tafelkurven erwarten lassen. MITSCHERLICH (18) machte hinsichtlich der badischen Versuchsflächen die gleiche Feststellung. Als Grund für die Verzögerung kann die große Bestockungsdichte in der Jugend bei den Versuchsflächen angesehen werden, sowie der über die Tafelwerte ansteigende Höhenzuwachs. Infolge des Dichtstandes ist das physiologische Alter der Flächen geringer als das faktische Alter, das aber eine Grundlage des Vergleiches mit den Ertragstafeln bildet. Die Tafel von WIEDEMANN stützt sich übrigens teilweise auf Stiel-eichen-Bestände und weitständig erwachsene Pflanzbestände mit andersartigem Wachstumsablauf.

Die Zuwächse der Steigerwaldflächen Reisigrangen und Rennerkreuz liegen — entsprechend der geringeren Bestockungsdichte — beträchtlich unter den übrigen Flächen.

In der Abbildung 6 liegen die „Gesamtwuchsleistungskurven“ vor. Über den Summen aller Grundflächenzuwächse sind die Summen der dazugehörigen Volumzuwächse eingesetzt und mit Geraden verbunden. Die Bestandesalter zur Zeit der einzelnen Aufnahmen sind nachfolgend zusammengestellt

	Jahre							
	Waldleiningen 1—6		Sonnhö 1—4		Reisig 1—4			
	47	56	66	70	78	88		
	70	78	88					
Jahre								
Rothenbuch	58	63	68	81	86			
Lohr 59	68	72	77	90	95	101	113	117
Lohr 60	42	48	53	66	71	77	89	93
Ramsen	39	44	49	63	68	74		
Elmstein 62	39	44	49	63	68	74	89	
Elmstein 63	39	44	49	63	68	74	89	

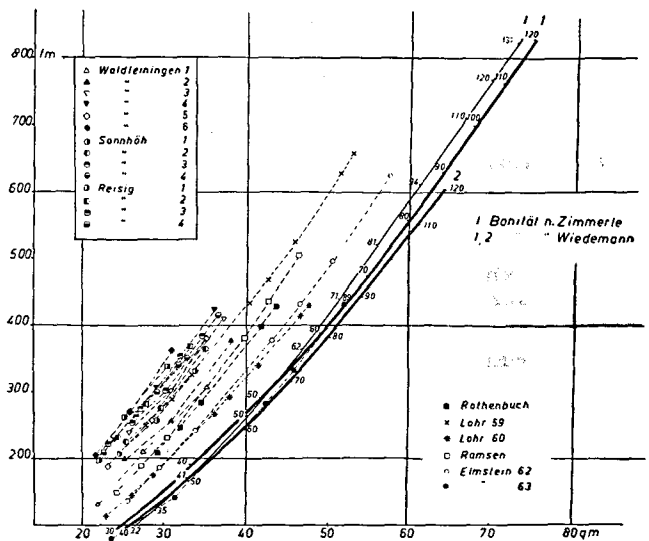


Abb. 6

Gesamtwuchsleistung an Grundfläche und Volumen.

Im Abschnitt über die Höhenentwicklung wurde dargelegt, daß auf den Versuchsflächen zu gleichen Durchmessern größere Höhen gehören als die Ertragstafeln unterstellen. Aus diesem Grund liegen auch bei gleicher Gesamtwuchsleistung an Grundfläche die Werte der Gesamtvolumleistung der Versuchsflächen höher als in den Ertragstafeln. Die Staffelung nach Höhenbonitäten tritt stärker hervor, als man nach den Tafeln annehmen sollte. So hat z. B. Fläche Elmstein 63 im Alter 68 an Grundfläche ebensoviel geleistet wie die um etwa eine volle Bonität bessere Fläche Ramsen. Hinsichtlich der Volumentwicklung hat Ramsen aber ungefähr um die Hälfte mehr produziert. Andererseits benötigt die Fläche Elmstein 62 bis zum Alter 68 zu etwa gleicher Volumleistung eine um 4 qm größere Gesamtwuchsleistung an Grundfläche.

Das Verhältnis Grundflächenzuwachs zu Volumzuwachs ist also keineswegs einheitlich, wie oftmals angenommen wird.

Der Vergleich der Flächen Ramsen und Elmstein 62 ist auch deshalb von Interesse, weil er zeigt, wie stark bei gleicher Gesamtwuchsleistung im gleichen Alter die Mittelhöhen differieren können. So ist z. B. im Alter von 68 Jahren die Gesamtwuchsleistung der beiden Flächen etwa 435 fm. Die Fläche Ramsen besaß eine Mittelhöhe von 26,7 m, die Fläche Elmstein 62 dagegen von nur 24,0 m. Die straffen Beziehungen zwischen der Mittelhöhe und der Bestandesmasse bzw. der Gesamtwuchsleistung an Volumen, wie sie im sog. EICHORN'schen Gesetz bzw. seiner Erweiterung (15) festgestellt wurden, scheinen für die Eiche nicht zuzutreffen. Bei gleichen Mittelhöhen in verschiedenem Alter werden unterschiedliche Gesamtvolumina produziert. Aber auch altersgleichen Mittelhöhen können durchaus abweichende Gesamtwuchsleistungen entsprechen.

Die für diese Feststellung maßgebenden Größen sind einwandfrei ermittelt. Die Mittelhöhen entstammen gut gesicherten Höhenkurven. Die Versuchsflächen wurden zu meist in so jungen Jahren angelegt, daß vorher sicher noch keine Entnahmen belangvoller Art stattgefunden haben.

Vergleichsweise wurden die Ergebnisse preußischer Eichen-Durchforstungsflächen (Traubeneiche: Eberswalde



3 I/II, Freienwalde 172 I/II; Stieleiche: Grumsin 55 I/II) graphisch aufgetragen. Wenn auch vermutlich einige Durchforstungsanfalle nicht zur Verbuchung kamen, so läßt sich doch ebenfalls sehr klar eine weite Streuung der Gesamtwuchsleistung über der Mittelhöhe feststellen. Erwartungsgemat erzielt bei vergleichbaren Flächen jeweils diejenige mit höherer Grundflächenhaltung bei gleicher Mittelhöhe eine größere Gesamtwuchsleistung, wie es auch innerhalb der bayerischen Flächen zu finden ist.

Die Gesamtwuchsleistungskurven, aufgetragen über der Mittelhöhe, zeigen aber auch, daß der Hohenbonitierungsmastab vor allem der WIEDEMANN-Tafel bei gleichen Mittelhöhen viel größere Gesamtwuchsleistungen unterstellt, als die Versuchsflächen erreichen.

Einerseits wird dies mit der schnelleren Höhenentwicklung der Versuchsflächen zusammenhängen; denn bei gleicher Mittelhöhe sind die Versuchsflächen jünger als die Ertragstafeln voraussetzen, andererseits ist aber auch trotz starkeerer Höhenentwicklung und gleicher Durchmesser und trotz der höheren Stammzahl- und Grundflächenhaltung überraschenderweise die Gesamtleistung an Grundfläche und Volumen in einem bestimmten Alter geringer als in den beiden Ertragstafeln. Ausschlaggebend sind hierfür vor allem die geringeren Vornutzungen der Versuchsflächen.<sup>5)</sup> Von einer Verstärkung der Durchforstung kann aber keine so große Zuwachsbelebung erwartet werden, daß der Ausfall von produzierender Grundfläche ersetzt oder übertroffen würde. Die Zuwachselastizitat der Eiche ist auf den untersuchten Standorten zu gering.

Einschränkend ist der Betrachtung dieser Zusammenhänge anzufügen, daß die Gesamtwuchsleistungen nur bis zu Altern wenig über 100 Jahre erfaßt sind. Es wäre denkbar, daß der weitere Kurvenverlauf steiler anzieht und eine größere Übereinstimmung der Gesamtwuchsleistungen in höherem Alter erreicht wird.

Die Entwicklung des Buchenunterstandes hat auf den hier behandelten Flächen hinsichtlich der Volumleistung bisher nur eine geringe Rolle gespielt. Er dürfte auch auf die Zuwachsleistung der Eiche keinen wesentlichen Einfluß genommen haben. Seine waldbauliche Bedeutung ist dafür um so größer, wie in einem späteren Abschnitt noch darzustellen ist.

#### 24. Die soziologische Gliederung und der Anteil der Baum- und Kronengrößeklassen an den Zuwachswerten

Inwieweit die Wuchsentwicklung eines konkreten Bestandes von den Ertragstafeln abweicht, liegt unter anderem in seiner sozialen Struktur begründet. Um einen Bestand ertragskundlich analysieren zu können, ist es notwendig, einen Einblick in die Produktionsverhältnisse der verschiedenen Schichten des Sozialgefuges zu gewinnen. Die Gliederung der Baumindividuen ist in vorliegender Untersuchung durch die Einteilung in Baumklassen und Klassen nach Kronenschirmflachengroe (siehe Abschnitt 3) sehr eingehend durchgeführt.

Der Grundflächenzuwachs wurde bei den einmalig aufgenommenen Probeflächen aus Bohrspanmessungen erho-

<sup>5)</sup> Die Vornutzungen sind auch in der ZIMMERLE-Tafel geringer als bei WIEDEMANN, weshalb sich dort ebenfalls geringere Gesamtwuchsleistungen ergeben. — Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, auf die Konstruktionsschwachen der Ertragstafel von SCHWAPPACH-WIEDEMANN im einzelnen einzugehen.

ben. Der Volumzuwachs wurde nach den PRODAN'schen Zuwachsprozenten ermittelt, wobei der Grundflächenmittelstamm als repräsentativ für die Volumleistung der einzelnen Klassen betrachtet wurde. Bei den langfristigen Versuchsflächen wurde der Grundflächenzuwachs aus den Kluppungen festgestellt. Der Volumzuwachs ergab sich als Differenz der Volumina der Klassenmittelstamme zu Anfang und am Ende einer Periode. Die bei jeder Aufnahme ermittelten Höhenkurven ermöglichten die Benutzung der Massentafel nach GRUNDNER-SCHWAPPACH (1952).

Ein Vergleich der Stammzahlen mit den Grundflächen und Volumina zeigt, wie wenig die Stammzahl für die Bedeutung einer soziologischen Schicht auszudrücken vermag. Klare Aussagen über das Wuchsverhalten eines Bestandes können nur Grundflächen- bzw. Volumenwerte der einzelnen Klassen geben.

über die prozentuale Verteilung der arbeitenden Grundfläche und des zugehörigen Zuwachses bei verschiedener Bestockungsdichte gibt die Versuchsreihe Waldleiningen Auskunft. In der Lichtungsflache Nr. 6 nehmen die Baumklassen 1 und 2 rund 79% bzw. 81% in Anspruch; in der undurchforsteten Fläche 5 sind es 56% bzw. 59%. Die mäßig durchforstete Fläche 4 liegt mit 68% bzw. 69% dazwischen.

Das fortschreitende Alter bringt eine zunehmende Verlagerung des Grundflächen-(Volum-)Anteils bzw. der Zuwache in die höheren Baumklassen; so steigt z. B. der Grundflächenanteil (der Grundflachenzuwachsanteil) von der Abt. Reisigrangen mit 64% (67%) über die Abt. Rennerkreuz mit 87% (89%) zur Abt. Röthen auf 94% (92%).

Im Vergleich der Versuchsflächen Elmstein 62 und 63 kommt der Einfluß der höheren Bonität zum Ausdruck. Zwar hat die Fläche 63 bei gleichem Alter eine geringere Bestockungsdichte. Infolge der höheren Standortgüte können sich aber mehr zwischenstandige Bestandsglieder an der Zuwachsproduktion beteiligen, die auf geringeren Standorten nicht mehr lebensfähig wären. Der Anteil der Baumklasse 1 und 2 an der Grundfläche ist daher auf der bonitatsbesseren Fläche 63 mit 74% geringer als auf der bonitatsschlechteren Fläche 62 mit 80%.

Die Zusammenhänge zwischen Grundflächen- bzw. Volumenanteil der einzelnen Baumklassen und den entsprechenden Zuwachswerten wurden von MAGIN (17) nach Untersuchungen an Fichten- und Eichenversuchsflachen dargestellt. Demnach entspricht der relative Anteil der Baumklasse an Grundflächen- bzw. Volumzuwachs nahezu dem jeweiligen Anteil an vorhandener Grundfläche bzw. zugehörigem Volumen. Die vorliegende Untersuchung bestätigt diese Feststellung. Sie läßt auch eine von MAGIN erwähnte einheitliche Abweichungstendenz erkennen. Die höheren Baumklassen — 1 und evtl. auch 2 — besitzen nämlich stets etwas höhere, die Baumklassen 4 und evtl. 3 stets etwas geringere prozentuale Zuwachsanteile, als ihnen nach ihrem arbeitenden Grundflächen- bzw. Volumenanteil zukommen würde. Eine Ausnahme hiervon bildet lediglich die 160jahrige Probefläche Röthen. Dort übertreibt der prozentuale Zuwachsanteil der Baumklassen 2 und auch 3 die vorhandenen Grundflächen- bzw. Volumenanteile, während bei Baumklasse 1 der Zuwachsanteil nachhinkt. Diese Erscheinung kann so gedeutet werden, daß infolge des weiträumigen Standes dieser Fläche die Zuwachspotenz der Baumklasse 1 bereits verbraucht ist, während Baumklasse 2 und auch 3 noch leistungsfähiger sind, da sie als physiologisch jünger angesehen werden können.

Innerhalb der einzelnen Baumklassen herrschen bei den Kronen-Schirmflächen-Klassen (Klassen-Einteilung nach

Schirmfläche in qm) unterschiedliche Verhältnisse. Dieses wechselnde und unübersichtliche Verhältnis von Zuwachsanteil zu arbeitender Grundfläche hängt mit Verschiebungen innerhalb der soziologischen Schichten zusammen. Diese als „Umsetzen“ bezeichneten Vorgänge sind abhängig von der Intensität der Bestandesausscheidung. Bei der Eiche kommt fast ausschließlich ein Absinken von Bestandesgliedern höherer Ordnung in tiefere Schichten vor. Dem entspricht der relativ geringere Zuwachsanteil kleinerer Kronen. Von einem bestimmten Alter ab oder nach sehr starken Durchforstungen scheinen Eichen niedrigerer Baumklasse bzw. geringerer Kronengröße ihre soziologische Stellung aber auch verbessern zu können (Probeflächen Röthen, Rennerkreuz, Reisigrangen), wie der gegenüber dem Grundflächenanteil höhere prozentuale Zuwachsanteil aussagt.

Das Verhältnis von Grundflächen-Zuwachsanteil zu Grundflächenanteil erschiene somit ein geeigneter Maßstab für eine dynamische Baumklasseneinteilung, die über die ertragskundlich wissenswerten Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen auch für die einzelnen Bestandesglieder Auskunft geben könnte. Infolge der Schwierigkeiten der Grundlagenermittlung könnte diese Baumklasseneinteilung aber nur auf Versuchsflächen Anwendung finden.

#### Zusammenfassung der Ergebnisse (Teil I)

1. Der Vergleich des Wachstumsablaufes auf den bayerischen Eichen-Versuchsflächen mit den Angaben der Ertragstafel SCHWAPPACH-WIEDEMANN 1920/46 und ZIMMERLE 1930 ergibt eine wesentliche Verschiedenheit der Höhenentwicklung und der Stammzahlhaltung, wogegen der Durchmesserzuwachs annähernd parallel verläuft.

2. Der Durchmesserzuwachs wird durch verstärkte Durchforstung nur in sehr geringem Ausmaß erhöht. Die Jahrringbreiten scheinen im allgemeinen auf den untersuchten Standorten bei etwa 2,5 mm eine natürliche Begrenzung zu besitzen.

3. Die Durchmesserzunahme verläuft nicht proportional zur Stammzahlabnahme. Um höchstmöglichen Volumzuwachs zu erzielen, muß deshalb die Grundflächenhaltung mit zunehmendem Alter stetig ansteigen. Eine Ausrichtung der Grundflächenhaltung nach der Ertragstafel SCHWAPPACH-WIEDEMANN würde zu bedeutenden Zuwachsverlusten führen.

4. Die Einflüsse der verschiedenen Standorte wirken offensichtlich auf die einzelnen Ertragsfaktoren Höhe, Durchmesser und Stammform sehr unterschiedlich. Aus diesem Grund ist die Beziehung von Bestandesmittelhöhe zur Gesamtwuchsleistung auch innerhalb eines Wuchsgebietes erheblichen Schwankungen unterworfen.

Gegenüber der Ertragstafel SCHWAPPACH-WIEDEMANN sind die Gesamtwuchsleistungen der bayerischen und pfälzischen Versuchsflächen bis zum Alter 120 bei gleicher Mittelhöhe im Durchschnitt wesentlich geringer.

5. Auf Grund dieser Ergebnisse ist festzustellen: Das Wachstum der Traubeneiche in den beiden Wuchsgebieten Pfälzer Wald und Spessart weicht so weitgehend von der Ertragstafel SCHWAPPACH-WIEDEMANN ab, daß deren Verwendbarkeit in diesem Gebiet für Zwecke der Forsteinrichtung oder der Einheitsbewertung in Frage gestellt ist.

Demgegenüber wird die Ertragstafel ZIMMERLE 1930 den vorliegenden Beständen wesentlich besser gerecht, wenngleich auch sie teilweise von Ergebnissen preußischer Versuchsflächen beeinflusst sein dürfte. (Fortsetzung folgt.)

#### Literatur-Verzeichnis (Teil I)

1. HARTIG, R.: Untersuchungen über Wachstumsgang und Ertrag der Eichenbestände des Spessarts. Forstl. naturwissenschaftl. Ztschr., II. Jahrg., 1893.
2. HUBER, B.: Registrierung des CO<sub>2</sub>-Gefälles und Berechnung des CO<sub>2</sub>-Stromes über Pflanzengesellschaften mittels Ultra-rot-Absorptionsschreiber. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 63/53 (1950).
3. KÖSTLER, J. N.: Waldbau, Berlin-Hamburg, 1950.
4. KRAHL-URBAN, J.: Untersuchungen über den Jahrringbau der Eichen im Preuß. Forstamt Freienwalde. Neudamm, 1939.
5. MAYER-WEDELIN, H.: Fourniereichen-Standorte. Holzzentralblatt, 78. Jahrg., S. 1773.
6. Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone: Klima-Atlas von Bayern, Bad Kissingen, 1952.
7. Akten des Instituts für Ertragskunde in München.
8. ASSMANN, E.: Untersuchungen über die Höhenkurven von Fichtenbeständen. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1943.
9. ASSMANN, E.: Zur Ertragstafelfrage. FwCbl., 1949.
10. ASSMANN, E.: Grundflächen- und Volumzuwachs der Rotbuche bei verschiedenen Durchforstungsgraden. FwCbl., 1950.
11. ASSMANN, E.: Die Buchen-Hochdurchforstungsversuche der ehemaligen Preußischen Versuchsanstalt. FwCbl., 1950.
12. ASSMANN, E.: Bestockungsdichte und Holzerzeugung. FwCbl., 1953.
13. BONNEMANN, A.: Eichen-Buchen-Mischbestände. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1956.
14. ERTELD, W.: Zur Entwicklung der Eiche auf sandüberlagerten Lehmlandorten des nordostdeutschen Jungdiluviums. FwCbl., 1956.
15. GEHRHARDT, E.: Eine neue Eichenertragstafel. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1922.
16. KRAHL-URBAN, J.: Untersuchungen über den Jahrringbau der Eichen im Preuß. Forstamt Freienwalde. Neudamm, 1939.
17. MAGIN, R.: Zuwachsleistungen der soziologischen Baumklassen in langfristig beobachteten Versuchsflächen. FwCbl. 1952.
18. MITSCHERLICH, G.: Der Eichen-Bestand mit Buchen- und Tannenunterstand. Freiburg, 1953.
19. WIEDEMANN, E.: Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Frankfurt a. M., 1951.
20. WIEDEMANN, E.: Ertragstafeln der wichtigsten Holzarten. Hannover, 1949.
21. ZIMMERLE: Hilfszahlen zur Bonitierung, Vorrats- und Zuwachsschätzung in reinen Eichen-Beständen. Mitt. d. Württ. Forstl. Versuchsanstalt Stuttgart, 1930.

# ONLINE-BESTELLUNG dokumentUM



**TUM-000032871**

**Bestelldatum: 2015-01-28 10:11:20**

**Benutzernummer** 04050246464  
**Name** Beate  
**Straße** TU-Weihenstephan Hauspost  
**Postleitzahl** 85350  
**Ort/Stadt** Freising  
**E-Mail-Adresse** beate.felsl@lrz.tum.de

**Unter Anerkennung des Urheberrechtsgesetzes wird bestellt:**

**ISSN** 0002-5852  
**Zeitschrift** Allgemeine Forst- und Jagdzeitung  
**Aufsatz-Autor** Mayer  
**Aufsatz-Titel** Kronengroesse und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf sueddeutschen Stand  
**Band/Heft** 129  
**Jahrgang** 1958...  
**Seiten** ~~151-201~~ 163

**Signatur** 1006/FOR 001z 20137

**Vermerk der Bibliothek**

- Jahrgang nicht vorhanden
- verliehen
- nicht am Standort
- beim Buchbinder
- vermißt
- Sonstiges



Technische Universität München



Universitätsbibliothek

**Team Fernleihe &  
Dokumentlieferung**

subitoteam@ub.tum.de  
www.ub.tum.de

Aus urheberrechtlichen Gründen muss  
jeder Artikel einzeln bestellt werden.

Due to copyright restrictions every  
article has to be ordered separately.

# Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten

(Mit 6 Abbildungen und 5 Tabellen)

## Teil II

Von R. MAYER

Aus dem Institut für Ertragskunde der Bayer. Forstlichen Forschungsanstalt in München.  
Die Untersuchungen wurden durch Sachbeihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

### 3. Größe, Form und Produktionsleistung der Eichenkronen

#### 31. Vorbemerkungen

##### 311. Die Durchführung der Außenaufnahmen

Der Gedanke, Zusammenhänge zwischen der Größe der Baumorgane und dem Zuwachs zu ergründen, ist alt. Exakte Untersuchungen sind aber nur in geringem Umfang durchgeführt worden, vor allem sicher deshalb, da sich der Methodik große Schwierigkeiten entgegenstellen. Die Assimilationsorgane — nur diese sollen hier betrachtet werden — entziehen sich einer genauen Messung vom Erdboden aus. Ihre Wägung oder die Messung der Blattoberflächen, wie sie von BURGER für seine Untersuchungsreihe „Holz, Blattmenge und Zuwachs“ durchgeführt wurde, erfordert einen enormen Arbeitsaufwand. Es war naheliegend, die Dimensionen der gesamten Krone als Ersatzmaße heranzuziehen. Die Größe der an der Assimilation beteiligten Blattoberfläche wird zweifellos am besten durch die Kronenmantelfläche (Kronenoberfläche) repräsentiert. Sie steht im engsten Zusammenhang zur Zuwachsleistung, wie BADOUX (24) für die Kiefer nachweisen konnte. Die Krone besitzt jedoch insbesondere bei den Laubbäumen infolge der unterschiedlichen Verästelung eine völlig unregelmäßige räumliche Abgrenzung. Nur Messungen und Untersuchungen an einem sehr umfangreichen Material können annähernde, durchschnittliche Ergebnisse erzielen.

Einfacher und relativ sicherer ist die horizontale, zweidimensionale Kronenausdehnung (Schirmfläche, Projektionsfläche) zu erfassen. Bei den Außenaufnahmen zu den vorliegenden Untersuchungen wurden von jeder Krone der Versuchs- und Probestellen 6 bis 10 Kronenradien mit Fluchtstäben durch Anvisieren des Kronenrandes abgelotet. Mit einem Meßband wurden sodann die Abstände von den Fluchtstäben zum Stammfuß und von einem Fluchtstab zum anderen gemessen. Dieses Verfahren ist zweifellos mit gewissen subjektiven und objektiven Meßfehlern behaftet. Die Kronenform wird oftmals von verschiedenen Aufnehmern unterschiedlich begutachtet, und damit wird auch die Zahl der Ablotungspunkte variiert werden. Die Aufnahmen müssen im entlaubten Zustand vorgenommen werden, damit jeder einzelne Kronenumriß vor allem in Beständen mit Unter- bzw. Zwischenstand klar zu sehen ist. Dadurch sind als Anhaltspunkte für die Visuren zum Kronenrand nur die feinsten Astspitzen letztjähriger Triebe gegeben, die je nach Farbe des Himmels und Beleuchtung mehr oder weniger gut zu sehen sind. Weitere Unsicherheit bringt bereits geringe Luftbewegung mit sich sowie unebenes Gelände.

Da nun die wahre Größe der Schirmfläche nicht bekannt ist, konnten zur Ermittlung der Genauigkeit nur wiederholte Messungsergebnisse verschiedener Aufnehmer verglichen werden. Es ergaben sich dabei Differenzen von durchschnittlich 10 bis 15% (maximal am Einzelbaum bis 30%), wobei zumeist der eine Aufnehmer stets größere Schirmflächen, der andere stets etwas kleinere Flächen projizierte. Die subjektiven Ansichten über den Kronenrand bzw. die Lotführung waren also ausschlaggebend.

Auf den Untersuchungsflächen wurden außer den Messungen der Kronenschirmflächen sämtliche Bäume gekluppt und folgende Höhen festgestellt: 1. Die Totalhöhe; 2. auf 6 Flächen die Höhe der durchschnittlich maximalen Kronenbreite; 3. der Ansatz des ersten Grün- und Dürrastes und häufig auch des ersten Wasserreises. Ferner wurde der Wasserreiserbefall nach seiner Intensität eingeschätzt. Zur Feststellung des Durchmesser- und Grundflächenzuwachses der letzten 10 bzw. 30 Jahre wurden auf den einmalig aufgenommenen Flächen von einer möglichst großen Zahl von Bäumen je 2 Bohrspäne auf der Ost- und Nordseite der Stämme entnommen.

#### 312. Die Einteilung und Zusammenstellung der Aufnahmeergebnisse

Auf die Bedeutung eines Einblicks in die Produktionsverhältnisse der verschiedenen Glieder des Sozialgefüges eines Bestandes wurde bereits hingewiesen. Hierbei erscheint eine Betrachtung der Zuwachsleistung von Kronen verschiedener Größe nicht ohne eine Gliederung der Baumindividuen auszukommen, die die unterschiedliche Lichtexposition in den verschiedenen Schichten des Kronendaches berücksichtigt. Nur durch Kombination von absoluter Kronengröße und sozialer Stellung ist es möglich, Klassen gleicher Wuchsenenergie bzw. gleicher Wuchsaussichten bilden zu können, die einigermaßen homogene Einzelwerte einschließen. Aus diesem Grund wird im Folgenden stets die Unterscheidung von Baumklassen (nach KRAFT<sup>1)</sup>) und Kronengrößenklassen (in qm Schirmfläche) getroffen. Die Übergangszonen zwischen den Baumklassen sind — wie zu erwarten — nicht klar abgegrenzt. Die größte Kronenschirmflächenklasse einer niedrigeren Baumklasse hat häufig eine größere Projektionsfläche als die kleinste Schirmflächenklasse der nächsthöheren Baumklasse. Zumeist bestätigt aber die dazugehörige Mittelhöhendifferenz die geschätzte Baumklassenansprache. Besondere Einschätzungsmerkmale, z. B. stark einseitige Kronenausbildung, können in der Baumklassenansprache, nicht aber in der Dimensionsansprache nach Projektionsfläche oder Baumhöhe ihren Ausdruck finden. Die Klasseneinteilung nach Kronenschirmflächen sollte nun einerseits innerhalb des gesamten Untersuchungsmaterials möglichst vergleichsfähig sein; andererseits sollte die Besetzung der einzelnen Klassen durch eine gewisse Mindestzahl von Kronen gegeben sein, um einen gesicherten Wert darzustellen. Für jede Klasse wurde der Grundflächenmittelstamm hinsichtlich des Volumens und des Zuwachses als repräsentativ angesehen und ihm die mittlere Kronenschirmfläche zugeordnet.

### 32. Maße und Kennwerte der untersuchten Eichen-Kronen

#### 321. Die Kronenschirmfläche der Einzelbäume

Die Kronenschirmflächen der untersuchten Eichen liegen je nach soziologischer Stellung, Bestandesdichte, Alter und Standort zwischen 0,5 und 120 qm. Gleichgroßen Kronenschirmflächen sind in den verschiedenen Beständen sehr unterschiedliche Durchmesser bzw. Stammgrundflächen zugeordnet. Die Darstellung Nr. 7 läßt den Einfluß von Alter und Baumklasse aufscheinen. Zum Beispiel hat bei einer Schirmfläche von 50 qm die Baumklasse 1 der Abt. Rennerkreuz (105jährig) einen mittleren Stammdurchmesser von etwa 40 cm, die Baumklasse 2 der Abt. Röthen (160jährig) rund 42 cm und die Baumklasse 1 derselben Abteilung rund 50 cm. Bei gleichen Schirmflächen besitzen also Bäume einer günstigeren soziologischen Stellung und höheren Alters im Durchschnitt größere Durchmesser. Von großem Einfluß ist die Bonität. Die Versuchsfläche Elmstein 62 ist gleichaltrig mit der Fläche 63 und hat auch etwa der gleichen Behandlungsweise unterlegen; sie ist aber durch eine wesentlich bessere Bonität ausgezeichnet (Elmstein 62: 0,7 n. ZIMMERLE; Elmstein 63: II,0).

<sup>1)</sup> KRAFT, G., Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben, Hannover 1884.

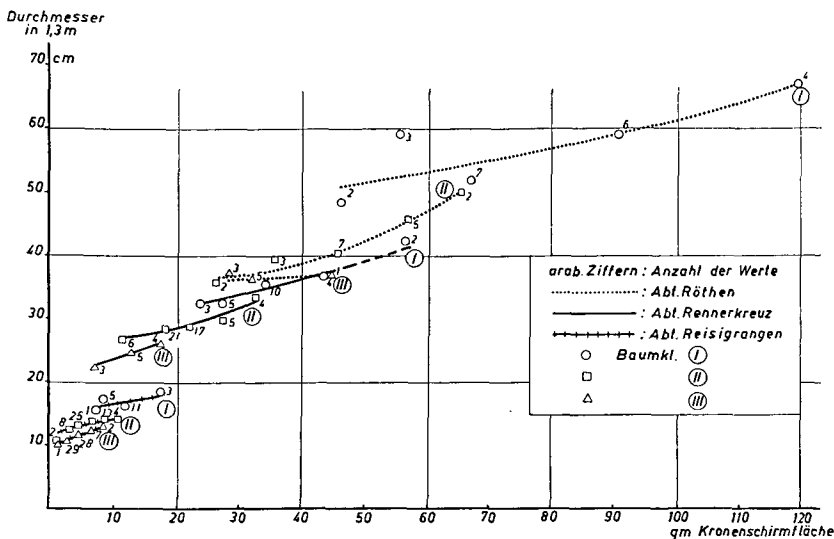


Abb. 7

Durchmesser der Mittelstämme der einzelnen Baum- und Kronengrößeklassen.

Gleichen Kronengrößen gleicher Baumklassen entsprechen auf der Fläche mit der höheren Bonität wesentlich größere Stammgrundflächen. So liegen die Durchmesser der Baumklasse 1 der Fläche 63 bei gleicher Kronengröße sogar teilweise unter den Durchmessern der Baumklasse 2 der bonitätsbesseren Fläche 62. Der Einfluß verschiedener Durchforstungsstärken könnte sich an der Versuchsreihe Waldleiningen erweisen. Leider ist das Ergebnis durch die unterschiedliche Bonität der drei Flächen gestört. Bei allen drei Baumklassen hat die am dichtesten bestockte Fläche 5 bei gleicher Schirmfläche schwächere Stämme als die stärker durchforsteten Flächen 4 und 6, deren Kurven annähernd gleich verlaufen. Fläche 5 hat aber die geringste Bonität.

Innerhalb der Baumklasseneinteilung der einzelnen Probestflächen ist mit zunehmender Vergrößerung der Kronenschirmfläche stets — mit nur wenigen Ausnahmen bei unzureichender Klassenbesetzung — eine Zunahme des Durchmessers der zugehörigen Grundflächenmittelstämme verbunden. Die Originalwerte der einzelnen Stämme und z. T. auch noch die Durchschnittswerte der Kronengrößeklassen streuen beträchtlich. Mit Hilfe der ausgeglichenen Kurven der Abb. 7 lassen sich durchschnittliche Zahlen für die nahezu linearen Zusammenhänge gewinnen. Im allgemeinen ist mit einer Kronenvergrößerung um 5 qm eine Durchmesserverstärkung von 0,8 bis 2,0 cm verbunden. Nach Abbildung 7 entspricht z. B. im Durchschnitt einer Schirmfläche von 50 qm bei der Baumklasse 1 der Abt. Röhren ein Stammdurchmesser von 51,6 cm, einer Schirmfläche von 100 qm ein Durchmesser von 61,3 cm. Zu einer um 50 qm größeren Krone gehört also in diesem Fall im Durchschnitt ein in Brusthöhe um 9,3 cm stärkerer Stamm. Diese Zunahme der Baum- und Kronendurchmesser erfolgt innerhalb der Baumklassen nicht proportional, sondern es ist stets ein Zurückbleiben der Durchmesservergrößerung gegenüber der Kronenerweiterung zu bemerken. Setzt man jeweils die mittlere Schirmfläche der kleinsten Kronenklasse jeder Baumklasse sowie die dazugehörigen Durchmesser, Stammgrundflächen und Volumina gleich 100 und berechnet die entsprechenden prozentischen Werte der größeren Kronenklassen, so ergeben sich beispielsweise für die Flächen des Steigerwaldes die Zahlen der Tabelle 4. Mit zunehmender Kronenvergrößerung verstärkt sich also prozentual das

Zurückbleiben der Stammdimensionen. Die Durchmesseränderungen stehen gegenüber der Kronenvergrößerung am weitesten zurück, während die entsprechenden Grundflächenwerte infolge der quadratischen Flächenvergrößerung den Kronenwerten näher gerückt sind. Die Prozentzahlen der Volumina werden bei den stärkeren Stämmen ferner durch die zunehmende Baumhöhe angehoben.

### 322. Die Wachsräumzahl

Die Beziehungen zwischen Kronendurchmesser und Stammdurchmesser suchte v. SEEBACH (34) bei der Buche bereits 1845 in einer Verhältniszahl zu erfassen; er nannte diese Proportion „Wachsräumzahl“. Sie gibt an, um wieviel mal der Kronendurchmesser größer ist als der Stammdurchmesser. v. SEEBACH fand für die Buche ein Absinken dieser Zahl mit zunehmendem Durchmesser. WOHLFAHRT (37)

stellte für die Fichte ebenfalls ein Absinken des Quotienten  $\frac{K}{D}$  mit zunehmender Stammstärke fest, und zwar von etwa 21 bis 10. Dieser Wert wird ungefähr bei einem Durchmesser von 25 cm erreicht und ändert sich auch bei weiterem Ansteigen der Stammstärke nicht mehr. Aus der Tabelle 18 der Untersuchungen BURGERS (4) über die Eiche kann die Wachsräumzahl der verschiedenen Durchmesserstufen errechnet werden. Sie sinkt von der Stufe 4 cm mit 34,5 bis zur Stufe 30 cm auf 19,6 ab, um sodann wieder langsam auf 20,9 anzusteigen.

Tabelle 4

Probe- fläche	Bkl.	Mittlere Schirmfläche		Durchm. des entsprechenden Grundflächen- Mittelstammes			Mittlere Kronen- mantel- fläche
		%	(qm)	% (cm)	%	%	
Reisig- rangen	1	100	(7,4)	100 (15,8)	100	100	100 (43,4)
		115	(8,5)	110 (17,4)	121	128	125 (54,1)
		163	(12,1)	103 (16,3)	107	109	144 (62,3)
		236	(17,5)	116 (18,4)	136	148	210 (90,9)
		2	100	(2,0)	100 (10,6)	100	100
	1	175	(3,5)	118 (12,5)	116	166	164 (22,2)
		255	(5,1)	124 (13,1)	127	190	223 (30,1)
		345	(6,9)	129 (13,7)	140	215	237 (33,3)
		435	(8,7)	134 (14,2)	150	239	321 (43,3)
		540	(10,8)	135 (14,3)	153	244	335 (45,2)
Renner- kreuz	1	100	(23,9)	100 (32,5)	100	100	100 (76,1)
		114	(27,3)	100 (32,6)	101	101	125 (95,2)
		144	(34,4)	110 (35,6)	120	101	141 (107,7)
		183	(43,6)	113 (36,9)	129	134	159 (121,0)
		232	(56,4)	130 (42,4)	170	155	186 (142,0)
	2	100	(11,5)	100 (26,8)	100	100	100 (59,6)
		159	(18,3)	106 (28,3)	111	114	143 (85,0)
		190	(21,9)	107 (28,7)	114	114	149 (89,1)
		237	(27,3)	112 (29,9)	124	129	154 (92,1)
		286	(32,9)	126 (33,8)	159	172	210 (125,1)
Röhren	1	100	(46,3)	100 (48,5)	100	100	100 (145)
		119	(55,4)	122 (59,3)	150	152	118 (171)
		145	(67,1)	107 (51,9)	114	115	112 (162)
		196	(90,9)	127 (59,1)	149	151	153 (222)
		258	(119,8)	139 (67,2)	192	198	194 (282)
	2	100	(26,6)	100 (35,8)	100	100	100 (92)
		135	(35,9)	111 (39,6)	123	127	149 (137)
		172	(45,8)	113 (40,6)	129	134	185 (170)
		214	(56,9)	128 (45,9)	164	179	196 (180)
		246	(65,4)	140 (50,0)	195	214	233 (201)

Aus diesen Zahlen könnte der allgemeine Schluß abgeleitet werden — wie es v. SEEBACH für die Buche tat —, daß die jeweils stärkeren Durchmesser grundsätzlich einen relativ kleineren Wachsraum (oder besser Standraum) in Anspruch nehmen als geringe Durchmesser. Dies ist jedoch nur teilweise richtig. Bei allen vorgenannten Untersuchungen wurde die Wachsraumzahl im Durchschnitt einzelner Durchmesserstufen berechnet, wobei die Einzelwerte teilweise auch aus verschiedenen alten Beständen stammen. Bei einer Stratifizierung des Untersuchungsmaterials einheitlicher Flächen nach Baum- und Kronengrößeklassen (in qm Schirmfläche) ergibt sich ein anderes Bild der Wachsraumzahl.

Für die Grundflächenmittelstämme der verschiedenen Kronengrößeklassen aller Untersuchungsflächen wurden die Wachsraumzahlen berechnet und getrennt nach Baumklassen über dem Durchmesser aufgetragen. Zugunsten besserer Übersichtlichkeit wurden in der Abbildung 8 lediglich 10 Flächen eingezeichnet. Die Werte der einzelnen Kronenklassen gleicher Flächen — getrennt nach Baumklassen — wurden durch Linien ausgeglichen. Faßt man die Ausgleichslinien aller Flächen ins Auge, so bemerkt man, daß sie mit zunehmendem Durchmesser tiefer zu liegen kommen. Innerhalb einer Fläche aber herrscht eine gegenläufige Tendenz: Hier haben die schwächeren Durchmesser eine höhere Wachsraumzahl. Dabei verlaufen die Ausgleichslinien bei den geringeren Durchmessern sehr steil und biegen mit zunehmendem Durchmesser allmählich nahezu zur Horizontalen um; z. B. vergrößert sich die Wachsraumzahl bei der Baumklasse 2 der Abt. Reisingrangen vom Durchmesser 12,5 cm auf 14,5 cm von rd. 17 auf 26. Mit wachsender Stammstärke bzw. zunehmendem Alter werden die Unterschiede der Wachsraumzahl innerhalb einer Kronenklasse trotz der stets größer werdenden Durchmesserspreitung immer geringer. Bei Baumklasse 1 der Abt. Röthen steigt sie von Durchmesser 49 cm zu 67 cm etwa von 16 auf 19.

Der Grund für den unterschiedlichen Kurvenverlauf der einzelnen Flächen bzw. Durchmesserstufen dürfte darin zu suchen sein, daß in einem jungen Bestand mit geringen Durchmessern die Bäume ihre Kronen durch verstärktes Wachstum der Seitentriebe und Absenken der Äste sehr stark auszubreiten vermögen, wenn sie nicht eingeeengt sind. Die durch Freistellung herbeigeführte Durchmesser-Verstärkung bleibt aber im Verhältnis zur Kronenverbreiterung gering. Die Krone ist hinsichtlich ihrer Ausformbarkeit in jungen Altern „plastisch“, ihre Produktionsleistung im Verhältnis dazu enger begrenzt. Mit zunehmendem Alter findet eine allmähliche Angleichung der Bruthöhendurchmesser an die Kronenausbildung statt, die einerseits auf verstärktem Dickenzuwachs des Stammes, andererseits in einer Minderung der Ausdehnungsfähig-

<sup>2)</sup> Interessanterweise fand v. SEEBACH für 110- bis 120j. Buchen, die sich von Jugend auf frei entwickeln konnten, als Grenzwert der Wachsraumzahl ebenfalls den Quotient 18. — Bei der Kiefer scheint die Wachsraumzahl nach Werten, die sich aus Schirmflächenangaben einer Dissertation (30) errechnen, bei ungestörtem Wachstum einem Wert von etwa 10 bis 11 zuzustreben. — Spezielle Untersuchungen über das Problem der Wachsraumzahl sollen Gegenstand einer späteren Arbeit bilden.

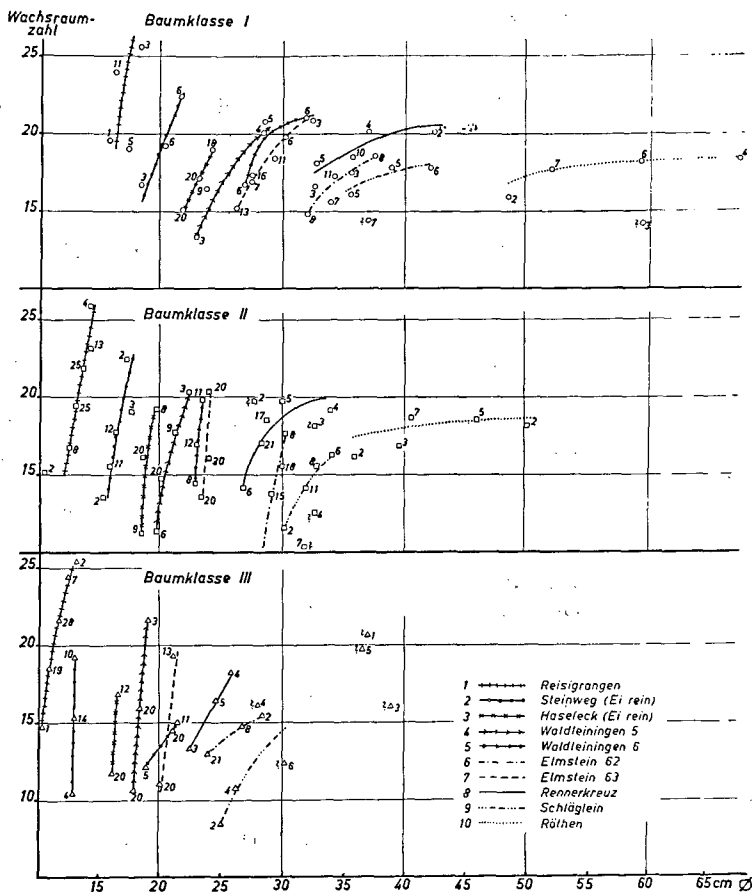


Abb. 8  
Die Wachsraumzahl in Abhängigkeit von Baumklasse und Stammdurchmesser.

keit der Krone beruht. Von einem bestimmten Alter bzw. einer bestimmten Stammstärke ab (im vorliegenden Fall etwa ab 60 cm) scheinen Bruthöhendurchmesser und Kronendurchmesser von Bäumen, die seit längerer Zeit ohne Seitendruck gestanden haben, proportional weiterzuwachsen, wobei die Wachsraumzahl bei einem Endwert von etwa 17 bis 18 liegen dürfte.<sup>2)</sup>

Die unterschiedliche soziologische Stellung der Baumklassen scheint die Wachsraumzahl nur unwesentlich zu beeinflussen. Die Kurven für die Baumklasse 2 sind gegenüber der Bkl. 1 — entsprechend dem geringeren Durchmesser — nach links verschoben. Innerhalb ihrer Schicht scheinen die beiden obersten Baumklassen genügend Platz zur Kronenausbildung zu besitzen. Erst bei der Bkl. 3 nehmen die Wachsraumzahlen ab, zumindest bei den stärkeren Durchmessern.

Ebenso wird mit steigender Bonität die Wachsraumzahl kleiner, da mit derselben Kronenschirmfläche größere Stammdurchmesser erreicht werden. In jüngeren Altern wird die Wachsraumzahl bei verstärkter Durchforstung anwachsen, da die Kronenvergrößerung schneller vor sich geht als die Durchmesserzunahme des Stammes. Mit fortschreitender Alterung wird ein weitgehender Ausgleich eintreten.

### 323. Der Kronenansatz und die Kronenlängen

Um die Kronenlängen errechnen zu können, wurden auf den untersuchten Flächen an möglichst vielen Bäumen neben der Totalhöhe die Höhe des untersten Grünastes als

Begrenzung der grünen Krone gemessen. Die gemessenen Einzelwerte wurden in 2-cm-Stufen zusammengefaßt und mit Ausgleichslinien verbunden. Die hierdurch festgestellten Kronenlängen gliedern sich in den Anteil der Lichtkrone, an deren Mantelflächen die Assimilationstätigkeit in den Blättern vor sich geht, und in die Schattenkrone. Als Grenze zwischen beiden Teilen wird — wie von BURGER (26) — die Höhe der größten Kronenbreite betrachtet. Diese Höhe wurde an den Bäumen von sechs Flächen gemessen. Die gutachtliche Ansprache dieses Höhenwertes ist natürlich problematisch, da häufig sich die längsten Kronenradien in sehr verschiedenen Höhen befinden. An möglichst vielen Bäumen aller Probeflächen wurde ferner die Höhe des ersten Dürrastes gemessen, so daß einerseits auch die Breite des Dürrastgürtels, andererseits die Länge des astreinen Schaftes festliegt.

#### Der Kronenansatz

Innerhalb der selben Fläche befindet sich der Kronenansatz der verschiedenen Durchmesserstufen im allgemeinen in gleicher Höhe. Bei 11 von 18 daraufhin untersuchten Flächen ist eine Tendenz zu einem tieferen Kronenansatz bei den schwächsten und stärksten Durchmessern festzustellen. Diese Differenz innerhalb eines Bestandes macht maximal bis zu 2 m aus, bleibt aber meist auf 1 m beschränkt. Zu erklären ist diese Gegebenheit einerseits damit, daß bei den betreffenden Beständen die Baumklasse 4 meist höheren Anteil hat, deren Krone unter das allgemeine Kronendach herabgesunken ist, sich aus wechselnden Gründen aber noch grün erhalten hat. Zu den starken Durchmessern mit etwas tiefer reichendem Kronenansatz gehören vor allem vorherrschende Bäume, die besonders kräftig beastet sind. Im allgemeinen bewirkt aber das einheitliche Kronendach, daß unterhalb einer bestimmten und im ganzen Bestand ungefähr gleichen Höhe keine grünen Äste mehr lebensfähig sind.

Der Kronenansatz der untersuchten Bestände liegt, — in absoluten Maßen gemessen — in sehr verschiedener Höhe. Mit zunehmendem Alter und höherer Bonität rückt der Kronenansatz nach oben, ähnlich der Zunahme der Totalhöhe. Der Einfluß der Bonität kann die Alterswirkung überlagern. Die Auswirkungen der unterschiedlichen Bestandesdichte in den Versuchsreihen Waldleiningen drückt sich in absoluten Zahlen wegen der ungleichen Bonität nicht aus.

Tabelle 5

Probefläche	1. Grünast	1. Dürrast	Kronenlänge	Dürrastgürtel
	in Prozent der Totalhöhe			
1 Reisigrangen	57	45	43	12
2 Steinweg (Ei rein)	65	41	35	24
3 Steinweg (Ei, Bu)	70	47	30	23
4 Rimpar 2a	66	45	34	21
5 Waldleiningen 4	68	48	32	20
6 Waldleiningen 5	71	50	29	21
7 Waldleiningen 6	65	47	35	18
8 Rimpar (Ei rein)	61	45	39	16
9 Rimpar (Ei, Bu)	70	56	30	14
10 Sonnhöh 2	68	50	32	18
11 Sonnhöh 3	69	45	31	24
12 Wasen 60	66	50	34	16
13 Elmstein 63	69	50	31	19
14 Elmstein 62	68	52	32	16
15 Rennerkreuz	58	52	42	6
16 Schläglein	69	55	31	14
17 Röthen	56	45	44	11
18 Weißerstein	65	45	35	21

In Tabelle 5 sind die Durchschnittshöhen des Grundflächen-Mittelstammes in Prozent der Bestandesmittelhöhe zusammengestellt:

Unterschiede des Alters und der Bonität treten bei Betrachtung der Relativzahlen nicht mehr hervor. Dagegen zeigt sich deutlich der günstige Einfluß der Buchenbeimischung bzw. des Buchenunterstandes, der gegenüber den reinen Eichenbeständen den Ansatz der grünen Krone um 5% und 9% nach oben verschiebt. Noch deutlicher tritt die erfolgreiche Schaftreinigung durch die Buche bei der Höhe des 1. Dürrastes hervor: Die durchschnittliche astfreie Schaftlänge beträgt bei den reinen Eichenflächen Steinweg und Rimpar 41% und 45% gegenüber den vergleichbaren Mischwuchsbeständen mit 47% und 56%. Auch die Versuchsfläche Schläglein mit einem Dürrastansatz bei 55% ist durch einen kräftigen Buchenunterstand sowie beigemischte hauptständige Buchen ausgezeichnet.

Die niederdurchforstete Fläche Waldleiningen 5 hat einen durchschnittlichen Kronenansatz bei 71% der Mittelhöhe, während auf der sehr stark durchforsteten Fläche 6 der Ansatz des ersten Grünastes auf 65% der Totalhöhe absinkt. Die ortsübliche Durchforstung liegt bei 68%. Durch den größeren Dichtstand wird ein schnelleres Absterben der Grünäste bewirkt. Die Höhen der ersten Dürräste verhalten sich im Durchschnitt ähnlich, aber mit geringeren Unterschieden: 50% zu 47% zu 48%.

Die Höhe der maximalen Kronenbreite steigt bei den jüngeren Flächen Reisigrangen und Waldleiningen mit zunehmendem Durchmesser an, während sie bei der Fläche Rennerkreuz nur mehr wenig zunimmt und in der Abt. Röthen nahezu gleich bleibt. Dieser Verlauf geht parallel mit der Verflachung der Höhenkurven in älteren Beständen, wenn der Höhenzuwachs der stärkeren Bäume abnimmt und durch Pflegeeingriffe eine gewisse Nivellierung des Bestandeskollektivs hinsichtlich der Zuwachseleistung eingetreten ist. Stets gehört zu den schwächeren Durchmessern prozentual die größere Höhenlage der maximalen Kronenbreite. Die Werte der untersuchten Flächen liegen auffallend ähnlich. Bei den stark gelockerten Flächen Reisigrangen, Rennerkreuz und Waldleiningen 6 sind die Prozentzahlen am stärksten nach unten gedrückt.

#### Die Kronenlängen

Innerhalb eines Bestandes vergrößert sich die Gesamtkronenlänge der Bäume (vom Ansatz des 1. Grünastes bis zur Totalhöhe in Metern gemessen) mit zunehmendem Durchmesser, da die Kronenansätze in nahezu gleicher Höhe liegen, Bäume stärkerer Durchmesser aber jeweils größere Höhen besitzen. Da die Höhenkurven sich mit zunehmendem Alter verflachen, wird trotz meist größerer Durchmesserspannen die Kronenlänge in älteren Beständen einheitlicher.

Da die Kronenlängen sich als Differenz zwischen der Totalhöhe und der Höhe des ersten Grünastes bzw. der Höhe der maximalen Kronenbreite errechnen, sind alle Faktoren, die mit diesem Höhenmaß in Beziehung stehen, auch auf die Kronenlängen wirksam, in erster Linie also Alter und Standortsgüte (s. Tab. 5).

Starke Durchforstung (Waldleiningen 6) bewirkt bei gleichem Durchmesser wesentlich längere Kronen, insbesondere tiefer herabsinkende Lichtkronen.



Der Anteil der Lichtkrone an der Gesamtkrone beträgt vom schwachen zum starken Ende der Durchmesser- ver- teilung bei Fläche:

Reisigrangen	(1,8 bis 3,5 m)	60 bis 48%
Rennerkreuz	(3,4 bis 4,9 m)	53 bis 50%
Röthen	(3,4 bis 6,3 m)	40 bis 47%
Waldleiningen 4	(3,1 bis 4,5 m)	65 bis 56%
Waldleiningen 5	(1,4 bis 3,7 m)	47 bis 43%
Waldleiningen 6	(3,8 bis 5,9 m)	62 bis 58%

Auf fünf von den untersuchten sechs Flächen haben die Bäume geringerer Durchmesser einen größeren prozentualen Anteil der Lichtkrone an der Gesamtkronenlänge. Bei den Flächen Waldleiningen 5 und 6 besitzen die mittleren Durchmesserstufen den größten Prozentanteil der Lichtkrone. Die relativ kürzeste Lichtkrone besitzt die älteste Fläche (Röthen) und die Fläche 5 in Waldleiningen mit der größten Bestandesdichte.

### 324. Der Kronenindex

Mit der Messung der Kronenschirmfläche und der Länge der Gesamtkrone bzw. der Lichtkrone sind die wichtigsten Werte zur Kennzeichnung der Kronenform festgestellt. Da diese Maße mit zunehmendem Alter bei verschiedener soziologischer Stellung oder Bestandesdichte sich nicht proportional vergrößern oder verkleinern, ist eine Änderung der Kronengestalt gegeben, die — wie später dargestellt wird — für die Zuwachsverhältnisse von erheblicher Bedeutung ist.

Das Verhältnis des durchschnittlichen Kronendurchmessers ( $b$ ) zur durchschnittlichen Gesamtkronenlänge ( $l$ ), das den seitlichen Aufriß der Kronen festlegt, wird im Folgenden als Kronenindex bezeichnet. Dieser Ausdruck gibt an, um wievielfach die Kronenlänge größer ist als der durchschnittliche Kronendurchmesser. Dieser wurde aus dem der Kronenprojektion flächengleichen Kreis abgeleitet (Kronen-Index =  $b:l$ , wobei  $b=1$  gesetzt wird). Der Kronenindex ist innerhalb einer Fläche bei den kleinsten Kronengrößeklassen bzw. schwächsten Stammdurchmessern jeder Baumklasse am größten, d. h. diese Kronen sind schlanker als die größeren Kronen (s. Abb. 9). Die

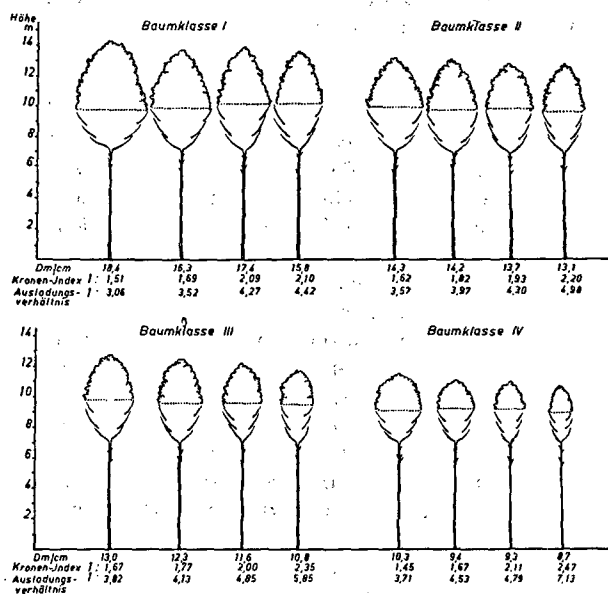


Abb. 9

Kronenformen der Baum- und Kronengrößeklassen der Probefläche Reisigrangen.

größten Indexwerte erreichen zumeist die kleinsten Kronengrößeklassen der Baumklasse 2 und 3 mit im Durchschnitt 2,5 bis 3,0, während sowohl Baumklasse 1 wie 4 abgeflachtere Kronen besitzen. Mit zunehmendem Alter bzw. größeren Kronenschirmflächen oder stärkeren Stämmen rücken die Ausgleichslinien der einzelnen Baumklassen näher zusammen und auch die Unterschiede zwischen den größeren und kleineren Kronenklassen werden geringer.

Der Kronenindex kann als Gradmesser angesehen werden, wie stark ein Bestand, eine soziologische Schicht oder ein Baumindividuum in die Ausscheidungskämpfe des Lebensablaufes einbezogen ist. Während z. B. in der Abteilung Reisigrangen (Abb. 9) die größten Kronenschirmflächenklassen der einzelnen Baumklassen jeweils den geringsten Kronenindex besitzen, strecken alle Bäume, die zum Abstieg in eine niedrigere Schicht gedrängt werden, schlanke Kronen dem Licht entgegen, um sich möglichst lange zu behaupten. Mit weiter fortschreitendem Absteigen scheint von einem bestimmten Zeitpunkt ab der seitliche Kronenausbau wieder in den Vordergrund zu rücken. Nach dem Stadium der intensivsten Bestandesausscheidung gleicht sich der Kronenindex sichtlich aus und scheint dem Wert 1 zuzustreben. Kronenhöhe und Schirmflächendurchmesser werden etwa gleich groß, und die weitere Kronenausdehnung schreitet horizontal und vertikal gleichmäßig vorwärts. Die Krone muß dabei aber nicht unbedingt die Kugelform besitzen, da der größte Kronendurchmesser auch oberhalb der Mitte der Kronenhöhe liegen kann, was in älteren Beständen häufig der Fall ist.

Da bei den Flächen des Steigerwaldes auch die durchschnittliche Höhe der größten Kronenbreite gemessen wurde, kann hier das Verhältnis des Kronendurchmessers zur Höhe der Lichtkrone als Lichtkronenindex errechnet werden. Auch diese Verhältniszahl steigt innerhalb der Baumklassen mit abnehmender Kronenschirmfläche, was das Schlankerwerden auch der Lichtkronen beweist. Die Werte liegen bei der Abteilung Reisigrangen zwischen 0,8 und 1,3. Bei der Abteilung Rennerkreuz ähnelt die Lichtkronenform der größten Schirmflächen der Baumklasse 1 mit einem Index von 0,58 bereits weitgehend einer Halbkugel, während die schlanksten Formen wiederum Werte bis 1,3 erzielen. Die älteste Fläche Röthen besitzt allgemein abgewölbte, kugelförmige Kronen mit Indexwerten von 0,5 bis 0,8.

Da in einem Bestand besserer Bonität zu gleichen Durchmessern etwa gleiche Kronenlängen, aber geringere Schirmflächen gehören, besitzt die bessere Bonität gegenüber der schlechteren größere Kronenindices, d. h. schlankere Kronen. Nach stärkeren Durchforstungen erfolgt bei den begünstigten Bäumen zunächst eine Vergrößerung des Kronendurchmessers teils durch leichtes Absenken der Äste, teils durch vermehrtes Wachstum der Seitentriebe. Der Kronenindex sinkt. Allmählich läßt der Reiz zu horizontaler Kronenerweiterung nach, und es hängt von der Intensität des Höhenzuwachses ab, inwieweit der Kronenindex wieder steigt.

Der Kronenindex stellt ein Verbindungsglied zwischen der Kronenschirmfläche und der Kronenmantelfläche dar. Diese umfaßt die gesamte Oberfläche der Lichtkrone und repräsentiert annähernd die Größe der assimilierenden Blattoberfläche. Ein großer Kronenindexwert besagt, daß zu einer relativ kleinen Kronenschirmfläche eine große Kronenmantelfläche gehört. Dieser Zusammenhang ist für die Klärung der bei den einzelnen Kronenschirmflächen errechneten Zuwachsleistung von Wichtigkeit.

### 325. Das Ausladungsverhältnis

KOEHLER (28) geht in seinen Untersuchungen über Stammzahlen von der Voraussetzung aus, daß zwar die ererbte Wuchskraft vom Standort beeinflusst wird, die Wuchsform aber i. a. gleich bleibe. Er folgert daraus, daß bei gegebenem Standraum gleicher Stammhöhe auch gleiche Kronenbreite und Stammstärke entspreche. KOEHLER errechnet in Verfolgung dieser Gedankengänge von Alter und Bonität unbeeinflusste „Höhenstammzahlen“, indem er für die Fichte ein durchschnittliches Verhältnis zwischen Kronendurchmesser und Baumhöhe von 1:6 und für die Buche von 1:5 bis 2:9 unterstellt.

Dieses Ausladungsverhältnis (wie es ASSMANN [22] nennt) wurde auch für die hier untersuchten Eichenbestände errechnet (siehe Abb. 9). Es zeigt sich, daß das Ausladungsverhältnis bei den Baumklassen 1 und innerhalb der Baumklassen bei den größten Kronenschirmflächen die höchsten Werte erreicht. Zwischen den größeren Kronenschirmflächenklassen der Baumklassen 1 herrschen zumeist die geringsten Unterschiede, während niedrigere Baumklassen größere Differenzen zwischen den größten und kleinsten Werten des Ausladungsverhältnisses aufweisen.

Ebenso wie innerhalb der einzelnen Kronenklassen mit steigendem Durchmesser das Ausladungsverhältnis zunimmt, scheint es sich durchschnittlich auch in älteren Beständen mit stärkeren Stammdimensionen etwas zu vergrößern. Das Ausladungsverhältnis des Kronenschirmflächen-Mittelstammes beträgt in der Abteilung Reisisgrangen 1:4,6; in der Abteilung Rennerkreuz 1:3,9; und in der Abteilung Röthen 1:3,0. Da in den Beständen besserer Bonität gegenüber solchen geringerer Standortgüte zu gleichen Durchmessern größere Höhen, aber geringere Schirmflächen gehören, ist das Ausladungsverhältnis der besseren Bonität geringer; z. B. ist bei einem Stammdurchmesser von 32 cm für Elmstein 62 (über I. Bonität nach ZIMMERLE) das Ausladungsverhältnis im Durchschnitt 1:6; für Elmstein 63 (II. Bonität nach ZIMMERLE) etwa 1:4. Durch starke Hiebseingriffe wird die Kronenschirmfläche bzw. der Kronendurchmesser vergrößert, ohne daß das Höhenwachstum proportional verstärkt würde. Bei den Laubbäumen geht die Höhenentwicklung in lichterem Stellung zumeist zurück. Das Ausladungsverhältnis nimmt dadurch einen größeren Wert an, während andererseits erhöhte Bestandesdichte niedrige Ausladungsverhältniszahlen bewirkt.

Die bei den hier untersuchten Eichenbeständen festgestellten Werte für das Ausladungsverhältnis schwanken bei den Baumklassen 1 zwischen 1:8 und etwa 1:2, während sie bei den niedrigeren Baum- und Kronengrößenklassen auf unter 1:10 absinken. Durch die Einflüsse der Bestockungsdichte und der Bonität, die bald gleichsinnig, bald entgegengesetzt wirken können, ergibt sich ein breiter Rahmen für das Ausladungsverhältnis, der die Rechnung mit Durchschnittswerten problematisch erscheinen läßt. Dagegen scheint es — ähnlich wie bei der Wachstumszahl — einen oberen Grenzwert von etwa 1:2 zu geben, der normalerweise nicht überschritten wird. Bei diesen starken Schwankungen des Ausladungsverhältnisses ist es für die Eiche nicht möglich, den Standraum des Durchschnittsstammes lediglich aus der Baumhöhe abzuleiten und Hektarstammzahlen zu errechnen, wie sie KOEHLER für Fi und Bu zu-

sammenstellte. Auch diese Zahlen dürften problematisch sein, da z. B. bereits die mittleren Ausladungsverhältnisse der von KOEHLER veröffentlichten Tabelle zwischen 1:3 und 1:7 schwanken. Der Einfluß der Standortsgüte und des Alters wird auch bei Fichte und Buche gegeben sein und darf auch bei gleicher Bestandesbehandlung und Dichte nicht übersehen werden.

### 326. Die Schirmflächen im Bestand

Ebenso wie die Gliederung eines Bestandes in Stammdurchmesserklassen einen bedeutsamen Einblick in die Fragen des Bestandaufbaues zu geben vermag, ist auch die Kenntnis über die Zusammensetzung des Kronenraumes von Beständen aus waldbaulicher wie auch aus ertragskundlicher Sicht von großem Interesse<sup>3)</sup>.

Tabelle 6

Fläche	Überschirmungsprozent der Eiche ohne Belaubung	Überschirmungsprozent der Eiche mit Belaubung
Reisisgrangen	55	63
Rennerkreuz	47	50
Röthen	59	62 + 21% Bu, Ah
Waldleiningen 4	43	49
Waldleiningen 5	60	69
Waldleiningen 6	43	47
Elmstein 62	59	64
Elmstein 63	74	81
Sonnhöh 2	73	—
Sonnhöh 3	67	—
Lohr-West 59	57	—
Lohr-West 60	53	—
Weißerstein	60	64

Die Eiche ist bekanntlich eine Baumart, deren Krone gegen Seitendruck sehr empfindlich ist und die daher von Natur aus zu lockerer Bestandesstellung neigt. Die aus der Summe der Kronenprojektionen der einzelnen Bäume gefundenen Überschirmungsprozente (Tab. 6) sind ferner deshalb gering, weil die Aufnahmen im entlaubten Zustand vorgenommen werden mußten, da mit Laubaussbruch insbesondere in Beständen mit Unterstand der Einblick in den Kronenraum schwieriger oder sogar völlig verwehrt ist. Im laublosen Zustand ist aber bei der Einschätzung der Kronenränder mit einem systematischen negativen Fehler zu rechnen, da 1. die Blattlängen von ca. 10 bis 15 cm fehlen, 2. die letzten Triebe an der Peripherie der Kronen sehr fein sind und daher beim Abloten bzw. beim Anvisieren des Kronenrandes leicht übersehen werden und 3. insbesondere die feinen äußeren Äste unbelaubt steiler nach oben stehen als mit dem Gewicht der Blattmasse. Aus diesen Überlegungen heraus wurde angenommen, daß sich im belaubten Zustand der gemessene Kronenradius allseits schätzungsweise um 10 cm — gering gerechnet — vergrößern würde. In der Tabelle 6 werden dementsprechend Schirmflächen ohne und mit Belaubung unterschieden. Bei Unterstellung einer solchen Vergrößerung des Kronenradius um 10 bis 15 cm schließen sich in sehr vielen Fällen die nächsten Abstände zwischen den Kronenrändern benachbarter Bäume. Es ist bei der Betrachtung der Schirmflächenprozente ferner zu bedenken, daß der theoretische maximale Beschirmungsgrad eines einschichtigen, geschlossenen Bestandes, dessen Bäume im Durchschnitt in einem aus Dreiecks- und Quadratverband bestehenden „gemischten“ Verband stehen, mit

<sup>3)</sup> Kronenkarten können aus Platzmangel nicht gebracht werden.

0,85 angenommen werden kann (22). Höhere Beschirmungsprozentage dürften auch bei Vollschluß in der Praxis nur in Ausnahmefällen erreicht werden. Auf fast allen untersuchten Flächen ist reichlicher, bodendeckender Buchenunterstand vorhanden, der die waldbauliche Voraussetzung für stärkere Lockerung der Kronenoberschicht der Eiche darstellt.

Der Aufbau und die Produktionsverhältnisse der Hauptkronenschicht finden eine prägnantere Darlegung als in den Kronenkarten, wenn man die Prozentanteile der Schirmflächen, der Stammgrundflächen und der Zuwächse vergleicht.

Die Baumklassen 1 und 2 besitzen zwischen 64 und 93% der gesamten Schirmfläche. Mit zunehmendem Alter, besserer Bonität und verstärkter Durchforstung steigt neben der absoluten Schirmflächengröße auch der prozentuale Überschirmungsanteil der ersten beiden Baumklassen, da gerade ihnen durch die Art und Dauer der Eingriffe günstige Entfaltungsmöglichkeit geboten wird. Ebenso ist es von der Durchforstung abhängig, ob das Schwergewicht mehr auf der 1. oder 2. Baumklasse liegt. So besitzt z. B. die 160jährige, intensiver gepflegte Fläche Röthen 60% erster Baumklasse und 33% zweiter Baumklasse, während das Verhältnis bei der gleich alten, wenig durchforsteten Fläche Weißerstein 14% : 64%, also umgekehrt ist.

Die Prozentanteile der Schirmflächen, der Grundflächen, der Volumina und der Zuwächse an Grundfläche und Volumen entsprechen bei den einzelnen Baum- und Kronenklassen einander ziemlich genau. So gehören z. B. in der Abteilung Reisigrangen bei den Baumklassen 1 und 2 zu einem Anteil von 65% an der Gesamtüberschirmung (ohne Belaubung) 64,3% der Gesamtgrundfläche, 68% des Gesamtvolumens, 67% des Zuwachses an Grundfläche und 70,4% des Zuwachses an Volumen.

Die meist geringen Abweichungen der verschiedenen Prozentanteile liegen bei den einzelnen Baum- und Kronenklassen der untersuchten Flächen ziemlich gleichsinnig und lassen eine klare Tendenz erkennen. Auf sämtlichen Flächen ist bei der Baumklasse 1 der prozentuale Grundflächenanteil im Durchschnitt kleiner, bei den Baumklassen 3 (und 4) meist größer als der entsprechende Schirmflächenanteil. Eine Ausnahme hiervon bildet die 160jährige Fläche Röthen, bei der in Baumklasse 1 der Grundflächenanteil etwas größer ist als der Schirmflächenanteil. Dies ist durch das Zurückbleiben des Kronenwachstums hinter dem Grundflächenwachstum mit höherem Bestandesalter oder mit einer beginnenden Rückbildung der in dieser Abteilung übergroßen Kronen — 28% der Stammzahl besitzen über 80 qm große Kronenschirmflächen — zu erklären. Die Grundflächen- und Schirmflächenanteile der Baumklasse 2 sind einander nahezu proportional.

Innerhalb jeder Baumklasse entsprechen den Schirmflächenanteilen der größten Kronenprojektionsklassen die geringsten Grundflächenprozentage. Die kleineren Kronen einer Baumklasse beanspruchen umgekehrt eine zu ihrem Grundflächenanteil relativ geringe Schirmfläche. Diese Umkehrung der Anteile von Grund- und Schirmfläche sind auf allen untersuchten Flächen und bei allen Baumklassen zu ersehen. Geringe Abweichungen ergeben sich auf drei Flächen bei der Baumklasse 3.

Ein Vergleich der Schirmflächen und der dazugehörigen Volumina kann bei den drei Probeflächen des Steigerwaldes vorgenommen werden. Die durchschnittlichen prozentualen Volumenanteile der Baumklasse 1 und bei den Flächen Reisigrangen und Rennerkreuz auch der Baumklasse

2 sind infolge der größeren Höhe dieser Bäume größer als die Grundflächenanteile und verschieben sich daher auch gegenüber den Schirmflächenanteilen positiv. Bei den Baumklassen 3 und 4 liegen die Volumenteile tiefer als die Grundflächenanteile und unterschreiten daher z. T. die Schirmflächenanteile.

Die gleiche Tendenz herrscht bei den Kronengrößeklassen. Die Volumenanteile der breitkronigen Bäume höherer Baumklassen werden gegenüber den Grundflächenanteilen meist größer bzw. nehmen bei niedrigeren Baumklassen weniger ab als es bei kleinkronigen Bäumen der Fall ist.

Hinsichtlich des laufenden Zuwachses an Grundfläche und Volumen sind analoge Feststellungen zu treffen. Die Baumklasse 1 hat geringeren, die Baumklassen 3 (und 4) größeren Anteil am Zuwachs, als ihren Schirmflächen entsprechen würde. Die Prozente der einzelnen Kronengrößeklassen am Zuwachs der Fläche sind bei den am stärksten ausladenden Kronen jeder Baumklasse um wesentliches geringer als die Schirmflächenprozentage, während dieses Verhältnis bei den kleinen Kronen umgekehrt liegt.

Damit ist die Frage aufgeworfen, ob die Bäume den von ihnen beanspruchten Standraum je nach ihrer soziologischen Stellung und Kronengröße mit unterschiedlicher Produktivität nützen. Dieses wichtige Problem der ökonomischen Standraumausnutzung wird in Abschnitt 33 nähere Behandlung finden.

### 327. Die Kronenmantelflächen

Die Untersuchungsreihe BURGERS über „Holz, Blattmenge und Zuwachs“ hat bei verschiedenen Baumarten viele Zusammenhänge zwischen dem Gewicht bzw. der Oberfläche der Assimilationsorgane und deren Produktivität geklärt. Da die Assimilationsintensität weitgehend von den Belichtungsverhältnissen der Krone abhängig ist, muß die Summe der Blattoberflächen, die die Lichtenergie empfangen, großen Einfluß auf die Erzeugung der Assimilate besitzen. Als Bezugsmaß für die Zuwachsleistung wird im Folgenden u. a. mit der Kronenmantelfläche (= Kronenoberfläche) gerechnet, die nach BURGER (4) bei der Eiche angenähert der einseitigen Blattoberfläche entspricht. Da die zur Erzeugung des forstlich meßbaren Zuwachses beitragende Assimilation wohl fast ausschließlich in der Mantelschicht der Lichtkrone geleistet wird, werden lediglich die Mantelflächen der Lichtkronen errechnet. Das war bei sechs Untersuchungsflächen möglich, bei denen die durchschnittliche Höhe der größten Kronenbreite gemessen worden war.

Während die Kronen von Fichte und Tanne i. a. mit guter Annäherung als Kegel mit verschiedener Basis betrachtet werden können, weisen die Laubbäume eine unregelmäßigere Kronengestalt auf. Da eine bis zum Gipfel durchgehende und in der Entwicklung dominierende Sproßachse zumeist fehlt, ist das Wachstum der Seitentriebe von erhöhter Bedeutung. Als angenäherte Form für die Lichtkrone wurde das Halbellipsoid unterstellt, das gegenüber dem Paraboloid nur geringfügige Unterschiede bezüglich der Oberflächengröße aufweist; diese ist aber beim Ellipsoid mit einer einfacheren Formel zu errechnen. Sie lautet:

$$O = \frac{2\pi \cdot a \cdot b^2}{\sqrt{b^2 - a^2}} \cdot \arctg \frac{\sqrt{b^2 - a^2}}{a};$$

a ist hierbei der kleinere, b der größere Ellipsenhalbmesser. Bei einem Lichtkronen-Index von 0,5 ergibt die For-

mel die Oberfläche einer Halbkugel und kann auch bei weiterer Kronenabflachung verwendet werden.

Der Versuch, die Vielgestalt der Kronen in einer Formel einzufangen und Beziehungen zum Zuwachs herzuleiten, ist nicht so unsicher, wie er von vorneherein erscheinen mag. Ebenso wie mit der Zunahme der Teilgrößen Lichtkronenlänge und Kronendurchmesser steigt natürlich mit wachsender Mantelfläche der Stammdurchmesser an. Bäume einer günstigeren soziologischen Stellung sowie höheren Alters haben bei gleicher Mantelflächengröße höhere Durchmesser, oder anders ausgedrückt: Bei gleichem Durchmesser haben Bäume mit besseren Belichtungsverhältnissen oder ältere Bestände kleinere Mantelflächen.

In Beständen besserer Bonität werden bei gleicher Mantelfläche stärkere Durchmesser erreicht. So liegen die Werte der Baumklassen 1, 2 und 3 der Flächen Waldleiningen alle über den Brusthöhendurchmessern der Baumklasse 1 Reisigrangen.

Unterschiedliche Durchforstungsstärke schafft hinsichtlich der zu einer bestimmten Mantelfläche gehörigen Durchmesser keine Besonderheiten. Es tritt lediglich bei der stark durchforsteten Fläche die Verschiebung der Bäume der Baumklassen 1 und 2 in höhere Durchmesserklassen hervor.

In der letzten Spalte der Tabelle 4 ist die prozentuale Vergrößerung der Kronenmantelflächen der Baumklassen 1 und 2 für die drei Steigerwaldflächen der prozentualen Schirmflächenzunahme gegenübergestellt. Die Vergrößerung der Mantelfläche erfolgt langsamer als die Verbreiterung der Schirmfläche. Zu den größeren Schirmflächenklassen gehören also nicht proportionale, sondern relativ geringere Mantelflächen, was aus dem Sinken des Kronenindex bereits zu folgern war.

Es wurden schließlich auch die Mantelflächen der Baum- und Kronenklassen sowie der Gesamtfläche errechnet, wie sie sich durch Multiplikation der durchschnittlichen Lichtkronen-Mantelfläche des jeweiligen Klassenmittelstammes mit der Hektarstammzahl ergeben. Die jüngeren Flächen besitzen mit 27 000 bis 34 000 qm eine um etwa die Hälfte größere Mantelflächensumme als die älteren Bestände mit rund 18 000 bis 19 000 qm. Der Höchstwert wird auf der undurchforsteten Fläche 5 in Waldleiningen erreicht. Die stark gelockerten bis gelichteten Flächen 4 und 6 und die Fläche Reisigrangen haben etwa die gleiche Mantelfläche.

Die zugehörigen Zuwächse an Grundfläche verhalten sich auf den einzelnen Untersuchungsobjekten infolge der unterschiedlichen Bestandesdichte und Bonität nicht proportional zu den Mantelflächen. Dagegen ist eine annähernde Verhältnismäßigkeit der Volumzuwächse der drei Steigerwaldflächen mit ihren Kronenoberflächen festzustellen.

Die Berechnungsmethode der Lichtkronen-Mantelfläche schließt in der Messung der durchschnittlichen Höhe der größten Kronenbreite und der Unterstellung einer „normalen“ Kronenform eines Halbellipsoids zahlreiche Fehlerquellen und Unsicherheiten ein. Dennoch ergeben die relativen Anteile der einzelnen Baum- und Kronenklassen an der Gesamtmantelfläche ein sinnvolles Bild. Sie schmiegen sich häufig den zugehörigen Grundflächen-Volumen- und Zuwachswerten deutlicher an, zeigen also nicht wie die Schirmflächenprozentanteile in der Kronenform begründeten positiven oder negativen Abweichungen bei großen bzw. kleinen Schirmflächenklassen. Während z. B. bei der Fläche Waldleiningen 4 dem Anteil am Grundflächenzuwachs von 3,1% ein Schirmflächenprozent

von 4,6 gegenübersteht, liegt das Mantelflächenprozent mit 2,8 wesentlich näher. Gegenüber den Schirmflächen besitzt die Kronenmantelfläche bei höheren Baumklassen und größeren Kronen meist geringere, bei den niedrigeren Baumklassen und kleineren Kronen größere Prozentanteile.

### 330. Die Schirmflächen-Zuwachsleistung als Maßstab für die ökonomische Standflächenausnutzung

Die bisherigen Betrachtungen über die Eichenkrone waren vorwiegend statischer Natur. Sie brachten eine Zustandserfassung der Kronenräume im Zusammenhang mit ertragskundlichen Angaben über die nach bestimmten Pflegemaßnahmen verbliebenen Bestockungen. Diese Eichen des „verbleibenden Bestandes“ gehörten im Laufe ihres Lebens nicht immer der gleichen soziologischen Schicht an. Ferner beanspruchten sie Standräume, auf denen z. T. bereits Vornutzungen entnommen worden sind. Diese dürfen bei einem Vergleich des Produktionsvermögens einer Standflächeneinheit nicht unerwähnt bleiben. Da jedoch die Rekonstruktion der bisherigen Gesamtwuchsleistungen auf kleinsten Teilflächen nicht möglich ist, wurden die Volumzuwächse der einzelnen Bäume seit der letzten Durchforstung festgestellt und als Ausdruck des Leistungsvermögens der Baumkrone betrachtet. Die Längen dieser von Durchforstungseingriffen ungestörten Beobachtungsperioden betragen zwischen 5 und 15 Jahren. In kürzeren Untersuchungsabschnitten wird der Zuwachs zu sehr von zufälligen Witterungsschwankungen beeinflusst; für die Zuwachsleistung längerer Zeitabschnitte aber sind die Kronenabmessungen am Ende der Periode wohl nicht mehr bezeichnend.

Der ertragskundliche Grundbegriff der Zuwachsleistung enthält ebenso wie der physikalische Leistungsbegriff drei Einzelfaktoren: Die Zuwachsgröße, die Zeit- und Flächen-einheit. Der Festmeter, das Jahr und das Hektar dienen in Deutschland gebräuchlicherweise als Maße zur Kennzeichnung der Zuwachsgröße eines ganzen Bestandes. Diese Zuwachsleistung stellt die Summe der Einzelzuwächse zahlreicher Baumindividuen dar. Auch die Wuchsleistung der einzelnen Bäume wird nicht durch die Jahrringbreite, das Höhenwachstum oder den daraus abgeleiteten Grundflächen- oder Volumzuwachs allein erschöpfend ausgedrückt. Die Beziehung dieser Werte auf die beanspruchte Standfläche ist unbedingte Voraussetzung einer umfassenden Betrachtungsweise; denn es kann ja nicht gleichgültig sein, ob ein Baum zur Erzielung eines Volumzuwachses von z. B. 0,01 fm eine Standfläche von 20 qm oder 40 qm benötigt, da diese Standfläche für die Stammzahlhaltung pro ha und damit für die Zuwachsleistung pro ha von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Das Verhältnis der Stammzahlabnahme mit fortschreitendem Bestandesalter zur Leistung pro qm Standfläche ist bestimmend für den Zuwachsablauf pro Hektar. Hiermit hängt die Tatsache zusammen, daß in einem Altbestand der Bestands-d.G.Z. längst kulminiert haben kann, während die d.G.Z.-Kurven der einzelnen Bäume noch keine Gipfelung erkennen lassen. ASSMANN hat mehrmals auf diese wichtigen Beziehungen hingewiesen (22, 23).

In diesem Zusammenhang ist auch WECK zu erwähnen (15), wenn er betont, „daß von einer Zuwachsfördernden Wirkung von Wachsraumerweiterung auf den Einzelstamm noch nicht ohne weiteres auf Förderung der Ge-

samtzuwachsleistung eines Bestandes durch solche Maßnahmen geschlossen werden darf“. WECK bringt auf Seite 29 eine Tabelle, die die Korrelation zwischen der Kronenfläche (Kronenlänge mal Kronenbreite) und dem Grundflächenzuwachs bei Kiefern verschiedenen Alters und verschiedener Exposition dargestellt. Sie wird im folgenden als Tabelle 7 gezeigt. Neben die von WECK veröffentlichten Zahlenreihen sind in Klammern Angaben über den Grundflächenzuwachs pro Quadratmeter Kronenfläche gesetzt. Diese Zahlen ergeben deutlich, daß mit zunehmender Kronengröße bzw. vermehrter Standflächenbeanspruchung die Grundflächenzuwachsleistung pro Kronenflächeneinheit sinkt. Daß sie abweichend davon beim 140jährigen Überhälter steigt, ist wohl auf dessen bessere Kronenbelichtung und höhere statische Beanspruchung zurückzuführen, die eine wesentliche Verstärkung der unteren Stammteile zur Folge hat.

Tabelle 7

(nach WECK; Zahlen in Klammern — Kreisflächenzuwachs pro qm Kronenfläche — durch den Verfasser berechnet)

Kronenfläche qm	Kreisflächenzuwachs o. R. je Jahr in cm <sup>2</sup>			
	40jähriger	85jähriger	140jähriger	140jähriger Überhälter mit freier Krone
10	5,3 (0,53)	2,8 (0,28)	2,2 (0,22)	2,2 (0,22)
20	8,6 (0,43)	5,2 (0,26)	3,3 (0,17)	4,5 (0,22)
30	11,6 (0,39)	7,0 (0,23)	4,3 (0,14)	7,8 (0,26)
40	14,3 (0,36)	8,9 (0,22)	5,7 (0,14)	11,6 (0,29)
50	16,9 (0,34)	10,8 (0,22)	7,3 (0,15)	16,1 (0,32)
75	—	15,5 (0,21)	11,4 (0,15)	23,5 (0,31)
100	—	20,2 (0,20)	14,2 (0,14)	27,9 (0,28)

Die von den Bäumen entwickelten Kronenschirmflächen sind den beanspruchten Standflächen annähernd proportional. Die Schirmfläche wird daher im folgenden als zweckmäßige Bezugsgröße verwendet, um die Ökonomie der Flächenausnutzung durch die einzelnen Bäume oder die verschiedenen Sozialschichten zu erfassen. Als Maß für die Ökonomie der Standflächenausnutzung dient der Volumzuwachs pro Jahr in Kubikzentimeter pro Quadratmeter Schirmfläche.

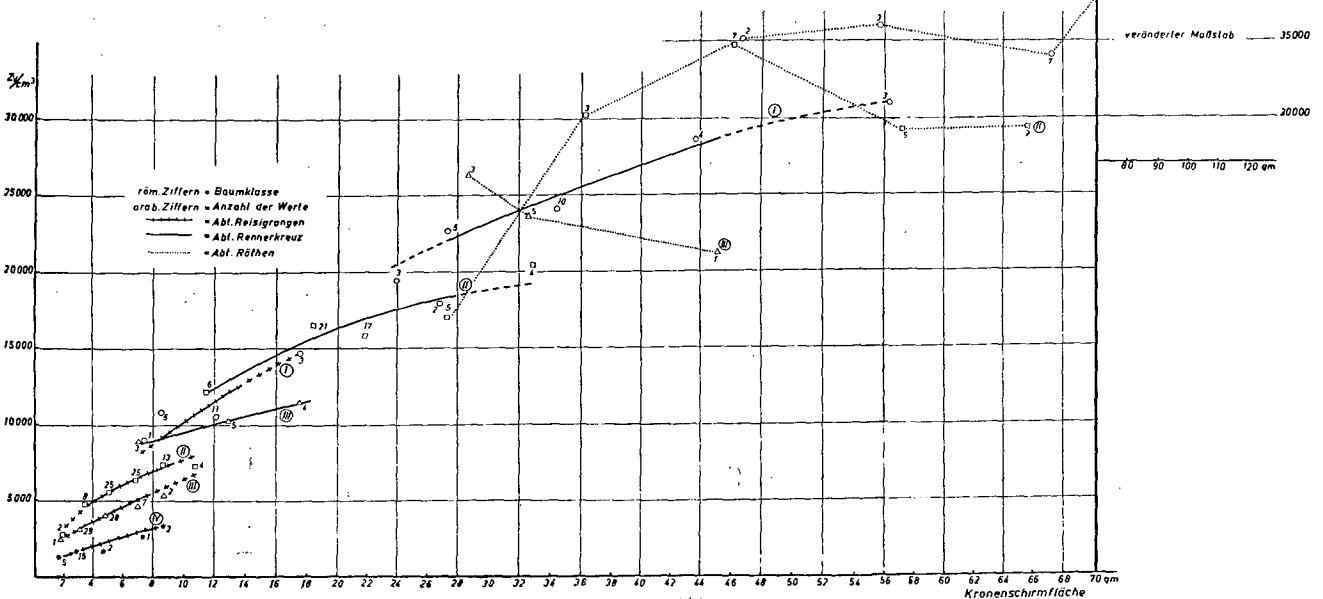


Abb. 10

Jährlicher Volumzuwachs der Mittelstämme der Baum- und Kronengrößeklassen in Abhängigkeit von der Kronenschirmfläche.

### 331. Die Volumzuwachsleistung der Schirmflächeneinheit

Die Zusammenhänge werden an den Probeflächen des Steigerwaldes dargestellt. Eine stichprobenweise Berechnung auf weiteren Versuchsflächen erbrachte keine abweichenden Gesichtspunkte, so daß im Interesse besserer Übersichtlichkeit die Beschränkung auf die Steigerwaldflächen vorgenommen wurde.

In der Abbildung 10 ist der Volumzuwachs der Baum- und Kronengrößeklassen in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Kronengröße für die bonitätsgleichen (II,6 WIEDEMANN) Flächen Reissgrangen und Rennerkreuz, sowie für die bonitätsbessere Fläche Röhthen (II,0) eingetragen. Die Ausgleichlinien verlaufen erwartungsgemäß: Mit steigender Baumklasse und steigender Kronenschirmfläche vergrößert sich der Zuwachs der Bäume. Dabei streuen die durchschnittlichen Zuwachswerte in der Abt. Röhthen infolge der geringen Klassenbesetzung ziemlich stark. Es wurden daher lediglich die einzelnen Klassenwerte miteinander verbunden, ein Ausgleich erscheint hier nicht sinnvoll.

Die relativ großkronigen Bäume der Baumklasse 1 Reissgrangen leisten bei gleicher Kronenschirmfläche fast ebenso viel Zuwachs wie die viel höheren, stärkeren und älteren, aber relativ kleinkronigen Bäume der Baumklasse 2 Rennerkreuz. Ebenso greift die Kurve der Baumklasse 1 Rennerkreuz in den Bereich der Baumklassen 2 und 3 Röhthen. Das faktische Alter setzt also keine feste Trennung zwischen die Zuwachsleistung der einzelnen Kronenschirmflächengrößen. Es könnte dagegen angenommen werden, daß hinsichtlich des physiologischen Alters zwischen den Baumklassen eines Bestandes Unterschiede bestehen. Durch Einengung und Überschirmung steht den

niedrigeren Baumklassen eine geringere Lichtmenge zur Verfügung. Der Wachstumsablauf wird dadurch gegenüber den im vollen Lichtgenuß stehenden Bäumen verzögert. So könnte der gleichhohe Zuwachs von Bäumen gleicher Schirmfläche, aber anderer Baumklassen, in verschiedenen alten Beständen in der Abbildung 10 erklärt werden. Es scheint ferner denkbar, daß die gestaffelten Kurven der einzelnen Baumklassen entsprechend dem Fortschreiten des physiologischen Alters und der Kronengröße auf einer für alle drei Bestände gleichen Mittelkurve vorrücken.

Interessant ist auch ein Blick auf die absoluten Werte: Um ca. 5000 ccm Zuwachs zu leisten, benötigt Baumklasse 2 der Abteilung Reisigrangen durchschnittlich vier und Baumklasse 3 sieben qm Schirmfläche, wogegen Baumklasse 4 bei geringerer Belichtung mit sieben qm nur etwa 3000 ccm schafft.

Durch Division der Zuwachswerte der Mittelstämme durch die dazugehörigen Kronenschirmflächen ergeben sich die rechnerischen Grundlagen der Abbildung 11. Die Abszisseneinteilung ist die gleiche wie in der Abbildung 10, die Ordinateneinteilung wurde wesentlich vergrößert, um die kleineren Werte der Zuwachsleistung pro 1 qm genügend hervortreten zu lassen.

Die Kurvenlage hat sich bei dieser Darstellung wesentlich geändert. Zwar liegt wieder eine klare Staffelung nach Baum- und Kronenschirmflächenklassen vor; die maximalen Volumzuwachsleistungen bezogen auf 1 qm Schirmfläche erreichen aber innerhalb der einzelnen Baumklassen jeweils die kleinsten Schirmflächen. Diese überraschende Feststellung besagt z. B. bei Baumklasse 2 Rennerkreuz: Ein Baum mit einer Kronenschirmfläche von 26 qm besitzt pro qm einen durchschnittlichen Volumzuwachs von 700 ccm; ein Baum gleichen Alters mit einer nur halb so großen Schirmfläche produziert demgegenüber pro qm Schirmfläche 1000 ccm, er „holt“ aus seinem Standraum also mehr „heraus“. Schwer begreiflich aber scheint es, daß dieser Baum der Baumklasse 2 mit seinen 13 qm Schirmfläche eine höhere Leistung pro qm besitzt als die vorherrschenden Bäume der Klasse 1. Es ergibt sich also aus der Darstellung mit anderen Worten: Je kleiner innerhalb derselben Baumklasse die Krone ist, desto ökonomischer ist die Ausnutzung der Standfläche. Bei glei-

cher Kronengröße zeigt jeweils die soziologisch höhere Baumklasse mit den besten Lichtverhältnissen die größten Zuwachswerte pro Schirmflächeneinheit. Die absolut höchsten Werte dieser „ökonomischen“ Zuwachsleistung werden aber nicht von der Baumklasse 1 erzielt, sondern von den kleinsten Kronen der Baumklassen 2 bzw. 3. Die Abnahme der Schirmflächenleistung mit größer werdender Krone erfolgt jeweils bei dem jüngeren Bestand bzw. den kleineren Kronen am raschesten. Je größer die Kronen bzw. je älter die Bäume, desto geringer sind die Unterschiede der Schirmflächenleistung zwischen den verschiedenen Größen der Kronenprojektionen.

Die Ausgleichslinien der Baumklassen scheinen sich in Abbildung 11 mit zunehmendem physiologischen Alter und Vergrößerung der Krone von links nach rechts auf einer schwach fallenden Mittellinie zu verlagern, wobei ihre Steigung ständig geringer wird. Mit zunehmendem Alter sinken die Durchschnittswerte der Baumklassen 1 und 2 bei allen Flächen ab, während die Klassen 3 und 4 in der Abteilung Rennerkreuz höhere Werte zeigen als in der älteren und jüngeren Vergleichsfläche.

Die Durchschnittswerte der Baumklassen 3 und 4 liegen bei den beiden älteren Probeständen gleich hoch bzw. höher als die Werte der Klassen 1 und 2, während sie sich bei der Fläche Reisigrangen wesentlich tiefer staffeln.

Diese Verschiebung der Kulmination der ökonomischen Zuwachsleistung kann wiederum mit dem Unterschied des physiologischen Alters zwischen den Baumklassen bzw. der daraus resultierenden Verlagerung des Wachstumsablaufs erklärt werden.

Wenn nun nach Gründen für diese Erscheinung der ökonomischen Zuwachsleistung zu suchen ist, so darf nicht bei der Hilfsgröße „Kronenprojektion“ beharrt werden. Sie wurde nur deshalb gewählt, da sie die Ausnutzung einer bestimmten Fläche besser aufzuzeigen in der Lage ist als die Kronenmantelfläche. Diese repräsentiert dagegen — wie BURGER (27) bekanntlich nachweisen konnte — die an der Assimilation vornehmlich beteiligte Blätterschicht der äußeren Kronenbereiche wesentlich zutreffender. Es ist daher naheliegend, aus den in Abschnitt 327 entwickelten Durchschnittswerten der Mantelflächen die Zuwachsleistung pro qm Mantelfläche zu errechnen.

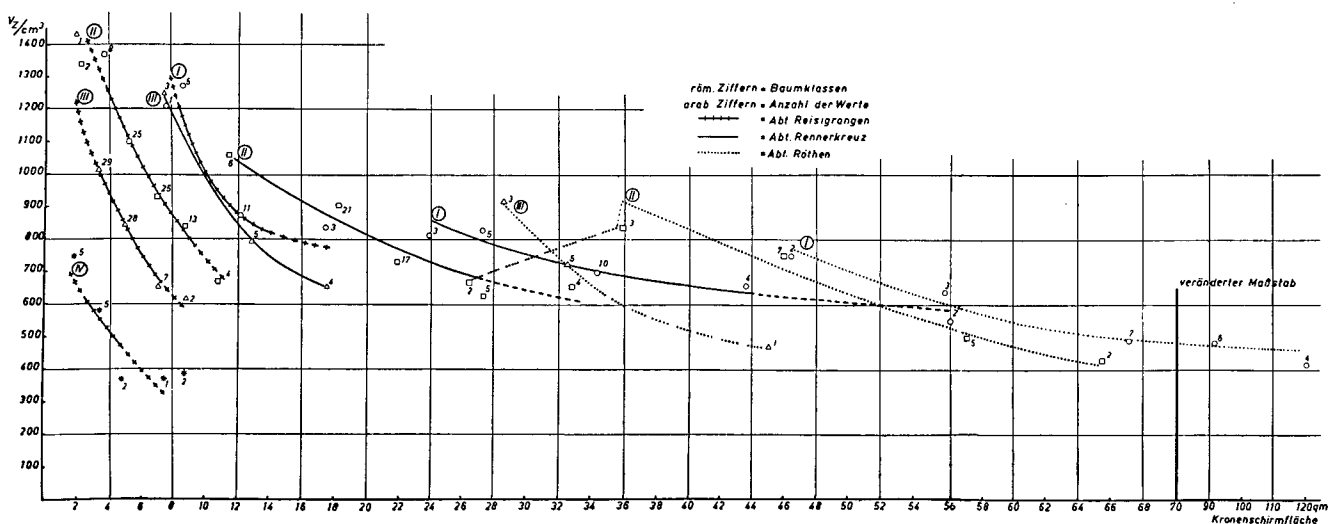


Abb. 11

Jährlicher Volumzuwachs pro qm Kronenschirmfläche, gestaffelt nach Baumklassen und innerhalb der Baumklassen nach Kronengrößenklassen.

### 332. Die Volumzuwachsleistung in Bezug auf die Kronen-Mantelfläche

Die Berechnung von Kronenmantelflächen stößt — wie bereits dargelegt — insbesondere bei Laubbäumen auf große Schwierigkeiten und macht eine Reihe von vereinfachenden Unterstellungen notwendig. Die auf die Kronenmantelfläche bezogenen durchschnittlichen Zuwachsleistungen liegen aber doch — zumindest relativ zueinander — in sinnvoller Ordnung. Abbildung 12 zeigt die Werte der Zuwachsleistung pro 1 qm Mantelfläche in Abhängigkeit von der Kronenmantelfläche. Die Werte der Probefläche Röhthen wurden wiederum direkt verbunden, da die Durchschnittswerte aus wenigen Bäumen errechnet wurden und daher eine starke Streuung zeigen.

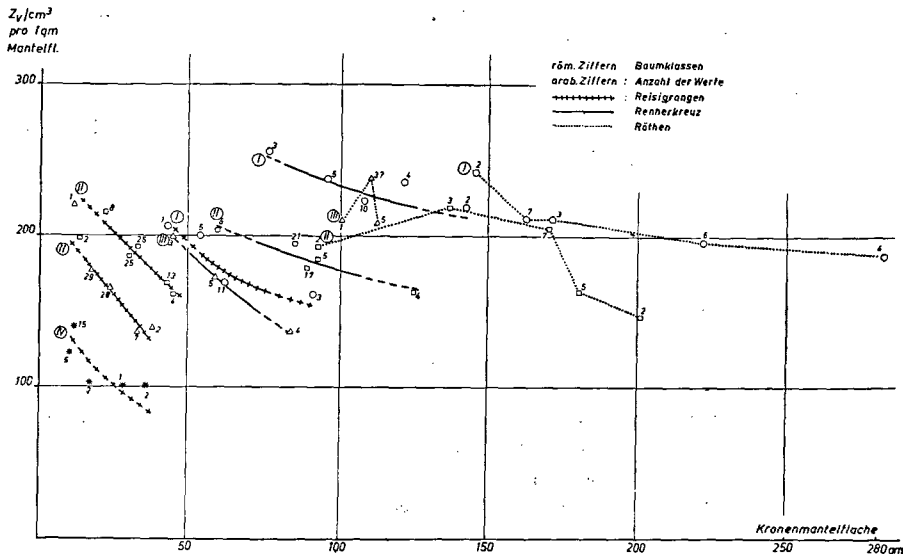


Abb. 12

Jährlicher Volumzuwachs pro qm Kronenmantelfläche, gestaffelt nach Baumklassen und innerhalb der Baumklassen nach Kronengrößenklassen.

Die Lage der Kurven zeigt auch hier, daß mit zunehmender Kronengröße (ausgedrückt durch die Mantelfläche) innerhalb der selben Baumklasse die Zuwächse sinken. Dieser Rückgang der Mantelflächenleistung ist jedoch gegenüber den Unterschieden bei der Schirmflächenleistung (Abb. 11) wesentlich geringer, z. B. bei Baumklasse 2:

Probefläche	Zuwachs pro qm Schirmfläche in %		Zuwachs pro qm Mantelfläche in %	
	kleinste	größte	kleinste	größte
	Kronenklasse		Kronenklasse	
Reisigrangen	100	50	100	81
Rennerkreuz	100	62	100	80
Röhthen	100	67	100	76

Auch bei dieser Abbildung 12 verlaufen die Leistungskurven der Baumklassen bei den kleineren Kronen steiler als bei großkronigen Bäumen.

Wiederum ist die Feststellung überraschend, daß z. B. in der Abteilung Reisigrangen ein Baum der Baumklasse 1 mit 75 qm Mantelfläche eine etwa ebenso große Zuwachsleistung pro qm Kronenoberfläche hat wie ein Baum der Klasse 2 mit 45 qm Mantelfläche. Von zwei Bäumen mit gleicher Kronenoberfläche hat jeweils der soziologisch

höhergestellte die größeren Zuwachswerte pro Flächeneinheit.

Innerhalb der Probeflächen Rennerkreuz und Röhthen erreicht die Baumklasse 1 die größten Zuwachsleistungen, bei Reisigrangen liegt Baumklasse 2 im Durchschnitt höher. Die absolut höchsten Werte erarbeiten die Baumklassen 1 Rennerkreuz, 3 Röhthen und die kleineren Kronengrößenklassen der Baumklassen 1 und 2 der selben Probefläche.

Das faktische Alter bringt auch hier keine Trennung zwischen den Zuwächsen der Baumklassen verschiedener Probeflächen. Die Kurve der Baumklasse 1 Reisigrangen streicht zwischen derjenigen von Baumklasse 2 und 3 der Probefläche Rennerkreuz, deren Baumklasse 1 hinwiederum etwa den Klassen 2 und 3 der Abteilung Röhthen entspricht. Es ergibt sich aus dieser Abbildung 12 erneut die Vermutung, daß sich in den unterschiedlichen Zuwachsleistungen der Baumklassen physiologische Altersunterschiede ausdrücken. Die Mittelkurve, auf der sich die Ausgleichslinien der einzelnen Baumklassen je nach ihrem physiologischen Alter bzw. ihrer Kronengröße in Abbildung 12 von links nach rechts weiterschieben, verläuft sehr flach und hat nur eine geringe Kulmination zwischen 100 und 150 qm Mantelfläche.

In dem Verhalten der Zuwachsleistung, bezogen einerseits auf die Schirmfläche, andererseits auf die Kronenmantelfläche, bestehen also gewisse Abweichungen. Sie geben die Anregung, zur Klärung der ökonomischen Schirmflächenleistung das Verhältnis von Schirmfläche zu Mantelfläche zu untersuchen.

### 333. Ursachen der ökonomischen Standflächenausnutzung

In Abschnitt 324 wurden Angaben über das Verhältnis zwischen Kronenlänge und Kronendurchmesser, genannt Kronenindex, gemacht. Aus der Abbildung 9 ist festzustellen, daß kleinere Kronen i. a. schlankere Form besitzen als größere Kronen, die meist stärker abgewölbt sind. Zu schlanken Kronen, die also bei geringer Projektionsfläche relativ lang sind, gehören größere Mantelflächen als zu kurzen Kronen gleichgroßer Projektion (Tab. 8).

Diese Unproportionalität von Schirmfläche und assimilierender Mantelfläche erklärt z. T. die Mehrleistungen an Volumzuwachs pro Standflächeneinheit bei jeweils kleineren Kronenschirmflächen.

Aber auch die Zuwachsleistung pro qm Mantelfläche ist nicht gleich groß, sondern es zeigen sich die Mantelflächen der kleinkronigen Bäume jeder Baumklasse produktiver als die großkronigen. Es ergibt sich die Frage, ob nicht tatsächlich die räumliche Größenausdehnung der Kronen auf ihre Zuwachsleistung von Einfluß ist. Diese Frage ist deshalb naheliegend, da mit zunehmender Kronenvergrößerung das Verhältnis von Assimilationsschicht zum unproduktiven Kronenvolumen ständig ungünstiger wird. Gibt es innerhalb der Krone für die Stoffproduktion Verlustquellen?

Tabelle 8

	Reisigrangen		Rennerkreuz		Röthen	
	Kronengröße- klasse qm	qm Mantelfl. pro 1 qm Schirmfläche	Kronengröße- klasse qm	qm Mantelfl. pro 1 qm Schirmfläche	Kronengröße- klasse qm	qm Mantelfl. pro 1 qm Schirmfläche
Bkl. 1	17,5	5,2	56,4	2,5	119,8	2,4
	12,1	5,2	43,6	2,8	90,9	2,4
	8,5	6,4	34,4	3,1	67,1	2,4
	7,4	5,0	27,3	3,5	55,4	3,1
Bkl. 2		5,9	23,9	3,2	46,3	3,1
	10,8	4,2	32,9	3,8	65,4	3,2
	8,7	5,0	27,3	3,4	56,9	3,2
	6,9	4,8	21,9	4,1	45,8	3,7
	5,1	5,9	18,3	4,6	35,9	3,8
	3,5	6,3	11,5	5,2	26,6	3,5
Bkl. 3	2,0	6,8				
	8,7	4,4	17,5	4,8	45,0	2,2
	7,0	4,8	12,9	4,6	32,5	3,5
	4,8	5,1	7,2	6,2	28,6	3,9
	3,1	5,7				
Bkl. 4	1,8	6,5				
	8,7	3,9				
	7,4	3,7				
	4,7	3,6				
	2,9	4,1				
	1,7	6,1				

Zur Erklärung sei daran erinnert, daß der forstlich gemessene Zuwachs nur einen Teil der Gesamtassimilation ausmacht. BOYSEN-JENSEN (25) unterscheidet in der von ihm 1910 aufgestellten Stoffproduktionsgleichung:

1. Die Brutto-Assimilation, d. i. die Gesamtproduktion einer Pflanze an Trockensubstanz innerhalb einer gewissen Zeiteinheit.
2. Die sog. Betriebskosten, das sind die Verluste an Trockensubstanz durch Atmung, Blatt-, Ast-, Wurzel- und Rindenverlust.
3. Die Nettoproduktion als Differenz zwischen Bruttoproduktion und Betriebskosten.

MÖLLER (31) hat nach den Ergebnissen seiner Untersuchungen in Zusammenarbeit mit anderen Forschern „Produktionsspektren“ für einige Baumarten konstruiert. Sie zeigen in Abhängigkeit von den Bestandesaltern die durchschnittliche Trockensubstanzerzeugung je Jahr und Hektar für die verschiedenen Teilgrößen der Brutto-Assimilation. Es läßt sich daraus die Entwicklung dieser Werte im Laufe des Bestandeslebens ersehen. Das Verhältnis der einzelnen Betriebskosten, insbesondere der Respiration zum forstlichen Zuwachs ist von besonderer Bedeutung. Während z. B. bei der Buche die Betriebskosten in jüngeren Altern stark ansteigen, bleibt ihr absoluter Wert nach der Kulmination der Brutto-Assimilation ziemlich gleich. Der relative Anteil der Verluste aber erhöht sich weiterhin bis auf ca. 75% der Brutto-Assimilation im Alter 100. Der forstlich meßbare Zuwachs macht hier nur etwa die Hälfte der Respirationsverluste aus.

Bei der Eiche dürften die Verhältnisse prinzipiell gleich liegen, lediglich die absoluten Werte werden sich verschieben. Nach Untersuchungen POLSTERS (32) ist die Eiche eine Baumart mit sehr intensiver Atmungstätigkeit. Aus dem Verhältnis Gesamtassimilation zu Atmung kann man die ökonomische Atmung berechnen, d. h. man kann feststellen, welche Baumart mit einem Minimum an wieder veratmeten Kohlehydraten die größte Gesamtassimilation vollbringt. In einer solchen ökonomischen Atmungsreihe ist die Eiche sehr ungünstig placiert. Unter sieben von

POLSTER erwähnten Baumarten steht sie an vorletzter Stelle und ist somit als ein sehr unökonomischer Atmer gekennzeichnet. Auf einem Produktionsspektrum der Eiche würde also der Respirationsverlust eine noch wesentlich größere Fläche einnehmen als bei der Buche. Als Quelle der zum Wachstum lebender Zellen notwendigen Betriebsenergie verhält sich die Atmung proportional der Oberfläche bzw. proportional einer dünnen Mantelschicht des Holzkörpers, des Stammes und der Äste. Hinzu kommt auch noch die Blattatmung, die eine sehr beachtliche Menge an CO<sub>2</sub> verbraucht. Ein Großteil dieser Verlustposten entsteht also in der Krone und ist von ihren Ausmaßen abhängig.

Ich möchte auf diese Feststellung die Vermutung gründen, daß großkronige Bäume mit ihrer größeren Oberfläche und Blattmasse vor allem bei der stark atmenden Eiche einen wesentlich größeren Respirationsverlust erleiden als kleinkronige Bäume. Diese sind deshalb in der Lage, im Verhältnis zu der von ihnen beanspruchten Standfläche ein Mehr an Netto-Stoffproduktion, ein Mehr an forstlichem Zuwachs zu erzielen.

Bei diesen Überlegungen ist stets zu bedenken, daß sich die hier angestellten Untersuchungen einseitig auf die Assimilationsorgane beschränken. Die Bedeutung der anderen zum Wachstum notwendigen Organe und ihre Verbindung mit der Assimilationstätigkeit darf keinesfalls vergessen werden. Insbesondere wird eine Erforschung des Wurzelraumes geeignet sein, unser Wissen über die Stoffproduktion wesentlich zu erweitern. Bedeutungsvoll können Versuche mit Hilfe von Isotopen-Injektionen werden, wie sie vereinzelt bereits durchgeführt wurden. Das oft ersehnte „Rhizoskop“ könnte in der Form des Geiger-Zählers zur Wirklichkeit werden und die bisher hemmenden Schwierigkeiten der Methodik von Wurzeluntersuchungen beseitigen.

#### Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Bei gleichgroßen Kronenschirmflächen besitzen Eichen günstiger Lichtexposition, höheren Alters oder besserer Bonität im Durchschnitt größere Stammdurchmesser als Eichen ungünstiger soziologischer Stellung, jüngeren Alters und geringerer Standortsklasse.

2. Die Zunahme der Stamm- und Kronengrundflächen erfolgt innerhalb gleicher Baumklassen nicht proportional, sondern es ist stets ein Zurückbleiben der Stammgrundflächenvergrößerung gegenüber der Kronenerweiterung festzustellen.

3. Das Verhältnis zwischen Kronendurchmesser und Stammdurchmesser wird als Wachsräumzahl bezeichnet (34). Sie ist innerhalb einer Baumklasse der gleichen Fläche bei Bäumen mit schwächeren Durchmessern kleiner als bei stärkeren Bäumen.

4. Der Ansatz der grünen Krone liegt innerhalb einer Fläche i. a. in gleicher Höhe. Mit zunehmendem Alter und bei höherer Bonität rückt der Kronenansatz von Bäumen gleichen Durchmessers nach oben. Auf stärker durchforsteten Flächen setzt die Krone tiefer an als bei schwacher Durchforstung. Geschlossener Buchen-Unterstand entsprechender Höhe kann den Kronenansatz nicht unerheblich nach oben verschieben.

5. Starke Durchforstung bewirkt bei Bäumen gleichen Brusthöhendurchmessers wesentlich längere Kronen, vor allem tiefer herabreichende Lichtkronenanteile, als schwache Durchforstung.



6. Das Verhältnis des durchschnittlichen Kronendurchmessers zur Gesamtkronenlänge erhielt die Bezeichnung Kronen-Index. Dieser ist innerhalb einer Fläche bei den kleinsten Kronengrößeklassen bzw. schwächsten Stämmen jeder Baumklasse am größten, d. h. diese Kronen sind schlanker als die größeren Kronen.

7. Das Ausladungsverhältnis (Kronendurchmesser zu Baumhöhe) schwankt innerhalb weiter Grenzen. Es erreicht bei der Baumklasse I und den größten Kronenschirmflächen die höchsten Werte und nimmt mit zunehmendem Alter bzw. stärkeren Stammdurchmessern zu.

8. Die Prozentanteile der Kronenschirmflächen, der Stammgrundflächen, der Volumina und der Zuwächse an Grundfläche und Volumen bei den einzelnen Baum- und Kronenklassen entsprechen einander nahezu.

9. Eichen einer besseren soziologischen Stellung oder höheren Alters haben bei gleichem Stammdurchmesser kleinere Kronenoberflächen als ungünstig lichtexponierte bzw. jüngere Bäume.

10. Das Verhältnis zwischen der Kronenschirmfläche und der Kronenoberfläche der einzelnen Baum- und Kronengrößeklassen wächst nicht proportional. Zu größeren Schirmflächen gehören relativ geringere Mantelflächen.

11. Die Bäume nützen die von ihnen beanspruchte Standfläche je nach ihrer soziologischen Stellung und Kronengröße mit unterschiedlicher Produktivität. Diese Ökonomie der Standflächenausnutzung der Eiche wurde in Kubikzentimeter Volumenzuwachs pro Jahr und pro Quadratmeter Kronenschirmfläche ausgedrückt. Die Berechnungen ergaben, daß innerhalb einer Baumklasse bei den kleinsten Kronen die beste Ökonomie der Standflächenausnutzung gegeben ist. Bei gleicher Kronengröße zeigt jeweils die soziologisch höhere Baumklasse mit den besten Lichtverhältnissen die größten Zuwachswerte pro Schirmflächeneinheit. Die absolut höchsten Werte dieser ökonomi-

schen Zuwachsleistung werden aber nicht von der Baumklasse I erzielt, sondern von den kleinsten Kronen der Baumklassen 2 bzw. 3.

#### Literaturverzeichnis (Teil II)

22. ASSMANN, E.: Die Standraumfrage und die Methodik von Mischbestandsuntersuchungen. Allg. Forst- und Jagdztg., 1954.
23. ASSMANN, E.: Naturgemäßer Wirtschaftswald und Zuwachsleistung. Der Forst- und Holzwirt, 1954.
24. BADOUX, E.: Relations entre le développement de la cime et l'accroissement chez le pin sylvestre. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen, 1946.
25. BOYSEN-JENSEN: Die Stoffproduktion der Pflanzen. Jena, 1932.
26. BURGER, H.: Der Kronenaufbau gleichaltriger Nadelholzbestände. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen, 21. Band, 1939.
27. BURGER, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs. Die Eiche. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen, 25. Band, 1947.
28. KOEHLER, CHR., Stammzahlen. Unsere Forstwirtschaft im 20. Jahrh. (X). Tübingen, 1919.
29. LINDER, A.: Statistische Methoden. Basel, 1951.
30. MANG, K.: Der Föhrenüberhalt im Forstamt Lindau i. B. Dissertation, München, 1955.
31. MÖLLER, C. M.: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Kopenhagen, 1945.
32. POLSTER, H.: Die physiologischen Grundlagen der Stoffferzeugung im Walde. München, 1950.
33. RIETZ, H. L., u. BAUR, F.: Handbuch der mathematischen Statistik. Leipzig und Berlin, 1930.
34. SEEBACH, v., C.: Der modifizierte Buchen-Hochwald-Betrieb. Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft, 21. Band, Leipzig 1854.
35. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. Jena, 1956.
36. WECK, J.: Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. Radebeul und Berlin, 1955.
37. WOHLFAHRT, E.: Auswirkungen langjähriger Kronenpflege in mitteldeutschen Fichtenbeständen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 67. Jahrg., 1935.

## Hohe oder niedrige Umtriebe beim Pappel-Anbau?

Von BRUNO SCHMITZ-LENDERS

Das günstigste Abtriebsalter für die Pappel ist bereits in dem 1956 im Verlag J. D. Sauerländer, Frankfurt a. M., erschienenen Buch des Verfassers „Mein Pappel-Testament“ auf Seite 141 (Kurvventafel Abb. 84) graphisch dargestellt worden. Die nachfolgenden Berechnungen, Kurvventafeln und Ausführungen sollen eine Ergänzung hierzu bringen und als Anhalt für diejenigen dienen, die sich Gedanken darüber machen, wann sie, wertmäßig gesehen, am zweckmäßigsten ihre Pappeln abtreiben. Die nachstehenden Berechnungen beziehen sich auf den waldmäßigen Pappel-Anbau. Es können aber aus den Rechnungsergebnissen auch Schlüsse gezogen werden, wenn darüber Entscheidung getroffen werden soll, ob außerhalb des Waldes eine Pappelreihe oder eine Einzelpappel in einem gegebenen Zeitpunkt zweckmäßig einzuschlagen, oder noch weiter wachsen zu lassen ist. Die folgenden Berechnungen beziehen sich ebenso wie der ertragskundliche Teil a. a. O. auf die Harffer Pappel und den Weitverband mit Füllholzeinbau. Einen gewissen Anhalt dürften aber die Ergebnisse der Berechnungen auch für andere Pappel-Sorten und andere Pappel-Anbauformen bieten, jedenfalls aus- hilfsweise solange, bis für die anderen Pappel-Sorten und

-Anbauformen ebensolche Spezialertragstafeln, wie sie das vorerwähnte Werk des Verfassers enthält, herausgekommen sind. Je gleichmäßiger sich die Faktoren für die folgende Errechnung der Nettowerte nach oben oder unten verschieben, um so weniger wird sich das Verhältnis der Endergebnisse zueinander verändern.

Im folgenden sind die Hektar-Werte nur für die Ertragsklassen I bis III errechnet worden. Es ergab sich hierbei, daß von der Errechnung auch für die IV. und V. Ertragsklasse abgesehen werden konnte, weil für diese beiden letzteren Ertragsklassen die Schlüsse ohne weiteres aus den Ergebnissen der I. bis III. Ertragsklasse gezogen werden können. Für jede dieser drei Ertragsklassen wurden ein hoher Umtrieb zwei aufeinanderfolgenden je halb so hohen Umtrieben gegenübergestellt. Verglichen sind

1. ein 50jähriger mit zwei je 25jährigen aufeinanderfolgenden Umtrieben,
2. ein 60jähriger mit zwei je 30jährigen aufeinanderfolgenden Umtrieben,
3. ein 70jähriger mit zwei je 35jährigen aufeinanderfolgenden Umtrieben.