

1265



# MITTEILUNGEN

DER

SCHWEIZERISCHEN ANSTALT FÜR  
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN

ANNALES DE  
L'INSTITUT FÉDÉRAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES

HERAUSGEGEBEN  
VON DIREKTOR H. BURGER

XXI. BAND. 2. HEFT

ZÜRICH 1940  
KOMMISSIONSVERLAG VON BEER & CIE., BUCHHANDLUNG

# Holz, Blattmenge und Zuwachs.

## IV. MITTEILUNG.

### Ein 80 jähriger Buchenbestand.

Von Hans Burger.

157862

#### Allgemeines.

Nachdem unsere Versuchsanstalt schon einige grundlegende Angaben über Kronenaufbau, Blattmenge und Zuwachs bei Bäumen und ganzen Beständen von Stroben, Douglasien, Fichten und Föhren veröffentlicht hat, ist mehrfach der Wunsch geäußert worden, man möchte versuchen, die „Zuwachsfabrik“ der Laubhölzer, insbesondere die der Buche etwas zu durchleuchten.

Die Darstellung der Beziehungen zwischen Kronenaufbau, Blattmenge und Zuwachs bei Laubhölzern bietet bedeutend mehr Schwierigkeiten als bei den immergrünen Nadelhölzern. Einmal zeigen die Laubhölzer viel mehr Neigung zu eigenwilligem Kronenaufbau je nach Bestandesdichte, Bestandesmischung und Bestandesform als die Nadelhölzer. Ferner hat insbesondere die Bestimmung der Blattmengen und der Eigenschaften der Blätter bei allen winterkahlen Holzarten ihre Tücken. Es kann nicht gleichgültig sein, in welchem Zeitpunkt während der Vegetationszeit die Untersuchungen ausgeführt werden, einmal wegen des Zustandes der Blattentwicklung und sodann wegen der Möglichkeit einer stärkeren oder geringeren Johannistriebbildung. Die winterkahlen Holzarten bilden je nach den vorhandenen Reservestoffen und der zufälligen Witterung nicht jedes Jahr eine genau gleich große Blattmenge. Die Blattmenge kann auch wesentlich beeinflusst werden durch Spätfröste, Schädlingsfraß und Pilzkrankheiten.

Alle diese Störungsmöglichkeiten, die ja auch bei den wintergrünen Holzarten vorkommen können, machen sich bei den winterkahlen Holzarten bei der Berechnung der Beziehungen zwischen Blattmenge und Zuwachs unmittelbar voll geltend, weil immer nur ein Blattjahr ganz vorhanden ist, während bei der Föhre mindestens 2, bei der Fichte mindestens 5 Nadeljahrgänge die Zufälligkeiten eines einzelnen Jahres ausgleichen können, was um so mehr ins Gewicht fällt, als man

meistens genötigt ist, als Zuwachs das Mittel einiger Jahre in Rechnung zu stellen, weil die Bestimmung des Raumzuwachses eines Jahres überhaupt nur an einzelnen Bäumen ausgeführt werden kann und auch da selten mit genügender Genauigkeit möglich ist.

Wir besitzen anderseits in unseren Ertragstafeln gewisse Angaben wenigstens bezüglich Reisigmenge und Zuwachs ganzer, gleichalteriger, geschlossener Bestände. Unsere Versuchsanstalt hat an sehr zahlreichen Probebuchen Kronengewichtsermittlungen ausgeführt, mit deren Hilfe es zwanglos möglich ist, eine allgemeine Reisiggewichtskurve für Buchen verschiedenen Durchmessers aus geschlossenen Beständen aufzustellen. Wir haben in den letzten Jahren auch an zahlreichen Buchen das Verhältnis zwischen Reisiggewicht und Blattgewicht bestimmt, sodaß wir eine vorläufige Leitkurve für die Blattgewichtsprozente aufstellen können. Ferner sind an dem 80jährigen Buchenbestand (Bu 24 B), dessen Kronenaufbau und Zuwachsverhältnisse hier geschildert werden sollen, die Schirmflächen, die Kronenräume, die Gesamtreisigmenge und der Zuwachs der Einzelbäume und somit des Bestandes direkt ermittelt worden. Endlich sind auch die Beziehungen zwischen Holz, Blattmenge und Zuwachs an 4 gefällten Probebäumen möglichst allseitig geprüft worden.

Mit Hilfe der derart geschaffenen Grundlagen dürfen wir es wagen, den „Arbeitsaufbau“ dieses 80jährigen Buchenbestandes mit großer Annäherung darzustellen, nachdem die Vorrats- und Zuwachsverhältnisse der letzten 50 Jahre in einer früheren Mitteilung durch *E. Badoux*\*) geschildert worden sind.

Dem Personal unserer Versuchsanstalt danke ich für seine getreue und verständnisvolle Mitarbeit bei der Beschaffung des Grundlagenmaterials.

## A. Kronenaufbau und Ertragstafeln.

In fast allen Ländern, in denen man zu einer geregelten Forstwirtschaft überging, haben die forstlichen Forschungsinstitute sich bemüht, Ertragstafeln für die wichtigsten Holzarten aufzustellen, die hauptsächlich der Ertragsregelung dienen sollten. Das Aufnahme-material, das in den meisten Fällen hingereicht hätte, um den Aufbau verschieden alter Bestände einer Holzart weitgehend darzustellen, wurde deshalb nur so weit ausgewertet, um die Baumzahlen, die mittleren Höhen und Durchmesser und die Vorräte und Zuwachsgrößen angeben zu können. Man hätte dem praktischen Waldbauer schon viel

\*) Siehe Literaturverzeichnis.

mehr bieten können, wenn man auch noch die Mindest- und Höchstwerte der Durchmesser und der Höhen angegeben hätte. Es ist ganz bezeichnend, daß in den Ertragstafeln und den Forsteinrichtungswerken fast immer nur von Stammzahlen und Stämmen, aber höchst selten von Bäumen gesprochen wird.

Es gibt Ertragstafeln, die nur das Nutzholz erfassen. In andern ist das Reisig nicht berücksichtigt worden, weil es unverwertbar sei, oder nur einen geringen Wert besitze. Aber selbst in vielen Ertragstafeln, die, wie die schweizerischen, Vorrat und Zuwachs in Derbholz und Gesamtmasse angeben, ist das Reisig nur aus dem Unterschied aus Gesamtmasse und Derbholz ermittelt worden. Ein besonderer Ausgleich der Reisigmassen unterblieb.

Will man aber den Aufbau verschiedener Bestände darstellen, um für waldbauliche Eingriffe die nötigen Grundlagen zu schaffen, so dienen einmal die Mittelzahlen der Ertragstafeln wenig und man muß mindestens der Reisigmasse, die ja Ausdruck der Krone und Träger des Zuwachsapparates ist, eine größere Aufmerksamkeit schenken.

### **I. Ertragstafelreisig nach dem Alter der Bestände.**

Ich habe die Reisigangaben unserer Buchen-Ertragstafel nochmals ausgeglichen und die dadurch leicht veränderten Angaben für Gesamtmasse, Derbholz und Reisig in Tabelle 1 für I., III. und V. Standortsgüte zusammengestellt und in Bild 1 teilweise dargestellt.

In Bild 1 fällt sofort die bekannte Erscheinung auf, daß die Gesamtmassenvorräte der verschiedenen Bonitäten im gleichen Alter einmal große Unterschiede aufweisen, und daß sich diese Unterschiede mit zunehmendem Alter vergrößern. Die Gesamtmasse besteht anfänglich in jedem jungen Bestand nur aus Reisig, bis zu dem Alter, in dem die ersten Stämme die 7 cm-Derbholzgrenze erreichen. Von diesem Zeitpunkt an wird Derbholz ausgeschieden und die Reisigkurve muß von der Gesamtmassenkurve, diese unterschreitend, abzweigen. Nach Bild 1 würde die Ausscheidung von Derbholz bei der I. Bonität im Alter von 22, bei der III. Bonität im Alter von 25 und bei der V. Bonität im Alter von 30 Jahren beginnen.

Die Reisigkurven steigen dann bei allen Bonitäten noch einige Jahre an, weil der Reisinachwuchs an den schwächeren Bäumchen noch etwas größer ist, als die Derbholzausscheidung an den stärkeren Bestandegliedern. Dann beginnen die Reisigvorräte zuerst rasch, dann langsam zu sinken und erreichen einen Tiefpunkt, der bei erster Bonität etwa im 50. Altersjahr, bei der V. Bonität erst etwa im 65. Altersjahr eintritt und ziemlich genau zusammenfällt mit dem beginnenden Ab-

Gesamtmasse, Derbholz und Reisig nach der Ertragstafel von Flury.  
Reisig besser ausgeglichen.

Tab. 1

Bonität und Sortiment	Buche: Vorräte des bleibenden Bestandes je ha im Alter von Jahren:												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
<b>I. Bonität</b>													
Gesamtmasse	m <sup>3</sup>	23	73	154	252	346	434	512	580	637	682	716	740
Derbholz	m <sup>3</sup>	0	0	61	178	279	366	444	511	567	611	644	666
Reisig	m <sup>3</sup>	23	73	93	74	67	68	68	69	70	71	72	74
	{ in Prozenten der Gesamtmasse	100	100	60	29	19	16	13	12	11	10	10	10
<b>III. Bonität</b>													
Gesamtmasse	m <sup>3</sup>	14	48	93	153	227	296	360	420	468	507	535	555
Derbholz	m <sup>3</sup>	0	0	21	88	167	237	300	359	406	443	469	486
Reisig	m <sup>3</sup>	14	48	72	65	60	59	60	61	62	64	66	69
	{ in Prozenten der Gesamtmasse	100	100	77	43	26	20	17	15	13	13	12	12
<b>V. Bonität</b>													
Gesamtmasse	m <sup>3</sup>	6	25	52	86	127	172	223	274	315	347	370	385
Derbholz	m <sup>3</sup>	0	0	0	30	75	122	172	222	261	290	309	320
Reisig	m <sup>3</sup>	6	25	52	56	52	50	51	52	54	57	61	65
	{ in Prozenten der Gesamtmasse	100	100	100	65	41	29	23	19	17	16	16	17

stieg des laufenden Zuwachses des Hauptbestandes an Gesamtmasse. Gegen das höhere Alter hin nehmen die Reisigvorräte wieder etwas zu, aber sie setzen sich mehr und mehr zusammen aus stärkeren Aesten, die wohl Gewicht und Raummasse erhöhen, aber verhältnismäßig weniger mit arbeitender Blattmasse durchsetzt sind, als bei jungen und mittelalten Beständen.

Sehr beachtenswert ist nun aber die Erscheinung, daß sich etwa vom 40. Jahr an die Reisigmassen gleichalter Bestände der verschiedenen Bonitäten nur noch wenig voneinander unterscheiden. Daraus erkennt der Waldbauer, daß grundsätzlich auch der Bestand V. Bonität den Luftraum nur wenig unvollkommener mit Reisig und Blättern zu durchsetzen sucht als ein Bestand I. Bonität, dessen bessere Standortverhältnisse ihm die Ausbildung eines nur wenig tieferen oder dichteren Kronenraumes gestatten. Man erkennt daraus, daß man durch waldbauliche Maßnahmen den Bestandesraum nicht beliebig mit erfolgreich arbeitender Blattmasse erfüllen kann.

Der Einfluß der Standortsgüte auf die Reisigvorräte geschlossener, gleichalteriger Bestände ist etwa vom 40. Altersjahr an so gering, daß

Gesamtmasse, Derbholz und Reisig nach der Ertragstafel von Flury.  
Reisig besser ausgeglichen.

Tab. 1

Bonität und Sortiment	Buche: Vorräte des bleibenden Bestandes je ha im Alter von Jahren:												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
<b>I. Bonität</b>													
Gesamtmasse	m <sup>3</sup>	23	73	154	252	346	434	512	580	637	682	716	740
Derbholz	m <sup>3</sup>	0	0	61	178	279	366	444	511	567	611	644	666
Reisig	m <sup>3</sup>	23	73	93	74	67	68	68	69	70	71	72	74
	{ in Prozenten der Gesamtmasse	100	100	60	29	19	16	13	12	11	10	10	10
<b>III. Bonität</b>													
Gesamtmasse	m <sup>3</sup>	14	48	93	153	227	296	360	420	468	507	535	555
Derbholz	m <sup>3</sup>	0	0	21	88	167	237	300	359	406	443	469	486
Reisig	m <sup>3</sup>	14	48	72	65	60	59	60	61	62	64	66	69
	{ in Prozenten der Gesamtmasse	100	100	77	43	26	20	17	15	13	13	12	12
<b>V. Bonität</b>													
Gesamtmasse	m <sup>3</sup>	6	25	52	86	127	172	223	274	315	347	370	385
Derbholz	m <sup>3</sup>	0	0	0	30	75	122	172	222	261	290	309	320
Reisig	m <sup>3</sup>	6	25	52	56	52	50	51	52	54	57	61	65
	{ in Prozenten der Gesamtmasse	100	100	100	65	41	29	23	19	17	16	16	17

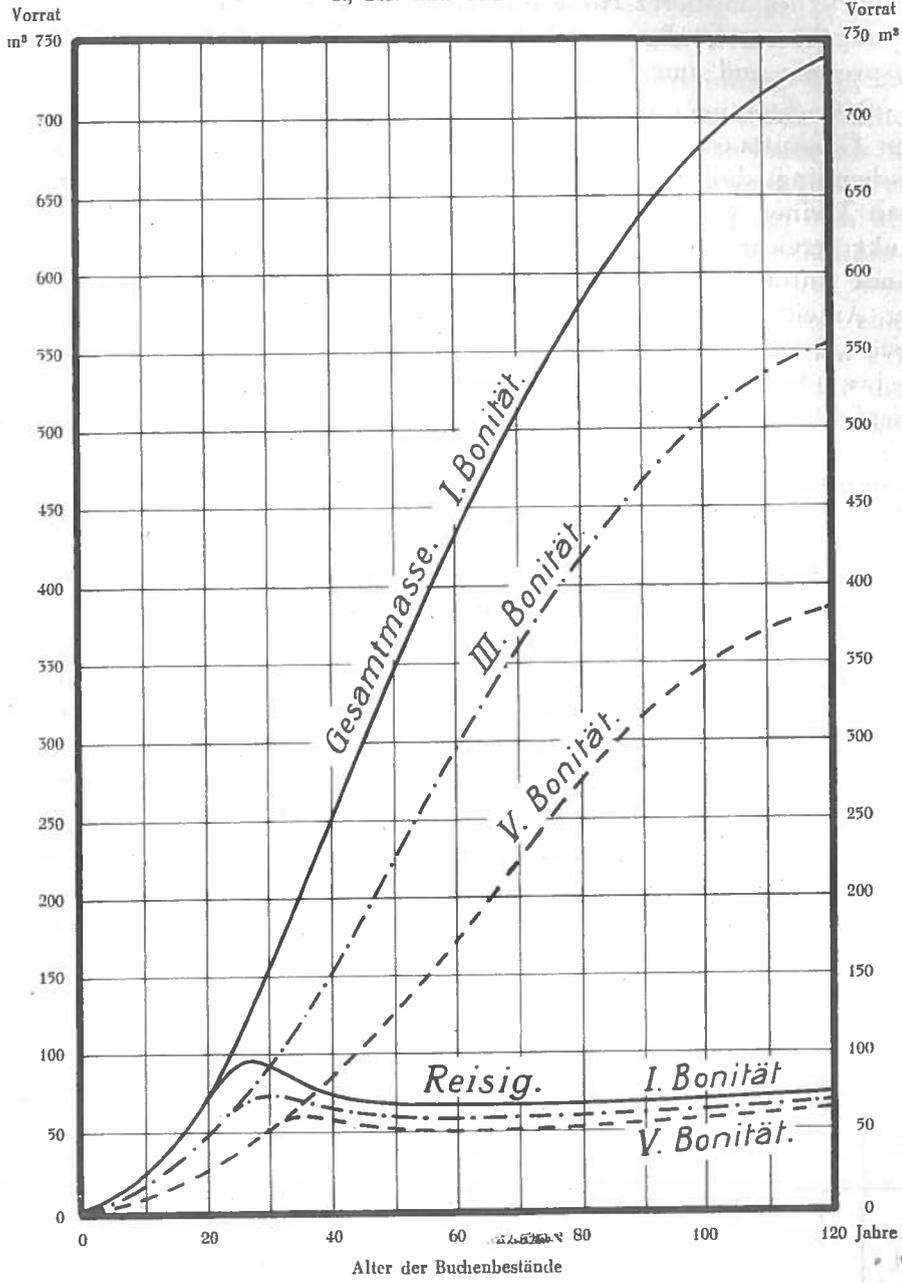
stieg des laufenden Zuwachses des Hauptbestandes an Gesamtmasse. Gegen das höhere Alter hin nehmen die Reisigvorräte wieder etwas zu, aber sie setzen sich mehr und mehr zusammen aus stärkeren Aesten, die wohl Gewicht und Raummasse erhöhen, aber verhältnismäßig weniger mit arbeitender Blattmasse durchsetzt sind, als bei jungen und mittelalten Beständen.

Sehr beachtenswert ist nun aber die Erscheinung, daß sich etwa vom 40. Jahr an die Reisigmassen gleichalter Bestände der verschiedenen Bonitäten nur noch wenig voneinander unterscheiden. Daraus erkennt der Waldbauer, daß grundsätzlich auch der Bestand V. Bonität den Luftraum nur wenig unvollkommener mit Reisig und Blättern zu durchsetzen sucht als ein Bestand I. Bonität, dessen bessere Standortverhältnisse ihm die Ausbildung eines nur wenig tieferen oder dichteren Kronenraumes gestatten. Man erkennt daraus, daß man durch waldbauliche Maßnahmen den Bestandesraum nicht beliebig mit erfolgreich arbeitender Blattmasse erfüllen kann.

Der Einfluß der Standortsgüte auf die Reisigvorräte geschlossener, gleichalteriger Bestände ist etwa vom 40. Altersjahr an so gering, daß

Bild 1

Gesamtmassen- und Reisigvorräte in gleichaltrigen Buchenbeständen  
I., III. und V. Bonität.



er leicht von Zufälligkeiten, z. B. einer etwas lichterem Bestandesstellung ausgeschaltet werden kann. So erklärt sich die Tatsache, daß Bestände, die bezüglich mittlerer Höhe und Gesamtmassenvorrat der ersten Bonität angehören, häufig nur Reisigmassen aufweisen, die der V. Bonität entsprechen und umgekehrt.

Betrachtet man nun aber in Tabelle 1 das Verhältnis des Reisigs zum Gesamtmassenvorrat der Bestände, so zeigt sich die altbekannte Erscheinung, daß der Reisiganteil mit zunehmendem Alter prozentual rasch kleiner wird, etwa um das Alter 100 Jahre herum einen Tiefpunkt erreicht und nachher bei natürlicher Altersverlichtung der Bestände infolge zunehmender Breitkronigkeit wieder etwas ansteigt. Der Anteil des Reisigs am Gesamtvorrat ist bei gleichem Alter der Bestände auf besserem Standort geringer als auf schlechterem und die diesbezüglichen Unterschiede werden mit zunehmendem Alter geringer. Beispiel:

		I. Bonität	III. Bonität	V. Bonität
Reisigprozent.	Im Alter von 50 Jahren	19 %	27 %	41 %
	„ „ „ 100 „	10 %	12 %	16 %

Das Probestammreisiggewicht unserer älteren Ermittlungen und infolgedessen auch die Angaben über Reisigmasse in den Buchenertragstafeln beziehen sich immer auf den unbelaubten Zustand. Die Umrechnung des Reisiggewichtes in Festmeter geschah stets mit dem Frischraumgewicht 1,0, sodaß z. B. 60 m<sup>3</sup> Reisig einem Reisiggewicht ohne Laub von 60000 kg entsprechen.

Durch zahlreiche Bestimmungen des Verhältnisses zwischen Reisig und Blattmenge bei Einzelbuchen haben wir einen gewissen Einblick erhalten, wie sich der Anteil der Blattmenge mit dem Alter verändert. Leider genügen aber unsere Unterlagen noch nicht, um für jede Bonität eine Blattprozentkurve aufstellen zu können. So müssen wir vorläufig noch darauf verzichten, gewissermaßen eine Blattmengen-ertragstafel

Reisig, Blattmenge und Zuwachs in 50jährigen Buchenbeständen,  
eingeschätzt nach der Ertragstafel.

Tab. 2

Alter Jahre	Holzart und Standortsgüte	Gesamt-reisig ohne Laub kg	Laub-prozent %	Frische Blätter kg	Derbholz-Zuwachs m <sup>3</sup>	Blätter je 1 m <sup>3</sup> Zuwachs kg
50	Buche, I. Bonität	67 000	14,5	9700	13,0	750
	III. Bonität	60 000	15,0	9000	8,6	1050
	V. Bonität	52 000	15,5	8000	5,3	1500

aufzustellen. Einige Angaben bei Annahme eines annähernd gleich hohen Blattprozentes für alle Bonitäten von 50jährigen Buchenbeständen sollen aber wenigstens die Größenordnung der in Frage kommenden Werte beleuchten.

Schon auf Grund dieser rohen Ueberschlagsrechnung läßt sich erkennen, daß auf guten Standorten in naturgeschlossenen Buchenbeständen eine größere Blattmenge leben und arbeiten kann als auf schlechten Standorten, da bekanntlich die Blätter auf ersteren etwas mehr Schatten ertragen können als auf letzteren. Es zeigt sich aber insbesondere, daß die Blätter bei ungünstigen Standortverhältnissen viel träger arbeiten als bei günstigen. Es braucht nämlich auf einem Standort I. Bonität nur etwa halb so viele Blätter, wie auf einem solchen V. Bonität, um in einem 50jährigen Buchenbestand einen Festmeter Derbholz im Jahr zu erzeugen. Man wird später sehen, daß diese Näherungswerte der Wirklichkeit wahrscheinlich recht nahe kommen.

## II. Ertragstafelwerte bezogen auf den Bestandesmittelstamm.

In den Ertragstafeln sind bekanntlich die Angaben immer bezogen auf ein bestimmtes Alter, und die Güteklassen sind ausgeschieden auf Grund der in einem bestimmten Alter eines Bestandes erreichten mittleren Höhe. Vergleicht man nun aber Bestände gleicher mittlerer Bestandeshöhe miteinander, so zeigen sie Vorräte, Bestandesformzahlen, Formhöhen und Schlankheitsgrade, die nur wenig voneinander abweichen, wobei es sich dann allerdings um Bestände sehr verschiedenen Alters handeln kann. So erreicht z. B. ein Buchenbestand I. Bonität eine

Ertragstafelwerte bezogen auf den Bestandesmittelstamm.

Tab. 3

Mittlerer Durchmesser des Bestandes cm	Standortsgüte	Mittlere Bestandeshöhe m	Vorrat an Gesamtmasse m <sup>3</sup>	Baumzahl Stück	Gesamtzuwachs m <sup>3</sup>	Alter Jahre
10	I. Bonität	12	175	2500	13,2	32
	III. Bonität	13	180	2530	9,6	43
	V. Bonität	14	160	2370	7,6	57
15	I. Bonität	17	270	1540	14,0	42
	III. Bonität	19	280	1400	10,1	58
	V. Bonität	19	270	1300	7,7	79
20	I. Bonität	20	340	1040	13,5	51
	III. Bonität	23	390	940	9,1	75
	V. Bonität	23	370	830	5,0	109

mittlere Höhe von 20 m schon in 50 Jahren, ein solcher V. Bonität aber erst in 85 Jahren.

Aus der angenäherten Gleichheit der Formzahlen bei gleicher Bestandeshöhe darf geschlossen werden, daß auch die mittleren Durchmesser ungefähr gleich sein müssen. D. h. also, in gleichalterigen, reinen, naturgeschlossenen Beständen entwickeln sich die Bäume zwar je nach Standortsgüte verschieden rasch, aber nach Wuchsformgesetzen, die vom Standort weitgehend unabhängig sind, solange der Standort die Entwicklung eines voll geschlossenen Bestandes noch erlaubt.

Bestände mit gleichem Durchmesser des Mittelstammes besitzen also nach Tabelle 3 bei allerdings oft sehr verschiedenem Alter annähernd gleiche Vorräte, gleichgültig ob sie auf guten oder schlechten Standorten erwachsen sind. Die Baumzahl je ha ist bei gleichem Durchmesser des Mittelstammes auf besserem Standort etwas höher als auf schlechtem. Die mittlere Bestandeshöhe ist aber bei gleichem Durchmesser des Mittelstammes auf ungünstigen Standorten eher größer als auf erstklassigen Standorten. Dagegen gelangt der Einfluß der Standortsgüte scharf zum Ausdruck im laufenden Gesamtwuchs und in der Zeit, die nötig ist, um einen bestimmten mittleren Durchmesser zu erreichen. 20 cm mittlere Bestandesstärke werden z. B. auf I. Bonität schon mit 51 Jahren erreicht, bei V. Bonität aber erst mit 109 Jahren.

Der Mittelstamm der Ertragstafelbestände entwickelt sich, rechnerisch bedingt durch den ausscheidenden Nebenbestand, etwas anders als ein Einzelbaum, aber man gewinnt doch aus den angeführten Tatsachen den Eindruck, daß der nach Durchmessern geordnete Einheits-tarif, der häufig bei der Kontrollmethode für alle Bonitäten Verwendung findet, seine theoretische Berechtigung besitzt, sofern man seine Anwendung auf Bäume einer bestimmten Holzart des gleichalterigen Hochwaldes beschränkt. Nun wird aber der Einheitstarif der Kontrollmethode meistens gerade verwendet für die Massenberechnung von Bäumen des ungleichalterigen und gemischten Waldes, wobei Holzart, Bestandesschluß und Stellung der Bäume im Bestand ganz unabhängig von der Standortsgüte wesentliche Abweichungen des wirklichen Vorrates vom Tarifwert bedingen können.

## B. Allgemeine Leitkurven für Reisig- und Blattmasse.

Für unsere vorliegenden Zwecke, nur für die Anwendung auf reine, gleichalterige Bestände, muß es aber erlaubt sein, einen gewissermaßen für alle Bonitäten gültigen Tarif für die Reisig- und Blattmassen von Bäumen verschiedenen Durchmessers aufzustellen.

## I. Reisigkurven für Einzelbäume.

Wir haben trotz der vorhin erwähnten theoretischen Ueberlegungen versucht, unsere sehr zahlreichen Wägungen des Reisigs von Einzelbäumen geschlossener Buchenbestände verschiedenen Durchmessers zur Schaffung von Reisigkurven für verschiedene Bonitäten auszuwerten. Bei gleichem Durchmesser der Bäume, die aus Beständen verschiedener Bonität stammten, zeigten aber die Einzelwerte für Schaft-, Ast- und

Reisig- und Blattgewichte je Baum in schwach durchforsteten Buchenbeständen.

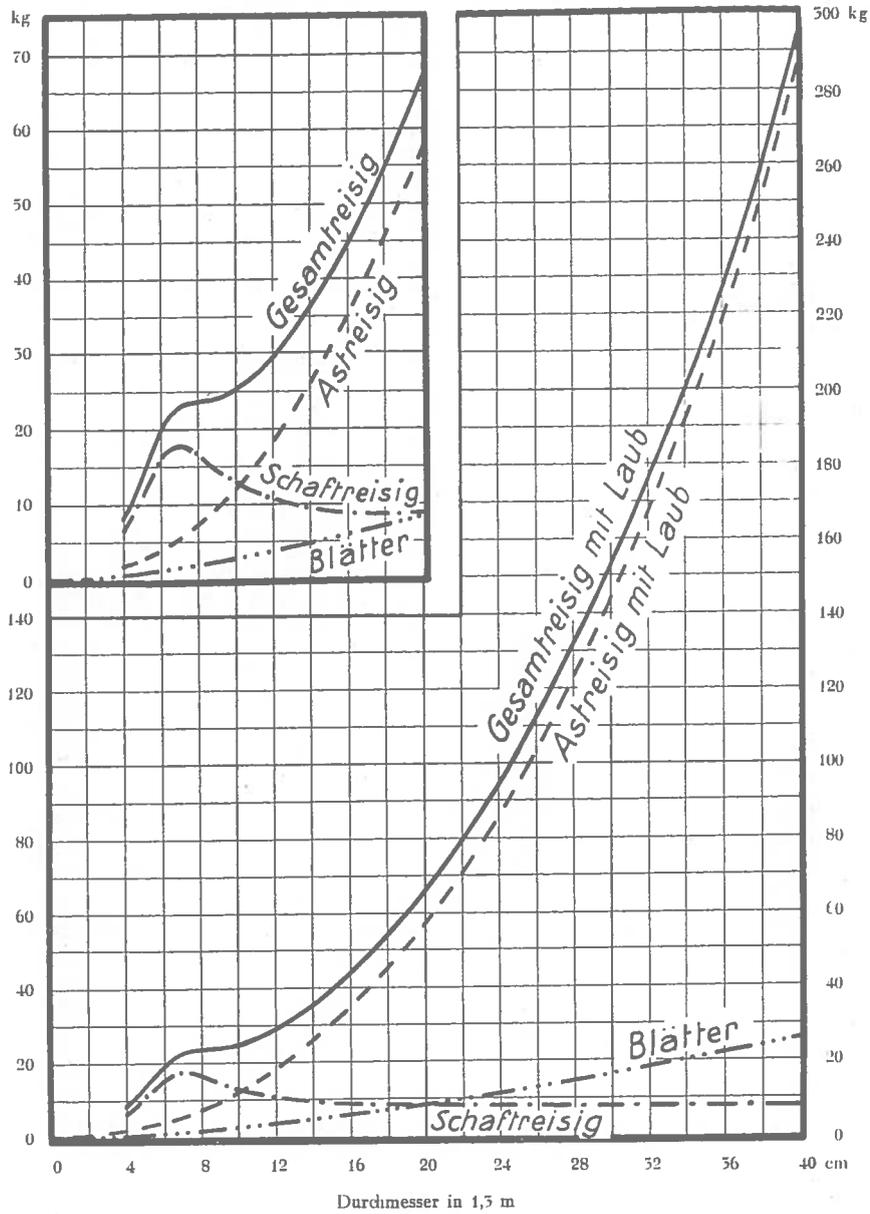
Tab. 4

Durchmesser in 1,5 m cm	Reisig je Baum ohne Laub			Frisches Laub je Baum kg	Reisig je Baum mit Laub			Laubgewicht in Prozenten des Reisigs			
	Schaft- reisig kg	Ast- reisig kg	Gesamt- reisig kg		Schaft- reisig kg	Ast- reisig kg	Gesamt- reisig kg	ohne Laub		mit Laub	
								Ast- reisig %	Gesamt- reisig %	Ast- reisig %	Gesamt- reisig %
4	6,5	1,1	7,6	0,8	6,5	1,9	8,4	73,0	10,5	42,0	9,5
5	11,0	1,7	12,7	1,0	11,0	2,7	13,7	59,0	8,0	37,0	7,5
6	16,0	2,6	18,6	1,3	16,0	3,9	19,9	50,0	7,0	33,0	6,5
7	17,5	3,7	21,2	1,6	17,5	5,3	22,8	43,0	7,5	30,0	7,0
8	16,5	5,1	21,6	2,0	16,5	7,1	23,6	39,0	9,0	28,0	8,5
9	14,5	6,9	21,4	2,4	14,5	9,3	23,8	35,0	11,0	26,0	10,0
10	13,0	9,0	22,0	2,9	13,0	11,9	24,9	32,0	13,0	24,5	11,5
11	12,0	11,5	23,5	3,4	12,0	14,9	26,9	29,5	14,5	23,0	12,5
12	11,0	14,5	25,5	3,9	11,0	18,4	29,4	27,0	15,5	21,5	13,5
13	10,0	18,0	28,0	4,5	10,0	22,5	32,5	25,0	16,0	20,0	14,0
14	9,5	21,5	31,0	5,0	9,5	26,5	36,0	23,0	16,0	18,5	14,0
15	9,5	25,5	35,0	5,5	9,5	31,0	40,5	21,5	16,0	17,5	13,5
16	9,0	29,5	38,5	6,0	9,0	35,5	44,5	20,5	15,5	17,0	13,5
17	9,0	33,5	42,5	6,5	9,0	40,0	49,0	20,0	15,0	16,0	13,0
18	9,0	38,5	47,5	7,0	9,0	45,5	54,5	19,0	15,0	15,5	13,0
19	9,0	43,5	52,5	8,0	9,0	51,5	60,5	18,5	15,0	15,5	13,0
20	9,0	49,0	58,0	8,5	9,0	57,5	66,5	17,5	15,0	15,0	13,0
22	9,0	61,0	70,0	10,0	9,0	71,0	80,0	16,5	14,5	14,0	12,5
24	8,5	74,5	83,0	11,5	8,5	86,0	94,5	15,5	13,5	13,0	12,0
26	8,5	90,0	98,5	13,0	8,5	103,0	111,5	14,5	13,0	12,5	11,5
28	8,5	109,0	117,5	14,5	8,5	123,5	132,0	13,5	12,5	12,0	11,0
30	8,5	128,0	136,5	16,5	8,5	144,5	153,0	13,0	12,0	11,5	10,5
32	8,0	149,0	157,0	18,0	8,0	167,0	175,0	12,0	11,5	11,0	10,5
34	8,0	171,0	179,0	20,0	8,0	191,0	199,0	11,5	11,0	10,5	10,0
36	8,0	196,0	204,0	22,0	8,0	218,0	226,0	11,0	10,5	10,0	9,5
38	8,0	226,0	234,0	24,0	8,0	250,0	258,0	10,5	10,0	9,5	9,5
40	8,0	257,0	265,0	26,0	8,0	283,0	291,0	10,0	9,5	9,0	9,0

Gesamtreisig eine derartige Streuung durcheinander, daß zwanglos nur eine Reisigkurve aufgestellt werden konnte.

Bild 2

Gesamtreisig-, Astreisig-, Schaftreisig- und Blattfrischgewichte je Baum bei Buchen verschiedenen Durchmessers.



Anmerkung: Links oben: Für die Durchmesser 4—20 cm vergrößert dargestellt.

Tabelle 4 und Bild 2 zeigen die diesbezüglichen Verhältnisse, die grundsätzlich ähnlich liegen, wie ich sie früher für einen ca. 55 jährigen Nadelholzbestand dargestellt habe. Das sogenannte Schaft- oder Gipfelreisig ohne Aeste nimmt beim Einzelbaum zuerst mit dem Durchmesser der Buchen bis zu 6 cm Brusthöhenstärke rasch zu, dann beginnt die Ausscheidung des Derbholzes, sodaß das Gipfelgewicht rasch abnimmt bis zu einem Brusthöhendurchmesser von etwa 15 cm, dann mit zunehmender Stärke des Schaftes nur noch schwach sinkt, entsprechend der Abnahme des Höhenzuwachses.

Das Schaftreisig oder der Gipfel unter 7 cm ohne Aeste ist bei der Buche bei gleichem Durchmesser des Baumes wesentlich schwerer als bei der Fichte und Tanne, und der Unterschied verstärkt sich mit zunehmendem Durchmesser. Die Buchengipfel sind länger und besitzen ein etwas höheres Frischraumgewicht.

Ueber die Angaben bezüglich Astreisigfrischgewicht und Gesamtreisigfrischgewicht ohne Blätter sind wohl keine besonderen Erläuterungen nötig. Ihre Beträge, vermehrt durch die Blattgewichte je Baum, die wir durch Sonderuntersuchungen festgestellt haben, ergeben zum Vergleich mit früheren Angaben für Nadelhölzer die Reisiggewichte mit Blättern.

## II. Die Blattleitkurve für Einzelbäume.

Die Blattfrischgewichte je Baum sind bei der Buche wesentlich kleiner als die Nadelgewichte bei der Fichte, weil ja bei der Buche immer nur ein Blattjahrgang, höchstens verstärkt durch Johannistriebblätter, vorhanden ist, bei der Fichte aber mindestens das Nadelgewicht von 4—5 Jahrestrieben in Frage kommt. Die Blattprocente, also die Anteilnahmen des Blattgewichtes an den Gesamtreisiggewichten sind deshalb bei der Buche wesentlich kleiner als bei der Fichte oder Tanne. Man vergleiche Bild 3.

Die Werte der Tabelle 4 und der Bilder 2 und 3 stellen gewissermaßen Leitkurven dar für Buchen aus naturgeschlossenen, reinen Beständen. Die Reisigverhältnisse von Einzelbuchen gestalten sich schon anders, wenn reine Bestände stark durchforstet werden, namentlich aber auch wenn Einzelbuchen in Mischung mit andern Holzarten erwachsen sind.

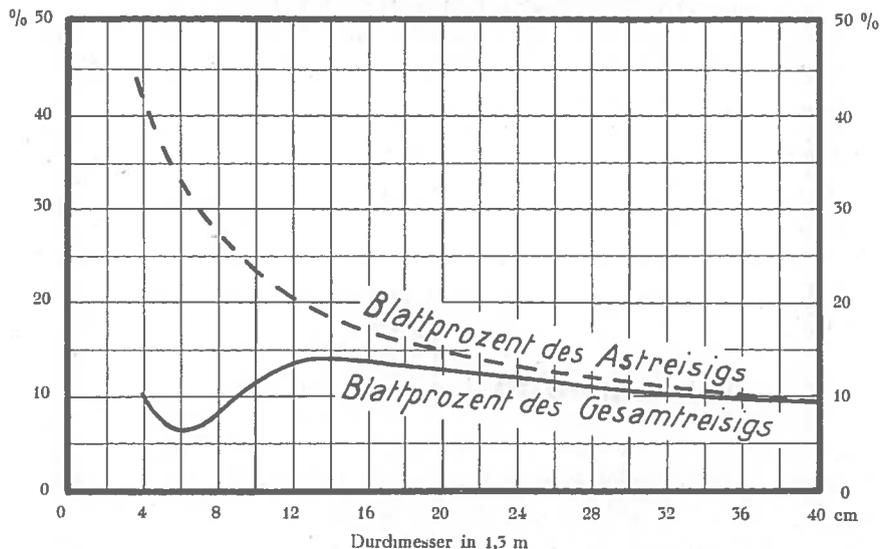
Die Reisig- und Blattleitkurven besitzen aber auch nur Gültigkeit für Buchen, die nicht zu stark beherrscht oder gar unterdrückt sind. Eine herrschende Buche mit 10 cm Brusthöhenstärke in einem etwa 30 jährigen Bestand zeigt nicht die gleichen Reisiggewichte, wie eine

gleich starke, aber unterdrückte Buche in einem vielleicht 60jährigen Bestand. Auch die Reisig- und Blattmengen von einzelnen stark vorherrschenden Buchen in älteren Beständen können erheblich von unserem Tarif abweichen.

Die Leitkurven der Bilder 2 und 3 sind aber sehr nützlich, wenn man mit Hilfe der Untersuchung von z. B. etwa 6 gut ausgewählten Probehäusern die Reisig- und Blattmengen eines gegebenen Bestandes bestimmen will.

Bild 5

Anteil der Blätter am Frischgewicht des Astreisigs und des Gesamtreisigs bei Buchen verschiedenen Durchmessers.



Dezimalen sind in Tabelle 4 nur so weit berücksichtigt, als es zur Erreichung von stetig verlaufenden Blattprozentkurven (Bild 3) erforderlich war. Nach diesen mehr grundsätzlichen Ueberlegungen und Ausführungen soll nun der Kronenaufbau und das Verhältnis zwischen Zuwachs und Blattmenge bei einzelnen Bäumen, bei Baumklassen und des ganzen Bestandes einer 80jährigen Buchenversuchsfläche möglichst kurz, aber doch auch möglichst vielseitig beleuchtet werden.

### C. Der 80jährige Buchenbestand von Aarburg.

Die Versuchsfläche 24 B im Brüsdiholz der Gemeinde Aarburg liegt auf 480 m ü. M. an einem mit 7—10° geneigten Westhang. Die Wanger-Juraschichten des Untergrundes sind mit einem genügend tiefgründigen, sandigen Lehm überdeckt. Nach der benachbarten meteor-

logischen Station Olten beträgt die mittlere Lufttemperatur  $8,7^{\circ}$ , der Jahresniederschlag 113 cm.

Der frühere Eichen-Buchen-Tannenwald wurde 1855 kahl geschlagen, die Fläche gerodet und 3 Jahre landwirtschaftlich benutzt. In den Jahren 1858 und 59 erfolgte die reine Buchenkultur, die lange kümmernte und deshalb sogar gedüngt wurde. Im Jahre 1889 legte unsere Versuchsanstalt hier eine Serie von Buchendurchforstungsflächen an, über deren Ergebnisse *E. Badoux* im letzten Heft unserer Mitteilungen berichtet hat. Wir werden uns hier nur mit Bu 24 B beschäftigen, die nun seit rund 50 Jahren immer gleichmäßig schwach im Nebenbestand durchforstet worden ist.

### I. Die Bestandesaufnahme.

Für die zu behandelnde Frage können und müssen wir uns darauf beschränken, die Bestandesverhältnisse der letzten zwei Aufnahmen und den in den letzten 5 Jahren erfolgten Zuwachs darzustellen.

Die Bestandesaufnahme.

Tab. 5

Jahr der Aufnahme	Alter Jahre	Baum- zahl Stück	Kreis- fläche m <sup>2</sup>	Durch- messer cm	Bestan- des- höhe m	Holzvorrat	
						Derb- holz m <sup>3</sup>	Gesamt- masse m <sup>3</sup>
1931 nach Durchforstung	78	592	30,53	25,6	26,8	403	464
1936 vor Durchforstung	83	592	33,80	27,0	27,4	452	517
Durchforstung . . . .	83	20	0,54	18,6	25,0	6	8
Nach der Durchforstung	83	572	33,26	27,2	27,4	446	509

Der Bestand entspricht bezüglich Bestandeshöhe, Kreisfläche und Vorrat fast genau einem Ertragstafelbestand II. Bonität. Nur die Baumzahl ist etwas zu klein, vielleicht weil der Bestand aus Pflanzung und nicht aus natürlicher Verjüngung hervorging.

Der Buchenbestand 24 B zeigt also von 1931—1936 pro ha einen Kreisflächenzuwachs von  $3,27 \text{ m}^2$  oder  $0,65 \text{ m}^2$  im Jahr und einen Derbholzzuwachs von  $49 \text{ m}^3$  oder  $9,8 \text{ m}^3$  im Jahr. Dieser Zuwachs ist praktisch vollständig durch die 572 verbleibenden Buchen geleistet worden. Die 20 herausgehauenen unterdrückten Buchen haben in den letzten 5 Jahren keinen sicher meßbaren Zuwachs mehr erzeugt.

Der Reisiganteil ohne Blätter betrug im Jahr 1936 nach der Durchforstung  $63 \text{ m}^3$  oder  $12,4\%$  der Gesamtmasse. Aus Tabelle 1 würde man für diesen 80jährigen Bestand II. Bonität annähernd die gleichen Werte herauslesen.

## II. Holz, Blattmenge und Zuwachs bei Probebäumen.

Leider konnten in unserem Bestand 24 B keine herrschenden und mitherrschenden Buchen gefällt werden, weil sonst der Charakter der Versuchsfläche mit schwacher Niederdurchforstung gestört worden wäre. Die hier besonders untersuchten Probebäume stammen deshalb aus der benachbarten Hochdurchforstungsfläche 22 H.

Die Kronen der herrschenden Bäume der Hochdurchforstungsflächen sind verhältnismäßig größer, die des Unterstandes eher kleiner als in einem schwach niederdurchforsteten Bestand. Die Ergebnisse dieser Sonderuntersuchungen, so wertvoll sie an sich sind, dürfen deshalb nur mit Vorsicht auf den Bestand 24 B übertragen werden.

### 1. Das Holz der Probebäume.

An 2 herrschenden, einer mitherrschenden und einer beherrschten Buche sind Mitte Juni 1937 Raumgewicht, Raumdichte, Raumschwindung und Wassergehalt des Holzes bestimmt worden.

Raumgewicht, Raumdichte, Raumschwindung und Wassergehalt im Kern und Splint bei 80jährigen Buchen.

Tab. 6

Holzart und Baumklasse	Schaftteil	Raumgewicht		Raum- dichte	Raum- schwin- dung %	Wassergehalt in Prozenten		Frisches Holz setzt sich räumlich zusammen aus		
		Frisch	absolut trocken			des Frisch- gewichts %	des Trocken- gewichts %	Holz- stoff %	Wasser %	Luft %
1. Herrschende Buche	Splint	1,07	0,64	0,53	16,8	50	100	34	54	12
	Kern	1,03	0,67	0,55	17,0	46	86	36	47	17
	Derbholz	1,05	0,65	0,54	16,9	48	93	35	50	15
2. Herrschende Buche	Splint	1,08	0,69	0,57	17,3	48	91	36	52	12
	Kern	1,02	0,68	0,56	17,0	45	81	36	46	18
	Derbholz	1,05	0,68	0,57	17,2	46	86	36	49	15
3. Mitherrschende Buche	Splint	1,09	0,71	0,59	17,7	46	85	38	50	12
	Kern	1,05	0,71	0,59	17,5	44	79	38	46	16
	Derbholz	1,07	0,71	0,59	17,6	45	82	38	48	14
4. Beherrschte Buche	Splint	1,09	0,76	0,63	17,6	43	74	40	46	14
	Kern	1,04	0,72	0,59	18,1	43	76	38	45	17
	Derbholz	1,06	0,73	0,60	17,7	43	75	39	46	15
Mittel	Derbholz	1,06	0,69	0,58	17,4	45	84	37	48	15

a) *Das Raumgewicht und die Raumdichte.*

Aus der Zusammenstellung 6 ergibt sich, daß die mittleren Raumfrischgewichte des Derbholzes von Baum zu Baum wenig Unterschied aufweisen. Im Mittel aller 4 Stämme beträgt das Raumfrischgewicht 1,06. Das Raumfrischgewicht des Buchenkerns ist etwas kleiner als das des Splintes, weil dieser einen etwas höheren Wassergehalt aufweist.

Die Raumtrockengewichte als Mittel des gesamten Derbholzes zeigen deutlich eine Zunahme von der rasch gewachsenen vorherrschenden Buche mit 0,65 zur beherrschten Buche mit 0,73 mittlerem Raumgewicht. Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, besteht bei den herrschenden und mitherrschenden Buchen kein eindeutiger Unterschied zwischen dem älteren, inneren Kernholz und dem jüngeren Splint. Nur beim beherrschten Baum, der ja vor etwa 20 Jahren auch noch ein mitherrschender gewesen sein muß, zeigt das Splintholz mit nur 1,1 mm mittlerer Jahrringbreite ein recht deutlich höheres Raumgewicht als das ältere Kernholz mit 1,8 mm Ringbreite. Allerdings muß bemerkt werden, daß hier die Jahrringbreite nicht allein maßgebend sein kann, denn auch beim mitherrschenden Baum beträgt die mittlere Jahrringbreite im Kern 2,1 mm, im Splint aber nur 1,6 mm, und doch ist im Mittel das Raumtrockengewicht in Splint und Kern gleich.

Raumdichte, Raumschwindung und Raum-Schwindzahl in verschiedener Schafthöhe bei 80jährigen Buchen. Tab. 7

Schaft- höhe m	1. Herrschende Buche			2. Herrschende Buche			5. Mitherrschende Buche			4. Beherrschte Buche		
	Raum- dichte	Raum- schwin- dung %	Raum- schwind- zahl	Raum- dichte	Raum- schwin- dung %	Raum- schwind- zahl	Raum- dichte	Raum- schwin- dung %	Raum- schwind- zahl	Raum- dichte	Raum- schwin- dung %	Raum- schwind- zahl
1,0	0,55	17,3	31	0,56	17,5	31	0,61	18,2	30	0,64	18,2	29
4,0	0,54	17,4	32	0,58	17,4	30	0,58	18,0	31	0,61	17,9	29
7,0	0,55	17,4	32	0,56	17,3	31	0,57	17,9	31	0,60	17,7	30
10,0	0,54	17,2	32	0,56	17,3	31	0,57	17,4	31	0,59	17,2	29
13,0	0,54	16,7	31	0,55	16,9	31	0,58	17,1	29	0,58	16,7	29
16,0	0,54	16,5	31	0,57	16,7	29	0,59	17,2	29	0,60	16,1	27
19,0	0,54	16,2	30	0,59	17,0	29	0,60	17,0	28	0,61	15,2	25
22,0	0,55	16,2	29	0,58	16,6	29	0,61	16,4	27	—	—	—
25,0	0,54	16,1	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0,54	16,9	31	0,57	17,2	30	0,59	17,6	30	0,60	17,7	29

Aus Tabelle 8 erkennt man, daß das Trockenraumgewicht meistens an der Stammbasis am höchsten ist, dann bis zur Krone ab- und innerhalb der Krone wieder etwas zunimmt. Merkwürdig ist nun aber, daß

die Verstärkung der Stammbasis mit Holz von höherem Raumgewicht beim beherrschten und mitherrschenden Baum viel schärfer in Erscheinung tritt als bei den herrschenden Buchen.

Die Einzelwerte in Tabelle 8 für Ringbreite und Raumgewicht zeigen, daß die Ringbreite nicht allein die Größe des Trockenraumgewichtes bedingen kann. Es nehmen z. B. die mittleren Ringbreiten je Querschnitt mit der Schafthöhe fast regelmäßig zu, die Raumgewichte aber nicht, und beim mitherrschenden Baum entspricht z. B. in 19 m Höhe einer Ringbreite von 2,6 mm ein Raumgewicht von 0,72, beim vorherrschenden Baum in 13 m Höhe einer gleichen Ringbreite von 2,6 mm ein Raumgewicht von nur 0,68. Auch da müssen also noch Strukturunterschiede des Holzes das Raumgewicht beeinflussen, die von der Jahrringbreite mehr oder weniger unabhängig sind. Die Ausscheidung von Herbst- und Frühholz ist leider bei der Buche nicht so einfach wie bei den meisten Nadelhölzern.

Ringbreite, Raumtrockengewicht und Wassergehalt in verschiedener Schafthöhe bei 80jährigen Buchen.

Holzproben aus einer Schafthöhe m	1. Herrschende Buche			2. Herrschende Buche			3. Mitherrschende Buche			4. Beherrschte Buche		
	Ringbreite mm	Raumtrockengewicht	Wasser in % des Trocken- gewichts %	Ringbreite mm	Raumtrockengewicht	Wasser in % des Trocken- gewichts %	Ringbreite mm	Raumtrockengewicht	Wasser in % des Trocken- gewichts %	Ringbreite mm	Raumtrockengewicht	Wasser in % des Trocken- gewichts %
1,0	2,6	0,66	89	1,9	0,68	83	1,7	0,75	79	1,3	0,78	70
4,0	2,4	0,66	92	2,1	0,68	87	1,7	0,71	86	1,3	0,75	74
7,0	2,5	0,66	93	2,1	0,68	86	1,8	0,70	85	1,5	0,73	77
10,0	2,3	0,66	94	2,2	0,68	87	1,8	0,69	85	1,5	0,71	79
13,0	2,6	0,65	96	2,3	0,67	86	2,1	0,71	83	1,5	0,70	82
16,0	2,8	0,65	96	2,6	0,68	87	2,1	0,72	77	1,5	0,71	75
19,0	2,7	0,65	90	2,4	0,71	85	2,6	0,72	79	1,2	0,72	74
22,0	2,8	0,66	90	2,2	0,69	85	2,7	0,73	77	—	—	—
25,0	3,1	0,64	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	2,5	0,65	93	2,2	0,68	86	1,9	0,71	82	1,4	0,73	75

Unsere Untersuchung zeigt aber doch eindeutig, daß im allgemeinen das Trockenraumgewicht mit abnehmender Jahrringbreite zunimmt, wie bei den Nadelhölzern und im Gegensatz zu den ringporigen Laubhölzern. *Größler* bewies das Gegenteil, aber auf Grund von Buchenholzproben, deren mittlere Jahrringbreiten hauptsächlich zwischen 0,5 bis 2,0 mm lagen, während die Jahrringbreiten unserer Einzelproben zwischen 1,0—3,0 mm schwanken. Wahrscheinlich gibt es bei der Buche, wie bei den Nadelhölzern, eine optimale Jahrringbreite, bei der, alle

andern Einflüsse als gleich vorausgesetzt, das Raumgewicht oder die Raumdichte am größten ist und von da aus mit zu- oder abnehmender Jahrringbreite abnimmt. Diese optimale Ringbreite liegt wahrscheinlich um etwa 1,5 mm herum. Wir haben nämlich auch noch das Holz einer völlig unterdrückten Buche untersucht, das bei 1,0 mm mittlerer Ringbreite ein mittleres Trockenraumgewicht von nur 0,69 aufwies, gegen 0,73 bei der beherrschten Buche mit 1,4 mm Ringbreite.

Die Raumdichte, berechnet aus Trockengewicht durch Frischraum der Proben, folgt den gleichen Gesetzen wie das Raumtrockengewicht. Die Raumdichte des Holzes wird uns später dazu dienen, den jährlichen Raumzuwachs der Buchen in Trockengewichtszuwachs umzurechnen.

#### *b) Die Raumschwindung.*

Im Mittel aller 4 Stämme ergibt sich bei 0,69 Trockenraumgewicht oder einer Raumdichte von 0,58 eine Raumschwindung von 17,4% oder also eine Schwindzahl von 30, während bei den Nadelhölzern allgemein 28 angenommen wird.

Nach Tabelle 6 nimmt die Raumschwindung im Mittel des Derbholzes mit zunehmendem Raumgewicht oder nach Tabelle 7 auch mit zunehmender Raumdichte zu. Das Holz der vorherrschenden Buche mit 0,65 Raumgewicht und 0,54 Raumdichte schwindet nur 16,9%, das der beherrschten Buche bei 0,73 Trockengewicht und 0,60 Raumdichte aber 17,7%.

Es ergeben sich aber viele Ausnahmen von der Regel. Besonders auffallend ist, daß zwar bei den herrschenden Buchen zwischen der mittleren Raumschwindung aller Kernholz- und Splintholzproben bei annähernd gleicher Raumdichte (Tabelle 6) kein wesentlicher Unterschied besteht, daß aber bei der beherrschten Buche das leichtere Kernholz mit 0,59 Raumdichte 18,1% schwindet, also eine Schwindzahl von 31 aufweist, während das schwere Splintholz bei 0,63 Raumdichte nur 17,6% seines Raumes verliert, also eine Schwindzahl von nur 29 besitzt.

Sodann ist nach Tabelle 7 die Raumschwindung des Holzes bei allen 4 Buchen am größten an der Stammbasis und nimmt bis in die Krone hinauf ziemlich stark ab, nur z. T. bedingt durch die wechselnde Raumdichte. So schwindet z. B. bei Buche 1 das Holz aus 4,0 m Schafthöhe bei 0,54 Raumdichte 17,4%, bei 19,0 m Höhe aber bei gleicher Raumdichte nur 16,2% usw.

Die Raumschwindung ist also nicht allein bedingt durch die Raumdichte oder das Raumtrockengewicht des Buchenholzes, was die Raumschwindzahlen erhellen. Die Raumschwindzahlen nehmen in unseren Buchenstämmen von unten nach oben ab, ähnlich wie die Raumschwin-

dung weitgehend unabhängig von der Raumdichte. Die Raumschwindzahlen nehmen im Mittel der ganzen Stämme sogar etwas ab mit zunehmender Raumdichte. Wie es beim Nadelholz Holz geben kann, das bei gleichem Raumtrockengewicht oder gleicher Raumdichte, ja sogar bei gleicher Jahrringbreite recht verschieden stark schwinden kann, so gibt es auch Buchenholz, das zufolge seiner Struktur bei gleicher Raumdichte verschieden stark schwindet.

c) *Der Wassergehalt des Buchenholzes.*

Der Wassergehalt in Prozenten des Frischgewichtes beträgt im Mittel aller Proben 45 %, in Prozenten des Trockengewichtes 84 %. Der Stamm der vorherrschenden Buche enthält prozentual am meisten Wasser, das Holz des beherrschten Baumes am wenigsten. Der Unterschied in Prozenten des Trockengewichtes scheint beträchtlich, ist aber stark beeinflusst durch das Trockenraumgewicht. Drückt man nämlich den Wassergehalt aus in Prozenten des Frischraumes des Holzes, so enthält der vorherrschende Stamm mit 50 % Wasser nur 4 % mehr als der beherrschte mit 46 %.

Der Wassergehalt ist ferner bei den herrschenden und mitherrschenden Buchen im Splint etwas größer als im Kern, der Unterschied ist aber nicht beträchtlich, und beim beherrschten Baum täuscht das schwere Splintholz auf Trockengewicht bezogen einen kleineren Wassergehalt vor als im Kern. Der Ausdruck des Wassergehaltes in Frischraumprozent stellt auch hier die Verhältnisse richtig. Vergleiche Tabelle 6.

Feste Bestandteile, Wasser und Luft im Holzraum lebender, 80jähriger Buchen.

Tab. 9

Schaft- höhe m	1. Herrschende Buche			2. Herrschende Buche			3. Mitherrschende Buche			4. Beherrschte Buche		
	Holz- stoff Vol. %	Wasser Vol. %	Luft Vol. %	Holz- stoff Vol. %	Wasser Vol. %	Luft Vol. %	Holz- stoff Vol. %	Wasser Vol. %	Luft Vol. %	Holz- stoff Vol. %	Wasser Vol. %	Luft Vol. %
1,0	35	49	16	36	47	17	39	48	13	41	45	14
4,0	35	50	15	36	48	16	37	50	13	39	46	15
7,0	35	51	14	36	48	16	37	50	13	39	46	15
10,0	35	51	14	36	49	15	36	49	15	38	46	16
13,0	34	52	14	36	48	16	37	49	14	37	48	15
16,0	35	52	13	36	50	14	38	46	16	38	45	17
19,0	35	49	16	38	50	12	38	47	15	39	45	16
22,0	35	50	15	37	49	14	39	47	14	—	—	—
25,0	35	51	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	35	50	15	36	49	15	38	48	14	39	46	15

Nach den Zusammenstellungen 8 und 9 zeigt der Wassergehalt des Holzes in unseren 4 Stämmen von unten nach oben keine gesetzmäßige Veränderung. Es liegt nur eine schwache Andeutung vor, daß der Wassergehalt vom Stammgrund bis zum Kronenansatz bei etwa 13 m zu- und nachher wieder abnehme.

*d) Feste Bestandteile, Wasser und Luft im Holzfrischraum.*

Im Mittel aller Proben der 4 Buchen beträgt im frischen Holz der Raumanteil 37 % Holzstoff, 48 % Wasser und 15 % Luft. Der Stamm der vorherrschenden Buche enthält 55 % Holzstoff, 50 % Wasser und 15 % Luft, der der beherrschten Buche 39 % Holzstoff, 46 % Wasser und 15 % Luft. Die räumliche Zusammensetzung lebenden Buchenholzes zeigt auch in verschiedenen Schafthöhen wenig auffallende Schwankungen. Am kleinsten sind die Schwankungen des Luftgehaltes. Tabelle 9.

Immerhin zeigt aber in Tabelle 6 das Kernholz durchgehends einen etwas höheren Luftgehalt als der Splint, als Auswirkung des im Kernholz kleineren Wassergehaltes.

Bedenkt man, daß z. B. im Festmeter Strobenholz nur 21 Raumprozent Holzstoff sind, im Buchenholz aber 37 % im Mittel, so wird sofort klar, daß ein Standort ungefähr gleich viel leistet, ob er im Jahr 10 m<sup>3</sup> Buchenholz oder 18 m<sup>3</sup> Strobenholz erzeuge.

**2. Blattmenge und Zuwachs an Probebuchen.**

Die Holzuntersuchungen, insbesondere die Berechnung der Raumdichte des Holzes, erlaubt im folgenden nicht nur die Beziehungen zwischen Frischblattgewicht und Raumzuwachs der Probebäume klar zu stellen, sondern auch zwischen Blatt-Trockengewicht und Zuwachstrockengewicht.

*a) Blattgewicht, Blattzahlen und Blattoberflächen.*

Nach Tabelle 10 sind der mittlere Durchmesser und auch die mittlere Höhe der 4 Probebäume größer als die entsprechenden Werte des Mittelbaumes der Versuchsfläche 24 B. Vergleiche Tabelle 5. Da sich die herrschenden Buchen zudem in der Hochdurchforstungsfläche in freierem Stand entwickelt haben, so sind die Blattgewichte je Baum höher, als in Tabelle 4 und Bild 2 für Buchen gleicher Durchmesser in naturgeschlossenen Beständen angegeben ist.

Der Wassergehalt der Buchenblätter, den wir Mitte Juni festgestellt haben, war bei den herrschenden Buchen, an denen die Sonnenblätter vorwogen, etwas geringer als bei der beherrschten Buche mit großem Anteil an Schattenblättern. Er betrug im Mittel aller 4 Buchen 62 % des Blattfrischgewichtes.

Die Anzahl der Blätter je kg Frischgewicht beträgt im Mittel 4300 Stück und schwankt bei den 4 Probestämmen von 3900 bis 5500 Stück. Der Oberstand besitzt ausgesprochen schwerere Blätter als der Unterstand. Eine herrschende Buche mit 39 cm Brusthöhdurchmesser kann mit 130 000 Blättern ausgestattet sein, aber auch eine stark beherrschte mit 19 cm Durchmesser versucht immer noch mit Hilfe von 30 000 Blättern den Kampf ums Dasein weiterzuführen.

Die Flächen der Einzelblätter der gleichen Buche schwanken vom kleinsten zum größten Blatt etwa um den 15fachen Betrag.

#### Blattmenge und Zuwachs

Tab. 10 an 4 Probestämmen aus einem 80jährigen Buchenbestand.

Eigenschaften der Probestüchen	Baumklassen				Mittel
	1. herrschend	2. herrschend	3. mitherrschend	4. beherrscht	
1. Durchmesser in 1,3 m cm	38,9	30,6	27,4	19,5	29,9
2. Baumhöhe . . . . . m	30,0	29,4	29,0	26,6	28,8
3. Blattgewicht					
Frischgewicht . . . . . kg	30,6	25,6	19,4	5,7	20,3
Trockengewicht . . . . . kg	11,9	9,7	7,4	2,1	7,8
Wassergehalt . . . . . %	61	62	62	63	62
4. Blattzahl					
Anzahl frische Blätter je kg Stück	4300	3940	4490	5500	4320
" " " je Baum "	131 580	100 860	87 100	31 350	87 720
5. Blattfläche (einfach) je Blatt					
Kleinstes Blatt . . . . . cm <sup>2</sup>	5,4	3,0	3,1	3,3	3,0
Größtes Blatt . . . . . cm <sup>2</sup>	42,5	45,2	40,7	38,1	45,2
Mittel aus je 200 Stück . cm <sup>2</sup>	22,3	24,2	21,9	22,2	22,8
6. Blattoberfläche (doppelt)					
Je Blatt . . . . . cm <sup>2</sup>	44,6	48,4	43,8	44,4	45,6
Je kg . . . . . m <sup>2</sup>	19,2	19,1	19,7	24,4	19,7
Je Baum . . . . . m <sup>2</sup>	590	490	380	140	400
7. Derbholzzuwachs					
Raumzuwachs im Jahr . Liter	47,5	31,5	20,6	2,9	25,6
Raumdichte des Splintes	0,53	0,57	0,59	0,63	0,56
Trockengewichtszuwachs kg	25,2	18,0	12,2	1,8	14,3
8. Je 1 m <sup>3</sup> Derbholzzuwachs braucht frische Blätter . kg	650	810	940	1970	790
9. Je 1 m <sup>3</sup> Derbholzzuwachs braucht Blattoberfläche . m <sup>2</sup>	12 500	15 500	18 500	48 100	15 500
10. Ein kg Blatt-Trockengewicht erzeugt Derbholztrockengewicht kg	2,1	1,9	1,6	0,9	1,8

Die Messung von je 200 Blättern pro Baum zeigt, daß die mittlere Blattgröße wohl mehr durch die zufälligen Eigenschaften des einzelnen Baumes als durch seine Stellung im Bestand bedingt ist. Die mittleren Blattgrößen schwanken bei den 4 Probebuchen nur von 22—24 cm<sup>2</sup>. Zum Vergleich mit den Nadelhölzern bezeichnen wir hier die doppelte Blattfläche als Blattoberfläche.

Die Blattoberfläche je kg Frischgewicht beträgt bei den herrschenden Buchen 19 m<sup>2</sup>, bei der mitherrschenden 20 m<sup>2</sup> und bei der beherrschten 24 m<sup>2</sup>, im Mittel also rund 20 m<sup>2</sup>. D. h. also, die Sonnenblätter sind wesentlich dicker und stoffreicher als die Schattenblätter, und Buchenblätter besitzen je Gewichtseinheit eine 3—4mal größere Oberfläche als Fichten- und Tannennadeln.

Die 39 cm starke herrschende Buche arbeitet mit einer Blattoberfläche von 600 m<sup>2</sup> und die 19 cm starke beherrschte Buche sucht immer noch mit 140 m<sup>2</sup> das spärliche Licht auszunützen.

#### *b) Zuwachs und Blattmenge.*

Der jährliche Derbholzzuwachs der vorherrschenden Buche ist mit 48 Litern rund 16mal größer als der des beherrschten Baumes mit nur 3 Litern. Da nun aber die Raumdichte des Zuwachses an herrschenden Buchen etwas geringer ist als bei beherrschten, so beträgt der Unterschied bezüglich des Trockenzuwachses vom größten zum kleinsten Probebaum nur das 14fache.

Zur Erzeugung eines Festmeters Derbholz im Jahr braucht die vorherrschende Buche nur 650 kg frische Blätter, die mitherrschende 940 kg und der beherrschte Baum gar 1970 kg. Im Mittel braucht also ein 80 jähriger Buchenbestand II. Bonität rund 800 kg frische Blätter, um jährlich einen Festmeter Derbholz zu erzeugen. Man vergleiche diese Angaben immerhin mit den aus ganz anderen Grundlagen hergeleiteten Näherungswerten in Tabelle 2.

Man gewinnt die Ueberzeugung, daß auch unter günstigen Verhältnissen 1,2 ha Blattoberfläche erforderlich sind, um einen Festmeter Holz im Jahr zu schaffen und daß bei ungünstiger Stellung des Baumes im Bestand zur gleichen Leistung über 5 ha Blattoberfläche nötig werden können. An unseren 4 Probebuchen schaffen im Mittel 1,5 ha Blattoberfläche im Jahr einen Festmeter Zuwachs.

Der Derbholztrockenzuwachs pro Blattrockengewicht beträgt bei den herrschenden Buchen rund 2,0, bei der mitherrschenden 1,6, aber bei der beherrschten Buche nur 0,9 und im Mittel 1,8. Die wirklich vorhandene Stoffmenge des Assimilationsapparates arbeitet also beim beherrschten Probebaum etwa um die Hälfte träger als bei den herrschenden Probebuchen.

Was man aus den Sonderuntersuchungen an Probebäumen aus der Hochdurchforstungsfläche für die später folgende Darstellung des Kronenaufbaues und Zuwachses des benachbarten, gleich alten Bestandes 24 B, ohne große Fehlschlüsse zu begehen, übertragen darf, das ist: 1. Die Blattoberfläche je kg Frischgewicht und 2. Die Raumdichte des Derbholzzuwachses. Der Wassergehalt der Blätter dieser 4 Probebäume, der Mitte Juni bestimmt worden ist, erscheint nach unseren anderen Bestimmungen für das Sommermittel etwas zu hoch. Wir haben deshalb für die Bestandesberechnungen in Tabelle 13 den Wassergehalt der Blätter um 2 % geringer angesetzt.

### III. Baumkronen und Zuwachs bei Einzelbäumen.

Es erweist sich als notwendig, zuerst die Verhältnisse für die einzelnen Bestandeglieder darzustellen, aus denen sich der Gesamtbestand aufbaut.

#### 1. Die Baumzahlen.

Die 143 Buchen in der 0,25 ha großen Versuchsfläche 24 B verteilen sich auf Durchmesser von 15 cm bis 41 cm in Brusthöhe. 82 % der Bäume stehen im Oberstand, 18 % im Unterstand.

#### 2. Die Baumhöhen, der Kronenansatz und der Schlankheitsgrad.

Der Tabelle 11 ist zu entnehmen, daß der Baum mit dem kleinsten Durchmesser im Unterstand mit 22 m Höhe nur 7 m kleiner ist als der stärkste vorherrschende Baum. Auch die absolute Höhenschwankung der 47 gemessenen Probebäume beträgt 7 m.

Etwas mehr Schwierigkeiten bereitet zufolge teilweiser Wasserreiserbildung die Festlegung des Kronenansatzes. Zwar schwankt die Höhe des Kronenansatzes bei den 47 Probebäumen auch nur zwischen 10 bis 17 m, aber es läßt sich auch bei zeichnerischer Darstellung nicht mit Sicherheit feststellen, ob er bei den schwächeren, mittleren oder stärksten Bäumen höher oder tiefer liege. Es wurde deshalb für alle Stärkestufen als Mittel der Probebäume eine gleiche Ansatzhöhe von 13,2 m angenommen.

Der Schlankheitsgrad, d. h. also das Verhältnis der Baumhöhe zum Brusthöhendurchmesser ist bei dem schwächsten beherrschten Baum mit über 140 doppelt so hoch wie beim stärksten, vorherrschenden Baum. Die beherrschten Buchen sind also überschlank. Es ist leicht zu verstehen, daß sie nach starken Eingriffen im Oberstand, plötzlich freigestellt, leicht durch den Schnee gebrochen oder sogar von der Regenlast gebogen werden können. Ein plötzlicher Uebergang von der

Niederdurchforstung zu ausgesprochener Hochdurchforstung ist also namentlich nach der ersten Hälfte der Umtriebszeit, bei Buche kaum mehr möglich, wenn auf eine genügende Erhaltung von Unterstand Wert gelegt wird.

Baumzahlen, Baumhöhen, Kronenlängen, Schirmflächen und Kronenformzahlen  
Bu. 24 B in einem 80jährigen, schwach durchforsteten Buchenbestand. Tab. 11

Durchmesser in 1,5 m cm	Baumzahl pro 0,25 ha Stück	Mittlere Baum- höhe m	Höhe geteilt durch Durch- messer $\frac{h}{d}$	Kronenlänge				Schirm- fläche m <sup>2</sup>	Kronen- form- zahl
				Ganze Kronen- länge m	Schatten- kronen %	Sonnen- kronen %	in % der Baum- höhe %		
15	1	22,2	148	9,0	80	20	41	7,7	0,36
16	1	22,9	143	9,7	76	24	42	8,5	0,36
17	1	23,5	138	10,3	74	26	44	9,4	0,36
18	2	24,1	134	10,9	72	28	45	10,4	0,37
19	3	24,6	129	11,4	70	30	46	11,4	0,37
20	8	25,0	125	11,8	69	31	47	12,4	0,38
21	7	25,4	121	12,2	68	32	48	13,5	0,38
22	7	25,7	117	12,5	67	33	49	14,6	0,38
23	10	26,1	113	12,9	67	33	49	15,8	0,38
24	12	26,4	110	13,2	66	34	50	17,0	0,39
25	15	26,7	107	13,5	66	34	51	18,2	0,40
26	9	27,0	104	13,8	65	35	51	19,5	0,41
27	7	27,3	101	14,1	65	35	52	20,8	0,41
28	12	27,5	98	14,3	65	35	52	22,1	0,42
29	7	27,7	96	14,5	65	35	52	23,5	0,42
30	6	27,9	93	14,7	65	35	53	24,9	0,42
31	6	28,1	91	14,9	64	36	53	26,4	0,43
32	8	28,3	88	15,1	64	36	53	27,9	0,43
33	4	28,4	86	15,2	64	36	54	29,5	0,43
34	6	28,6	84	15,4	63	37	54	31,0	0,44
35	2	28,7	82	15,5	63	37	54	32,6	0,44
36	2	28,8	80	15,6	63	37	54	34,2	0,44
37	5	28,9	78	15,7	62	38	54	35,9	0,45
38	1	28,9	76	15,7	62	38	54	37,7	0,45
41	1	29,1	71	15,9	62	38	55	43,7	0,45

### 3. Die Kronenlängen.

Da der Kronenansatz für alle Stärkestufen als gleich angenommen wurde, so nehmen die Kronenlängen vom schwächsten zum stärksten Baum des Bestandes im gleichen Ausmaß zu wie die Baumhöhen, insgesamt also 7 m. Die schwächsten Bäume des Bestandes besitzen nun aber nicht nur absolut, sondern auch im Verhältnis zur Baumhöhe kür-

zere Kronen als die vorherrschenden Bestandesglieder. Sodann ist aber zu beachten, daß in diesem 80jährigen, voll geschlossenen Buchenbestand die Kronen verhältnismäßig länger, die astfreien Schäfte entsprechend kürzer sind als bei einem früher beschriebenen, dicht geschlossenen, 98jährigen Fichtenbestand von St. Gallen, Tablat. Sie entsprechen ungefähr den Verhältnissen, wie wir sie in einem 132jährigen stark verlichteten Fichtenbestand bei Kerns festgestellt haben.

Die verhältnismäßig langen Kronen des Buchenbestandes 24 B mögen, soweit es sich um Gabelstämme handelt, noch teilweise von der etwas weitständig begründeten Pflanzung herrühren, sind aber in der Hauptsache bedingt durch die große Schattenfestigkeit der Buchenblätter und die Wasserreiserbildung.

*E. Badoux* hat schon gezeigt, daß bei den Buchen die kegelförmigen Schattenkronen wesentlich länger sind als die Sonnenkronen. Im Bestand Bu 24 B beträgt die Länge der Sonnenkrone, also die Entfernung vom Gipfel bis zur größten Kronenbreite bei den schwächsten Bäumen nur 20 %, bei den stärksten rund 40 %. 60—80 % der Kronenlänge gehören also zur Schattenkrone. Der Schattenkronenanteil ist bei den beherrschten Buchen im Verhältnis zur ganzen Kronenlänge also etwa doppelt so groß wie bei den vorherrschenden Bäumen des Bestandes.

#### 4. Die Schirmflächen.

Die auf Grund der Messung von je 8 Radien an sämtlichen 143 Buchen ermittelten Schirmflächen zeigen mit steigendem Baumdurchmesser eine starke Zunahme derart, daß die Schirmfläche des größten vorherrschenden Baumes mit 44 m<sup>2</sup> 5—6mal größer ist als bei der schwächsten Buche mit 8 m<sup>2</sup>. Die Schirmflächen der Einzelbuchen älterer Bestände sind etwas größer als in gleichalten Fichtenbeständen, weil in mehr als 40 Jahre alten naturgeschlossenen Buchenbeständen die Baumzahlen kleiner sind als in gleichalten Fichtenbeständen.

#### 5. Die Kronenformzahlen und die Kronenräume.

*E. Badoux* hat nachgewiesen, wie bei den Buchen die Schattenkronenformzahlen bei allen Baumklassen des Bestandes wesentlich kleiner sind als die Sonnenkronenformzahlen. Er zeigte auch schon, daß die Kronenformzahlen bei den herrschenden Buchen am größten sind und gegen die unterdrückten Buchen hin kleiner werden.

Ich habe mich damit begnügt, in Tabelle 11 die Formzahlen für die ganze Krone darzustellen, weil wir die Reisiggewichte und die Blattmengen auch nicht getrennt nach Sonnen- und Schattenkronen ermittelt

haben. Die Gesamtkronenformzahl beträgt bei den schwächsten, beherrschten Buchen unseres Bestandes nur 0,36 und steigt bis zu den stärksten vorherrschenden Bäumen auf 0,45.

Die mittleren Kronenräume je Baum betragen beim schwächsten, beherrschten Baum unseres Bestandes 25 m<sup>3</sup>, bei der stärksten vorherrschenden Buche aber 316 m<sup>3</sup> oder 12mal mehr. Vergleiche Tabelle 12.

#### 6. Die Kronengewichte.

Nach Tabelle 12 besitzt der 41 cm starke, größte Baum des Bestandes 24 B einschließlich Blätter ein Gesamtreisig- oder Kronengewicht von 309 kg, also rund 8mal mehr als die schwächste nur 15 cm starke Buche mit 40 kg.

Kronenraum, Reisig- und Blattgewicht und ihr Verhältnis zum Zuwachs  
Bu. 24 B in einem 80jährigen, gut geschlossenen Buchenbestand. Tab. 12

Durchmesser in 1,3 m cm	Mittel je Baum			Zuwachs im Jahr		Für 1 cm <sup>2</sup> Kreisflächen- zuwachs braucht es:			Für 1 Liter Derbholz- zuwachs braucht es:		
	Kronen- raum m <sup>3</sup>	Gesamt- reisig kg	Frische Blätter kg	Kreis- fläche cm <sup>2</sup>	Derb- holz Liter	Kronen- raum m <sup>3</sup>	Reisig kg	Blätter kg	Kronen- raum m <sup>3</sup>	Reisig kg	Blätter kg
15	25	40,5	5,5	1,0	1,1	25,0	40,5	5,5	22,7	36,8	5,0
16	29	44,5	6,0	1,5	1,7	19,3	29,7	4,0	17,1	26,2	3,5
17	35	49,0	6,5	2,2	2,5	15,9	22,3	3,0	14,0	19,6	2,6
18	42	54,5	7,0	2,9	3,4	14,5	18,8	2,4	12,4	16,0	2,1
19	48	60,5	8,0	3,7	4,4	13,0	16,4	2,2	10,9	13,8	1,8
20	55	66,5	8,5	4,5	5,5	12,2	14,8	1,9	10,0	12,1	1,5
21	62	73,5	9,5	5,3	6,7	11,7	13,9	1,8	9,3	11,0	1,4
22	69	80,0	10,0	6,2	8,0	11,1	12,9	1,6	8,6	10,0	1,3
23	78	87,0	10,5	7,1	9,4	11,0	12,3	1,5	8,3	9,3	1,1
24	87	94,5	11,5	8,0	10,9	10,9	11,8	1,4	8,0	8,7	1,1
25	98	102,5	12,0	9,0	12,6	10,9	11,4	1,3	7,8	8,1	1,0
26	109	111,5	13,0	10,1	14,3	10,8	11,0	1,3	7,6	7,8	0,9
27	120	121,5	14,0	11,2	16,1	10,7	10,8	1,3	7,5	7,5	0,9
28	131	132,0	14,5	12,3	18,1	10,7	10,7	1,2	7,2	7,3	0,8
29	143	142,0	15,5	13,5	20,2	10,6	10,5	1,1	7,1	7,0	0,8
30	155	153,0	16,5	14,8	22,4	10,5	10,3	1,1	6,9	6,8	0,7
31	168	164	17,5	16,0	24,8	10,5	10,3	1,1	6,8	6,6	0,7
32	181	175	18	17,3	27,3	10,5	10,1	1,0	6,6	6,4	0,7
33	194	187	19	18,6	29,9	10,4	10,1	1,0	6,5	6,3	0,6
34	208	199	20	20,0	32,5	10,4	10,0	1,0	6,4	6,1	0,6
35	222	212	21	21,4	35,2	10,4	9,9	1,0	6,3	6,0	0,6
36	237	226	22	22,8	38,0	10,4	9,9	1,0	6,2	5,9	0,6
37	252	241	23	24,3	40,9	10,4	9,9	0,9	6,2	5,9	0,6
38	267	258	24	25,7	43,9	10,4	10,0	0,9	6,1	5,9	0,5
41	316	309	27	30,2	53,0	10,4	10,2	0,9	6,0	5,8	0,5

Das Kronenraumgewicht, d. h. das mittlere Frischgewicht des Reisigs je Kronenraummeter ist mit rund  $1\frac{1}{2}$  kg bei den schwächsten Buchen am größten bei verhältnismäßig starkem Einfluß des Gipfelgewichtes, sinkt dann bis zum Mittelstamm auf 1,0 kg und mit weiterer Zunahme des Durchmessers noch etwas darunter. Es ist nur eine Andeutung vorhanden, daß das Kronenraumgewicht bei alten, grobastigen Buchen wieder etwas steigen könnte, wie es früher für ältere, freigestellte Fichten nachgewiesen werden konnte.

#### 7. Die Blattgewichte.

Das Gewicht der frischen Blätter beträgt bei den kleinsten beherrschten Buchen des Bestandes nur rund 6 kg, bei der größten aber 27 kg oder rund 5 mal mehr. Die Blattgewichte nehmen also mit steigendem Durchmesser verhältnismäßig viel weniger zu als die Kronenräume und die Kronengewichte. Bei der stärksten Buche beteiligen sich die Blätter am Gesamtreisiggewicht nur mit 9%, bei der schwächsten aber mit 13%. Der Kronenraummeter der kleinsten Buche des Bestandes enthält immerhin noch 220 g Blätter, der des stärksten Baumes aber nur noch 90 g.

#### 8. Der Kreisflächen- und der Derbholzzuwachs.

Da alle Bäume der Versuchsfläche Nummern tragen, so läßt sich der Zuwachs je Stärkestufe aus den beiden letzten Aufnahmen ermitteln. Der Kreisflächenzuwachs an Einzelbäumen wird in  $\text{cm}^2$  ausgedrückt und der des Derbholzzuwachses in Litern, um unnötige Dezimalen zu vermeiden.

Die Untersuchung zeigt die bekannte Tatsache, daß der Zuwachs der beherrschten Buchen sehr klein ist und mit größer werdendem Kronenraum und zunehmender Blattmenge rasch ansteigt, derart, daß in unserem Bestand Bu 24 B die größte, 41 cm starke Buche einen 30 mal höheren Kreisflächenzuwachs und einen 50 mal größeren Derbholzzuwachs im Jahr leistet als die kleinste, nur 15 cm starke und beherrschte Buche.

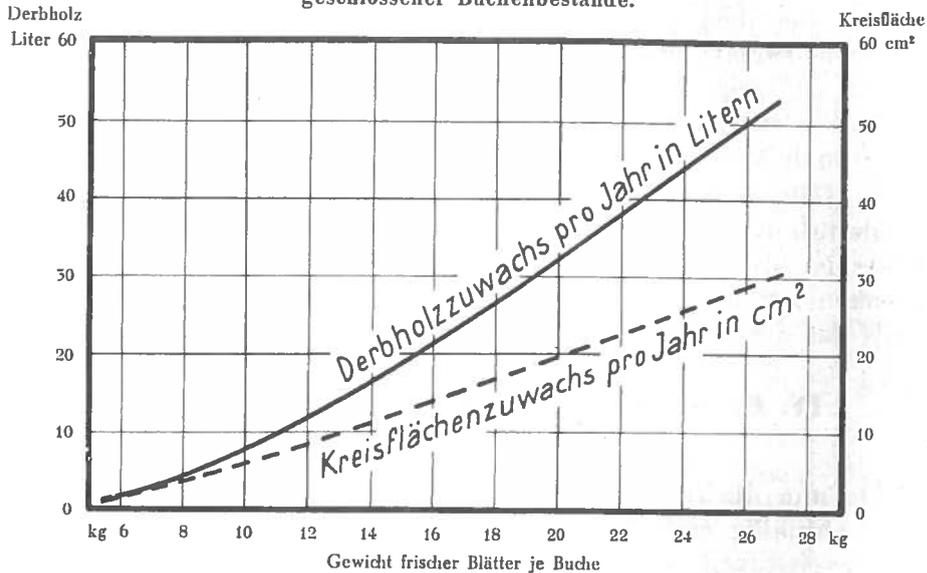
#### 9. Der Zuwachs im Verhältnis zum Kronenraum, dem Kronengewicht und dem Blattgewicht.

Etwas anders wird das Bild, wenn man in Tabelle 12 vergleicht, wie viele Kronenraummeter oder kg Gesamtreisig oder kg frische Blätter nötig sind, um im Jahr  $1 \text{ cm}^2$  Kreisflächenzuwachs oder 1 Liter Derbholz zu erzeugen. Da zeigt es sich nun, daß die kleinste beherrschte Buche unseres Bestandes immerhin nur  $2\frac{1}{2}$  mal mehr Kronenraum, 4 mal

mehr Gesamtreisig und 6mal mehr Blattgewicht benötigt, um den gleichen Kreisflächenzuwachs zu leisten, wie die stärkste vorherrschende Buche.

Bild 4

Verhältnis von Blattfrischgewicht und Zuwachs je Baum  
geschlossener Buchenbestände.



Größer sind die Unterschiede bezüglich des Derbholzzuwachses, weil sich hier auch noch der Unterschied des Höhenzuwachses geltend macht. Die kleinste beherrschte Buche braucht nämlich zur Schaffung des gleichen Derbholzzuwachses 4mal mehr Kronenraum, 6mal mehr Gesamtreisig und 10mal mehr Blattgewicht als die größte vorherrschende Buche. Das Blattfrischgewicht, das nötig ist, um jährlich einen Festmeter Buchenderbholz zu erzeugen, beträgt beim schwächsten beherrschten Baum etwa 5000 kg, sinkt bis zu den mitherrschenden Bestandsgliedern rasch auf 1000 kg und durch die herrschenden zu den vorherrschenden Bäumen langsam auf 500 kg. Der Größenordnung nach stimmen auch diese Werte überein mit den Näherungswerten in Tabelle 2 und den Probestaumergebnissen in Tabelle 10.

Man darf sich immerhin daran erinnern, daß bei den Probestäumen der Holzzuwachs immer ohne Rinde bestimmt wird, an Beständen aber mit Rinde. Man bezieht also bei der Bestimmung des Zuwachses durch zwei zeitlich auseinanderliegende Durchmesser messungen den Holzzuwachs auf einen um die Rindendicke zu großen Durchmesser und berechnet daraus einen Kreisflächenzuwachs, der auch bei der Buche 3—5% zu hoch sein dürfte. Man vergleiche meine Ausführungen in

der „Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen“ 1937. Der Rindenzuwachsfehler könnte in unserm Bestand Bu 24 B fast völlig ausgeschaltet werden, wenn man in Tabelle 12 den Zuwachs eines um 1 cm schwächeren Baumes je mit den Kronenräumen und Blattmengen eines um einen cm stärkeren Baumes vergleichen würde.

Wie bei dem gut geschlossenen 98jährigen Fichtenbestand von St. Gallen-Tablat, über den in einer früheren Mitteilung berichtet worden ist, zeigt sich auch im Buchenbestand 24 B, daß auch die stärksten vorherrschenden Bäume in diesem voll geschlossenen Bestand die optimale Größe der Kronen noch nicht überschritten haben.

Es fällt auch hier schon auf, daß das Buchenblattgewicht, das erforderlich ist, um einen gewissen Zuwachs zu erzeugen, wesentlich kleiner ist als das entsprechende Fichtennadelgewicht, wobei noch zu bedenken ist, daß das Trockenraumgewicht des Buchenholzes größer ist als das des Fichtenholzes.

#### **IV. Baumkronen und Zuwachs des Bestandes Bu 24 B je ha.**

Da nun die Verhältnisse bei Einzelbäumen klargelegt sind, ist es verhältnismäßig einfach, mit Hilfe der vorliegenden Grundlagen und den bereits von *E. Badoux* bekanntgegebenen Schirmflächen und Kronenraumzahlen den Bestand Bu 24 B nach Baumklassen und im Gesamten aufzubauen und seine Beziehungen zwischen Blattmasse und Zuwachs darzustellen. Man vergleiche Tabelle 13.

##### **1. Die Bestandesbaumzahlen.**

In unserem 80jährigen Buchenbestand II. Bonität sind die 572 Bäume je ha auf Durchmesser von 15—41 cm verteilt. 34 % der Bäume gehören zur herrschenden, 48 % zur mitherrschenden und 18 % zur beherrschten Baumklasse. Unterdrückte Buchen sind keine vorhanden, da der Stand nach Ausführung der B-Durchforstung berücksichtigt wurde. Dem Oberstand gehören 82 % der Baumzahlen an, dem Unterstand 18 %.

##### **2. Die Bestandesschirmflächen.**

Die sich zum Teil überschneidenden Schirmflächen aller Bäume je ha ergeben eine Summe von 11980 m<sup>2</sup>. Davon bedecken die herrschenden Buchen 47 %, die mitherrschenden 42 % und die beherrschten 11 %. Es ist bemerkenswert, daß die herrschenden Bäume, die nur mit 34 % an der Gesamtbaumzahl beteiligt sind, 47 % der Schirmfläche einnehmen.

Kronenaufbau, Blattmenge und Zuwachs je Baumklasse und je ha eines 80jährigen, schwach durchforsteten Buchenbestandes II. Bonität. Tab. 15

Eigenschaften		Baumklassen			Ganzer Bestand	
		Herrschend	Mit-herrschend	Beherrscht		
1. Baumzahlen . . . . .	Stück	192	276	104	572	
	%	34	48	18	100	
2. Schirmflächen . . . . . total	m <sup>2</sup>	5660	5070	1250	11 980	
	%	47	42	11	100	
	Je Baum m <sup>2</sup>	30	18	12	21	
3. Kronenraum . . . . . total	m <sup>3</sup>	36 810	27 120	6170	70 100	
	%	52	39	9	100	
	Je Baum m <sup>3</sup>	192	98	59	123	
4. Reisig ohne Blätter {	Schaftreisig total	kg	1580	2380	930	4890
	Astreisig "	kg	30 570	22 810	5490	58 870
	Gesamtreisig "	kg	32 150	25 190	6420	63 760
	%		50	40	10	100
	Je Baum	kg	167	91	62	111
	Schaftreisig in %		5	9	14	8
5. Gewicht der Blätter . . . . . total	kg	3670	3310	930	7910	
	%	46	42	12	100	
	Je Baum kg	19	12	9	14	
6. Blattoberfläche . . . . . total	m <sup>2</sup>	69 730	66 200	22 320	158 250	
	%	44	42	14	100	
	Je kg m <sup>2</sup>	19	20	24	20	
	Je Baum m <sup>2</sup>	363	240	215	277	
7. Kreisflächenzuwachs . . . . . total	cm <sup>2</sup>	3400	2630	510	6540	
	%	52	40	8	100	
	Je Baum cm <sup>2</sup>	18	10	5	11	
8. Derbholzzuwachs . . . . . total	Liter	5420	3730	650	9800	
	%	55	38	7	100	
	Je Baum Liter	28	14	6	17	
9. Je 1 m <sup>2</sup> Kreisflächenzuwachs braucht:	Blattgewicht kg	10 800	12 600	18 200	12 100	
	Blattoberfläche m <sup>2</sup>	205 000	252 000	438 000	242 000	
10. Je 1 m <sup>3</sup> Derbholzzuwachs braucht:	Blattgewicht kg	680	890	1430	810	
	Blattoberfläche m <sup>2</sup>	12 900	17 700	34 300	16 100	
11. Wassergehalt der Blätter bezogen auf Frischgewicht . . . . .	%	59	60	61	60	
12. Raumdichte des Derbholzzuwachses (Splint) . . . . .		0,55	0,59	0,63	0,57	
13. Jährliche Trockenblatterzeugung .	kg	1500	1320	360	3180	
14. Jährlicher Derbholztrockenzuwachs	kg	2980	2200	410	5590	
15. 1 kg Blatt-Trockengewicht erzeugt Derbholztrockenzuwachs . . . . .	kg	2,0	1,7	1,1	1,8	

### 3. Die Bestandeskronenräume.

Die 572 Buchen des Bestandes 24 B besitzen je ha einen gesamten Kronenraum von 70 000 m<sup>3</sup>, wovon die herrschenden Bäume 52 %, die mitherrschenden 39 % und die beherrschten nur noch 9 % erfüllen. Es ist zu beachten, daß die beherrschten Buchen, die sich an der Baumzahl mit 18 % beteiligen, nur 9 % des Kronenraumes einnehmen.

### 4. Die Bestandesreisiggewichte.

Da in den Ertragstafeln, sofern sie überhaupt Reisigangaben enthalten, bei den Laubhölzern das Reisig ohne Blätter angegeben wird, so gebe ich in Tabelle 13 die Reisiggewichte auch ohne Blätter. Das gesamte Winterreisig unseres Bestandes wiegt 63 800 kg. Das Schaftreisig oder Gipfelreisig nimmt daran nur mit 8 % teil, 92 % des Gesamtreisiggewichtes sind also Astreisig. 86 % bei den beherrschten Buchen und 95 % bei den herrschenden.

Jeder Kronenraummeter enthält also im Mittel nur rund 900 g frisches Reisig ohne Blätter.

### 5. Bestandesblattgewicht und -Blattoberflächen.

Das Blattfrischgewicht des 80jährigen Bestandes Bu 24 B, II. Bonität, beträgt je ha 7900 kg, woran sich der Oberstand mit 88 %, der Unterstand mit 12 % beteiligt. Bei der Schattholzart Buche kann der Unterstand sein Blattgewicht durch Wasserreiser stark vermehren. Das Gesamtreisig mit den Blättern, also der Sommerkronenraum, wiegt je ha 71 700 kg. Das Bestandesblattprozent beträgt also 11 % des belaubten Reisigs und 12,4 % auf das Gewicht unbelaubten Reisigs bezogen. Je Kronenraummeter trifft es im Mittel des Bestandes 110 g frische Blätter.

Die Blattoberfläche, also die doppelte Fläche aller Blätter erreicht je ha 158 200 m<sup>2</sup>, woran sich der Unterstand mit 14 % beteiligt, weil die Oberfläche je kg frischer Blätter bei der herrschenden Baumklasse nur 19 m<sup>2</sup>, bei der mitherrschenden 20 m<sup>2</sup>, aber bei den beherrschten Buchen 24 m<sup>2</sup> beträgt. Die Blattoberfläche ist also 15 bis 16 mal größer als die Bodenfläche, je kg frischer Blätter erreicht sie im Bestandesmittel 20 m<sup>2</sup> und je Kronenraummeter 2,3 m<sup>2</sup>.

### 6. Der Bestandeskreisflächen- und -Derbholzzuwachs.

Der 80jährige, voll geschlossene Buchenbestand II. Bonität schafft im Jahr an 572 Bäumen, mit 70 100 m<sup>3</sup> Kronenraum, 63 800 kg Reisig, 7900 kg frischen Blättern mit einer Oberfläche von 158 200 m<sup>2</sup> einen

Kreisflächenzuwachs von  $0,654 \text{ m}^2$ , woran der Oberstand 92%, der Unterstand 8% leistet.

Der Derbholzzuwachs beträgt im Jahr  $9,8 \text{ m}^3$ , wozu die herrschenden Bäume 55%, die mitherrschenden 38% und die beherrschten Buchen 7% beitragen. Auf den Rindenzuwachsfehler ist schon bei Besprechung des Zuwachses der Einzelbäume aufmerksam gemacht worden.

#### 7. Das Verhältnis des Bestandeskreisflächen- und Derbholzzuwachses zum Blattgewicht und der Blattoberfläche.

Um im Jahr  $1 \text{ m}^2$  Kreisflächenzuwachs zu erzeugen, braucht es unter den vorliegenden Bestandesverhältnissen  $12100 \text{ kg}$  Blätter oder  $1,5 \text{ ha}$  eines Waldes mit gleichen Erzeugungsgrundlagen. Die herrschenden Buchen schaffen schon mit  $11000 \text{ kg}$ , die mitherrschenden mit  $13000 \text{ kg}$ , die beherrschten Buchen aber erst mit  $18000 \text{ kg}$  frischen Blättern im Jahr je  $1 \text{ m}^2$  Stammflächenzuwachs.

$244000 \text{ m}^2$  Blattoberfläche sind erforderlich, um unter den vorliegenden Verhältnissen im Jahr  $1 \text{ m}^2$  Kreisflächenzuwachs zu schaffen. Bei den herrschenden Buchen würden zu dieser Leistung  $205000 \text{ m}^2$  genügen, bei den beherrschten Bäumen braucht es aber  $438000 \text{ m}^2$  Blattoberfläche.

Einen Festmeter Derbholzzuwachs im Jahr erzeugen in unserem Bestand die herrschenden Buchen schon mit  $700 \text{ kg}$  Blättern, bei  $13000 \text{ m}^2$  Oberfläche, die beherrschten aber erst mit  $1400 \text{ kg}$  Blättern und  $34000 \text{ m}^2$  Oberfläche. Im Mittel des Bestandes braucht es je  $1 \text{ m}^3$  Jahresderbholzzuwachs  $800 \text{ kg}$  frische Blätter mit  $16000 \text{ m}^2$  Blattoberfläche.

#### 8. Der Bestandestrockengewichtszuwachs.

Das Trockengewicht der jährlich je ha erzeugten Blattmenge beträgt  $3180 \text{ kg}$ , das des Derbholzzuwachses  $5590 \text{ kg}$ . Unser Bestand erzeugt also im Mittel je  $1 \text{ kg}$  Blatztrockengewicht  $1,8 \text{ kg}$  Derbholztrockenzuwachs,  $2,0 \text{ kg}$  bei den herrschenden Buchen, nur  $1,1 \text{ kg}$  bei den beherrschten.

Will man für den Standort und seine Pflanzengesellschaft eine Trockenstofferzeugungsrechnung aufstellen, so wäre noch der jährliche Zuwachs an Reisig und an Bodenflora zu berücksichtigen. Der Reisigzuwachs beträgt nach unseren Berechnungen am Bestand Bu 24 B  $0,7 \text{ m}^3$  oder mit der Raumdichte  $0,56$  umgerechnet  $400 \text{ kg}$  Trockenstoff. Die Stofferzeugung an der Bodenflora kann mit etwa  $500 \text{ kg}$  eingeschätzt werden. Daraus ergibt sich:

Erzeugung je Jahr und ha an:	Trockengewicht	Ausgedrückt in:	
		Holzfestmetern	Prozenten
1. Derbholzzuwachs . . .	5590 kg	9,8 m <sup>3</sup>	58 %
2. Reisigzuwachs . . .	400 kg	0,7 m <sup>3</sup>	4 %
3. Blätterzeugung . . .	5180 kg	5,6 m <sup>3</sup>	33 %
4. Bodenflora . . .	500 kg	0,9 m <sup>3</sup>	5 %
Ganze Pflanzengesellschaft	9670 kg	17,0 m <sup>3</sup>	100 %

Sieht man ab von der Bodenflora, so verwendet also der Buchenbestand 24 B von seiner gesamten jährlichen Trockenstoffherzeugung von 9200 kg einen Drittel zur jährlichen Erneuerung der Blätter. Der Buchenbestand arbeitet also ungünstiger als z. B. der früher beschriebene 98 jährige Fichtenbestand von Tablat, weil bei der Fichte auch die älteren Nadeljahrgänge noch mitarbeiten, die jährliche Erzeugung an Nadelmenge also etwas geringer sein kann.

### 9. Die Buchenbestandestranspiration.

Errechnet man aus *v. Höhnels* Veröffentlichungen die mittlere Jahrestranspirationszahl, so erhält man rund 780 kg Wasser je kg Blatttrockengewicht. Die jährliche Transpiration unseres Buchenbestandes kann also eingeschätzt werden zu:

$$3180 \text{ kg Blatttrockengewicht} \times 780 \text{ kg Wasser} = 2480000 \text{ kg Wasser.}$$

Solange man sich auf die Transpirationszahlen von *v. Höhnel* stützen muß, wird man für Buchen- und Fichtenbestände, die aus dem Jugendstadium herausgewachsen sind, immer auf eine Transpirationsgröße von 200—300 mm kommen, wie ich es schon 1925 gezeigt habe.

Wohl beträgt die Transpirationszahl für die Fichte nur 165 gegen 780 bei der Buche, aber die 5—10 Nadeljahrgänge der Fichte besitzen je ha meist auch ein mehrfach höheres Trockengewicht als die jedes Jahr erneuerten Blätter eines Buchenbestandes.

## D. Zusammenfassung.

Mit Hilfe von Grundlagen, die unsere Versuchsanstalt teilweise schon früher, in der Hauptsache aber in den letzten Jahren geschaffen hat, werden an einem 80jährigen, naturgeschlossenen Buchenbestand, der als Versuchsfläche 50 Jahre lang nach Grad B niederdurchforstet worden ist, die Beziehungen zwischen Kronenaufbau, Blattmenge und Zuwachs für Einzelbäume, Baumklassen und den gesamten Bestand je ha dargelegt.

### I. Kronenaufbau und Ertragstafeln.

1. Die Ertragstafeln, die bewußt als Hilfsmittel zur Ertragsregelung geschaffen worden sind, bieten, sofern sie richtig aufgebaut sind und benützt werden, auch dem Waldbauer wertvolle Einblicke in die Zuwachsgesetze an Beständen und Bäumen.
2. Für die vorliegende Frage ist daran zu erinnern, daß die Reisigmassen, die ja Träger des Zuwachsapparates sind, in gleichalterigen Beständen, die aus dem Jugendstadium herausgewachsen sind, also etwa vom 40. bis 120. Altersjahr fast gleich bleiben und daß in dieser Zeit auch der Unterschied der Reisigmassen geschlossener Bestände verschiedener Bonitäten gering ist. Bild 1.
3. Man darf sich ferner daran erinnern, daß die Vorräte und Formzahlen geschlossener Bestände mit gleichen Mittelhöhen annähernd gleich sind, unabhängig von der Güte des Standortes, auf dem sie erwachsen sind. Das bedingt, daß auch Bestände mit gleichen mittleren Durchmessern, unabhängig von der Bonität, ungefähr gleiche Vorräte und mittlere Höhen aufweisen müssen.

Das Wuchsformgesetz der Buche ist also wenig von der Standortsgüte abhängig, solange es sich um normale Bäume vollgeschlossener Bestände handelt. Der Einheitstarif der Kontrollmethode wäre damit gerechtfertigt, wenn er nicht gerade auf Bäume gemischter, ungleichalteriger, stark aufgelichteter Bestände angewendet würde.

### II. Allgemeine Leitkurven für Reisig- und Blattmasse.

1. Entsprechend den vorstehenden Ueberlegungen, führte die Verarbeitung unserer umfangreichen Probestammreisigwägungen zum Ergebnis, daß Bäume gleichen Durchmessers aus vollgeschlossenen reinen Beständen annähernd gleiche Reisiggewichte aufweisen, ziemlich unabhängig vom Standort, auf dem sie erwachsen sind.
2. Durch Sonderuntersuchungen konnten wir auch Blattgewichts- und Blattprozentleitkurven aufstellen, die allerdings auch nicht ver-

wendet werden dürfen für einzeln oder in Mischung erwachsene Buchen und ebensowenig für stark vorwüchsige oder im Lichtstand stehende, wie für unterdrückte Bäume. Die Bilder 2 und 3 zeigen also die allgemeinen Gesetze.

### III. Ergebnisse von Untersuchungen an Einzelbäumen des 80jährigen Buchenbestandes 24 B.

1. Die Bestandesaufnahmen ergaben einen Bestand II. Bonität mit 27,2 cm Mitteldurchmesser und 27,4 m Bestandeshöhe. Der Kreisflächenzuwachs je ha betrug im Mittel der letzten 5 Jahre 0,65 m<sup>2</sup>, der Derbholzzuwachs 9,8 m<sup>3</sup>.
2. Die Holzuntersuchungen an 4 Probestämmen verschiedener Baumklassen ergaben ein mittleres Raumtrockengewicht von 0,69, eine Raumdichte von 0,58, eine Raumschwindung von 17,4 % und einen Wassergehalt bezogen auf Frischgewicht von 45 %, auf Trockengewicht von 84 %. 37 % des Frischholzraumes sind erfüllt mit Holzstoff, 48 % mit Wasser und 15 % mit Luft.

Die Beziehungen der Jahrringbreite zum Raumgewicht und zur Raumdichte und von dieser zur Raumschwindung sind beleuchtet worden, auch betreffend Kern- und Splintholz. Holz aus verschiedener Schafthöhe usw.

3. Die Sonderuntersuchungen bezüglich Blattmenge und Zuwachs an Probebäumen in Aarburg ergab Mitte Juni einen Wassergehalt der Buchenblätter von 61 % bei den herrschenden Bäumen und 63 % bei den beherrschten, im Mittel 62 %. Je kg Frischgewicht schwankt die Blätterzahl etwa von 4200 Stück bei den herrschenden Buchen bis rund 5500 Stück bei der beherrschten Buche. Die Blattoberfläche je kg Frischgewicht mißt 19 m<sup>2</sup> bei den herrschenden, 24 m<sup>2</sup> bei den beherrschten und im Mittel 20 m<sup>2</sup>. Sonnenblätter sind also dicker als Schattenblätter, und die Oberfläche je Gewichtseinheit ist bei den Buchenblättern 3—4mal größer als bei Fichten- und Tannennadeln.
4. Im 80jährigen Buchenbestand 24 B besitzt der schwächste beherrschte Baum einen Durchmesser von 15 cm, eine Höhe von 22 m, eine Kronenlänge von 9 m, der größte vorherrschende Baum aber 41 cm Durchmesser, 29 m Höhe und 16 m Kronenlänge. Beim schwächsten Baum gehören nur 20 % der Kronenlänge, beim größten Baum 40 % zur Sonnenkrone.

Die Schirmfläche ist beim kleinsten Baum mit 8 m<sup>2</sup> 16mal kleiner, der Kronenraum mit 25 m<sup>3</sup> 12mal kleiner, das Reisig-

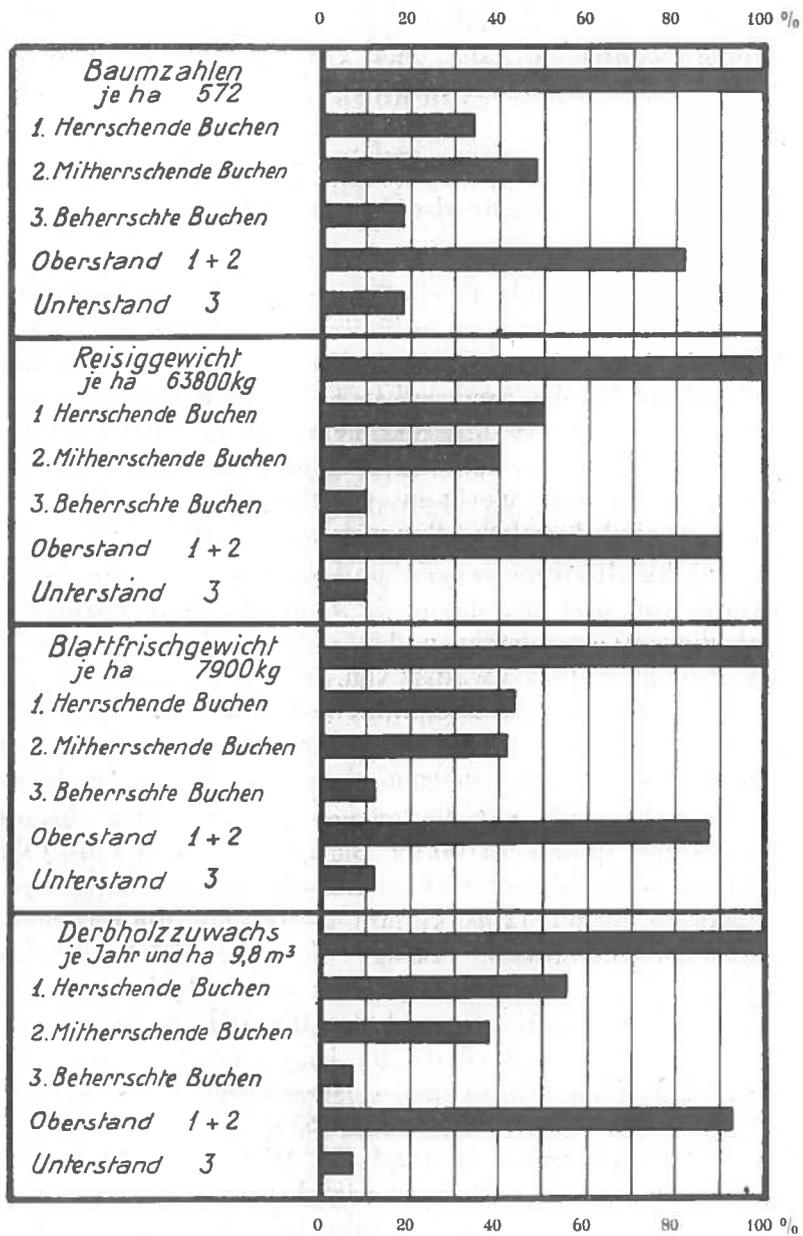
gewicht mit 40 kg 8mal kleiner und das Blattgewicht mit 6 kg rund 5mal kleiner als beim größten Baum des Bestandes. Der größte Baum leistet aber 30mal mehr Kreisflächenzuwachs und 50mal mehr Derbholzzuwachs als der kleinste. Beim kleinsten Baum braucht es 5 kg Blätter je Liter, oder 5000 kg je Festmeter Derbholzzuwachs im Jahr, beim größten aber nur 0,5 kg je Liter, oder 500 kg je Festmeter.

#### **IV. Baumkronen und Zuwachs je ha des 80jährigen Buchenbestandes 24 B.**

1. Von 572 Buchen je ha gehören 54% zur herrschenden, 48% zur mitherrschenden und 18% zur beherrschten Baumklasse. Die Bestandesschirmfläche, einschließlich Kronenüberdeckungen, von 11980 m<sup>2</sup> wird zu 47% von den herrschenden, zu 42% von den mitherrschenden und zu 11% von den beherrschten Buchen eingenommen. Der Bestandeskronenraum von 70100 m<sup>3</sup>, das unbelaubte Bestandesreisig mit 63800 kg und das Blattfrischgewicht mit 7910 kg und einer Oberfläche von 158200 m<sup>2</sup> (16 ha) je ha verteilen sich ähnlich auf die Baumklassen. Bild 5.
2. Die 7910 kg Blätter erzeugen je Jahr und ha einen Kreisflächenzuwachs von 0,65 m<sup>2</sup>, davon 52% durch die herrschenden, 40% durch die mitherrschenden und 8% durch die beherrschten Bäume. Den Jahresderbholzzuwachs von 9,8 m<sup>3</sup> schaffen zu 55% die herrschenden, zu 38% die mitherrschenden und zu 7% die beherrschten Buchen. Die an der Baumzahl nur mit 34% beteiligten herrschenden Buchen erzeugen also 55% des Derbholzzuwachses.
3. Um im Jahr 1 m<sup>2</sup> Kreisflächenzuwachs zu bilden, brauchen die herrschenden Bäume 11000 kg Blätter mit 205000 m<sup>2</sup> Oberfläche, die beherrschten aber 18000 kg mit 440000 m<sup>2</sup> Oberfläche und der Bestand im Mittel 12000 kg mit 240000 m<sup>2</sup> Blattoberfläche. Die herrschende Baumklasse erzeugt schon mit 700 kg Blättern oder 15000 m<sup>2</sup> Blattoberfläche, die beherrscht aber erst mit 1400 kg oder 34000 m<sup>2</sup> Oberfläche und der Bestand im Mittel mit 800 kg oder 16000 m<sup>2</sup> Blattoberfläche im Jahr 1 m<sup>3</sup> Derbholz.
4. Die jährliche Blatt-Trockengewichtserzeugung je ha beträgt 3180 kg und der Derbholztrockenzuwachs 5590 kg. Je kg Blatttrockengewicht erzeugt unser Bestand im Mittel also 1,8 kg Derbholztrockenzuwachs. Der Buchenbestand verwendet verhältnismäßig mehr Trockenstoff auf die jährliche Blatterzeugung als die Fichte, weil bei der Fichte die älteren Nadeljahrgänge noch mitarbeiten können.

Bild 5

Verteilung der Baumzahlen, des Kronen- und Blattgewichts und des  
 Derbholzzuwachses auf die Baumklassen  
 in einem 80jährigen Buchenbestand II. Bonität.



5. Mit Hilfe der v. Höhnelschen Transpirationszahl, die für Buche je Gewichtseinheit Blatztrockengewicht 780 beträgt, läßt sich die Transpiration unseres Bestandes zu 250 mm Niederschlag einschätzen, eine Größe, die ungefähr der Transpiration der Fichte entspricht, wie ich es schon 1925 in der „Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen“ gezeigt habe.

Durch die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind wieder einige Winkel der immer noch recht geheimnisvoll arbeitenden „Zuwachsfabrik“ unserer Bäume und Bestände zu erhellen versucht worden.

### Résumé.

*Dans ce mémoire, l'auteur examine de près quelles sont, dans une hêtraie de 80 ans, naturellement complète et éclaircie par le bas, selon le degré B, depuis 50 ans (placette d'essai), les relations entre le développement des cimes, la quantité des feuilles et l'accroissement, ceci tant chez l'individu que pour le peuplement entier et les classes d'arbres dont il se compose. Il se base sur des résultats récoltés en partie il y a assez longtemps déjà, mais principalement sur des données acquises au cours des dernières années.*

#### I. Indications des tables de production relatives au développement des cimes.

1. Les tables de production, qui ont été établies pour faciliter l'aménagement des forêts, donnent aussi, lorsqu'elles sont bien faites, et que le sylviculteur les consulte intelligemment, de précieux renseignements sur les lois générales probables du développement des arbres et des peuplements forestiers.
2. En ce qui concerne le développement des cimes, rappelons que la masse des ramilles, qui sont les porteuses de l'appareil assimilateur, varie très peu chez des peuplements équiennes dès l'état de perchis, c'est à dire env. de 40 à 120 ans. Dans les mêmes limites, l'influence de la fertilité du lieu est également faible sous ce rapport.
3. Qu'on se souvienne, en outre, que le matériel sur pied et le coefficient de forme de peuplements complets de même hauteur moyenne sont à peu près les mêmes, indépendamment des éléments du lieu. Il en résulte nécessairement que des peuplements de diamètre moyen identique ont aussi env. le même matériel sur pied et la même hauteur, quelle que soit la classe de fertilité.

Pour le hêtre, l'influence de la station sur la forme forestière est minime tant qu'il s'agit d'arbres normaux provenant de peuplements bien complets. Le tarif unique des contrôlistes serait donc, pour cette essence, absolument justifié... si on ne l'appliquait pas, contrairement à nos restrictions, au cas de forêts fortement éclaircies, où les âges et les essences sont intimement mêlés.

## II. Courbes types indiquant la masse des ramilles et la masse foliaire.

1. Conformément aux considérations que nous venons d'énoncer, le résultat des pesages de ramilles que nous avons fait effectuer pour de nombreux arbres types montre que des hêtres de même diamètre, provenant de peuplements purs et pleins, ont environ le même poids de ramilles, indépendamment — ou à peu près — de la fertilité de la station où ils ont crû.
2. Des investigations plus poussées nous ont permis d'établir non seulement une courbe générale des ramilles (en fonction du diamètre), mais encore la courbe du poids total des feuilles et celle du poids des feuilles exprimé en pourcents de celui des ramilles. Mais ces courbes générales — fig. 2 et 5 — ne sont applicables qu'à la norme du peuplement pur et complet. On ne peut pas les utiliser pour des arbres isolés, crûs en mélange ou très fortement dégagés, ni pour des sujets préexistants fortement développés, encore moins pour des hêtres entièrement dominés.

## III. Résultats de recherches faites sur des sujets de la hêtraie âgée de 80 ans Brüschholz 24 B.

1. La hêtraie 24 B se rattache à la 2<sup>e</sup> classe de fertilité, avec 27,2 cm de diamètre moyen et une hauteur moyenne de 27,4 m. De 1931 à 1936, l'accroissement annuel à l'ha de la surface terrière y a atteint 0,65 m<sup>2</sup>, celui du bois fort, 9,8 m<sup>3</sup>.
2. Le bois de quatre tiges choisies dans les différentes classes d'arbres a, en moyenne, comme poids spécifique absolu 0,69, comme facteur de densité 0,58 (rapport entre le poids à l'état absolument sec et le volume à l'état frais), un retrait de 17,4% et une teneur en eau de 45%, si on la rapporte au poids du bois frais, de 84%, si l'on considère le poids du bois sec. La substance organique occupe 57% du volume du bois frais, l'eau, 48%, l'air, 15%.

En outre, l'auteur a examiné en détail les rapports qui existent entre la largeur des cernes annuels, le poids spécifique et la densité absolue, entre la densité absolue et le retrait, ceci tant pour le

bois de cœur que pour l'aubier, à différentes hauteurs au dessus du sol, etc.

3. Sur les mêmes arbres d'essai d'Aarburg, la teneur en eau des feuilles de hêtre est, à mi-juin, de 61% chez les dominants, de 65% chez les retardataires et, pour la moyenne du peuplement, de 62%. Pour faire 1 kg de feuilles à l'état frais, il faut de 4200 feuilles env. — chez les dominants — à env. 5500 feuilles — chez les retardataires. La surface foliaire varie entre 19 m<sup>2</sup> par kg de matière fraîche, pour les dominants, et 24 m<sup>2</sup> par kg pour les retardataires. La moyenne du peuplement est env. 20 m<sup>2</sup>. Les feuilles bien exposées à la lumière sont donc plus épaisses que celles qui sont à l'ombre, et la surface foliaire rapportée à l'unité de poids est, pour les feuilles du hêtre, 3 à 4 fois plus grande que pour les aiguilles de l'épicéa ou de sapin.
4. Dans la hêtraie de 80 ans Brüschoholz 24 B, l'arbre retardataire du plus petit diamètre a 15 cm d'épaisseur à h. de p., une longueur de 22 m, une cime de 9 m de haut, alors que le plus fort des prédominants a 41 cm de diamètre, 29 m de hauteur et une cime longue de 16 m. La cime bien éclairée, en dessus de la plus grande largeur de la couronne feuillée, ne comprend que 20% de la longueur totale de la cime chez le plus petit des retardataires, alors que la proportion est de  $\frac{2}{3}$  chez le plus gros des prédominants.

La surface couverte par le petit sujet (8 m<sup>2</sup>) est 16 fois moins étendue, le volume occupé par sa cime (25 m<sup>3</sup>), 12 fois plus petit, le poids de ses ramilles (40 kg), 8 fois plus léger, et celui de ses feuilles (6 kg), env. 5 fois moins considérable que ce n'est le cas chez le plus gros sujet du peuplement. Mais celui-ci fournit un accroissement 30 fois plus élevé en surface terrière, 50 fois plus élevé en bois fort. Le plus petit hêtre emploie 5 kg de feuilles pour fabriquer annuellement 1 dm<sup>3</sup> de bois fort (c. à d. 5000 kg par m<sup>3</sup>), alors que le plus gros obtient le même effet avec 0,5 kg (c. à d. 500 kg p./m<sup>3</sup>).

#### VI. Relations entre le développement des cimes et l'accroissement à l'ha de la hêtraie âgée de 80 ans de la placette 24 B.

1. Lors du dernier inventaire, on constatait la présence de 572 hêtres à l'ha, dont 54% sont dominants, 48% codominants et 18% retardataires. La somme des surfaces couvertes, sans déduction pour les enchevêtrements et les superpositions, s'élève à 11980 m<sup>2</sup>, dont 47% reviennent aux dominants, 42%, aux codominants, et 11%, aux retardataires. La somme des volumes occupés par les cimes:

70 100 m<sup>3</sup>, le poids des ramilles défeuillées: 63 800 kg, le poids des feuilles à l'état frais: 7910 kg, la surface foliaire totale: 158 202 m<sup>2</sup> (16 ha), tous ces chiffres rapportés à l'ha, se répartissent d'une manière semblable entre les classes d'arbres. Voir la fig. 5.

2. Ces 7910 kg de feuilles produisent par ha et par an un accroissement de surface terrière de 0,65 m<sup>2</sup>, dont 52% sont le fait des dominants, 40% et 8%, celui des codominants et des retardataires. L'accroissement annuel en bois fort, soit 9,8 m<sup>3</sup> à l'ha, est fabriqué par les différentes classes d'arbres dans la proportion suivante: dominants 55%, codominants 38%, retardataires 7%. Donc, les dominants, qui ne représentent qu'un tiers du nombre des tiges, ont à leur actif plus de la moitié de la production de bois fort.
5. Il faut aux hêtres dominants 11 000 kg de feuilles et une surface foliaire de 205 000 m<sup>2</sup> pour produire 1 m<sup>3</sup> d'accroissement de surface terrière par an. Les retardataires emploient au même effet 18 000 kg de feuilles et 440 000 m<sup>2</sup> de surf. fol., l'ensemble du peuplement (moyenne), 12 000 kg et 240 000 m<sup>2</sup>. Pour fabriquer 1 m<sup>3</sup> de bois fort par an, les dominants mettent en jeu 700 kg de feuilles (ou 13 000 m<sup>2</sup> de surf. fol.), les retardataires, 1400 kg (ou 54 000 m<sup>2</sup> de surf. fol.), l'ensemble du peuplement, 800 kg (ou 16 000 m<sup>2</sup> de surf. fol.).
4. La production de feuilles et la fabrication du bois fort, exprimées en poids sec à l'ha et par an, sont, respectivement, de 3180 kg et de 5590 kg. Donc, chaque kg de substance foliaire sèche correspond en moyenne à la production de 1,8 kg de bois fort sec. La hêtraie emploie donc relativement plus de substance sèche à la constitution annuelle de son feuillage que la pessière. Chez l'épicéa, les aiguilles des années précédentes peuvent encore collaborer à l'assimilation.
5. En se servant du facteur de v. Höhnel, soit 780 par unité de poids de substance foliaire sèche pour le hêtre, on peut évaluer la transpiration totale du peuplement à 250 mm de préc. L'auteur a déjà démontré en 1925, dans la „Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen“, que la hêtraie et la pessière diffèrent peu sous ce rapport.

Ces résultats jettent, à ce qu'il nous semble, quelque lumière dans les angles encore obscures de la „fabrique d'accroissement“, encore bien mystérieuse, que constituent nos arbres et nos forêts.

## Literaturverzeichnis.

1. *Badoux E.*: «De l'influence de divers modes et degrés d'éclaircie dans les hêtraies pures». Mitteil. d. schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen XXI. Bd., 1. Heft 1939.
2. *Boysen-Jensen P.*: «Untersuchungen über die Stoffproduktion in jungen Beständen von Esche und Rotbuche». Mitteil. a. d. forstl. Versuchswesen Dänemarks, 1930.
3. *Burger H.*: «Holz-, Laub- und Nadeluntersuchungen». Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1925.  
Derselbe: «Holz, Blattmenge und Zuwachs». Mitteil. d. schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen. «Die Weymouthsföhre» 1929, «Die Douglasie» 1935, «Föhren und Fichten verschiedener Herkunft» 1937.  
Derselbe: «Kronenaufbau gleichalteriger Nadelholzbestände» und «Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen». Gleiche Mitteil. XXI. Bd., 1. Heft 1939.  
Derselbe: «Der Rindenzuwachsfehler». Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1937.
4. *Champion P.*: «The effect of defoliation on the increment of Teak saplings». Forest Bull. No. 89, Delhi 1934.
5. *Coster J. Ch.*: «The transpiration of different vegetation on Java». Tectona 1937.
6. *Engler A.*: «Untersuchungen über den Blattausbruch und das sonstige Verhalten von Licht- und Schattenpflanzen der Buche». Mitteil. d. eidgen. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, X. Bd., 1911.
7. *Flury Ph.*: «Ertragstabellen für die Fichte und Buche der Schweiz». Mitteil. d. eidgen. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, IX. Bd., 1907.  
Derselbe: «Untersuchungen über das Schwindmaß des Stammholzes». Gleiche Mitteil., XI. Bd., 1921.
8. *Gäumann E.*: «Der Stoffhaushalt der Rotbuche». Berichte d. schweiz. botan. Gesellschaft, 1935.  
Derselbe: «Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Buchenholzes». Mitteil. d. eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XIX. Bd., 1936.
9. *Gäumann E.* und *Jaag O.*: «Einfluß des Windes auf die pflanzliche Transpiration». Ber. d. schweiz. botan. Gesellsch. 1939.
10. *Größler W.*: «Ueber Raumbgewicht und Holzeigenschaften einiger Rotbuchen aus dem Hochgebirge». Diss. München 1939.
11. *Gut R. Ch.*: «Assimilation chlorophyllienne avant le lever du soleil». Journal forestier suisse 1939.
12. *Huber B.*: «Methoden, Ergebnisse und Probleme der neueren Baumphysiologie». Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 1937.
13. *Jyjasz E. I.*: «Grundwasser und Baumvegetation». Forstl. Versuche Sopron 1938 und 1939.
14. *Jaccard P.*: «A propos de l'assimilation du bioxyd de carbone». Journal forestier suisse 1939.
15. *Kittredge J.*: «The annual accumulation and creep of litter etc.». Journal of agr. research, Washington D. C., 1939.
16. *Knuchel H.*: «Einfluß der Fällzeit auf die Eigenschaften des Buchenholzes». Mitteil. d. eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XIX. Bd., 1935.
17. *Minckler L. S.*: «Transpiration of trees and forests». Journal of Forestry 1939.
18. *Münch E.*: «Stoffbewegungen in der Pflanze». Jena 1930.  
Derselbe: «Untersuchungen über die Harmonie der Baumgestalt». Botan. Jahrbuch 1938.

19. *Ohmura M.* and *Mori K.*: «The amount of fall and decomposition of the leaf-litter of the forests of Japan». Bull. of the Forest Exp. Stat. of the Imperial Household 1937.
20. *Paul B. H.*: «Shrinkage of white oak as affected by position in the trees». Journal of Forestry 1939.
21. *Potts S. F.*: «A method for determining the quantity of foliage per acre of woodland». Journal of Forestry 1939.
22. *Ramann E.*: «Blättergewicht und Blattflächen einiger Buchen». Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1911.
23. *Roeser J., jr.*: «The water requirement of Rocky Mountain conifers». Journal of Forestry 1940.
24. *Romell L. G.*: «Litter production and annual growth of blue berry bushes in northern Spruce woods». Svensk Botanisk Tidskrift 1939.
25. *Schubert A.*: «Untersuchungen über den Transpirationsstrom der Nadelhölzer und den Wasserbedarf von Fichte und Lärche». Tharandt. forstl. Jahrbuch 1939.
26. *Trendelenburg R.*: «Das Holz als Rohstoff». München 1939. Mit zahlreichen Literaturangaben.
27. *Vanselow K.*: «Alter, Zusammensetzung und Aufbau natürlicher Verjüngungen». Allg. Forst- u. Jagdz. 1939.
28. *Wiedenmann E.*: «Die Rotbuche 1931». Mitteil. aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1932.  
Derselbe: «Ueber die Stetigkeit und Unstetigkeit des Waldwesens». Silva 1937.  
Derselbe: «Untersuchungen der preußischen Versuchsanstalt über Ertragstafelfragen». Mitteil. a. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1939.
29. *Wohlfahrt E.*: «Die Ergebnisse der badischen Durchforstungsversuche». Allgem. Forst- u. Jagdz. 1938.
30. *Zimmerle H.*: «Die Versuchsreihe über Buchendurchforstung im Forstbezirk Geislingen a. St.». Allgem. Forst- u. Jagdz. 1938.