

MITTEILUNGEN
AUS DEM
FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN
ÖSTERREICHS.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

K. K. FORSTLICHEN VERSUCHSANSTALT IN MARIABRUNN.

~~~~~  
DER GANZEN FOLGE XXIX. HEFT.  
~~~~~

WIEN.

K. U. K. HOF-BUCHHANDLUNG WILHELM FRICK.

1904.

MITTEILUNGEN
AUS DEM
FORSTLICHEN VERSUCHSWESEN ÖSTERREICHS.
—o XXIX. HEFT. o--

WUCHSGESETZE
NORMALER
FICHTENBESTÄNDE.

VON

ADALBERT SCHIFFEL,
K. K. FORSTRAT

MIT 4 TAFELN UND 7 ABBILDUNGEN IM TEXTE.

WIEN.
K. U. K. HOF-BUCHHANDLUNG WILHELM FRICK.
1904.

~~~~~  
**ALLE RECHTE VORBEHALTEN.**  
~~~~~

INHALTS-ÜBERSICHT.

	Seite
Einleitung	1
I. Die deutschen Ertragstafeln	10
II. Die Gesetze der Bestandesentwicklung im vollen Schlusse.	
1. Die Beziehungen zwischen Schaftformzahl, Höhe und Mittelstammdurchmesser	16
2. Die Beziehungen der Grundfläche und Schaftmasse zur Höhe	23
III. Die Wuchsgesetze anderer Erziehungsformen.	
1. Einleitung	26
2. Die Wuchsgesetze für die Mittel- und Lichtschlußform	34
IV. Normalertragstafeln für die Fichte in drei Schlußformen	45
V. Vergleichende Darstellung der Ertragstafeldaten der verschiedenen Schlußformen	73
VI. Gebrauch der Ertragstafeln	78
VII. Folgerungen	83
VIII. Schlußbemerkung	89
Anhang. Über die gesetzmäßigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen	91

Fehlerberichtigung.

Seite 1, 9. Zeile von oben. Anstatt „Indeich“ lies: „Judeich“.

Seite 2 und 3. In der Tabelle I sind die in der Rubrik „Mittlere Kronenlänge“ eingestellten Dezimalbrüche als ganze Zahlen zu lesen.

Seite 5, 7. Zeile von oben. Anstatt: $13\cdot8 - 4\cdot3 = 5\cdot1$ lies: $13\cdot8 - 9\cdot5 = 4\cdot3$.

Seite 5, 17. Zeile von unten. Anstatt: $0\cdot42 \times 13\cdot8 = 5\cdot80$ m bei II auf $0\cdot46 \times 8\cdot68 = 4\cdot00$ lies: $0\cdot56 \times 13\cdot8 = 7\cdot73$ m, bei II auf $0\cdot54 \times 8\cdot68 = 4\cdot69$.

Seite 6, 17. Zeile von oben. Anstatt 33 und 39, beziehungsweise 35 und 41 lies: 27 und 33, beziehungsweise 29 und 35.

Seite 23, 3. Zeile von oben. Anstatt: G , lies g .

Vorwort.

Ich bilde mir nicht ein, in dieser Abhandlung die Entwicklungsgesetze normaler Fichtenbestände und mit diesen die Ertragstafelfrage endgültig und umfassend gelöst zu haben. Eine solche Lösung wird wohl nur auf Grund von exakten Beobachtungen verschiedenartig begründeter und behandelter Bestände während ihrer ganzen Lebensdauer möglich sein und gewiß noch Jahrzehnte lang berufene Forscher beschäftigen. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß die fortschreitende Erkenntnis der Gesetzmäßigkeit im Walten der Naturkräfte diese Aufgabe erleichtern, wogegen andererseits die Entwicklung der Produktion und des Handels eine Wandlung in den Aufgaben der Forstwirtschaft herbeiführen und die Wissenschaft vor neue Probleme stellen kann.

Was ich mit der vorliegenden Arbeit hauptsächlich bezwecke, ist: mit der Darstellung der Wuchsgesetze der Fichte in verschiedenen Erziehungsformen dem Wirtschaftler einen Einblick in die von der Art der Begründung und wirtschaftlichen Behandlung wesentlich beeinflussten Ertragsunterschiede einer und derselben Standortsbonität zu vermitteln und durch die Aufstellung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten einen Beitrag zu den Behelfen zu leisten, mit welchen unter gegebenen Voraussetzungen bei möglichst geringem Grundlagenmateriale brauchbare Lokalertragstafeln aufgestellt werden können.

In vielen Fällen werden wohl auch die hier aufgestellten Ertragstafeln selbst unvermittelt gebrauchsfähig sein, oder es wird aus dem Inhalte dieser Abhandlung Aufschluß darüber zu gewinnen sein, weshalb für bestimmte Produktionsverhältnisse diese oder eine andere Tafel nicht anwendbar sei.

Mariabrunn, im Dezember 1903.

A. Schiffel.



Einleitung.

Die wissenschaftliche Behandlung forstwirtschaftlicher, insbesondere waldbaulicher Fragen datiert nicht weit zurück. Begreiflicherweise hat sich die systematische Beobachtung der naturgesetzlichen Entwicklung gesellig lebender Waldbäume, der Bestände, zum Zwecke der Erforschung günstiger Wuchsbedingungen erst mit dem Zeitpunkte zu entwickeln begonnen, als sich einerseits Holzangel, wenigstens das Fehlen bestimmter Holzarten und Sortimente, einstellte, andererseits aber die fortschreitende Entwicklung der Verkehrsmittel das Holz zu einer gesuchten und entsprechend bezahlten Handelsware machte. In diesem bei uns kaum 50 Jahre zurückreichenden Zeitpunkte beginnt die wirtschaftliche, später insbesondere durch Heyer, Preßler und Indeich auch finanziell begründete und entwickelte Forstwirtschaft. Der Finanzforstwirtschaft fehlt aber, wie leicht nachzuweisen, auch heute noch die positive Grundlage, nämlich die Fähigkeit, die Zukunftswerterträge richtig zu bestimmen. Nicht viel später begann auch die Arbeit der forstlichen Versuchsanstalten, solche Grundlagen zu schaffen. Es gibt noch heute Forstwirte, die auf Grund irgend einer Normal- oder Lokal-ertragstafel den Wert von Zwischen- und Hauptnutzungen späten Einganges auf Jahr und Tag bei Heller und Pfennig berechnen, Kultur-, Verwaltungs- und Steuerkapital nach Durchschnittsgrößen veranschlagen, einen Zinsfuß annehmen, diese Werte in die Bodenerwartungswertformel einstellen und daraus die finanziell vorteilhafteste Umtriebszeit kalkulieren. Solche Rechner bedenken nicht, daß, abgesehen von dem schwankenden, für längere Zeitläufe — mit denen die Forstwirtschaft rechnen muß — unbestimmbaren Zinsfüße, die Kultur- und Verwaltungskosten, insbesondere aber die Holzerträge in ganz wesentlichem Maße von der Bonität von der Art und Methode der Bestandesbegründung und von der Art der Bestandespflege und -Erziehung abhängen. Diese Einflüsse auf den Ertrag sind noch lange nicht so eingehend erforscht, daß es möglich wäre, ihre Wirkungen auf den Ertrag mit einiger Sicherheit abzuschätzen. Insbesondere gehen die Ansichten über die zweckmäßigste Art der Bestandesbegründung und -Erziehung noch weit auseinander; es dürfte noch geraume Zeit vergehen, bis das forstliche Versuchswesen in einwandfreier und überzeugender Weise die Wirkungen verschiedener Anbau- und Bestandesbegründungsmethoden und die Einflüsse verschiedener wirtschaftlicher Behandlungsarten auf den Holzertrag nach Holzarten und Bonitäten dargestellt haben wird, bis Ertragstafeln für verschiedene, wirtschaftlich in Betracht kommende Begründungs- und Behandlungsmethoden aufgestellt sein werden. Obwohl es an diesfälligen Versuchen*)

*) K. Schuberg. Mitteilungen über den Wuchs und Ertrag der Waldbestände im Schlusse und Lichtstande. Tübingen 1894.

Dr. Schwappach. Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preußen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener wirtschaftlicher Behandlungsweise.

auch bisher nicht fehlte, leiden diese doch an einem wesentlichen Mangel, nämlich an der Zusammenfassung ungleichartigen Materiales zu einer Ertragsreihe.

Zur Demonstration der Unzulänglichkeit sogenannter Normalertragstafeln wollen wir einen ungemein lehrreichen, von der sächsischen Versuchsanstalt eingerichteten Versuch, dessen bisherige Beobachtungsdaten Professor Dr. M. Kunze im „Tharander forstlichen Jahrbuch“, Band 52, Jahrgang 1902, veröffentlichte, in seinen summarischen Daten auszugsweise vorführen und besprechen.

Der im Wernsdorfer Staatsforste im Jahre 1862 angelegte Versuch bezweckt das Studium des Einflusses verschiedener Anbauversuche auf das Wachstum und den Ertrag der Holzart Fichte. Die Anbaumethoden umfassen: Saaten, Einzelpflanzungen in Quadrat- und Reihenverbänden und Büschelpflanzungen in Quadrat- und Reihenverbänden. Da Büschelpflanzungen in der Regel nicht mehr ausgeführt werden und der Versuch unzweifelhaft erkennen läßt, daß, insbesondere bei frühzeitiger Vereinzelung der Pflanzen in den Büscheln, die Wachstumsunterschiede überall vom Pflanzenabstande, das ist von dem jeder Einzelpflanze zugemessenen Wuchsraume abhängen, können wir uns auf die Vorführung der Versuche mit Einzelpflanzung beschränken, welche den Unterschied in dem Wuchsraume deutlich und in bestimmten Abstufungen erkennen lassen.

Die Ergebnisse der drei in den Jahren 1885, 1894 und 1900 erfolgten Aufnahmen sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 1.

Bezeichnung des Versuches	Alter	Hauptbestand								Abgang			
		Stammzahl	Grundfläche	Mittlerer Durchmesser	Mittlere Höhe	Schafformzahl	Schaftholz	Baumholz	Mittlere relative Kronenlänge	Stammzahl	Grundfläche	Schaftholz	Baumholz
	Jahre	m ²	cm	m		m ³		% der Scheitelhöhe		m ²	m ³		
Vollsaat.													
I	33									80731	8·27	22·0	41·6
	39	11969	23·84	5·1	6·82	0·571	93·0	122·1	0·41	9606	4·79	18·1	27·3
Riefensaart. Riefenabstand 1·13 m, Riefenbreite 0·42 m.													
II	27	16591	17·87	3·7	4·77	0·663	56·8	86·8	0·53	20711	2·74	11·0	26·9
	33	7145	17·07	5·5	6·44	0·604	66·2	91·0	0·34	9446	8·11	25·4	45·6
	39	5508	22·13	7·2	8·68	0·551	106·9	143·0	0·46	1637	2·15	8·8	14·2
Plätzesaat. Abstand der Plätze 1·13 m, Platzfläche 0·12 m ² .													
III	27	10488	18·69	4·8	5·77	0·605	65·3	101·0	0·63	12764	3·33	12·1	25·6
	33	5421	18·02	6·5	7·66	0·593	82·0	112·6	0·45	5067	6·97	25·2	44·5
	39	4640	24·60	8·2	9·63	0·529	130·3	175·3	0·439	781	1·19	4·5	6·8
Quadratverband 0·85 m Einzelpflanzung.													
IV	29	8460	23·56	6·0	6·71	0·616	97·5	148·8	0·60	1637	0·48	2·0	3·4
	35	5739	27·02	7·7	8·29	0·593	133·0	185·4	0·48	2721	2·87	9·5	15·4
	41	4694	31·70	9·3	10·90	0·552	190·8	254·5	0·45	1045	2·42	10·4	14·0

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Bezeichnung des Versuches	Alter	Hauptbestand								Abgang			
		Stammzahl	Grundfläche m ²	Mittlerer Durchmesser cm	Mittlere Höhe m	Schaftformzahl	Schaftholz m ³	Baumholz	Mittlere relative Kronenlänge % der Scheitelhöhe	Stammzahl	Grundfläche m ²	Schaftholz m ³	Baumholz
	Jahre												
Quadratverband 1·13 m Einzelpflanzung.													
VI	29	4947	22·14	7·6	8·19	0·571	103·8	163·3	0·66	611	0·18	0·7	1·3
	35	4243	26·91	9·0	9·61	0·587	151·8	210·3	0·47	704	0·98	3·5	5·2
	41	3281	30·46	10·9	11·6	0·550	194·5	251·9	0·41	962	2·62	11·6	15·6
Quadratverband 1·13 m Einzelpflanzung (Hügelpflanzung).													
XIV	29	5146	24·01	7·7	8·12	0·569	110·9	179·8	73	2559	1·71	6·1	11·1
	35	4261	27·5	9·1	9·78	0·564	151·7	205·3	46	885	1·68	6·4	8·6
	41	3057	30·5	11·3	12·21	0·509	194·5	240·3	36	1204	3·75	18·0	24·8
Quadratverband 1·42 m.													
VIII	29	3722	18·6	8·1	8·45	0·552	87·0	143·8	0·76	437	0·05	0·3	0·6
	35	3267	23·6	9·6	9·85	0·551	127·9	186·3	0·52	455	0·51	1·7	2·6
	41	2526	28·08	11·9	12·0	0·532	180·0	233·7	0·42	741	1·92	8·9	12·9
Quadratpflanzung 1·70 m.													
X	29	2472	13·88	8·5	7·71	0·555	59·5	102·3	0·77	369	0·19	0·7	1·6
	35	2450	18·92	9·9	9·29	0·556	97·7	146·5	0·62	22	0·04	0·1	0·2
	41	2140	24·11	12·0	11·4	0·517	142·4	186·7	0·44	310	0·90	3·7	6·0
Quadratpflanzung 1·98 m.													
XII	29	2078	13·90	9·2	8·63	0·541	65·0	111·6	0·80	220	0·12	0·6	1·2
	35	2049	18·68	10·8	10·3	0·541	104·4	161·4	0·66	29	0·05	0·1	0·2
	41	1760	23·99	13·2	13·2	0·512	162·9	213·2	0·43	289	0·75	3·4	5·4
Reihenpflanzung (Reihenabstand 3·40 m, Pflanzenabstand 1·13 m).													
XVIII	29	1919	14·81	10·0	9·37	0·533	74·1	127·7	0·80	343	0·17	0·7	1·4
	35	1886	19·64	11·5	11·50	0·539	121·7	186·6	0·66	33	0·05	0·2	0·2
	41	1391	23·41	14·6	13·80	0·512	166·1	220·8	0·44	495	1·80	9·4	13·5

Betrachten wir uns die Resultate dieses Versuches etwas genauer, so fällt uns zunächst die Gesetzmäßigkeit ins Auge, mit welcher im gleichen Alter Höhe und Durchmesser mit dem größeren Standraume zunehmen, d. h. je geringer im gleichen Alter die Stammzahl, desto größer sind Höhe und Durchmesser. Lassen wir die Vollaat, obgleich sie das Extrem deutlich vor Augen führt, als praktisch nicht in Betracht kommend, außer Acht und ergänzen wir die Riefen- und Plätzeaat durch einen zweijährigen Zuwachs auf das gleiche Alter der Pflanzungen, so finden wir für die wichtigsten Massenfaktoren die folgende Skala:

Tabelle 2.

Alter	Riefensaat	Plätzesaat	Quadratverbände					Reihenverband	
			0·85 m	1·13 m	1·42 m	1·70 m	1·98 m	$\frac{1·13}{3·40} m$	
41	Stammzahlen = <i>N</i> .								
	4910	4340	4694	3281	2526	2140	1760	1391	
	Hügelpflanzung			3057					
	Höhen = <i>h</i> in m.								
	9·5	10·4	10·9	11·6	12·0	11·4	13·2	13·8	
	Hügelpflanzung			12·2					
	Durchmesser = <i>d</i> in cm.								
	7·9	8·9	9·3	10·9	11·9	12·0	13·2	14·6	
	Hügelpflanzung			11·3					
	Grundflächen = <i>G</i> in m ² .								
24·0	27·0	31·7	30·46	28·1	24·1	23·99	23·41		
Hügelpflanzung			30·50						
Schaftformzahlen = <i>F</i> .									
0·551	0·529	0·552	0·550	0·532	0·517	0·512	0·512		
Hügelpflanzung			0·509						

Bevor wir diese Daten besprechen, ist es erforderlich, darüber im klaren zu sein, ob bei diesem Versuche nicht auch Standortbonitätsunterschiede mit im Spiele sind. Es ist dies zu verneinen. Einen Beweis hiefür erblicken wir darin, daß die im gleichen Verbände durchgeführten Versuche VI und XIV, welche sich bloß durch die in Anwendung gebrachte Kulturmethode unterscheiden (Hügelpflanzung und Löcherpflanzung) in den charakteristischen Daten sehr gut übereinstimmen, obwohl die beiden Flächen räumlich getrennt voneinander liegen. Grundfläche, Stammzahl, Höhe und Durchmesser stimmen in beiden Flächen auffallend überein. Ein weiterer Beweis für die Gleichartigkeit und Vergleichsfähigkeit des Standortes liegt darin, daß die Resultate der Büschelpflanzungen fast die gleichen, lediglich von dem Standraume abhängige Entwicklungsunterschiede nur mit geringeren Ansätzen zeigen, obgleich die örtliche Anordnung der Büschelpflanzungsversuche sich von der Lage der Einzelpflanzungen unterscheidet. Eine Ausnahme hievon bildet bloß die Fläche II, bei welcher die Ergebnisse der Büschelpflanzung etwas höher sind, weshalb auch bei Fläche II eine geringe Bonitätsdifferenz zugegeben werden mag. Ein Zweifel an der Standortbonitätsgleichheit des Versuches im praktischen Sinne ist daher völlig ausgeschlossen.

Es folgt aus diesem Versuche mit größter Sicherheit, daß für die Entwicklung von Fichtenjunghölzern bei gegebener Bonität in erster Reihe der Standraum maßgebend ist, in welchem die Jugend erwächst. Betrachten wir uns das Maß dieser Entwicklungsdifferenzen, so finden wir — auch abgesehen von der Vollaast — so bedeutende Unterschiede, daß ihre praktische Bedeutung gar nicht bezweifelt werden kann. Bei annähernd gleicher Grundfläche finden wir zwischen II und XVIII einen Höhenunterschied von $13.8 - 4.3 = 5.1$ m, d. i. 45%, einen Durchmesserunterschied von $14.6 - 7.9 = 6.7 = 85\%$ zugunsten der weitständigen Erziehung, dagegen ist die Stammzahl der Fläche XVIII um $4910 - 1391 = 3519$ geringer und beträgt rund nur 28% der Stammzahl von II. Selbstredend ist wegen der bedeutend größeren Höhe auch die Schaftmasse in der Weitstandsfläche XVIII größer; doch fällt dieser Umstand angesichts des maßgebenden Unterschiedes in der Massenzusammensetzung nicht so ins Gewicht. Praktisch ist das Resultat einfach folgendes:

In dieser gegebenen Bonität erziele ich in engständiger Erziehung im 41jährigen Alter 126 fm^3 Schaftholz mit einem Mittelstamme von 9.5 m Höhe und 7.9 cm Durchmesser, in weitständiger Erziehung 166 fm^3 Schaftholz von 13.8 m Mittelhöhe und 14.6 cm mittlerem Durchmesser!

Bevor wir jedoch das endgültige Urteil über die Vorteile der Weitstandserziehung fällen, müssen wir auch den naheliegenden Einwand erwähnen, wornach das im Weitstande rascher erwachsene Holz astig und technisch weniger wert sei als das astreine, engringige des Dichtstandes. Diesem Einwande gegenüber wären wir wehrlos, wenn uns bloß die Aufnahme vom Jahre 1888 vorläge, denn hier fänden wir, daß in der Fläche II die Astreinheit sich auf 42% der Schaftlänge, in XVIII dagegen nur auf 20% der Schaftlänge erstreckt, mithin der weitständig begründete Bestand relativ bei weitem mehr beastet war. Betrachten wir jedoch die Schaftreinheit zwölf Jahre später, so finden wir die relative Kronenlänge bei beiden schon nahezu gleich; die Fläche XVIII hat 42%, die Fläche II 46% Kronenlänge. Es ist sogar die Schaftreinheit bei der weitständigen Kultur größer geworden; absolut genommen ist der Schaft in XVIII auf eine Länge von $0.42 \times 13.8 = 5.80$ m bei II auf $0.46 \times 8.68 = 4.00$ m schaftrein, das Argument der größeren Schaftreinheit dicht erzogener Bestände ist also hier nicht stichhältig. Was aber die Meinung anbelangt, daß weitringiges Holz technisch weniger wert sei als engringiges, so stehen dem die speziell bei der Fichte gemachten Untersuchungen *) gegenüber, wonach die Festigkeit und Elastizität weniger von der Jahrringbreite als von dem Verhältnisse der Herbstholzschiene zur Sommerzone des Jahrringes abhängt. Dieses Verhältnis dürfte aber mehr von dem Standorte als vom Schlußgrade beeinflußt werden.

Mit der Frage der Schaftreinheit oder relativen Kronenlänge gelangen wir zum eigentlichen Kernpunkte der Bestandeserziehung, der es verdient, an Hand des vorgeführten Versuches und dann im allgemeinen näher erörtert zu werden. Betrachten wir uns den Vorgang der Schaftreinigung bei der Riefensaat-Fläche II genauer, so finden wir, daß vom 27. bis zum 33. Altersjahre die relative Kronenlänge von 0.58 auf 0.34, also mit Rücksicht auf den kurzen Zeitraum überaus stark gesunken ist, und zwar ungeachtet dessen, daß der Bestand im 27jährigen Alter 20.700 Stämmchen verloren hat. Diese Erscheinung ist ganz sicher auf den gedrängten Stand zurückzuführen, in dem der Bestand im 27jährigen Alter verblieben ist. 16.600 Stämme konnte der Bestand in diesem Alter nicht vertragen und schied binnen sechs Jahren weitere 9446 Stämme aus.

*) G. Janka. Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Heft XXVIII. „Die Bauhölzer Österreichs“. 1904.

Während dieser Periode hat seine Kreisfläche gar nicht, Durchmesser und Höhe relativ sehr wenig zugenommen, d. h. der Bestand ist „sitzen“ geblieben. Die Steigerung der Mittelhöhe und des mittleren Durchmessers vom 27. auf das 33. Jahr wird zum größeren Teile auf die automatische Wirkung der Ausscheidung des unterdrückten Nebenbestandes zurückzuführen sein. Erst durch den Prozeß der Selbsthilfe — welche nur bei guten Bonitäten so rasch eintritt — hat der Bestand so weit Licht erhalten, daß sich die relative Kronenlänge vergrößern konnte. Der Kronenansatz über dem Boden ist von 3·54 m im Jahre 1894, auf 4·44 m im Jahre 1900 gestiegen, ein Beweis, daß die Astreinigung weitere Fortschritte machte. Da nun ein 8·68 m hoher Bestand, der nur 4·24 m Kronenlänge besitzt, unmöglich eine entsprechende Zuwachseleistung hervorbringen kann, so braucht man kein Prophet zu sein, um vorherzusagen, daß dieser Bestand auch weiter sitzen bleiben wird, wenn ihm nicht eine ganz ausgiebige Stammzahlenverminderung, welche sich mindestens auf die Hälfte der Stammzahl erstrecken müßte, zu Hilfe kommt.

Ganz ähnliche, wenn auch nicht so grell hervortretende Zustände fanden wir bezüglich der Schaftreinigung auch bei der Plätzeaat III und in den engen Quadratverbänden der Flächen IV, VI und XIV. Auch hier erfolgte die Schaftreinigung hauptsächlich im Alter zwischen 33 und 39 beziehungsweise 35 und 41 Jahren, nur mit dem Unterschiede, daß bei den engen Pflanzungen die Schaftreinigung weitere, und zwar noch immer vorzeitige Fortschritte macht, welche zuverlässig zu Zuwachsminderungen führen müssen. Die Periode der Grundflächenzuwachsstockung, welche die Saaten II und III in der Zeit von 27 bis 33 Jahren aufweisen, wird bei den engen Quadratverbänden in den Jahren 41 bis 47 eintreten. Die Periode der Zuwachsminderung infolge zu engen Verbandes wird bei den engen Quadratverbänden entsprechend dem späteren Eintritt des Drängens nur verschoben. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß auch die Periode der kleinsten Kronenlänge, mit welcher die gewaltsame Ausscheidung von Nebenbestand, d. h. das Absterben verbunden ist, und welche mit zirka ein Drittel der Schaftlänge veranschlagt werden kann, wieder eine Vergrößerung der relativen Kronenlänge erfolgen wird. Dieses Schwanken der Kronenlänge kann sich so oft wiederholen, als das Drängen den Eintritt dieses Minimums an Kronenlänge verursacht. Offenbar hat die Vollsaat schon eine solche Periode überstanden und wird eine zweite solche Krisis in kurzem erfahren. Betrachten wir dagegen die im mittleren und weiteren Verbände begründeten Versuche VIII, X, XII und XIV, so ist zunächst sicher, daß in diesen Beständen die Reinigung später begonnen hat und sich langsamer vollzieht, d. h. auf einen längeren Zeitraum erstreckt. Der Kreisflächenzuwachs ist, ungeachtet bedenklichen Fortschreitens der Reinigung noch entsprechend und es kann mit großer Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden, daß auch die weitständigsten Verbände XII und XVIII bei der nächsten Aufnahme die Kreisfläche der engen Verbände IV, VI und XIV erreicht, wenn nicht überschritten haben werden. Ebenso wahrscheinlich ist aber mit Rücksicht auf das Maß des Zurückgehens der Krone auch anzunehmen, daß auch in den weitständig begründeten Flächen eine Zuwachsstagnation eintreten muß, sobald das Kronen-Minimum erreicht ist. Diese Stockung wird allerdings verhältnismäßig geringer auftreten und sich nicht so katastrophenartig äußern wie bei den im dichtesten Schlusse erwachsenden Beständen. Jedenfalls aber behalten die mittel- und weitständigen Verbände ihren Vorsprung, den sie der lichtständigeren Erziehung verdanken, bis in das spätere Alter, vorausgesetzt, daß die Grundsätze der Erziehung, nämlich die Vermeidung eines Eingriffes in den herrschenden Bestand, in allen Flächen auch weiterhin gleichmäßig in Anwendung gebracht wird. Die Lehren, die wir aus diesem Versuche ziehen, sind:

1. Die weitständige Jugenderziehung der Fichte ist der engständigen überlegen an Ergebnissen in Bezug auf Bestandeshöhe, Durchmesser und Schaftmasse.

2. Die relative Schaftreinheit wird in besseren Bonitäten auch bei Pflanzungen bis über 2 m Pflanzenabstand noch bei einer geringen Höhe (14 m) in gleichem Maße wie bei engständigerem Anbaue erreicht.

3. Durch frühzeitigen engen Schluß werden Zuwachsstockungen verursacht, welche mit der Kronenlänge, d. i. mit dem Wuchsraume in enger Beziehung stehen und das Zurückbleiben gegen die später in Schluß gelangenden weitständig begründeten Bestände erklären.

Diese Sätze folgen unmittelbar aus dem Versuche. Es lassen sich jedoch hieraus noch weitere Schlüsse ziehen, sobald wir nicht allein die Wirkungen der Begründungsunterschiede verfolgen, sondern auch wirtschaftliche Eingriffe supponieren.

Es ist zunächst klar, daß diese verschiedenen Wirkungen der verschiedenen Begründung nur deshalb eintraten, weil jeder Bestand der natürlichen Entwicklung überlassen wurde. Sehen wir davon ab, dass selbst aus Saaten durch rechtzeitiges Ausschneiden sogar eine weitständige Einzelentwicklung möglich gemacht werden kann und setzen wir nur voraus, daß in dem Quadratverbände 0.85 m bei Eintritt des Schlusses jede zweite Pflanze entfernt worden wäre. Ganz sicher wäre dann die Entwicklung der Fläche IV jener von X gleich gewesen. Nicht im ursprünglich angewendeten Verbände oder der Kulturmethode, sondern in der rechtzeitigen Regelung des Wuchsraumes liegt also die Ursache der Wirkung. Nehmen wir an, daß in der jetzt 41jährigen, im engen Pflanzenverbände begründeten Fläche IV die Hälfte der Stammzahl mit Beachtung einer regelmäßigen Standraumverteilung, und nach weiteren fünf Jahren wieder der Hälfte der Stammzahl unter der gleichen Vorsicht entnommen worden wäre, so daß der Bestand im 51. Lebensjahre nur 1150 Stämme hätte. Die Wirkung wäre offenbar die, daß sich der Kronenansatz verlängern, der Zuwachs steigern würde. Wird weiter angenommen, daß die Fläche XII, bei welcher die Kronenlänge schon auf 43% der Stammlänge gesunken ist, auch fortan nur mäßig durchforstet wird, so wird unausbleiblich in dieser Fläche eine Zuwachsstockung eintreten und es ist nicht ausgeschlossen, daß sich die derzeit bestehenden Unterschiede zwischen beiden Flächen bis zum — sagen wir 80. — Lebensjahre vollständig ausgleichen, oder wenigstens bedeutend verringern. Eine solche Wirkung wäre lediglich auf die wirtschaftlichen Eingriffe, auf die Regelung des Wuchsraumes, d. i. der Kronenlänge zurückzuführen.

Zu einer anderen Erwägung bieten uns wieder die Weitstandsflächen XII und XVIII Gelegenheit. Wir haben erwähnt, daß in diesen Flächen in naher Zeit, etwa schon nach zehn Jahren, infolge der raschen Verringerung der Kronenlänge eine Zuwachsstockung zu befürchten steht. Eine solche müßte jedoch nicht erfolgen, wenn in dem Vorgange der Schaftreinigung ein langsames Tempo eingehalten würde. In zwölf Jahren hat sich die Kronenlänge von 0.80 auf 0.43 verringert. Wenn nun durch entsprechende Verlangsamung des Schlußesintrittes, d. i. im Wege der Durchforstung die Reinigung des Schaftes in der Zeit vom 29. bis 41jährigen Alter von 0.80 auf 0.66 verzögert worden wäre, und eine solche Verzögerung auch weiterhin stattfinden würde, so daß das Reinigungsstadium 0.44 Kronenlänge etwa erst im 80. Jahre erreicht würde, so ist es klar, daß der Ertrag in diesem Zeitpunkte ein ganz anderer, hinsichtlich der Massenzusammensetzung bedeutend vorteilhafterer sein könnte, als es bei fortgesetzter mäßiger Durchforstung in dieser Fläche der Fall sein wird. Dieselben Ursachen werden die gleichen Wirkungen äußern. Die Fläche XII beginnt jetzt Engstandsfläche zu werden und man darf voraussetzen, daß mit einer energischen Lichtung eine ähnliche Wirkung zu erzielen sein würde, wie wir sie bei der Fläche IV für den Fall der starken Durchforstung beschrieben haben. In Bezug auf technische Eigenschaften könnte allerdings die in den Lichtwuchs überführte Fläche XII auch dann verlieren, wenn die Kronenlänge schließlich auch nur 0.40 betragen würde, denn stärkere Äste wachsen ein und bilden einen technischen Mangel, auch wenn sie sich im Holzinernen befinden.

Wir sehen also, daß die Ertragsleistungen bei gleicher Bonität in hervorragender Weise von den Wuchsräumen abhängen; da es aber bei jeder Bestandesbegründung in der Hand des Forstmannes liegt, durch entsprechende Lichtung den Wuchsraum, d. i. die Kronenentwicklung zu regeln, so liegt die Kunst der Bestandserziehung in der Regelung des Vorganges der Schaftreinigung, d. i. in der Beobachtung des Verhältnisses: Kronenlänge zur Schaftlänge.

Man kann an die Schaftreinheit und Engjahringigkeit verschiedene Ansprüche stellen, so viel ist aber unter allen Umständen sicher, daß die Unterbrechung der Stetigkeit im Verlaufe der relativen Kronenlänge während der Lebensdauer des Bestandes, d. h. die Periode der Zuwachsminderung zu vermeiden ist. Der Schwerpunkt der Fichtenerziehung liegt im Jugendstadium. Spätere Lichtungen, bei welchen der Anfall an Zwischennutzung schon die Kosten lohnt, sind viel leichter durchführbar als das Ausscheiden von Saaten oder die Halbierung enger Pflanzverbände.

Wenn wir uns nun fragen, ob Ertragstafeln bestehen, welche solchen verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten, wie wir sie hier vorgeführt oder berührt haben, Rechnung tragen, so müssen wir dies verneinen. Ein Versuch, die besprochenen verschiedenen Bestandestypen nach den bestehenden besten Normalertragstafeln zu bonitieren, sieht so aus:

Die Saaten II und III lassen sich nach Alter und Masse in die IV. Bonität der Ertragstafeln Dr. A. Sch w a p p a c h's für Norddeutschland einreihen. Die größere mittlere Höhe dieser Flächen, 6.68 m beziehungsweise 9.63 m gegenüber 6.4 m der Ertragstafel deutet jedoch schon darauf hin, daß sie einer besseren Standortsbonität als der IV. angehören. Man würde also fehlgehen, wenn man diese beiden Flächen in die IV. Bonität einreihen wollte. Die engen Pflanzungen IV, VI und XIV könnte man nach Alter, Grundfläche und Masse der III. Sch w a p p a c h'schen Bonität zugesellen, doch ist auch hier die Bestandeshöhe größer als die der Ertragstafeln. Die Flächen VIII und X wären nach Alter und Höhe der II. Bonität gleichzustellen, während Kreisfläche und Masse weit gegen die Ansätze dieser Bonität zurückstehen. Die Flächen XII und XVIII ragen mit ihrer Höhe und Mittelstamm Durchmesser noch über die II. Bonität hinaus, wogegen ihre Masse weit gegen die Ansätze der Ertragstafeln zurückbleibt. Es wäre also vergebliche Mühe für diese einer und derselben Standortsbonität angehörigen Versuchsbestände, die Bestandesbonitierung auch nur halbwegs entsprechend nach einer Normalertragstafel vornehmen und zukünftige Erträge bestimmen zu wollen. Unzweifelhaft bildet jede dieser Bestandesgruppen eine Ertragsreihe für sich, d. h. ein und dieselbe Standortsbonität gibt wesentlich verschiedene Erträge. Anbaumethode und Bestandserziehung begründen also ganz bedeutende praktisch ins Gewicht fallende Unterschiede in der Bestandesentwicklung. Diese Entwicklungsgesetze sind jedoch derzeit noch völlig unbekannt. Ein grelles Streiflicht auf die Wirkungen dieser Faktoren wirft der vorgeführte Versuch, aus welchem zu ersehen ist, daß die Bestandesbonität d. i. Ertragsfähigkeit eine variable, bei gegebenem Standorte auch von wirtschaftlichen Maßnahmen abhängige Größe ist. Zugleich ist aber auch aus der Tatsache des Bestehens solcher Versuche zu ersehen, daß die Klärung dieser wirtschaftlich hochbedeutsamen Fragen auf dem besten Wege ist. Vor dem Abschlusse solcher, von verschiedenen Seiten eingeleiteten Versuche, die naturgemäß erst mit dem Abtriebe des Bestandes erfolgen kann, wird es auch nicht möglich sein, wirtschaftlich zuverlässige Durchforstungsregeln und Ertragstafeln aufzustellen. Dieser Zeitpunkt ist jedoch noch in weite Ferne gerückt und sein Eintreten hauptsächlich an die Bedingung der Durchführung recht zahlreicher unter verschiedenen Verhältnissen durchzuführenden Versuche geknüpft.

Es ist nicht zu leugnen, daß die Resultate des vorgeführten sächsischen Versuches für die Erziehung von Fichtenbeständen in mehrfacher Hinsicht neue Gesichtspunkte eröffnen, mit

denen wir uns am Schlusse dieser Abhandlung in dem Abschnitte „Folgerungen“ beschäftigen wollen. Die Wichtigkeit der Sache drängt aber wohl darauf, nach Tunlichkeit schon jetzt die gefundenen Resultate auszunützen und einem weiteren Kreise die Richtungen anzudeuten, welche bei der Erziehung von Fichtenbeständen mit Vorteil zu verfolgen wären. Die spärlichen Resultate einzelner erst kurze Zeit beobachteter Versuche, so wertvoll sie auch an sich sind, genügen jedoch noch nicht, um begründete Entwicklungsgesetze für verschiedene Behandlungsweisen abzuleiten, weshalb wir bei dem Versuche, Wachstumsgesetze zu gewinnen, auf Induktionen angewiesen sind.

Wenn ich im folgendem diesen Weg betrete, so bin ich nicht der erste, der mathematisch formulierte Gesetze zur Herstellung von Ertragstafeln verwendet. Bahnbrechend ist in dieser Richtung Professor Dr. Weber*) in München vorangegangen und Gehrhardt**) in einer trefflichen Arbeit gefolgt. Auch eine Abhandlung Kopezky's***) steht mit diesem Gegenstande in Verbindung.

Neu ist der Versuch, solche Gesetze für verschiedene Arten der Bestandserziehung aufzustellen, bei welchem ich, entsprechend der gestellten Aufgabe, obgleich die von den genannten Autoren vorgezeichnete Richtung verfolgend, neue Wege aufsuchen mußte, um Beziehungen zwischen den Massenfaktoren verschiedener Erziehungsformen zu finden. Ich werde dabei von den Normalertragstafeln Deutschlands ausgehen und mich zunächst damit befassen, die ihnen zugrunde liegenden Gesetze zu entwickeln, und daran anschließend womöglich allgemeine auch für andere Erziehungsformen gültige Grundlagen zu gewinnen.

*) Dr. Weber. „Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume“. „Über die mathematischen Beziehungen zwischen dem arithmetischen Mittelstamm und der Bestandesmasse.“ „Allgemeine Forst- und Jagdzeitung“, Juni 1899.

**) E. Gehrhardt. „Die theoretische und praktische Bedeutung des arithmetischen Mittelstammes.“

***) R. Kopezky. „Die Flächestufen und ihre Anwendung in der Holzmeßkunde“. Österreichische Vierteljahresschrift für das Forstwesen, 1902.

I. Die deutschen Ertragstafeln.

Von den bisher erschienenen Normalertragstafeln für die Fichte kommen in erster Reihe die von Dr. Adam Schwappach auf Grund der Aufnahmen des Vereines deutscher forstlicher Versuchsanstalten bearbeiteten, unter dem Titel: „Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände“, Berlin 1890, veröffentlichten in Betracht; sie gliedern sich in zwei Teile, und zwar: für die mitteldeutschen Gebirge und Norddeutschland und für Süddeutschland. Die Unterschiede zwischen beiden Tafeln sind nicht sehr groß; wir könnten daher unbedenklich ein Mittel aus beiden als allgemein gültige Normalertragstafel für die Fichte annehmen, wenn nicht zwischen diesen beiden und den Dr. Lorey'schen Ertragstafeln *) für die Fichte größere Differenzen bestehen würden, die eine Beachtung verdienen. Diese Unterschiede liegen in den Grundflächen- und Massenansätzen in den jüngeren Altern, bei welchen die Angaben Dr. Lorey's erheblich niedriger sind als bei Dr. Schwappach. Diese Differenzen sind wohl zunächst auf Unterschiede in der Begründung der Grundlagenbestände, in zweiter Linie auf die Schwierigkeiten der Bonitierung jüngerer Bestände zurückzuführen, wenn sie hauptsächlich nach Grundfläche oder Masse und Alter erfolgt; immerhin verdienen auch die Lorey'schen Tafeln Beachtung, welche wir ihnen in der Weise zuteil werden lassen, daß wir bei der Aufstellung einer durchschnittlichen allgemeinen Fichtenertragstafel auch den Lorey'schen Angaben das gleiche Gewicht beimessen. Dies ist auch leicht tunlich, weil die Einteilung der Bonitäten der beiden Autoren übereinstimmt. Endlich würde auch die Dr. Baur'sche **) Ertragstafel in zweifelhaften Fällen berücksichtigt. Die Aufstellung der in folgender Tabelle dargestellten Ertragstafel des Hauptbestandes geschah auf graphischem Wege, indem zunächst jeder Massenfaktor für sich behandelt und schließlich die Übereinstimmung untereinander hergestellt wurde. Die nachfolgende Tafel ist daher als allgemeine deutsche Durchschnitts-Ertragstafel für die Fichte anzusehen.

*) Dr. T. Lorey. „Ertragstafeln für die Fichte.“ 1899.

**) Dr. F. Baur. „Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form.“ 1877.

Deutsche Fichten-Ertragstafel.

I. Bonität.

Alter	Mittel-		Stammzahl	Derbholz-	Schaftholz-	Baumbolz-	Grundfläche	Inhalt an			Laufjähriger Zuwachs	Zwischennutzung an			
	Hohe	Durchmesser						Derbholz	Schaftholz	Baumbholz		Stammzahl	Derbholz	Baumbholz	
	m	cm													Formzahl
10	2.5						6.0			70					
15	4.3				0.673		14.3			115					
20	6.3	6.2	7250	0.373	0.631	1.230	21.9	52	87	170					
25	8.5	8.5	5150	441	598	1.090	29.2	109	148	270	12.2	2100			
30	10.8	10.6	4080	502	574	0.800	36.0	195	223	310	15.0	1070	7	22	
35	13.3	12.7	3220	516	557	737	40.9	281	303	400	16.0	860	12	26	
40	15.6	15.2	2500	522	543	681	45.2	368	333	480	16.0	720	17	30	
45	17.9	17.8	1945	522	536	646	48.4	452	464	560	16.2	555	23	33	
50	20.0	20.3	1580	517	526	615	51.2	529	538	630	14.8	365	27	35	
55	22.0	22.5	1350	510	516	594	53.6	602	608	700	14.6	230	30	36	
60	23.6	24.6	1170	500	506	580	55.6	663	662	760	12.2	180	32	37	
65	25.2	26.7	1025	492	496	566	57.4	712	716	820	9.8	145	31	36	
70	26.6	28.6	919	484	487	554	59.0	760	765	870	9.6	106	31	35	
75	27.9	30.4	832	479	482	543	60.4	806	811	915	9.2	87	30	33	
80	29.1	32.1	763	474	476	533	61.7	851	855	955	8.8	69	28	31	
85	30.3	33.7	705	470	472	521	62.9	895	900	995	8.4	58	27	30	
90	31.3	35.2	657	467	469	517	63.9	934	938	1035	7.8	48	25	28	
95	32.3	36.6	617	465	467	510	64.8	972	976	1065	7.6	40	24	27	
100	33.2	37.9	581	462	464	505	65.7	1007	1011	1100	7.0	36	23	25	
105	34.0	39.1	554	460	462	500	66.5	1040	1043	1130	6.4	27	21	23	
110	34.8	40.2	530	458	459	496	67.3	1067	1069	1160	6.0	24	18	20	
115	35.4	41.2	512	456	457	493	68.0	1098	1100	1190	6.0	18	16	17	
120	36.1	42.1	494	454	455	490	68.7	1126	1128	1215	5.6	18	15	16	
125	36.6	42.8	482	453	454	488	69.4	1151	1153	1235	5.0	12	12	13	
130	36.9	43.3	476	452	453	486	70.0	1167	1169	1255	3.4	6	9	9	

II. Bonität.

Alter	Mittel-		Stammzahl	Derbholz-	Schaftholz-	Baumholz-	Grundfläche	Inhalt an			Laufendjähriger Zuwachs an Schaftholz	Zwischennutzung an		
	Höhe	Durchmesser						Derbholz	Schaftholz	Baumholz		Stammzahl	Derbholz	Baumholz
	m	cm												
10	1.9					6.98	3.3			50				
15	3.1						3.43	8.0		85				
20	4.6				0.658	1.79	15.2		46	125				
25	6.2	5.9	7730	0.368	636	1.34	21.1	48	83	175	7.4			10
30	7.9	7.6	5930	455	611	1.08	26.9	96	180	230	9.4	1800		12
35	9.6	9.4	4590	492	592	0.916	31.9	150	182	280	10.4	1340	3	18
40	11.5	11.4	3500	525	580	858	36.0	217	240	355	12.2	1090	5	19
45	13.6	13.6	2710	536	570	777	39.3	286	305	415	13.0	790	11	23
50	15.5	15.7	2170	542	558	714	42.0	356	366	465	12.2	540	17	27
55	17.3	17.7	1810	541	551	676	44.5	417	424	520	11.6	360	22	29
60	19.1	19.6	1530	534	543	645	46.7	474	482	575	11.6	280	25	31
65	20.7	21.6	1330	529	538	626	48.6	530	539	630	11.5	200	27	32
70	22.2	23.5	1155	529	533	606	50.2	587	590	675	10.2	175	27	32
75	23.6	25.3	1030	512	516	584	51.9	626	632	715	8.4	125	26	31
80	24.9	27.0	930	501	504	578	53.2	663	668	755	7.2	100	25	29
85	26.0	28.6	847	493	496	567	54.4	698	702	795	6.8	83	24	28
90	27.0	30.0	785	486	489	557	55.5	729	733	835	6.2	62	22	26
95	28.0	31.3	736	484	487	546	56.6	765	769	865	7.2	49	21	24
100	29.0	32.6	690	481	483	536	57.6	803	806	895	7.4	46	19	22
105	29.9	33.7	655	480	482	530	58.4	838	841	925	7.0	35	17	19
110	30.7	34.8	621	479	481	524	59.1	870	873	950	6.4	34	15	17
115	31.4	35.7	598	478	480	520	59.8	898	901	975	5.6	23	14	16
120	32.0	36.5	580	478	480	517	60.5	925	928	1000	5.4	18	13	14
125	32.5	37.1	567	477	479	515	61.2	949	952	1025	4.8	13	12	13
130	32.9	37.7	555	477	478	514	61.8	970	972	1045	4.0	12	11	12

III. Bonität.

Alter	Mittel-		Stammzahl	Derbholz-	Schaftholz-	Baumholz-	Grundfläche	Inhalt an			Laufendjähriger Zuwachs	Zwischennutzung							
	Höhe	Durchmesser						Derbholz	Schaftholz	Baumholz		m ³	Derbholz	Schaftholz	Baumholz	fm ³	Stammzahl	Derbholz	Baumholz
10	1·2									33									
15	2·1					5·05	5·4			57									
20	3·1					2·62	10·5			85									
25	4·3	4·1	11350		0·698	1·71	15·0			110									
30	5·6	5·4	8430	0·243	0·654	1·35	19·3	26	71	145									
35	7·0	6·8	6580	369	630	1·15	23·9	62	106	192	7·0	1850		10					
40	8·5	8·3	5080	444	608	1·03	27·5	103	142	241	7·2	1500	3	16					
45	10·5	10·3	3710	501	588	0·877	30·9	162	191	284	9·8	1370	5	18					
50	12·4	12·2	2870	525	575	776	33·9	220	242	326	10·2	840	9	21					
55	14·1	14·1	2350	538	565	720	36·7	278	292	372	10·0	520	13	23					
60	15·8	16·0	1940	542	555	674	39·0	334	342	415	10·0	410	16	24					
65	17·2	17·9	1625	539	549	657	40·9	379	386	462	8·8	315	18	25					
70	18·5	19·7	1395	534	544	644	42·5	420	428	506	8·4	230	20	26					
75	19·8	21·4	1220	530	538	627	43·9	461	468	545	8·4	175	21	26					
80	20·9	23·0	1090	527	534	623	45·2	498	505	588	7·4	130	21	25					
85	22·1	24·5	985	523	528	606	46·4	535	541	622	7·2	105	20	24					
90	23·1	25·9	903	520	524	595	47·6	572	576	655	7·0	82	19	23					
95	24·1	27·2	837	517	521	586	48·6	605	610	685	6·8	64	18	21					
100	24·9	28·4	782	514	517	584	49·5	628	632	712	6·4	55	17	19					
105	25·7	29·5	736	511	514	577	50·3	657	660	744	5·6	46	14	16					
110	26·4	30·4	702	509	512	573	51·0	682	685	770	5·0	34	12	14					
115	27·1	31·1	680	507	509	565	51·7	709	712	791	5·4	22	11	12					
120	27·8	31·7	664	505	507	558	52·4	733	736	814	4·8	16	10	11					
125	28·3	32·2	651	503	505	554	53·0	754	757	881	4·2	13	10	11					
130	28·8	32·6	642	501	503	549	53·6	771	774	845	3·4	9	9	10					

IV Bonität.

Alter	Mittel-		Stammzahl	Derbholz-	Schaftholz-	Baumholz-	Grundfläche	Inhalt an			Laufendjähriger Zuwachs	Zwischennutzung		
	Höhe	Durchmesser						Derbholz	Schaftholz	Baumholz		Stammzahl	Derbholz	Baumholz
	m	cm												
10	0.9									20				
15	1.3					10.2	2.7			36				
20	2.0					4.19	6.4			54				
25	2.8					2.52	10.6			75				
30	3.7				0.724	1.89	14.0		37	98				
35	4.8	4.8			674	1.47	17.9		58	126	5.2			
40	6.1	6.2	7050	0.302	650	1.21	21.3	39	85	156	5.4			7
45	7.3	7.6	5370	392	631	1.05	24.4	70	114	186	5.8	1680		10
50	9.0	9.2	4090	465	610	0.991	27.2	114	149	218	7.0	1280	3	13
55	10.6	10.8	3230	516	593	778	29.7	162	186	245	7.4	860	6	15
60	12.1	12.4	2620	539	582	739	31.7	207	223	283	7.4	610	8	17
65	13.4	13.9	2220	550	574	712	33.7	248	259	321	7.2	400	9	18
70	14.6	15.4	1890	547	568	704	35.1	280	293	361	6.8	330	11	19
75	15.8	16.9	1640	545	563	681	36.7	316	326	394	6.6	250	12	19
80	16.9	18.4	1430	543	558	668	38.0	349	358	429	6.4	210	13	20
85	18.0	19.9	1270	540	553	653	39.4	383	390	463	6.4	160	14	20
90	19.0	21.2	1145	534	548	646	40.4	410	420	495	6.0	125	15	20
95	19.8	22.4	1050	533	545	635	41.4	437	446	520	5.2	95	14	18
100	20.5	23.5	975	532	542	626	42.3	461	470	543	4.8	75	13	16
105	21.2	24.5	913	531	540	624	43.0	484	492	568	4.4	62	12	14
110	21.8	25.3	871	530	538	616	43.8	506	514	588	4.4	42	9	11
115	22.4	26.0	834	529	536	611	44.3	525	532	606	3.6	37	8	10
120	22.9	26.6	804	529	534	606	44.7	541	546	622	2.8	30	7	9
125	23.3	27.1	781	528	532	605	45.1	554	559	636	2.6	23	6	8
130	23.6	27.5	766	528	531	603	45.5	567	569	648	2.0	15	5	6

V. Bonität.

Alter	Mittel-		Stammzahl	Derbholz-	Schaftholz-	Baumholz-	Grundfläche	Inhalt an			Laufendjähriger Zuwachs	Zwischennutzung			
	Höhe	Durchmesser						Derbholz	Schaftholz	Baumholz		Stammzahl	Derbholz	Baumholz	
	m	cm						Formzahl				m ²	fm ³		
10	0.4														
15	0.7														
20	1.3						3.4			20					
25	1.7						6.6			31					
30	2.8						9.5			47					
35	3.3					1.61	12.6			67					
40	4.2	4.2	11200			1.37	15.5			89					
45	5.2	5.2	8590	0.309	0.676	1.19	18.2	30	65	112					7
50	6.2	6.3	6640	368	658	1.07	20.7	47	84	136	3.8	1950			8
55	7.3	7.5	5280	433	640	0.947	23.3	74	109	161	5.0	1360	1		10
60	8.5	9.0	3970	484	624	874	25.2	103	136	187	5.4	1310	2		10
65	10.0	10.5	3140	516	608	787	27.2	140	165	214	5.8	830	3		10
70	11.4	12.0	2560	537	597	736	28.9	177	196	242	6.2	580	5		10
75	12.5	13.4	2160	550	592	711	30.4	209	225	270	5.8	400	7		10
80	13.4	14.8	1840	557	586	701	31.7	237	251	298	5.2	320	8		10
85	14.3	16.1	1610	561	582	690	32.9	264	274	325	4.6	230	9		11
90	15.0	17.4	1430	562	578	689	34.0	287	295	351	4.2	180	9		11
95	15.6	18.6	1280	563	575	685	34.8	306	314	372	3.8	150	9		10
100	16.2	19.6	1180	563	573	676	35.6	325	331	390	3.4	100	8		9
105	16.7	20.4	1110	562	571	671	36.2	340	345	406	2.8	70	7		8
110	17.2	21.0	1060	561	570	666	36.7	354	359	420	2.8	50	6		7
115	17.6	21.4	1035	560	568	657	37.2	367	372	430	2.6	25	5		6
120	18.0	21.8	1010	560	567	649	37.7	380	384	440	2.4	25	4		5
125	18.3	22.1	995	559	566	646	38.1	390	394	450	2.0	15	3		4
130	18.6	22.3	983	559	566	643	38.3	398	402	458	1.6	12	2		3

II. Die Gesetze der Bestandesentwicklung im vollen Schlusse.

I. Die Beziehungen zwischen Schaftformzahl, Höhe und Mittelstammdurchmesser.

Betrachten wir zunächst die Schaft- und Derbholzformzahlen der vorstehenden deutschen Durchschnittsertragstafel, so fällt uns auf, daß sie, absolut genommen, sehr hoch sind und bei gleicher Höhe mit sinkender Bonität steigen. Diese Erscheinung wird in der folgenden Tabelle illustriert, in welcher des Vergleiches halber auch die Dr. Baur'schen Derbholzformzahlen für Einzelstämme nach Maßgabe der Höhe und des Durchmessers auf Grund der Tafel für Deutschland eingetragen sind.

Tabelle 3.

Bonität	Höhe	Durchmesser	Ertragstafel		Nach Dr. Baur f_d	Nach Schiffel		Bonität	Höhe	Durchmesser	Ertragstafel		Nach Dr. Baur f_d	Nach Schiffel	
			Derbholzformzahl	Schaftholzformzahl		Formquotient	Schaftformzahl				Derbholzformzahl	Schaftholzformzahl		Formquotient	Schaftformzahl
	m	cm							m	cm					
I	10	10·0	488	583	408	71	532	I	17	16·8	522	538	503	72	519
II	10	9·8	530	588	405	72	536	II	17	17·4	541	552	503	71	507
III	10	9·8	490	593	405	72	536	III	17	17·7	540	500	502	70	498
IV	10	10·2	502	597	410	71	524	IV	17	18·3	543	557	502	69	490
V	10	10·5	516	608	415	70	520	V	17	20·7	561	571	503	64	448
I	14	13·4	517	552	501	74	537	I	23	23·8	503	510	498	73	514
II	14	14·1	538	566	501	71	513	II	23	24·4	519	523	497	71	501
III	14	14·0	537	566	501	71	513	III	23	25·4	520	524	496	69	479
IV	14	14·7	548	571	512	69	497	IV	23	26·7	530	534	492	67	463
V	14	15·7	560	583	520	69	482	I	30	33·3	471	473	481	72	498
								II	30	33·8	482	480	473	71	489
								III	30	34·8	502	502	475	69	471

Die großen Differenzen, welche zwischen den Derbholzformzahlen der deutschen Durchschnittsertragstafel und den Dr. Baur'schen mittleren Derbholzformzahlen bei gleicher Höhe und gleichem Durchmesser bestehen, können mit dem Hinweise darauf, daß die Derbholzformzahlen der Ertragstafel Bestandesderbholzformzahlen darstellen, wogegen die Formzahlen Dr. Baur's aus Einzelstämmen abgeleitet sind, nicht erklärt werden; ebensowenig wird eine befriedigende Deutung des Umstandes, daß die Derbholzformzahlen der Ertragstafel bei gleicher Höhe und steigendem Durchmesser mit sinkender Bonität zunehmen, zu finden sein. Es muß daher, bevor noch in die Ableitung der bezüglichen Gesetze eingegangen wird, eine prinzipielle Erledigung der Frage des Verhaltens der Formzahlen bei gleicher Höhe und verschiedenem Durchmesser gesucht werden. Mit der Derbholzformzahl ist eine Erörterung dieses Themas aus dem Grunde sehr schwierig, weil, besonders in geringeren Höhen, die Bestandesderbholzformzahl mit der Formzahl des Mittelstammes nicht übereinstimmt. Wir müssen uns daher an die Schaftformzahl halten, deren Abweichung von der Formzahl des Mittelstammes wenigstens für vorliegende Zwecke nicht von Bedeutung ist. Aus diesem Grunde sind in die deutschen Ertragstafeln auch die Schaftformzahlen auf Grundlage der Derbholzformzahlen dieser Tafel und im Anhalte an die Tabelle 3 meiner Abhandlung „Form und Inhalt der Fichte“ eingestellt worden. Auch diese in der vorstehenden Texttabelle als Schaftformzahlen der Ertragstafel bezeichneten Formzahlen zeigen — wie natürlich — das gleiche Verhalten wie die Derbholzformzahlen; sie steigen mit abnehmender Bonität bei gleicher Höhe und wachsendem Durchmesser und sind im allgemeinen viel zu hoch.

Will man nun eine der Höhe und dem Durchmesser entsprechende Schaftformzahl finden, so ist zunächst zu bedenken, daß Formzahlen, welche aus verschiedenen Beständen ohne Rücksicht auf Bonität und Erziehungsmethode als Mittel von einer Anzahl nach gleicher Höhe und gleichem Durchmesser geordneten Formzahlen an Einzelstämmen gewonnen wurden, ungeeignet erscheinen, als Basis der Bestimmung von Bestandesformzahlen einer bestimmten Bonität und Erziehungsmethode zu dienen, weil die Abweichungen der Formzahlen der Einzelstämme zu groß sind. So bringen z. B. die Dr. Baur'schen Formzahlen den Einfluß des Durchmessers auf die Formzahl bei gleicher Höhe nur in ungenügender Weise zum Ausdruck. Bedenkt man ferner, daß Bonität und Erziehungsform (Schlußstellung) die wichtigsten Veränderungen in der Form bei gleicher Höhe bedingen, so ist es klar, daß man zu Formzahlen greifen muß, welche diese Einflüsse berücksichtigen.

In der Abhandlung „Form und Inhalt der Fichte“ habe ich eine graphische Darstellung (Tafel IV) gebracht, welche die mittleren Beziehungen zwischen Höhe, Durchmesser und Formquotienten zum Ausdrucke bringt. Dieser Darstellung diene die folgende Tabelle (4) zur Grundlage.

Aus dieser Tabelle kann bei gegebener Höhe und Durchmesser der Formquotient und mit dessen Hilfe in der Tabelle 2 meiner erwähnten Schrift die Schaftformzahl f gefunden werden, welche bereits eine Beziehung zur Form, d. i. zur Schlußstellung, in welcher der Baum erwachsen ist, besitzt. In der Tabelle 3 sind auf diese Weise in den letzten zwei Kolonnen die Formquotienten und Schaftformzahlen für die angegebenen Höhen und Durchmesser bestimmt worden. Diese Daten zeigen uns, daß die Schaftform (Formquotient) mit der Bonität sinkt, daß aber dann auch zugleich die Schaftformzahl abnimmt.

Aus der Tabelle 3 ist auch zu entnehmen, daß die Form (Formquotient) bei gleicher Bonität mit zunehmender Höhe um ein Geringes abnimmt. Für die mittlere Bonität III erhalten wir bei der Höhe von: 10 m den Formquotienten 0.72

14 „	0.71
17 „	0.70
23 „	0.69
30 „	0.69

Tabelle 4.

Beziehungen

der mittleren Grundstärken d_m zum Formquotienten q_2 und zur Scheithöhe h .

Höhe	Formquotient q_2															
	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84
	Durchmesser in 1.3 m über dem Boden in cm															
8	—	—	—	12.3	11.4	10.5	9.9	9.3	8.6	8.1	7.5	7.2	6.8	6.5	6.2	6.0
9	—	—	—	13.3	12.4	11.6	10.8	10.2	9.5	8.9	8.4	8.0	7.6	7.2	7.0	6.8
10	—	—	15.5	14.5	13.5	12.6	11.8	11.2	10.4	9.8	9.3	8.9	8.5	8.0	7.8	7.6
11	—	17.8	16.6	15.5	14.5	13.6	12.8	12.1	11.4	10.8	10.2	9.8	9.4	8.9	8.7	8.4
12	—	19.3	17.9	16.6	15.6	14.8	13.9	13.0	12.4	11.8	11.2	10.8	10.3	9.8	9.6	9.3
13	22.2	20.6	19.1	17.7	16.6	15.7	14.9	14.1	13.4	12.8	12.2	11.7	11.2	10.8	10.5	10.1
14	23.8	21.9	20.2	18.9	17.7	16.9	16.0	15.2	14.4	13.8	13.2	12.7	12.2	11.8	11.4	11.0
15	25.2	23.3	21.6	20.2	18.9	18.0	17.1	16.3	15.4	14.8	14.2	13.7	13.2	12.7	12.3	11.9
16	26.7	24.6	22.9	21.4	20.2	19.2	18.3	17.4	16.5	15.9	15.2	14.7	14.2	13.7	13.3	12.9
17	28.1	26.1	24.4	22.8	21.4	20.4	19.5	18.6	17.7	17.0	16.3	15.7	15.2	14.7	14.3	13.9
18	29.6	27.6	25.8	24.2	22.8	21.6	20.7	19.8	18.9	18.1	17.4	16.8	16.3	15.8	15.4	14.9
19	30.8	29.0	27.3	25.6	24.2	22.9	21.9	21.0	20.1	19.3	18.6	17.9	17.3	16.8	16.4	15.9
20	32.4	30.5	28.7	27.1	25.5	24.3	23.2	22.2	21.3	20.5	19.7	19.1	18.4	17.9	17.5	17.0
21	33.7	31.9	30.2	28.5	27.0	25.6	24.5	23.4	22.5	21.7	20.9	20.2	19.5	18.9	18.5	18.0
22	35.3	33.4	31.6	29.9	28.4	27.0	25.8	24.7	23.7	22.9	22.0	21.3	20.6	20.0	19.5	19.1
23	36.5	34.8	33.0	31.4	29.7	28.2	27.1	26.0	25.0	24.1	23.2	22.5	21.8	21.1	20.1	—
24	38.2	36.2	34.4	32.7	31.1	29.8	28.4	27.3	26.3	25.4	24.5	23.7	23.0	22.3	21.7	—
25	39.5	37.6	35.7	34.0	32.4	31.1	29.7	28.6	27.6	26.7	25.8	24.9	24.2	23.4	22.8	—
26	41.3	39.1	37.2	35.3	33.7	32.3	31.0	30.0	29.0	28.0	27.1	26.2	25.4	24.6	24.0	—
27	42.5	40.6	38.6	36.7	35.2	33.6	32.4	31.3	30.3	29.2	28.3	27.4	26.6	25.8	—	—
28	44.2	42.1	40.1	38.3	36.5	35.0	33.8	32.7	31.6	30.5	29.6	28.7	27.8	27.0	—	—
29	45.5	43.6	41.6	39.7	38.1	36.5	35.2	34.0	32.9	31.8	30.9	30.0	29.1	28.3	—	—
30	47.2	45.2	43.2	41.3	39.6	38.0	36.6	35.4	34.3	33.2	32.2	31.3	30.4	29.6	—	—
31	48.7	46.7	44.8	42.7	40.2	39.4	38.0	36.7	35.6	34.4	33.5	32.5	31.6	30.8	—	—
32	50.6	48.3	46.4	44.3	42.6	41.0	39.5	38.1	36.9	35.7	34.8	33.8	32.9	32.0	—	—
33	52.2	50.1	47.9	45.8	44.2	42.5	40.9	39.5	38.2	37.0	36.0	35.1	34.1	—	—	—
34	54.0	51.8	49.7	47.5	45.6	43.9	42.4	41.0	39.5	38.4	37.3	36.4	35.4	—	—	—
35	56.0	53.8	51.5	49.4	47.3	45.6	43.9	42.5	41.0	39.7	38.6	37.6	36.6	—	—	—
36	58.0	55.8	53.3	51.0	49.0	47.3	45.5	44.0	42.5	41.1	39.9	38.8	37.9	—	—	—
37	59.8	57.6	55.1	52.8	50.7	48.9	47.1	45.5	43.9	42.5	41.2	40.1	39.1	—	—	—
38	61.8	59.5	57.1	54.7	52.6	50.6	48.7	47.0	45.3	43.9	42.6	41.4	40.4	—	—	—
39	64.5	62.0	59.4	57.0	54.6	52.5	50.5	48.6	46.9	45.3	43.9	42.7	—	—	—	—
40	67.2	64.5	61.7	59.2	56.8	54.5	52.3	50.3	48.5	46.8	45.3	44.0	—	—	—	—
41	70.1	67.8	64.3	61.6	59.1	56.6	54.2	52.1	50.2	48.4	46.8	45.4	—	—	—	—
42	74.0	70.6	67.3	64.2	61.3	58.7	56.3	54.0	51.9	50.0	48.3	46.9	—	—	—	—

Stellen wir die Höhen und Durchmesser für eine mittlere Bonität zusammen und ergänzen wir die Formquotienten für alle Höhen dieser Bonität nach vorstehenden Anhaltspunkten und mit Hilfe der Tabelle 4, dann kann man auch die zugehörigen Formzahlen in der Formquotienten- und Formzahlentafel meiner Abhandlung: „Form und Inhalt der Fichte“ (Tabelle 2) ablesen. Diese werden uns die Reihe der Schaftformzahlen in Beziehung zur Höhe und dem Durchmesser in einer Weise darstellen, welche zur Ableitung allgemein gültiger Gesetze geeigneter erscheint als die Derbyformzahlen der Ertragstafeln. Im analogen Vorgange können wir uns aber auch dieselbe Mittelbonität in anderen Entwicklungsstadien vorstellen, welche von der Dichtschlußform abweichen, d. h. eine Entwicklungsform mit verschiedenen Graden der Bestockungsdichte annehmen, welche, wenn diese abnimmt, auch geringere Formquotienten und Formzahlen aufweisen müssen. Wir wählen hiezu einen zweiten und dritten Schlußgrad nach der Bestockungsdichte, welche um den gleichen Betrag des Formquotienten von der mittleren Schlußform verschieden sind. Diese Annahme hat vorläufig keinen anderen Zweck als die Beziehungen zwischen f , d und h in verschiedenen Schlußformen zu studieren. Die folgende Tabelle 5 enthält die Übersicht der betreffenden Darstellung.

Tabelle 5.

Darstellung

der Beziehungen zwischen h , d und f bei verschiedenen Schlußgraden einer mittleren Bonität.

Höhe h	Formquotient	Durchmesser d	Schaftformzahl f	Konstante		Höhe h	Formquotient	Durchmesser d	Schaftformzahl f	Konstante		Höhe h	Quotient	Durchmesser d	Schaftformzahl f	Konstante				
		cm		a	b			cm		a	b			cm		a	b			
Bestockungsdichte																				
Grad 1					Grad 2					Grad 3										
8	0.73	7.8	0.557	0.511	0.377	8	0.71	8.3	0.544	0.531	0.368	8	0.69	8.9	0.531	0.556	0.360			
10	72	9.8	536	0.505	0.379	10	70	10.4	520	0.520	0.368	10	68	11.2	513	0.552	0.363			
12	72	11.8	526	0.505	0.385	12	69	12.5	503	0.511	0.368	12	67	13.4	490	0.534	0.359			
14	71	14.1	513	0.506	0.387	14	68	15.2	490	0.521	0.370	14	66	16.0	475	0.532	0.358			
16	71	16.2	509	0.508	0.393	16	68	17.4	485	0.520	0.374	16	65	18.7	461	0.532	0.356			
18	70	18.9	496	0.515	0.391	18	67	20.2	472	0.524	0.372	18	64	21.6	449	0.533	0.354			
20	70	21.3	493	0.521	0.395	20	67	22.7	468	0.526	0.375	20	64	24.3	445	0.530	0.357			
22	70	23.7	489	0.517	0.398	22	67	25.2	465	0.528	0.378	22	64	27.0	441	0.537	0.359			
24	69	26.8	478	0.530	0.394	24	66	28.4	453	0.531	0.373	24	64	29.8	437	0.540	0.360			
26	69	29.5	475	0.535	0.396	26	66	31.0	450	0.533	0.375	26	64	32.3	434	0.535	0.362			
28	69	32.1	473	0.540	0.398	28	66	33.8	447	0.536	0.376	28	64	35.0	431	0.535	0.363			
30	69	34.8	471	0.544	0.400	30	66	36.6	445	0.542	0.378	30	63	38.8	421	0.542	0.358			
32	69	37.5	469	0.548	0.402	32	66	39.5	443	0.545	0.380	32	63	41.8	419	0.546	0.359			
34	69	40.2	467	0.550	0.403	34	66	42.4	441	0.549	0.379	34	63	44.7	416	0.546	0.359			
36	69	43.1	465	0.555	0.404	36	66	45.5	439	0.551	0.381	36	63	48.0	415	0.552	0.360			
38	68	47.0	455	0.561	0.398	38	65	49.7	429	0.560	0.375	38	63	52.6	406	0.560	0.355			
40	68	50.3	454	0.570	0.399	40	65	53.4	428	0.570	0.375	40	62	56.8	405	0.574	0.356			
				Mittel .	0.531	0.393					Mittel	0.535	0.374					Mittel .	0.543	0.358

Aus den Daten dieser Tabelle ist sofort zu entnehmen, daß die Schaftformzahlen mit steigender Höhe fallen und daß bei gleicher Höhe mit abnehmender Bestockungsdichte die Durchmesser steigen und die Formzahlen sinken.

Nach manchen Versuchen erwies sich der Ausdruck

$$df = a \left(h + \frac{4}{h} \right) \quad . (1)$$

geeignet, die Gesetzmäßigkeit dieser Beziehungen annähernd zum Ausdruck zu bringen. Hievon ist d , f und h veränderlich, a konstant. In dieser Formel bedeutet d den Mittelstammdurchmesser in Zentimetern ausgedrückt, f die Schaftformzahl und h die Höhe; sie entspricht analytisch ausgedrückt dem Typus: $y = ax + \frac{b}{x}$.

Betrachten wir das Verhalten der Konstanten a in der Tabelle 5, so werden wir finden, daß die einzelnen Werte von der Bestockungsdichte unabhängig sind, daher eine Mittelbildung zulässig ist. Von dem Gesamtmittel $a = 0.536$ weichen die einzelnen Positionen um höchstens 6.7% ab, die Differenzen sind insbesondere bei den mittleren Höhen sehr geringe. Wir sind deshalb berechtigt, in dem Ausdrucke $df = 0.536 \left(h + \frac{4}{h} \right)$ eine allgemein, für alle Schlußformen annähernd gültige Beziehung gefunden zu haben.

Diese Formel ist, weil sie aus einer mittleren Bonität abgeleitet ist, auch bei Bestandesaufnahmen, die ohne Probestammfällung vor sich gehen und eine größere Genauigkeit nicht beanspruchen, praktisch verwendbar, um bei gegebener Höhe und bekanntem Durchmesser die Formzahl der Mittelstämme zu finden. In diesem Falle wird der Ausdruck in der Gestalt

$f = \frac{0.536 \left(h + \frac{4}{h} \right)}{d}$ zu gebrauchen sein. Handelt es sich jedoch nicht um die Bestimmung der Formzahl allein, sondern direkt um die Ermittlung des Schaftinhaltes aus Höhe und Brusthöhendurchmesser, dann ergibt sich eine sehr brauchbare Näherungsformel (wobei d in Metern auszudrücken ist), aus $df = 0.00536 \left(h + \frac{4}{h} \right)$

$$d^2 f \frac{\pi}{4} h = v = 0.0042 d (h^2 + 4) \quad . (2).$$

Bei der Anwendung dieser Näherungsformel auf Einzelstämme sind größere Fehler nicht ausgeschlossen und es bleibt ihre Anwendung auf die Gewinnung von Durchschnittswerten beschränkt.

Die Konstante a in Formel 1 müssen wir jedoch für unsere Zwecke noch nach der Bonität als variabel betrachten, weil wir uns über die in den deutschen Ertragstafeln erscheinende Tatsache, daß die Formzahl bei gleicher Höhe mit der Bonität steigt, nicht einfach hinwegsetzen können. Nach mehrmaligen Versuchen und Vergleichen gelang es, die Konstante a für die Dichtschlußerziehung mit folgenden Werten zu bestimmen:

I. Bonität	$a = 0.530$
II.	$a = 0.539$
III.	$a = 0.550$
IV.	$a = 0.567$
V.	$a = 0.595$

Mit den tatsächlichen aus der deutschen Durchschnittsertragstafel entnommenen Werten für d und h ergeben sich für die Schaftformzahlen f , auszugsweise dargestellt, in den einzelnen Bonitäten folgende Werte.

Tabelle 6.

I. Bonität				II. Bonität				III. Bonität				IV. Bonität				V. Bonität			
<i>h</i>	<i>f</i> Ertrags- tafel	<i>d</i>	<i>f</i> be- rechnet	<i>h</i>	<i>f</i> Ertrags- tafel	<i>d</i>	<i>f</i> be- rechnet	<i>h</i>	<i>f</i> Ertrags- tafel	<i>d</i>	<i>f</i> be- rechnet	<i>h</i>	<i>f</i> Ertrags- tafel	<i>d</i>	<i>f</i> be- rechnet	<i>h</i>	<i>f</i> Ertrags- tafel	<i>d</i>	<i>f</i> be- rechnet
4·3	673	4·0	0·693	6·2	636	5·9	0·625	4·3	698	4·1	0·702	6·1	650	6·2	0·618	4·2		4·2	0·730
8·5	598	8·5	576	9·6	592	9·4	574	8·5	608	8·3	594	9·0	610	9·2	582	6·2	658	6·3	646
13·3	557	12·7	568	13·6	570	13·6	551	12·4	575	12·2	573	12·1	582	12·4	568	8·5	624	9·0	593
17·9	536	17·8	540	17·3	551	17·7	534	17·2	549	17·9	536	14·6	568	15·4	548	12·5	592	13·4	569
22·0	516	22·5	522	22·2	538	23·5	513	22·1	528	24·5	500	18·0	553	19·1	541	15·6	575	18·6	507
26·6	487	28·6	496	26·0	496	28·6	493	26·4	512	30·4	480	21·2	540	24·5	495	18·6	566	22·3	502
30·3	472	33·7	479	29·9	482	33·7	481	28·8	503	32·6	488	23·6	531	27·5	490				
33·2	464	37·9	466	32·9	478	37·7	472												
36·9	453	43·3	454																

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß die mit der Formel (1) berechneten Schaftformzahlen weder in Bezug auf ihre absolute Größe noch in ihren Beziehungen zur Höhe und zum Durchmesser, jede Bonität für sich betrachtet, irgend welche auffallende, mit dem Stande der Formzahlenforschung in Widerspruch stehende Eigentümlichkeiten aufweisen. Es ist auch die in den Durchschnittsertragstafeln auffallende Erscheinung, daß bei gleicher Höhe und steigendem Durchmesser die Formzahlen zunehmen, erheblich gemildert.

Die Formel (1) $df = a \left(h + \frac{4}{h} \right)$ drückt demnach die Beziehungen zwischen d , f und h in vollkommen befriedigender Weise aus und genügt selbst für kleine Höhen (bis 3 m) und Durchmesser. Ihr Hauptvorteil besteht aber darin, daß die für eine Bonität bestimmte Konstante auch dann Gültigkeit besitzt, wenn der Entwicklungsgang der Höhen und Durchmesser, d. h. die wirtschaftliche Behandlung verschieden ist.

Es unterliegt nunmehr, nachdem die Formzahl als Funktion von h und d in jeder Bonität festgestellt ist, keinen besonderen Schwierigkeiten, die Formzahl in einer bestimmten Bonität lediglich als Funktion der Höhe, des Durchmessers oder auch des Alters darzustellen. Ich habe die Höhe als die unabhängig Veränderliche gewählt und nach mehrfachen Versuchen die Funktion:

$$f = b \frac{(h + 11·2)}{h + 5} \quad (3)$$

als geeignet befunden, diese Beziehungen auszudrücken. Hiervon ergibt sich:

$$b = \frac{f(h + 5)}{h + 11·2}$$

Mit dieser letzteren Formel wurde die Konstante b in der Tabelle 5 berechnet, wobei sich naturgemäß herausstellt, daß diese Konstante im Gegensatz zu dem Verhalten von a nur für eine Bonität und eine bestimmte Schlußform konstant ist. Im Anhalte an diese mittlere Bonität wurden nunmehr die Konstanten b für die Dichtschlußform in den verschiedenen Bonitäten mit folgenden Werten bestimmt:

I. Bonität .	$b = 0·400$
II.	$b = 0·402$
III.	$b = 0·406$
IV.	$b = 0·412$
V.	$b = 0·417$

Mit der Formel 3 ergeben sich in den einzelnen Bonitäten folgende Formzahlen:

Tabelle 7.

I. Bonität			II. Bonität			III. Bonität			IV. Bonität			V. Bonität		
<i>h</i>	<i>f</i> Formel 3	<i>f</i> Ertragst.	<i>h</i>	<i>f</i> Formel 3	<i>f</i> Ertragst.	<i>h</i>	<i>f</i> Formel 3	<i>f</i> Ertragst.	<i>h</i>	<i>f</i> Formel 3	<i>f</i> Ertragst.	<i>h</i>	<i>f</i> Formel 3	<i>f</i> Ertragst.
4·3	0·667		6·2	0·624	636	4·3	0·677		6·1	0·642	650	4·2	0·698	
8·5	593	598	9·6	573	592	8·5	592	608	9·0	595	610	6·2	637	658
13·3	536	557	13·6	536	570	12·4	551	575	12·1	560	582	8·5	608	624
17·9	508	536	17·3	514	551	17·2	519	549	14·6	542	568	12·5	565	592
22·0	492	516	22·2	494	533	22·1	500	528	18·0	523	553	15·6	540	575
26·6	479	487	26·0	482	496	26·4	486	512	21·2	509	540	18·6	526	566
30·3	471	472	29·9	462	482	28·8	481	508	23·6	502	531			
33·2	465	464	32·9	468	478									
36·9	459	453												

Im Vergleiche zu den Schaftformzahlen der Ertragstafeln, erscheinen die mit der Formel 3 berechneten Formzahlen etwas kleiner, ganz in dem Sinne, wie es beabsichtigt ist; die Formzahlen steigen bei gleicher Höhe mit sinkender Bonität, jedoch nicht in jenem Ausmaße, wie es in den Ertragstafeln der Fall ist. In den Formeln 1 und 3 haben wir nun zwei Ausdrücke gefunden, mit welchen man bei gegebener Höhe einer Ertragsreihe, Formzahl und Mittelstammdurchmesser für normale Dichtschlußentwicklung berechnen kann. Aus Formel 3 wird zunächst

die Formzahl bestimmt, worauf mit Formel 1 in dem Ausdrucke $d = \frac{a \left(h + \frac{4}{h} \right)}{f}$ der Durchmesser ermittelt werden kann.

Beide Formeln vereinigt, geben uns noch die Relationen:

$$\frac{b \left(h + 11 \cdot 2 \right)}{h + 5} = \frac{a \left(h + \frac{4}{h} \right)}{d}, \quad \frac{a}{b} = c, \quad d = \frac{c \left(h + 5 \right) \left(h + \frac{4}{h} \right)}{h + 11 \cdot 2} \quad (4),$$

worin d gleichfalls direkt als Funktion von h ausgedrückt erscheint.

Mit den Formeln 1, 3 und 4 ist man bei gegebener Höhenentwicklung imstande, die Massenentwicklung des Bestandesmittelstammes einer der Höhe nach bestimmten Ertragsreihe des Dichtschlusses, auf rechnerischem Wege darzustellen.

Die Schaftmassenentwicklung des Bestandesmittelstammes läßt sich auch unmittelbar als Funktion der Höhe allein darstellen. Durch Multiplikation der Gleichungen 1 und 3 erhält man:

$$d^2 f = \frac{a c \left(h + \frac{4}{h} \right)^2 (h + 5)}{h + 11 \cdot 2}$$

Multipliziert man beiderseits mit $h \frac{\pi}{4}$ und setzt $a c \frac{\pi}{4} = A$, so entsteht:

$$\frac{\pi}{4} d^2 h f = v = \frac{A h \left(h + \frac{4}{h} \right)^2 (h + 5)}{h + 11 \cdot 2} \quad (5).$$

2. Die Beziehungen der Grundfläche und Schaftmasse zur Höhe.

Zur Bestimmung der Bestandesmasse benötigen wir jedoch noch die Stammzahl. Es hat sich auf Grund der vorgenommenen Untersuchungen ergeben, daß sich die Stammzahl N sehr einfach als Funktion der Höhe und der Mittelstammgrundfläche G darstellen läßt. Die allgemeine Form dieser Funktion ist $N = \frac{i\sqrt{h} - k}{g}$, worin i und k nach der Bonität variable Konstanten bedeuten. Hieraus ergibt sich in einfacher Weise G , die Grundfläche des Bestandes:

$$G = i\sqrt{h} - k \quad (6) \text{ [Parabolische Kurve].}$$

Bei der Bestimmung der Konstanten i und k wurde in Erwägung gezogen, daß die deutsche Durchschnittsertragstafel bei den geringen Höhen selbst unter der Annahme einer engständigen Begründung und der Unterlassung jeglicher Bestandespflege in den besten Bonitäten zu hohe Stammzahlen und demzufolge zu große Grundflächen aufweist. Es wurde daher die Konstante in dem Sinne bestimmt, daß in den besseren Bonitäten für geringere Höhen etwas geringere Grundflächen resultieren als sie die deutschen Ertragstafeln enthalten. Hiedurch ist die nicht unerhebliche Abweichung der Daten der deutschen Ertragstafel in dem Jugendstadium von der hier aufgestellten Durchschnittstafel erklärt.

Die Konstanten der Grundflächengleichung wurden mit folgenden Werten ermittelt:

I. Bonität	$i = 13,2$,	$k = 11,7$
II.	$i = 12,6$,	$k = 10,2$
III.	$i = 12,2$,	$k = 9,4$
IV.	$i = 11,5$,	$k = 8,2$
V.	$i = 10,9$,	$k = 7,0$

Mit diesen Konstanten berechnen sich mit der Formel (6) in den einzelnen Bonitäten folgende Grundflächen.

Tabelle 8.

I. Bonität			II. Bonität			III. Bonität			IV. Bonität			V. Bonität		
Höhe h	G be- rechnet	G Ertrags- tafel	Höhe h	G be- rechnet	G Ertrags- tafel	Höhe h	G be- rechnet	G Ertrags- tafel	Höhe h	G be- rechnet	G Ertrags- tafel	Höhe h	G be- rechnet	G Ertrags- tafel
8.5	26.85	29.2	6.2	21.15	21.1	8.5	26.2	27.5	6.1	20.2	21.3	4.2	15.35	15.5
13.3	36.5	40.9	9.6	28.85	31.9	12.4	33.55	33.9	9.0	26.3	27.2	6.2	20.15	20.7
17.9	44.15	48.4	13.6	36.3	39.3	17.2	41.2	40.9	12.1	31.8	31.7	8.5	24.75	25.2
22.0	50.3	53.6	17.3	42.2	44.5	22.1	48.05	46.4	14.6	35.75	35.1	12.5	31.5	30.4
26.6	56.8	59.0	22.2	49.1	50.2	26.4	53.3	51.0	18.0	40.6	39.4	15.6	36.05	34.8
30.3	61.8	62.9	26.0	54.05	54.4	28.8	56.1	53.6	21.2	44.75	43.0	18.6	40.0	38.3
33.2	64.5	65.7	29.9	58.7	58.4				23.6	47.7	45.5			
36.9	68.55	70.0	32.9	62.1	61.8									

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß mit der Formel (6) auch die Grundflächen lediglich als Funktion der Höhe auf rechnerischem Wege innerhalb solcher Grenzen bestimmt werden können, welche keinerlei Bedenken gegen ihre Verwertbarkeit in dem durch die deutschen Ertragstafeln festgestellten Rahmen für die Dichtschlußentwicklung aufkommen lassen.

Ein Blick auf die Massenfaktoren der in Tabelle 10 (Seite 29) angeführten Grundlagenbestände belehrt, daß die Abweichungen in der numerischen Bestandes-Charakteristik einen viel weiteren Spielraum gestatten, als er durch die hier aufgestellten Formeln 1, 3, 4 und 6 in Anspruch genommen wird.

Aus den Formeln 1 und 6 kann endlich auch die Masse direkt als Funktion von h und d gefunden werden. Der Ausdruck lautet:

$$V = \frac{h}{d} a (i \sqrt{h} - k) \left(h + \frac{4}{h} \right) \quad (7)$$

Hiemit sind demnach die Formeln aufgestellt, welche die Berechnung von Ertrags- tafeln für den Hauptbestand der Dichtschlußerziehung ermöglichen, wenn die Höhenkurve der Bonität gegeben ist. Wir werden diese Formeln, welche den Vorzug genießen, innerhalb der Grenzen von 4 bis 40 m Höhe annähernde Gültigkeit zu besitzen, dazu verwenden, um Ertrags- tafeln für die Dichtschlußerziehung nach einer Bonitätseinteilung zu berechnen, welche die Bonitierung von Beständen in engeren Grenzen gestattet als die deutschen Ertragstafeln.

Aus den deutschen Ertragstafeln sind die Höhen als Funktion des Alters für fünf Bonitäten gegeben. Wählen wir die Derbholzmasse im 100jährigen Alter als Maßstab zur Beurteilung des Ertragsvermögens der einzelnen Bonitäten, so finden wir:

I. Bonität,	100 Jahre,	33·2 m Höhe,	1007 fm^3 Derbholzertrag
II.	100	29·0 „	803 „
III.	100	24·9 „	628 „
IV.	100	20·5 „	470 „
V.	„ 100	„ 16·2 „	„ 325 „

Diese Einteilung läßt sich, auf den ursprünglichen Gedanken der deutschen Bonitäts- abgrenzung zurückgreifend, insofern verbessern, als die Ertragsunterschiede im 100jährigen Alter in runden Zahlen abgestuft und wegen der Erleichterung der Bonitierung die Anzahl der Bonitäten vermehrt werden kann. Es dürfte sich empfehlen, die Ertragsunterschiede in Abstufungen von 100 zu 100 m^3 auszuweisen und die Bonitätsgrenzen mit 300 m^3 Minimum und 1100 m^3 Maximum festzustellen. Da unsere Formeln die Schaftmaße ergeben, so wählen wir auch die Schaft- und nicht die Derbholzmasse als Ertragsgröße. Hiernach werden wir folgende Bonitätseinteilung einhalten:

III. Bonität	300 m^3 Schaftholzertrag
IV.	400 „
V.	500 „
VI.	600 „
VII.	700 „
VIII.	800 „
IX.	900 „
X.	1000 „
XI.	„ 1100 „

Die Höhenlinien dieser Bonitäten sind im Wege der graphischen Interpolation aus der deutschen Durchschnittsertragstafel ermittelt worden, wobei einige Proberechnungen der Masse im 100jährigen Alter die Gültigkeit der Interpolation bestätigten. Geringe Abweichungen in der Schaftmasse von der runden Zahl lassen sich nicht vermeiden.

Diese Bonitätseinteilung hat den Vorzug, daß mit der Bezeichnung der Bonitätsziffer zugleich auch das Ertragsvermögen in bestimmter Größe ausgedrückt wird. So weiß man z. B. mit der Bezeichnung VI. Bonität, daß diese Bonität 600 m^3 , d. i. dieselbe Anzahl Hunderte von Festmetern im 100jährigen Alter liefert, als in der Bonitätsziffer Einheiten enthalten sind.

Die Höhen der Bonitäten III bis XI sind in der weiter unten folgenden Ertragstafel für Dichtschluß ziffermäßig und in der Tafel I graphisch dargestellt. Die Bestimmung der Konstanten in den Gleichungen 1, 3 und 6 im Wege der Interpolation und mit Hilfe der Höhe im 100jährigen Alter bot selbstredend keine Schwierigkeiten. Die bei der Berechnung der Ertragstafel für den Dichtschluß in Anwendung gebrachten Formeln sind nachfolgend übersichtlich dargestellt.

Tabelle 9.

Bonität	Schaftformzahl des Mittelstammes	Stammgrundfläche des Bestandes	df
XI	$f = \frac{0.399 (h + 11.2)}{h + 5}$	$G = 13.5 \sqrt{h} - 12.3$	$df = 0.528 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
X	$= \frac{0.400 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 13.2 \sqrt{h} - 11.7$	$= 0.530 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
IX	$= \frac{0.401 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 12.9 \sqrt{h} - 10.9$	$= 0.534 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
VIII	$= \frac{0.402 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 12.6 \sqrt{h} - 10.2$	$= 0.539 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
VII	$= \frac{0.404 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 12.4 \sqrt{h} - 9.8$	$= 0.545 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
VI	$= \frac{0.407 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 12.1 \sqrt{h} - 9.1$	$= 0.553 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
V	$= \frac{0.410 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 11.7 \sqrt{h} - 8.4$	$= 0.564 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
IV	$= \frac{0.414 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 11.2 \sqrt{h} - 7.6$	$= 0.580 \left(h + \frac{4}{h} \right)$
III	$= \frac{0.420 (h + 11.2)}{h + 5}$	$= 10.6 \sqrt{h} - 6.7$	$= 0.604 \left(h + \frac{4}{h} \right)$

III. Die Wuchsgesetze anderer Erziehungsformen.

I. Einleitung.

Ein Bestand ist vollkommen geschlossen, wenn die Bodenbeschirmung eine vollkommene ist. Ist diese eine unvollständige, d. h. schließt das Kronendach nicht in der Weise, daß sich die Zweige der benachbarten Stämme berühren, dann ist der Schluß unvollkommen, lückig. Solche Lücken entstehen immer, wenn ein Eingriff in den herrschenden Bestand erfolgt. (Hochdurchforstung.) Wird dieser Eingriff derart ausgeführt, daß der ganze Bestand planmäßig nach dem Grundsätze einer gleichmäßigen Verteilung der zu Haubarkeitsstämmen geeigneten Baumindividuen erfolgt und in einem Alter durchgeführt, daß sich der Bestand längstens bis zum Abtriebe noch vollständig schließt, dann wird dieser in der herrschenden Stammklasse vollzogene Eingriff noch als ein Erziehungshieb, „Durchlichtung“, im Gegensatze zur eigentlichen Lichtung, bei welcher der Bestand den vollkommenen Schluß bis zum planmäßigen Abtrieb nicht mehr erreicht, bezeichnet. Bei jeder Unterbrechung des Schlusses vermindert sich die Stammgrundfläche des Hauptbestandes; es ist daher die Grundfläche ein Maßstab des Schlußgrades. Jedem Bestande kommt eine von Holzart, Bonität und Alter abhängige Grundfläche zu. Erreicht der Bestand diese normale Grundfläche nicht, dann ist auch der Schluß unvollkommen; den Grad der Unvollkommenheit zeigt der Vergleich der Grundfläche an. Der Grad des Schlusses ist von den Bestandesdimensionen und von der Stammzahl unabhängig, weil weniger und stärkere Stämme die gleichen Grundflächen aufweisen können als mehr und schwächere Stämme; wohl aber bestimmt die Stammzahl, d. i. die Bestockungsdichte, bei zwei gleich alten Beständen gleicher Bonität die Form des Schlusses. Man kann daher nach der Bestockungsdichte, eine gedrängte oder dichte, dann eine mittlere und lichte Schlußform unterscheiden, welche verschiedenen Schlußformen auch bei verschiedenen Schlußgraden vorkommen können.

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß bei vollkommenem Schlusse, d. i. in dem Zustande, bei welchem ein Bestand gleichmäßige Schlußstellung, d. i. Stammverteilung vorausgesetzt, Nebenbestand auszuschneiden beginnt, dieser Bestand auf der gleichen Bonität und in dem gleichen Alter dieselbe Grundfläche erreichen kann, welche ein Bestand von anderer Schlußform gleichen Alters und gleicher Bonität erreicht, auch dann, wenn die Begründung und wirtschaftliche Behandlung in beiden Beständen eine verschiedene war, d. i. wenn Höhe, Stammzahl, Mittelstammdurchmesser und Formzahl verschieden sind. Die Entwicklung des Bestandes kann also auf der gleichen Bonität eine verschiedene sein, demungeachtet ist es möglich, in einem beliebigen Alter die Grundfläche des Vollschlusses auch dann zu erreichen, wenn der Bestand vorher nicht im vollen Schlusse erwachsen ist. Da nun die Möglichkeit der wirtschaft-

lichen Eingriffe in den Bestand je nach der Begründungsart, den wirtschaftlichen Verhältnissen, eine verschiedene ist und auch nach Zeit und Intensität eine sehr verschiedene sein kann, ergibt sich eine unendliche Reihe von Modifikationen in den Bestandesentwicklungsgesetzen; man kann, ohne sich der Gefahr eines begründeten Widerspruches auszusetzen, behaupten, daß jeder Bestand sein eigenes Entwicklungsgesetz besitzt. Um also Wuchsgesetze für verschiedene Erziehungsarten aufzustellen, müssen wir von ganz bestimmten Voraussetzungen ausgehen. Es handelt sich demnach um Annahmen, welche in freier Wirtschaft den Anspruch auf rationelle Anwendbarkeit erheben dürfen.

Bei der im Kahlschlagbetriebe bewirtschafteten Fichte ist auf guten Standorten die 80- bis 100jährige Umtriebszeit üblich. Setzen wir voraus, daß bei Erreichung des Abtriebsalter der volle Schluß, d. i. das Maximum der Grundfläche erreicht, vorher aber, vom Jugendstadium angefangen, der Bestand derart behandelt werde, daß seine Grundfläche immer weniger als die Grundfläche des korrespondierenden Alters des Vollbestandes betrage, d. h. daß der Bestand lichter gehalten wird als im Vollschluß, in der Absicht, stärkeres Holz bei geringerer Stammzahl, jedoch größerer Höhe, wenn auch weniger astrein und vollholzige zu erzielen. Um nun das Maß der Änderung der Massenzusammensetzung zu bestimmen, nehmen wir das 100jährige Bestandesalter als jenes an, in welchem der Vollschluß einzutreten habe und wählen als Ausgangspunkt die 1000 m³ oder X. Bonität. Diese hat laut Ertragstafel im 100jährigen Alter folgende Massenkomponenten:

$$G = 64.3 \text{ m}^2, \quad h = 33.2 \text{ m}, \quad d = 38.0 \text{ cm}, \quad f = 0.465.$$

Es ist bei den Wechselbeziehungen, welche im Mittel zwischen d , h und f bestehen, klar, daß die erreichbare Höhe, Durchmesser und Formzahl eine Grenze hat, über die wir nicht hinaus können. Dieses absolute Minimum beziehungsweise Maximum entsteht, wenn wir die Erziehung im vollen Freiwuchse voraussetzen. Einer angenommenen Formzahl von 0.35 entspricht beispielsweise in der X. Bonität im 100jährigen Alter eine durchschnittliche Höhe von 44 m und ein Durchmesser von 67 cm. Die Stammzahl betrüge nach: $N = \frac{G}{g} = \frac{64.3}{0.353} = 182$. Es ist klar, daß, wenn es auch möglich wäre, dieses Maximum der Stammstärke und Höhe im 100jährigen Alter zu erzielen, die Erreichung dieses Zieles niemandem wirtschaftlich erscheinen wird, weil das Holz bis über zwei Drittel der Stammlänge mit groben Ästen behaftet und technisch sehr minderwertig sein würde. Wir müssen also eine Annahme wählen, welche nicht von vornherein den Stempel der Unwirtschaftlichkeit an sich trägt. Als zulässiges Minimum der Kronenlänge im Abtriebsalter darf die Hälfte der Stammlänge bezeichnet werden; es ist dabei der inhaltreichste und wertvollste Schaftteil noch astfrei.

Unter dieser Annahme ist der erreichbar höchste Formquotient bei der in der X. Bonität und im 100jährigen Alter in Betracht kommenden Höhe 0.63. Damit ist auch schon annähernd die Formzahl des Mittelstammes gegeben, welche bei diesen Formquotienten und den Höhen zwischen 36 m und 39 m 0.414 beträgt. Nehmen wir an, wir wollten einen Mittelstammdurchmesser von 48 cm erzielen, so finden wir aus den in Tabelle 4 dargestellten mittleren Beziehungen zwischen Durchmesser, Höhe und Formquotienten eine zugehörige mittlere Höhe von 36 m. Diese Daten lassen sich einer Kontrolle unterziehen.

Wir wissen, daß auch in einem normalen Bestande nicht alle Stämme gleich hoch und gleich stark sind. Ist der Standort: Boden, Lage und Klima gleich, so werden die Differenzen in den Dimensionen der Bestandeselemente der Hauptsache nach nur durch die Unterschiede hervorgerufen, welchen die einzelnen Stammindividuen während ihrer Entwicklungsdauer in Bezug auf Licht-, Luft- und Nährstoffgenuß ausgesetzt waren. Man darf daher annehmen,

daß auf gleichem Standorte die Höhe, Stärke und Formzahl des Stammes eine Funktion des Wuchsraumes in der Luft und des Wurzelraumes im Boden ist. Ist dies richtig, dann haben wir auch in jedem normalen dichterwachsenen Bestande solche Baumindividuen vertreten, welche dem Mittelstamm einer freiwüchsigen Erziehung gleich sind. Die vorwüchsigen Stämme eines Bestandes haben eine größere Höhe und eine größere relative Kronenlänge als die zwischenständigen; sie sind formschlechter, dagegen stärker als der zwischenständige Mittelstamm des Bestandes. Es ist also zulässig, anzunehmen, daß man auf einem bestimmten Standorte, durch die Schaffung solcher Zustände nach Wuchsraum und Wurzelraum, wie sie die vorwüchsige Stammklasse des Bestandes aufweist, einen höheren und stärkeren Bestand erzielen wird als im Dichtschlusse; daß also der Mittelstamm des Lichtschlusses die gleiche Beschaffenheit haben wird wie der vorwüchsige Stamm des Dichtschlusses, welcher unter den gleichen Schlußverhältnissen erwachsen ist.

Wir haben also zunächst zu untersuchen, ob die vorhin bestimmten Dimensionen des Mittelstammes der Lichtschlußform im Dichtschlusse vertreten sind und wenn dies der Fall ist, seine Dimensionen und Formzahl zu ermitteln.

Ich habe in dem Artikel: „Über die gesetzmäßigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen“ *) gezeigt, wie die nach Stammzahlprozenten verteilten Stämme eines normalen Fichtenbestandes nach Durchmesser, Formzahl, Höhe und Formhöhe in bestimmten gesetzmäßigen Beziehungen zu den Massenfaktoren des Mittelstammes stehen. Jene Beziehungen, welche hier zunächst in Frage kommen, sollen hier noch weiter besprochen werden.

In der nachstehenden Zusammenstellung (Tabelle 10) sind aus dem Grundlagenmateriale zu Dr. Schwappach's Ertragstafeln-Bestände gleicher Bonität ohne Unterscheidung von Wuchsgebieten Bestände von annähernd gleichem Alter herausgezogen und daraus zwei, nach Maßgabe der Stammzahl verschiedene Gruppen gebildet worden, so daß die Gruppe *a* die stammreicheren, die Gruppe *b* die stammärmeren Bestände umfaßt. Aus der numerischen Charakteristik wurde ein arithmetisches Mittel gebildet, welches als durchschnittliches Bild der Zusammensetzung dieser Gruppen zu gelten hat.

Bei der Betrachtung der Resultate dieser Zusammenstellung ist zunächst zu konstatieren, daß bei gleichem Alter und gleicher Bonität dem stammärmeren Bestande die größere Höhe und der größere Durchmesser zukommt; dagegen besitzt derselbe die kleinere Grundfläche und Derbholzmasse. Einem allfälligen Einwande in der Hinsicht, daß die größere Höhe eine bessere Bonität andeute, ist entgegenzuhalten, daß der höhere und stärkere Bestand im gleichen Alter die geringere Kreisfläche und Masse besitzt, daher seine Zugehörigkeit zu einer besseren Bonität nicht wahrscheinlich ist. Man wird daher beide Gruppen als verschiedene Schlußformen einer und derselben Bonität ansehen und dem Satze: „Bei gleichem Alter und gleicher Bonität ist der stammärmere, im lichterem Schlusse erwachsene Bestand höher und stärker als der stammreichere“ volle Geltung beilegen dürfen. Offenbar ist es auch kein Zufall, daß vor angeführten Gruppen dem höheren Bestande die geringere Kreisfläche zufällt. Es ist dies wohl eine Folge des geringeren Schlußgrades, in welchem der Bestand erwachsen ist, und man kann annehmen, daß mit zunehmendem Schlusse, d. i. im Zeitpunkte des Drängens im Bestande die Kreisfläche des höheren und stärkeren Bestandes die Kreisfläche des stammreicheren erreichen wird. Noch sicherer darf darauf hingedeutet werden, daß der gleichen Bonität im gleichen Alter die größte Kreisfläche bei vollstem Schlusse zukommt.

*) Zentralblatt für das gesamte Forstwesen. Maiheft 1903, Seite 196 u. ff.

Tabelle 10.
Zusammenstellung
von Beständen gleichen Alters, gleicher Bonität und verschiedener Schlußform.

Bezeichnung	Alter	Stammzahl	Grundfläche	Höhe	Derbholzmasse	Mittelstammdurchmesser	Bezeichnung	Alter	Stammzahl	Grundfläche	Höhe	Derbholzmasse	Mittelstammdurchmesser
			m ²	m	m ³	cm				m ²	m	m ³	cm
Gruppe 1 a, I. Bonität (Schwappach).							Gruppe 1 b, I. Bonität (Schwappach).						
3 c	34	3604	49·33	11·1	253		5 c	34	2804	45·61	13·5	320	
4 c	34	4293	47·04	11·8	272		11	32	2288	33·76	13·5	240	
12 a	32	3389	38·63	11·9	249		13	33	2348	47·05	13·7	300	
19	35	3456	35·23	13·0	239		14	33	2584	29·23	12·1	179	
5 b	33	4080	40·85	11·9	246		15 a	33	2808	31·26	12·3	208	
7	29	4072	49·36	12·2	283		16 a	33	2253	33·84	13·7	237	
8	29	4410	48·37	11·8	251		17	35	2296	40·69	14·1	285	
9	30	4372	32·07	11·4	197		18	35	2512	30·25	13·0	207	
10	30	6725	38·48	11·2	257		2 b	30	2876	38·95	13·6	265	
11 a	30	7604	38·25	10·9	200		16 b	35	2572	36·44	13·8	258	
12 a	30	3748	37·41	12·8	193		17 b	35	2136	33·42	14·5	242	
13 a	30	3336	39·47	11·8	262		21 a	33	3060	41·20	13·3	283	
14	31	3640	37·26	12·3	235		Summe	401	30537	441·70	161·1	3024	
15 b	35	4120	40·07	12·6	256		Mittel	33	2540	36·8	13·4	252	13·6
18	31	5512	36·12	11·0	219								
19 a	31	3614	35·37	11·9	253								
20 a	31	4168	39·22	11·3	244								
Summe	535	74143	682·53	200·9	4109								
Mittel	32	4361	40·15	11·8	241	10·8							
Gruppe 2 a, I. Bonität.							Gruppe 2 b, I. Bonität.						
22 a	37	3166	45·93	14·6	339		15 b	38	2188	34·43	14·4	263	
25 a	40	2884	38·28	15·0	293		16 b	38	1910	36·50	15·1	291	
68	38	2892	41·59	12·1	273		21 b	41	1966	43·08	15·3	351	
70 a	39	4097	43·34	12·1	267		23 a	38	2272	31·47	14·5	221	
71 a	40	3748	35·42	12·4	218		26 a	41	1542	34·42	15·4	302	
72 a	40	3340	36·36	12·4	222		27 a	42	1988	36·49	14·8	263	
73	40	3944	35·00	13·0	193		Summe	238	11866	216·39	89·5	1691	
74 a	41	3075	46·30	12·8	317		Mittel	40	1980	36·1	14·9	282	15·3
Summe	315	27146	322·22	104·4	2122								
Mittel	39	3390	40·3	13·1	265	12·3							
Gruppe 3 a, I. Bonität.							Gruppe 3 b, I. Bonität.						
35 b	58	1501	49·99	20·1	574		31 b	58	888	38·59	22·3	407	
38 b	63	1116	49·41	23·4	636		41	61	802	51·62	25·2	695	
39 a	59	1640	61·17	22·8	769		42 a	63	1012	48·75	23·4	537	
40 a	59	1119	43·10	23·1	538		39 c	60	837	50·65	25·9	679	
34 b	59	1172	43·26	21·4	474		41 b	63	855	51·01	25·8	679	
35 c	58	1636	55·39	21·8	586		Summe	305	4394	240·62	122·6	2997	
42	59	1256	53·28	24·4	688		Mittel	61	879	48·12	24·5	599	26·4
43	59	1204	54·02	24·2	679								
44	59	1296	50·34	24·1	653								
Summe	533	11940	459·96	205·3	5597								
Mittel	59	1330	51·11	22·8	622	22·1							
Gruppe 4 a, I. Bonität.							Gruppe 4 b, I. Bonität.						
39 c	69	1304	63·12	24·8	854		40 c	69	971	49·81	25·9	681	
46	68	1044	53·49	24·7	683		42 c	72	700	51·00	25·7	607	
47 a	73	1028	58·94	24·7	779		43 b	73	979	55·00	26·9	780	
49	73	1064	58·03	25·7	778		45 b	72	972	53·41	24·7	696	
46	68	1095	58·60	26·0	754		47	71	897	48·98	23·2	722	
49	74	1308	62·46	24·8	786		41 a	68	623	46·10	27·1	644	
Summe	425	6843	354·64	150·7	4634		47 a	74	564	56·36	23·2	733	
Mittel	71	1140	59·10	25·1	772	25·7	Summe	499	5706	360·66	186·7	4863	
							Mittel	71	815	51·5	26·7	695	28·4

Tabelle 10 (Fortsetzung).

Bezeichnung	Alter	Stammzahl	Grundfläche	Höhe	Derbholzmasse	Mittelstammdurchmesser	Bezeichnung	Alter	Stammzahl	Grundfläche	Höhe	Derbholzmasse	Mittelstammdurchmesser
			m ²	m	m ³	cm				m ²	m	m ³	cm
Gruppe 5 a, II. Bonität.							Gruppe 5 b, II. Bonität.						
65 c	42	4730	44.82	12.3	281		62 c	39	2648	33.88	13.0	235	
70 a	39	4097	43.34	12.1	267		64 c	41	2779	40.87	13.0	346	
71 a	40	3748	35.42	12.4	218		68	38	2892	41.59	12.1	273	
73	40	3944	35.00	13.0	193		63 c	39	3468	54.99	12.5	347	
74 a	41	3075	46.30	12.8	317		69	38	3260	27.43	11.3	170	
76 c	41	3905	39.55	13.6	267		72 a	40	3340	36.36	12.4	222	
79 b	41	4140	49.71	13.3	346		75 c	39	3236	34.50	13.4	229	
80 a	38	5452	35.96	10.0	230		81 a	39	3436	39.29	13.5	281	
82 a	40	3980	50.47	12.7	337								
Summe	362	37071	380.57	112.7	2456		Summe	313	25059	308.91	101.2	2103	
Mittel	40	4120	42.3	12.5	273	11.5	Mittel	39	3130	38.6	12.7	263	12.5
Gruppe 6 a, II. Bonität.							Gruppe 6 b, II. Bonität.						
113 b	81	904	51.60	24.5	666		115 b	81	715	54.06	25.0	680	
114 b	81	816	52.40	25.3	697		117 b	81	610	51.00	24.4	648	
116 b	81	804	54.30	25.0	654		118 b	82	660	51.66	26.7	679	
119 b	83	936	54.82	23.7	685		104 b	78	658	50.59	28.9	701	
120 b	83	804	50.41	23.9	598		108 c	81	668	53.71	27.2	691	
123 b	83	925	57.24	26.2	798		110 c	80	623	54.23	28.2	797	
124 a	78	803	52.80	24.4	600		125 b	84	628	44.48	26.5	548	
125 b	83	1003	53.81	23.0	664		133	82	624	47.95	29.7	665	
126 a	81	1104	44.91	25.8	594		137 a	85	596	51.35	28.8	644	
128 a	84	913	47.85	24.2	626								
129 a	84	1103	51.76	24.0	688		Summe	734	5782	459.03	245.4	6053	
111 c	83	800	50.06	25.7	625		Mittel	82	643	51.00	27.3	673	31.8
112 c	84	1068	52.63	26.0	659								
122 a	78	1012	52.54	25.7	683								
123	79	1324	58.60	25.0	771								
124	79	972	59.73	28.0	823								
127	81	848	54.11	25.5	685								
128	81	788	47.78	25.5	634								
130	81	1020	58.29	27.2	846								
131	82	824	47.17	25.9	664								
132 a	82	1096	53.58	26.2	713								
134 a	83	1025	62.62	27.3	896								
135	83	884	62.58	27.2	881								
Summe	1878	21776	1231.59	585.2	16150								
Mittel	82	947	53.60	25.4	702	26.9							
Gruppe 7 a, III. Bonität.							Gruppe 7 b, III. Bonität.						
155 c	48	4100	41.86	11.0	228		173 b	52	2560	23.60	12.6	200	
175 a	50	4824	43.49	11.6	263		178 a	53	1508	31.33	15.4	262	
176	52	3044	40.33	14.3	314		159 b	53	2534	35.50	13.4	260	
177	52	2860	41.41	14.5	327		161 a	50	2441	33.39	13.7	302	
168 c	51	3712	33.39	12.8	220		163 a	53	2728	52.02	15.0	423	
162 a	51	3271	46.59	14.2	366								
Summe	304	21311	247.07	78.4	1718		Summe	261	11771	185.84	70.1	1447	
Mittel	51	3635	41.17	13.1	286	12.0	Mittel	52	2354	37.17	14.0	289	14.2

Tabelle 10 (Fortsetzung).

Bezeichnung	Alter	Stammzahl	Grundfläche	Höhe	Derbholzmasse	Mittelstammdurchmesser	Bezeichnung	Alter	Stammzahl	Grundfläche	Höhe	Derbholzmasse	Mittelstammdurchmesser
			m ²	m	m ³	cm				m ²	m	m ³	cm
Gruppe 8 a, III. Bonität.							Gruppe 8 b, III. Bonität.						
171 c	70	2122	50·23	17·1	464		167 c	68	1560	42·94	18·8	445	
189 a	68	1636	37·03	18·7	482		173 c	72	1258	46·14	19·2	479	
190 a	69	1712	44·57	18·9	437		174 a	73	1050	50·60	18·9	482	
191 a	69	1940	50·10	20·2	532		177	68	1508	45·85	17·0	413	
194 a	73	1660	47·46	21·4	577		178	68	1558	43·90	17·6	395	
168 c	69	1739	55·24	18·2	528		179	70	1260	42·25	18·4	444	
169 c	69	1673	48·53	17·7	461		180	70	1368	42·26	19·9	466	
170 c	69	1755	44·50	18·6	483		180 c	68	1500	39·46	18·8	417	
Summe	556	14237	377·66	15·08	3964		185 b	70	1452	49·32	21·4	543	
Mittel	70	1780	47·2	18·8	496	18·4	186 b	70	1392	50·98	20·9	553	
							189 b	74	1180	41·82	21·1	452	
							192 a	70	1504	43·20	19·2	453	
							193 a	70	1404	45·24	20·3	499	
							Summe	911	17994	583·96	251·5	6041	
							Mittel	70	1380	44·9	19·4	465	20·4
Gruppe 9 a, III. Bonität.							Gruppe 9 b, III. Bonität.						
182 a	78	1234	40·20	21·5	485		181	77	1016	42·74	19·5	465	
183 a	78	1536	48·23	21·5	578		184 a	78	986	37·38	22·6	432	
186	83	1236	44·20	21·8	506		188	83	744	41·25	23·5	496	
187	83	1198	55·53	22·6	689		189 c	79	1052	43·74	23·1	558	
189	83	1100	46·31	21·1	544		191 c	82	1012	50·35	23·6	604	
191 a	84	1395	54·77	20·4	609		196 b	82	1084	48·88	22·4	572	
187 b	78	1332	46·41	22·2	552		198 a	80	1080	46·54	22·4	547	
190 c	80	1208	47·96	23·4	577		199 a	82	1084	45·08	22·4	499	
192 b	81	1232	46·78	21·4	498		201 a	83	1060	50·75	24·4	625	
193 b	83	1122	53·41	24·2	646		190 a	84	876	51·73	22·5	641	
195 b	81	1234	44·42	22·3	538		Summe	810	9994	458·44	226·4	5439	
197	80	1144	45·85	22·0	557		Mittel	81	1000	45·84	22·6	544	24·2
200	83	1312	54·32	22·7	666								
Summe	1055	16283	628·39	287·1	7445								
Mittel	81	1250	48·3	22·1	573	22·2							
Gruppe 10 a, IV. Bonität.							Gruppe 10 b, IV. Bonität.						
203 a	48	6123	30·72	9·0	129		201 b	51	3299	22·72	8·4	108	
204 a	49	4391	31·95	9·4	109		202 a	48	3524	34·44	10·1	174	
217 b	50	5644	29·15	8·4	116		203 b	53	3896	29·59	11·1	175	
218 b	51	4172	26·90	9·9	119		219 b	51	4108	26·88	9·8	139	
220 b	52	4432	26·15	9·3	124		221 b	53	3504	33·77	12·2	206	
222 a	54	5188	33·93	11·5	191		223 a	54	3164	28·05	12·5	178	
Summe	304	29950	178·80	57·5	788		Summe	310	21495	175·45	64·1	980	
Mittel	51	4990	29·8	9·6	131	8·7	Mittel	52	3580	29·2	10·7	163	10·2

Dieselben Gesetzmäßigkeiten, welche wir bei der Besprechung des sächsischen Versuches beobachteten, treten daher auch hier zutage. Außer diesen Erscheinungen interessiert uns jedoch auch noch eine andere Beziehung zwischen den Massenfaktoren von Beständen gleichen Standortes und gleichen Alters verschiedener Schlußform. Es ist dies die Formhöhe. In der erwähnten, einen integrierenden Bestandteil dieser vorliegenden Arbeit bildenden Abhandlung, welche am Schlusse dieser Mitteilung als Anhang abgedruckt ist, habe ich das Gesetz abgeleitet, wonach alle Stämme eines und desselben Bestandes, welche stärker als der Mittelstamm sind, annähernd die gleiche Formhöhe besitzen wie der Mittelstamm. Hier habe ich die weitere Folgerung gezogen, daß im gleichen Alter auf der gleichen Bonität der stärkere und höhere Mittelstamm einer anderen Schlußform-erziehung dieselbe Formhöhe besitzen müsse wie der Mittelstamm der Dichtwucherziehung, weil der Mittelstamm einer lichtereren Erziehungsform auch in dem Bestande der Dichtwuchserziehung vorkommen müsse. Es bietet sich uns hier die Gelegenheit, diesen Satz zu kontrollieren.

Bestimmen wir in den Durchschnittsbeständen der vorstehenden Zusammenstellung (Tabelle 10) die Schaftformzahlen als Durchschnittswerte mit Zuhilfenahme der Tabelle 4, welche die einer bestimmten Höhe und dem zugehörigen Durchmesser zukommenden Formquotienten in Mittelwerten enthält, so können wir danach in der Tabelle 2 (Formquotienten und Formzahlentafel) der Massentafel „Form und Inhalt der Fichte“ die zugehörigen Formzahlen finden und danach in jeder Gruppe die Formhöhen berechnen. Die Übersicht dieser Berechnung zeigt folgendes Täfelchen.

Tabelle 11.

Gruppe	Deutsche Bonität	Alter	Höhe	Durchmesser	Form-quotient	Form-zahl	Form-höhe	Gruppe	Deutsche Bonität	Alter	Höhe	Durchmesser	Form-quotient	Form-zahl	Form-höhe
1 a	I	32	11·8	10·8	0·76	0·562	6·6	1 b	I	33	13·4	13·6	0·71	0·514	6·9
2 a	I	39	13·1	12·3	0·74	0·54	7·1	2 b	I	40	14·9	15·3	0·71	0·503	7·5
3 a	I	59	22·8	22·1	0·75	0·533	12·1	3 b	I	61	24·5	26·4	0·71	0·495	12·1
4 a	I	71	25·1	25·7	0·74	0·521	13·1	4 b	I	71	26·7	28·4	0·72	0·501	13·4
5 a	II	40	12·5	11·5	0·75	0·553	6·9	5 b	II	39	12·7	12·5	0·71	0·516	6·6
6 a	II	82	25·4	26·9	0·72	0·503	12·8	6 b	II	82	27·3	31·8	0·68	0·465	12·7
7 a	III	51	13·1	12·0	0·74	0·540	7·1	7 b	III	52	14·0	14·2	0·70	0·505	7·1
8 a	III	70	18·8	18·4	0·74	0·530	9·9	8 b	III	70	19·4	20·4	0·71	0·500	9·7
9 a	III	81	22·1	22·2	0·74	0·525	11·6	9 b	III	81	22·6	24·2	0·71	0·498	11·3
10 a	IV	51	9·6	8·7	0·75	0·578	5·5	10 b	IV	52	10·7	10·2	0·73	0·539	5·8

Auch aus dieser Zusammenstellung geht deutlich hervor, daß die Formhöhe des Bestandes bei gleicher Bonität im gleichen Alter bei verschiedener Schlußform annähernd gleich ist.

Bei gleicher Formhöhe ist für den Betrag der Masse die Grundfläche entscheidend. Da im allgemeinen die Grundfläche der im lichtereren Schlusse stehenden Bestände kleiner ist als die der dichtbestockten, so folgt daraus, daß auch die Schaftmasse in den lichterwachsenen Beständen geringer sein müsse. Dies gilt jedoch nur für jene Periode, in welcher die lichterwachsenen Bestände nicht den vollen Schlußgrad erreichen, d. h. Nebenbestand auszuschneiden beginnen. Ist dieses Stadium eingetreten, dann muß auch die Kreisfläche der licht erwachsenen Bestände jener der dichterwachsenen gleich sein. Da ferner die lichterwachsenen Bestände bei gleichem

Alter und gleicher Bonität höher sind als die dichterwachsenen, so kann bei ersteren, ungeachtet der geringeren Formzahl auch die volle Schaftmasse des Dichtschlusses erzielt werden. Beispiele gleicher Grundfläche bei gleicher Bonität, gleichem Alter und verschiedener Schlußform zeigen uns folgende Bestände.

Tabelle 12.

Bezeichnung	Gruppe	Bonität	Alter	Grundfläche	Stammzahl	Höhe	Durchmesser
44	3 a	I	59	50·34	1296	24·1	22·2
41 b	3 b	I	63	51·01	855	25·8	27·6
47 a	4 a	I	73	58·94	1028	24·7	27·0
47 a	4 b	I	74	56·36	564	28·2	35·5
112 c	6 a	II	84	52·63	1068	26·0	25·1
108 c	6 b	II	81	53·71	691	27·2	31·5
171 c	8 a	III	70	50·23	2122	17·1	17·4
174 a	8 b	III	73	50·60	1050	18·9	24·8
183 a	9 a	III	78	48·23	1586	21·5	20·0
190 a	9 b	III	84	51·23	876	22·5	27·4
203 a	10 a	IV	48	30·72	6123	9·0	8·0
202 a	10 b	IV	48	34·44	3524	10·1	10·6

Nach dieser Erörterung kehren wir zur Ableitung der Dimensionen des Mittelstammes der X. Bonität für andere Schlußformen zurück.

Die Formhöhe des Mittelstammes in der X. Bonität des Dichtschlusses beträgt 15·44. Um den mit 47 cm angenommenen Durchmesser der Lichtwucherziehung zu erhalten, müssen wir den Durchmesser des Dichtschlusses per 38 cm mit 1·24 multiplizieren. Die Reduktionszahl 1·24 liegt bei 86% der Stammzahl (siehe Anhang), es haben demnach im Dichtschlußnormalbestande noch 14% der Stammzahl einen gleichen oder höheren Durchmesser als 47 cm. Die Erzielung dieser Durchmesserdimension als Mittelstamm liegt daher im Bereiche der Möglichkeit. Suchen wir nun die Höhe dieses Stammes als Dichtschlußvorwuchsstamm, so erhalten wir aus der Höhenkurve (siehe Anhang) für 86% der Stammzahl die Reduktionszahl 1·08. Die Höhe des Mittelstammes im Dichtschlusse beträgt 33·2 m; mit 1·08 multipliziert, erhält man 35·9 m Höhe für den Mittelstamm des Lichtschlusses. Diese Höhe steht mit der aus den mittleren Daten einzelner Stämme gewonnenen Höhe von 37 m in nicht zu großem Abstände. Die Formhöhe des Mittelstammes des Dichtschlusses beträgt 15·44. Mit den für den Lichtschluß ermittelten Daten erhalten wir $37 \times 0·414 = 15·3$. Auch die Formhöhe ist also in annähernder Übereinstimmung. Endlich können wir noch die Formzahl vergleichen. Bei 86% der Stammzahl beträgt die Reduktionszahl 0·93. Reduzieren wir damit die Formzahl des Dichtschlußmittelstammes, so erhalten wir $0·93 \times 0·465 = 0·432$. Es ist also auch die Formzahl nicht bedeutend verschieden.

In Berücksichtigung dieser auf zwei verschiedenen Wegen in naher Übereinstimmung gewonnenen Abweichungen nehmen wir die Massenfaktoren des Mittelstammes der X. Bonität im Lichtschlusse definitiv mit 37 m Höhe, 0·417 Schaftformzahl und 47 cm Durchmesser an.

Da wir im Lichtschlusse im 100jährigen Alter die gleiche Stammgrundfläche erzielen wollen, wie sie der Dichtschluß aufweist, so ergibt sich die Stammzahl im 100jährigen Alter mit $\frac{64·3}{0·173} = 372$.

Zwischen den als Grenzen rationeller Wirtschaft aufzufassenden Dicht- und Lichtschlußerziehungsformen wollen wir eine mittlere Erziehungsform einschalten. Als Anhaltspunkt für die Wahl des im Mittelschlusse zu erzielenden Mittelstammdurchmessers in der X. Bonität im 100jährigen Alter nehmen wir ungefähr das Mittel aus den Durchmessern des Dicht- und Lichtschlusses, also rund 43 *cm* an.

Bei der in Frage kommenden Höhe von 34 bis 36 *m* entspricht diesem Durchmesser ein mittlerer Formquotient von 0·67 und eine mittlere Formzahl von 0·449. Berechnen wir zunächst die Höhe mit dieser Formzahl aus der gegebenen Formhöhe, so erhält man: $15·44 : 0·449 = 34·4$ *m*.

Die Reduktionszahl $43 : 38 = 1·16$ liegt bei 75% der Stammzahl, d. h. der Mittelstamm des im Mittelschlusse zu erziehenden Bestandes wird die gleichen Dimensionen aufweisen, wie sie der bei 75% der Stammzahl vorkommende Stamm des Dichtschlusses besitzt. Bei 75% der Stammzahl beträgt die Reduktionszahl für die Höhen 1·06, womit sich die Bestandeshöhe des Mittelschlusses aus der Höhe des Mittelstammes im Dichtschlusse mit $33·2 \times 1·06 = 34·9$ *m* ergibt.

Der Formzahlreduktionsfaktor ist bei 75% der Stammzahl 0·96. Mit der Formzahl des Dichtschlusses ergibt sich hieraus die Formzahl des Mittelschlusses gleich $0·469 \times 0·96 = 0·45$.

Nehmen wir die Höhe mit 34·9 *m* an, so berechnet sich die Formzahl aus der gegebenen Formhöhe mit $15·44 : 34·9 = 0·442$. Es ergibt sich also auch hier eine genügende Übereinstimmung zwischen auf verschiedenen Wegen gefundenen Massenfaktoren des Mittelstammes. Die Stammzahl berechnet sich aus $64·3 : 0·145 = 444$.

2. Die Wuchsgesetze für die Mittel- und Lichtschlußform.

Wir haben im I. Abschnitte gesehen, daß der Ausdruck:

$$df = a \left(h + \frac{4}{h} \right) \quad (1).$$

für Mittelstämme aller Schlußformen annähernde Giltigkeit besitzt, so daß *a* bloß eine Bonitätskonstante bedeutet, deren Variation sich in den Grenzen zwischen 0·528 und 0·604 bewegt. Wir haben weiter konstatiert, daß die Formel

$$f = \frac{b(h + 11·2)}{h + 5}. \quad (3)$$

die Konstante *b* bei gleicher Bonität ändert, wenn die Schlußform wechselt. Es handelt sich also zunächst darum, diese Konstante *b* für die von uns angenommene Mittel- und Lichtschlußform zunächst für die X. Bonität zu bestimmen. Dies kann nunmehr, da wir Formzahl und Höhe für beide Schlußformen im 100jährigen Alter kennen, ohne weiteres geschehen, indem wir diese Größen in die Formel (3) einsetzen und daraus *b* berechnen. Hiernach erhalten wir:

$$\text{Für den Mittelschluß: } b = \frac{f(h + 5)}{h + 11·2} = \frac{0·442(35 + 5)}{35 + 11·2} = 0·383,$$

$$\text{Lichtschluß: } b = \frac{0·417(37·3 + 5)}{37·3 + 11·2} = 0·364.$$

Die Konstante b ließe sich auch für alle übrigen Bonitäten auf gleichem Wege finden. Da wir aber die Mittel- und Lichtwuchsform in allen übrigen Bonitäten in dem gleichen Verhältnisse zur Vollschlußform bestimmen wollen, wie es bei der X. Bonität geschehen ist, so können wir uns die Sache erleichtern, indem wir die Proportionen aufstellen: Die Formzahlen der Mittel- und Lichtschlußform einer gegebenen Bonität sollen sich bei gleicher Höhe zur Formzahl ihrer Dichtschlußform so verhalten, wie dies bei der X. Bonität der Fall ist. Hiemit ist wegen der Voraussetzung gleicher Höhen auch ausgesprochen, daß sich die Konstanten b in der gleichen Weise verhalten wie die Formzahlen. Die Konstanten b der Mittel- und Lichtschlußform haben wir oben bestimmt, so daß wir die Proportionen:

$$\text{für den Mittelschluß mit: } b_m = \frac{0.383}{0.4} b_v = 0.957 b_v, \text{ und}$$

$$\text{Vollschluß } b_l = \frac{0.364}{0.4} b_v = 0.91 b_v, \text{ gewinnen,}$$

worin b_m die Mittelschluß-, b_l die Lichtschluß- und b_v die betreffende Vollschlußkonstante bedeutet. Wir haben also die in der Tabelle 9, Spalte 2 enthaltenen Konstanten b_v bloß mit den hier gefundenen Reduktionszahlen zu multiplizieren, um sofort die Konstanten b_m und b_l zu erhalten. Die Formzahlformeln der beiden angenommenen Schlußformen sind nachfolgend übersichtlich dargestellt.

Tabelle 13.

Mittelschluß			Lichtschluß		
Bonität	b_m	Formzahlformel	Bonität	b_l	Formzahlformel
XI	0.382		XI	0.363	
X	383		X	364	
IX	384		IX	365	
VIII	385		VIII	366	
VII	387	$f_m = \frac{b_m (h + 11.2)}{h + 5}$	VII	368	$f_l = \frac{b_l (h + 11.2)}{h + 5}$
VI	389		VI	370	
V	392		V	373	
IV	396		IV	377	
III	402		III	382	

Diese Formzahlenformeln sind selbstredend nur dann gebrauchsfähig, wenn die Höhen bekannt sind. Der Weg zur Bestimmung der Höhen ist nunmehr offen, wenn wir das Formhöhen-gesetz: In normalen Fichtenbeständen ist die Formhöhe für alle Stämme, welche stärker oder höher als der Mittelstamm sind, der Formhöhe des Mittelstammes annähernd gleich, in Anwendung bringen. Da wir die Mittel- und Lichtschlußform nur in solchen Grenzen definiert haben, daß bei gleicher Bonität und gleichem Alter die Dimensionen des Mittelstammes dieser Schlußformen auch im Dichtschlusse vorkommen können, so folgt daraus auch, daß der Mittelstamm der lichtereren Schluß-

formen bei gleichem Alter und gleicher Bonität auch in der Dichtschlußform vorkommen müsse. Geringe Abweichungen von diesem Gesetze spielen in Anbetracht der sonstigen Fehlerquellen keine Rolle.

Die Formhöhen des Dichtschlusses sind uns für jedes Alter und jede Bonität bekannt, dieselben Formhöhen bleiben demnach auch für die Mittel- und Lichtschlußform im gleichen Alter in Geltung. Bezeichnen wir die bekannte Formhöhe mit A , so haben wir die allgemeinen Gleichungen:

$$f = \frac{A}{h}; f = \frac{b(h + 11.2)}{h + 5}$$

$$\frac{A}{h} = \frac{b(h + 11.2)}{h + 5}$$

in welchen A und b bekannte Größen vorstellen, so daß wir daraus h bestimmen können. Es ergibt sich:

$$h^2 + h \left(11.2 - \frac{A}{b} \right) - \frac{5A}{b} = 0$$

$$h = \frac{A}{2b} - 5.6 + \sqrt{\left(\frac{A}{2b} - 5.6 \right)^2 + \frac{5A}{b}}. \quad (8).$$

Mit dieser Formel läßt sich die Bestandes-Mittelhöhe für jedes Alter und jede Bonität bestimmen, wenn die Formhöhe A und die Formzahlenkonstante b bekannt sind. So berechnen sich beispielsweise die Bestandeshöhen des Mittel- und Lichtschlusses h_m und h_l für das 100jährige Alter in den einzelnen Bonitäten in folgender Weise:

Tabelle 14.

Bonität	Formhöhe des Dichtschlusses	Mittelschluß				Lichtschluß			
		b_m	$\frac{A}{2b} - 5.6$	$\sqrt{\left(\frac{A}{2b} - 5.6 \right)^2 + \frac{5A}{b}}$	Höhe h_m	b_l	$\frac{A}{2b} - 5.6$	$\sqrt{\left(\frac{A}{2b} - 5.6 \right)^2 + \frac{5A}{b}}$	Höhe h_l
XI	16.18	0.382	15.6	21.4	37.0	0.363	16.7	22.4	39.1
X	15.44	383	14.6	20.4	35.0	364	15.6	21.4	37.0
IX	14.63	384	13.5	19.3	32.8	365	14.5	20.3	34.8
VIII	13.80	385	12.3	18.2	30.5	366	13.3	19.1	32.4
VII	12.90	387	11.1	17.1	28.2	368	11.9	17.8	29.7
VI	11.95	389	9.8	15.8	25.6	370	10.6	16.5	27.1
V	10.87	392	8.3	14.5	22.8	373	9.0	15.1	24.1
IV	9.76	396	6.7	13.0	19.7	377	7.3	13.5	20.8
III	8.57	402	5.1	11.5	16.6	382	5.6	12.0	17.6

Auf diese Art wurden die Höhen für sämtliche Bonitäten und Alter des Mittel- und Lichtschlusses berechnet und, ohne zu einer gewagten Hypothese Zuflucht nehmen zu müssen, die Entwicklung der Bestandesmittelhöhe in den angenommenen zwei Lichtwuchsformen gewonnen. Damit ist der wichtigste Schritt in der Bestimmung der Entwicklungsgesetze dieser beiden Schlußformen getan.

Die Formzahlen des Mittelstammes können nunmehr ohne weiteres aus

$$F = \frac{A}{h}$$

berechnet werden. In Fortsetzung unseres Beispielen ergeben sich die Formzahlen für das 100jährige Alter:

Tabelle 15.

Bonität	Mittelschluß		Lichtschluß	
	$\frac{A}{h}$	f_m	$\frac{A}{h}$	f_l
XI	$\frac{16.18}{37.0}$	0.437	$\frac{16.18}{39.1}$	0.412
X	$\frac{15.44}{35.0}$	441	$\frac{15.44}{37.0}$	417
IX	$\frac{14.63}{32.8}$	446	$\frac{14.63}{34.8}$	420
VIII	$\frac{13.80}{30.5}$	453	$\frac{13.80}{32.4}$	426
VII	$\frac{12.90}{28.2}$	458	$\frac{12.90}{29.7}$	435
VI	$\frac{11.95}{25.6}$	467	$\frac{11.95}{27.1}$	441
V	$\frac{10.87}{22.8}$	477	$\frac{10.87}{24.1}$	451
IV	$\frac{9.76}{19.7}$	495	$\frac{9.76}{20.8}$	469
III	$\frac{8.57}{16.6}$	516	$\frac{8.57}{17.6}$	487

Die nach dieser Methode berechneten Formzahlen müssen, wie leicht einzusehen, mit den aus

$$F = \frac{a(h + 11.2)}{h + 5}$$

sich ergebenden übereinstimmen.

Ebenso einfach ergeben sich auch die Durchmesser der Mittelstämme bei bekannter Höhe und Formzahl aus der allgemeinen Formel:

$$d = \frac{a \left(h + \frac{4}{h} \right)}{f}$$

Für das 100jährige Alter erhalten wir damit folgende Durchmesser.

Tabelle 16.

Bonität	Mittelschluß		Lichtschluß	
	$\frac{a \left(h + \frac{4}{h} \right)}{f}$	d_m cm	$\frac{a \left(h + \frac{4}{h} \right)}{f}$	d_l cm
XI	$\frac{0.528 \left(37 + \frac{4}{37} \right)}{0.437}$	44.8	$\frac{0.528 \left(39.1 + \frac{4}{39.1} \right)}{0.412}$	50.1
X	$\frac{0.530 \left(35 + \frac{4}{35} \right)}{0.441}$	42.1	$\frac{0.530 \left(37 + \frac{37}{4} \right)}{0.417}$	47.1
IX	$\frac{0.534 \left(32.8 + \frac{4}{32.8} \right)}{0.446}$	39.4	$\frac{0.534 \left(34.8 + \frac{4}{34.8} \right)}{0.420}$	44.4
VIII	$\frac{0.539 \left(30.5 + \frac{4}{30.5} \right)}{0.453}$	36.4	$\frac{0.539 \left(32.4 + \frac{4}{32.4} \right)}{0.426}$	41.1
VII	$\frac{0.545 \left(28.2 + \frac{4}{28.2} \right)}{0.458}$	33.7	$\frac{0.545 \left(29.7 + \frac{4}{29.7} \right)}{0.435}$	37.4
VI	$\frac{0.553 \left(25.6 + \frac{4}{25.5} \right)}{0.467}$	30.5	$\frac{0.553 \left(27.1 + \frac{4}{27.1} \right)}{0.441}$	34.2
V	$\frac{0.564 \left(22.8 + \frac{4}{22.8} \right)}{0.477}$	27.2	$\frac{0.564 \left(24.1 + \frac{4}{27.1} \right)}{0.451}$	30.4
IV	$\frac{0.580 \left(19.7 + \frac{4}{19.7} \right)}{0.495}$	23.7	$\frac{0.580 \left(20.8 + \frac{4}{20.8} \right)}{0.469}$	26.0
III	$\frac{0.604 \left(16.6 + \frac{4}{16.6} \right)}{0.516}$	19.8	$\frac{0.604 \left(17.6 + \frac{4}{17.6} \right)}{0.487}$	22.2

Hiemit sind die Entwicklungsgesetze des Mittelstammes beider Schlußformen bestimmt.

In der am Schlusse angehefteten Tafel IV ist die Entwicklung der Schaftmasse des Bestandesmittelstammes als Funktion der Höhen für die VII. Bonität in allen drei Schlußformen graphisch veranschaulicht.

Auf demselben Wege, wie wir ihn bei der Bestimmung der Dimensionen des Mittelstammes für das 100jährige Alter eingeschlagen haben, lassen sich nunmehr diese Dimensionen für ein beliebiges Alter bestimmen, weil der Schlüsselpunkt hierzu, die Formel 8 nur die bereits gegebenen Größen, Formhöhe und Formzahlkonstante verlangt.

Zur Aufstellung der Entwicklungsgesetze des Bestandes in den neuen Schlußformen fehlt uns jedoch noch ein wichtiger Faktor, nämlich die Stammzahl oder die Grundfläche, aus welcher wir, weil die Durchmesser bereits bekannt sind, die Stammzahlen ableiten könnten.

Als grundlegenden Satz haben wir erkannt, daß bei vollständigem Schlusse auch in verschiedener Schlußform jene Grundfläche erreicht werden kann, welche der Dichtschluß besitzt. Es ist also zulässig, anzunehmen, daß auch mit den Daten des Mittelstammes, wie wir sie für

das 100jährige Alter verschiedener Bonitäten bestimmt haben, jene Anzahl von Stämmen vorhanden sein kann, welche mit der Grundfläche des Mittelstammes multipliziert, die Grundfläche des Bestandes ergibt, oder: wir wollen auch in der Mittel- und Lichtschlußform die Grundfläche des Vollschlusses im 100jährigen Alter erreichen. Da wir jedoch im Mittel- und Lichtschlusse eine wesentlich geringere Stammzahl, dagegen einen größeren Durchmesser erzielen wollen, als in der Dichtschlußform, so folgt, daß in den Altern vor 100 Jahren die Stammzahl geringer sein muß und insbesondere in der Jugendzeit, in welcher der Durchmesser infolge des gleichen Wuchsraumes noch nicht bedeutend über dem Durchmesser des Dichtschlusses stehen kann, die Grundfläche, daher auch die Stammzahl wesentlich geringer sein muß als beim Dichtschlusse. Nehmen wir zum Ausgangspunkte unserer Betrachtungen die Höhe von 5 m an, vor deren Erreichung in Pflanzbeständen, als der regelmäßigen Art der Begründung der Fichte, in der Praxis wohl kaum Durchforstungen vorgenommen werden. Bei der Höhe von 5 m vermögen nach zahlreichen Erfahrungen in einem Bestande 5000 Stämme in gleichmäßiger Standraumverteilung zu stehen, ohne sich im Wachstum zu behindern, d. h. ohne daß eine Schaftreinigung beginnt. Es wird daher diese Stammzahl das Maximum sein, welches bei der Höhe von 5 m in der Lichtwucherziehungsform im Bestande vorhanden sein darf. Bei der mittleren Schlußform dürfen wir bei dieser Höhe von 5 m noch 7000 Stämme annehmen; nur wird bei dieser Stammzahl, annähernd gleiche Stammverteilung vorausgesetzt, die Reinigung von den unteren Ästen schon beginnen. Suchen wir die Grundflächen für die Höhe von 5 m zunächst für die X. Bonität.

Die Formzahl für die X. Bonität bei 5 m Höhe ist:

$$a) \text{ in der Mittelschlußform: } f = \frac{0.383 (5 + 11.2)}{5 + 5} = 0.62$$

$$\text{der Durchmesser: } d = \frac{0.53 \left(5 + \frac{4}{5}\right)}{0.62} = 4.96 \text{ cm}$$

$$\text{die Grundfläche} = 7000 \times 0.001932 = 13.52 \text{ m}^2;$$

$$b) \text{ in der Lichtschlußform: } f = \frac{0.364 (5 + 11.2)}{10} = 5.9 \text{ cm}$$

$$d = \frac{0.0053 \times 5.8}{0.59} = \frac{3074}{59} = 0.0521$$

$$G = 4000 \times 2.132 = 10.66 \text{ m}^2.$$

Für den Dichtschluß ergibt sich die Grundfläche bei 5 m Höhe in der X. Bonität:

$$G = 13.2 \sqrt{5} - 11.7 = 17.80 \text{ m}^2.$$

Das Maß der Reduktion der Grundfläche des Dichtschlusses bei einer Höhe von 5 m für die X. Bonität ist daher:

$$a) \text{ für den Mittelschluß: } \frac{13.52}{17.8} = 0.76$$

$$b) \text{ für den Lichtschluß: } \frac{10.66}{17.8} = 0.60.$$

In diesem Verhältnisse können wir die Grundflächen des Dichtschlusses der übrigen Bonitäten bei einer Höhe von 5 m umso eher reduzieren, als bei dieser Höhe die Grundflächen der einzelnen Bonitäten nicht sehr differieren. Wir erhalten demnach die Grundflächen für die Höhe von 5 m in den verschiedenen Schlußformen folgendermaßen:

Tabelle 17.

Bonität	Vollschluß	Mittelschluß	Lichtschluß
	m^2		
XI	17·8	$17·8 \times 0·76 = 13·5$	$17·8 \times 0·60 = 10·7$
X	17·8	13·5	10·7
IX	18·0	13·7	10·8
VIII	18·0	13·7	10·8
VII	18·0	13·7	10·8
VI	17·8	13·5	10·7
V	17·8	13·5	10·7
IV	17·4	13·2	10·4
III	17·0	12·9	10·2

Es sind also die Grundflächen bei einer Höhe von 5 m in den einzelnen Bonitäten bei gleicher Schlußform annähernd gleich.

Auf diese Weise haben wir die Grundflächen des Mittel- und Lichtschlusses für die Höhe von 5 m bestimmt. Eine zweite Grundfläche haben wir für jede Bonität und Schlußform für das 100jährige Alter, in welchem wir die Grundfläche der Mittel- und Lichtschlußform derjenigen der Dichtschlußform annahmegemäß gleichstellen. Setzen wir voraus, daß das Gesetz der Grundflächenbildung auch in anderen Schlußformen kein anderes als $G = i\sqrt{h} - k$ sei, so haben wir die Daten gegeben, um i und k für jede Bonität und Schlußform zu bestimmen. Gegen den Bestand dieser Voraussetzung läßt sich nicht leicht ein Grund finden, wohl aber deutet die Gleichheit des Gesetzes der Formzahl- und df -Bildung in verschiedenen Schlußformen darauf hin, daß auch das Grundflächengesetz als Typus der Kurvenform keine Änderung durch den Schluß erleidet.

Die Grundflächen aller Schlußformen im 100jährigen Alter sind demnach:

Tabelle 18.

Bonität	Grundfläche	Höhe im Mittelschluß	Höhe im Lichtschluß
	m^2	m	
XI	67·8	37·0	39·1
X	64·3	35·0	37·0
IX	61·2	32·8	34·8
VIII	57·7	30·5	32·4
VII	54·2	28·2	29·7
VI	50·4	25·6	27·1
V	45·9	22·8	24·1
IV	40·9	19·7	20·8
III	35·3	16·6	17·6

Bezeichnen wir die Grundfläche im 100jährigen Alter mit G , die Grundfläche bei der Höhe von 5 m mit G' und die Höhe im 100jährigen Alter mit h , so haben wir die zwei Gleichungen:

$$G = i\sqrt{h} - k,$$

$$G' = i\sqrt{h} - k,$$

aus welchen sich die Konstanten: $i = \frac{G - G'}{\sqrt{h} - 2.24}$ und $k = i \cdot 2.24 - G'$ berechnen lassen.

Hienach ergeben sich die folgenden Grundflächengleichungen:

Tabelle 19.

Bonität	für den Mittelschluß	für den Lichtschluß
XI	$G = 14.1 \sqrt{h} - 18.1$	$G = 14.2 \sqrt{h} - 21.0$
X	$= 13.8 \sqrt{h} - 17.4$	$= 13.9 \sqrt{h} - 20.4$
IX	$= 13.6 \sqrt{h} - 16.7$	$= 13.3 \sqrt{h} - 20.1$
VIII	$= 13.4 \sqrt{h} - 16.3$	$= 13.6 \sqrt{h} - 19.7$
VII	$= 13.2 \sqrt{h} - 15.8$	$= 13.5 \sqrt{h} - 19.4$
VI	$= 13.1 \sqrt{h} - 15.7$	$= 13.4 \sqrt{h} - 19.3$
V	$= 12.9 \sqrt{h} - 15.6$	$= 13.3 \sqrt{h} - 19.2$
IV	$= 12.8 \sqrt{h} - 15.3$	$= 13.2 \sqrt{h} - 19.2$
III	$= 12.2 \sqrt{h} - 14.4$	$= 12.8 \sqrt{h} - 18.5$

Die Stammzahl berechnet sich nunmehr leicht aus $\frac{G}{d^2 \frac{\pi}{4}}$.

Hiemit haben wir die Darstellung der Entwicklungs-Gesetze des Hauptbestandes beendet und es sind demnach alle Daten gegeben, um die Ertragstafeln für den Mittelschluß und Lichtschluß unter den gemachten Voraussetzungen auf rechnerischem Wege herstellen zu können. Es erübrigt nur noch die Bestimmung der Zwischennutzungen. Hiefür ist als erster Anhaltspunkt die ausscheidende Stammzahl gegeben. Der Mittelstamm des ausscheidenden Bestandes kann dem Mittelstamme des zurückbleibenden Bestandes nicht gleichgestellt werden. Es ist eine ganz natürliche Annahme, daß ersterer infolge der Begünstigung der vorherrschenden Stammklasse bei der Erziehung gegen den Mittelstamm des Hauptbestandes in Inhalt und Dimensionen zurückbleiben wird, und zwar umsomehr, je älter der Bestand wird. Mit Rücksicht auf die nicht ganz unbedeutende Rolle, welche die Zwischennutzungen in der Fichte im Forsthaushalte spielen, wollen wir eine vorsichtige Annahme machen und voraussetzen, daß im Vollschlusse bei der Höhe von 5 m der Schaftinhalt des Mittelstammes des ausscheidenden Bestandes 80% des Inhaltes des Mittelstammes des Hauptbestandes beträgt und bei der Höhe von 34—40 m bis auf 40% des Inhaltes des Hauptbestandes-Mittelstammes sinkt, ferner, daß die prozentuelle Abnahme gleichmäßig im Verhältnisse zur Höhe erfolge.

Für den Mittel- und Lichtschluß gelten die korrespondierenden Reduktionszahlen 85% und 90% für die Höhe von 5 m um 50%, beziehungsweise 60% für die Höhen von 34—40 m.

Eine besondere Beachtung verdient endlich noch das Verhalten der relativen Kronenlängen in den verschiedenen Schlußformen. Der Umstand, daß in meiner Abhandlung „Form und Inhalt der Fichte“ die Kronenlängen in Prozenten der Schaftlänge in der Formquotienten-

und Formzahlentafel 2 in durchschnittlichen Größen mit dem Eingange Höhe und Schaftformzahl zu finden sind, ermöglichte es, diese Kronenlängen in die fertiggerechneten Ertragstafeln für die Höhen von 8 bis 40 m direkt einzustellen. Hierbei ergab sich ein gesetzmäßiges Verhalten in zweierlei Richtung. Einmal sinken die Kronenlängen bei gleicher Höhe in jeder Schlußform mit abnehmender Bonität, zweitens steigen die Kronenlängen bei gleicher Höhe und gleicher Bonität mit abnehmender Bestockungsdichte (Schlußform). Es lag nahe, für diese Gesetzmäßigkeit einen mathematischen Ausdruck zu suchen, umso mehr, als die Ergänzung der Kronenlängen auch für Höhen unter 8 m zu suchen war. Es gelang mir eine einfache Beziehung der Kronenlänge zur Schafthöhe in dem allgemeinen Ausdrucke:

$$K = \frac{41(h + e)}{h} = 41 + \frac{41e}{h} \quad (9)$$

zu finden, in welchem K die Kronenlänge in Prozenten der Schaftlänge h bedeutet. e ist nur innerhalb einer Bonität und Schlußform konstant.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Variation der Konstanten e nach Bonität und Schlußform.

Tabelle 20.

Bonität	Vollschluß	Mittelschluß	Lichtschluß
	e	e_m	e_l
XI	8·3	5·7	3·1
X	7·0	5·0	2·7
IX	6·2	4·4	2·4
VIII	5·5	3·9	2·2
VII	4·9	3·6	2·1
VI	4·5	3·3	2·0
V	4·1	3·0	1·9
IV	3·8	2·8	1·8
III	3·5	2·6	1·8

Mit der Formel 9 wurden dann die Kronenlängen in Prozenten der Schaftlänge berechnet und in die Ertragstafel eingestellt, wobei sich nur unwesentliche Abweichungen gegenüber den aus der Formquotienten- und Formzahlentafel ermittelten ergaben.

Unter der Annahme, daß die Schaftreinigung beginnt, wenn die Kronenlänge unter 90% der Schaftlänge sinkt, läßt sich die Höhe, bei welcher diese Reinigung ihren Anfang nimmt, folgender Weise berechnen:

$$90 = 41 + \frac{41e}{h}; \quad h = \frac{41e}{49}.$$

Hienach erhalten wir folgende instruktive Tabelle:

Tabelle 21.

Bonität	Die Schaftreinigung beginnt im		
	Vollschlusse	Mittelschlusse	Lichtschlusse
	bei einer Bestandeshöhe von m		
XI	2·6	4·3	6·9
IX	2·0	3·7	5·2
VII	1·8	3·0	4·7
V	1·6	2·5	3·4
III	1·5	2·2	2·9

Es beginnt demnach naturgemäß die Schaftreinigung bei gleicher Bonität in den lichtereren Schlußformen bei einer größeren Höhe und bei gleicher Schlußform in der schlechteren Bonität bei einer geringeren Höhe. Diese Sätze haben in dieser Form allgemeine Geltung, bezüglich der ziffermäßigen Ansätze jedoch nur bei Übereinstimmung der Bestandescharakteristik mit jener der Ertragstafeln.

Wir lassen nunmehr die ganz auf rechnerischem Wege aufgestellten Ertragstafeln für die Fichte in den drei angenommenen Erziehungsformen: Vollschluß, Mittelschluß und Lichtschluß folgen, wobei wir bemerken, daß der Vollschluß nicht das Extrem der Vollschlußerziehung, sondern eine bereits gemilderte Form des Dichtwuchses darstellt. Es ist daher leicht möglich, daß in der Wirtschaft, insbesondere bei engständiger Begründung weit höhere Stammzahlen vorkommen, als sie sich in unserer Dichtschlußform vorfinden. In jedem Falle werden solche Bestände als überfüllt zu betrachten sein.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß wir in die Ertragstafel auch das Verhältnis $N:d$ eingestellt haben, welches bei der Bonitierung von Beständen gute Dienste leistet.

E

Normal-Ertragstafel

für die

Fichte

in drei Schlußformen, für neun Bonitäten.

III. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	lautend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
	m	cm	m ²					m ³	m ³	m ³	$\frac{N}{d}$				
10	0.4							100							
15	0.75							100							
20	1.1							100							
25	1.6							87							
30	2.2	2.3	21300	8.8	1.05			75	20						9260
35	3.0	3.3	13600	11.6	0.790	3.00	2.37	66	26			0.75	2800	2.5	4120
40	3.9	4.1	10800	14.2	723	1.86	2.82	60	40	103		2.8	2400	2.5	2630
45	4.9	5.05	8400	16.8	683	1.42	3.35	56	56	117		3.2	2000	3.0	1660
50	6.0	6.2	6400	19.3	656	1.10	3.94	53	75	127		4.0	1260	3.0	1030
55	7.2	7.4	5140	21.6	634	0.940	4.53	51	98	145		4.4	1120	3.0	695
60	8.3	8.7	4020	23.9	616	860	5.13	50	122	171		4.8	1120	4.0	462
65	9.5	10.0	3310	26.0	600	810	5.70	49	147	200		5.0	710	5.0	331
70	10.6	11.3	2790	27.9	587	765	6.22	48	173	226		5.2	710	4.0	247
75	11.7	12.6	2360	29.5	576	740	6.74	47	199	255		5.2	430	3.0	247
80	12.6	13.7	2100	30.9	568	720	7.16	47	223	280		4.8	260	2.5	187
85	13.5	14.9	1850	32.2	561	705	7.57	46	245	306		4.4	250	2.5	153
90	14.3	15.9	1680	33.4	555	690	7.94	46	265	330		4.0	250	2.5	124
95	15.1	16.9	1540	34.5	550	680	8.30	46	285	355		4.0	170	2.0	106
100	15.7	17.7	1435	35.3	546	670	8.57	46	303	371		3.6	140	2.0	91
105	16.3	18.4	1360	36.1	542	660	8.83	46	319	387		3.2	105	1.5	81
110	16.7	18.9	1310	36.7	540	654	9.02	45	331	400		3.2	75	1.0	74
115	17.1	19.4	1260	37.2	538	649	9.20	45	342	412		2.4	50	1.0	69
120	17.4	19.8	1220	37.5	536	646	9.33	45	350	421		2.2	50	1.0	65
125	17.6	20.1	1200	37.8	535	643	9.42	45	356	427		1.6	40	1.0	62
130	17.7	20.2	1180	37.9	535	642	9.47	45	359	430		1.2	20	0.5	60
												0.6	20		58

IV Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe		Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schafftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schafftholz		Stammzahl	Schafftholz	Bestandes- charakteristik
	Mittlerer Durchmesser	m ²			Schaff-	Baum-			Schafftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
	m		cm	m ³			m ³	m ³					$\frac{N}{d}$		
10	0.69			2.6											
15	1.1			4.2											
20	1.6			6.3											
25	2.3			9.3											
30	3.1			12.0	0.742	2.81	2.28	65	27	103	0.9				
35	4.0			14.8	699	1.80	2.80	59	41	107	2.8				
40	5.2	5.2	8880	17.8	667	1.93	3.43	55	62	122	4.2				1610
45	6.4	6.4	6470	20.8	639	1.02	4.09	52	86	136	4.8	1910	6		1010
50	7.8	7.8	4940	23.6	615	0.885	4.77	50	112	162	5.2	1530	15		633
55	9.2	9.5	3720	26.4	595	815	5.47	49	144	198	6.4	1220	19		392
60	10.6	11.0	3040	28.9	579	772	6.14	48	177	236	6.6	680	21		276
65	11.9	12.6	2510	31.2	566	746	6.74	47	210	277	6.6	530	22		199
70	13.1	14.0	2140	33.0	556	722	7.28	47	240	312	6.0	370	22		153
75	14.2	15.4	1860	34.7	548	698	7.78	46	270	344	6.0	280	21		121
80	15.3	16.8	1630	36.1	540	679	8.26	46	298	375	5.2	230	21		97
85	16.2	17.8	1500	37.4	535	663	8.67	46	324	402	5.6	130	19		84
90	17.1	18.9	1380	38.6	530	648	9.06	45	350	428	5.2	120	16		73
95	17.9	20.0	1260	39.7	526	638	9.42	45	374	453	4.8	120	15		63
100	18.7	21.0	1180	40.8	522	625	9.76	45	398	477	4.8	80	14		56
105	19.4	21.8	1120	41.7	519	618	10.07	45	420	500	4.4	60	13		51
110	20.0	22.6	1060	42.4	517	612	10.34	45	438	519	3.6	60	12		47
115	20.5	23.3	1010	43.1	515	608	10.56	44	454	537	3.2	50	12		43
120	20.9	23.8	980	43.6	513	605	10.72	44	467	551	2.6	30	8		41
125	21.2	24.2	959	44.1	512	602	10.85	44	478	563	2.2	31	8		40
130	21.5	24.6	936	44.5	511	600	10.99	44	489	574	2.2	23	6		38

V Bonität.

Alter	H a u p t b e s t a n d											
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz	
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher
Jahre	m	cm		m ²				m ³		m ³		
10	0.9			3.5				100				
15	1.6			6.1				90	9			0.60
20	2.3			9.1				75	16		1.4	0.80
25	3.1			11.9	736	2.90	2.24	66	26	105	2.0	1.04
30	4.0	4.1	11300	14.9	692	1.80	2.77	60	41	107	3.0	1.37
35	5.2	5.1	8900	18.2	659	1.34	3.43	56	62	127	4.2	1.77
40	6.6	6.5	6540	21.7	629	0.98	4.15	53	90	140	5.6	2.25
45	8.2	8.1	4850	25.0	603	0.848	4.91	51	123	173	6.6	2.73
50	9.7	9.8	3710	28.0	583	800	5.66	49	158	217	7.0	3.16
55	11.2	11.5	2960	30.8	567	762	6.35	48	196	263	7.2	3.56
60	12.8	13.4	2380	33.5	553	725	7.08	47	238	311	8.4	3.97
65	14.2	15.1	1990	35.7	543	694	7.71	47	276	352	7.6	4.25
70	15.5	16.6	1740	37.7	534	670	8.28	46	312	391	7.2	4.46
75	16.7	18.1	1540	39.5	527	655	8.80	46	348	432	7.2	4.64
80	17.8	19.4	1390	41.0	522	642	9.29	45	381	469	6.6	4.76
85	18.8	20.7	1260	42.3	517	628	9.72	45	411	499	6.0	4.84
90	19.7	21.9	1150	43.5	513	615	10.11	45	440	527	5.8	4.89
95	20.6	23.1	1070	44.7	509	605	10.49	45	469	557	5.8	4.94
100	21.5	24.2	996	45.8	506	600	10.88	45	498	591	5.8	4.98
105	22.3	25.3	931	46.8	503	596	11.22	45	525	622	5.4	5.00
110	23.0	26.2	885	47.7	501	592	11.52	44	550	649	5.0	5.00
115	23.6	27.0	846	48.4	499	588	11.78	44	569	672	3.8	4.95
120	24.1	27.6	819	49.0	497	584	11.98	44	586	689	3.4	4.88
125	24.5	28.1	798	49.5	496	580	12.15	44	602	703	3.2	4.82
130	24.9	28.6	778	50.0	495	576	12.33	44	616	717	2.8	4.74

VI. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²									m ³	$\frac{N}{d}$	
10	1.2							100	5						
15	2.0			8.0				82	12		1.4	0.80			
20	2.9			11.2	0.738	3.60	2.10	69	23	115	2.2	1.15			
25	3.9			14.6	691	1.85	2.69	62	39	105	3.2	1.56			
30	5.1	4.9	9550	18	657	1.14	3.35	57	60	105	4.2	2.00	2700	13	1950
35	6.6	6.4	6850	22.0	624	0.98	4.12	54	91	142	6.2	2.60	1760	18	1070
40	8.2	8.0	5090	25.6	599	0.860	4.88	51	125	179	6.8	3.12	1320	24	636
45	9.9	9.9	3770	29.0	576	790	5.70	49	165	227	8.0	3.67	910	28	381
50	11.7	12.0	2860	32.3	558	740	6.53	48	211	280	9.2	4.22	570	29	238
55	13.4	14.0	2290	35.2	544	701	7.29	47	257	331	9.4	4.67	410	31	164
60	15.1	16.0	1880	37.9	533	674	8.05	46	304	386	9.0	5.07	270	28	117
65	16.6	17.8	1610	40.2	524	647	8.70	46	349	432	8.2	5.37	190	26	90
70	17.9	19.4	1420	42.1	517	638	9.25	45	390	481	7.6	5.57	140	23	73
75	19.1	20.9	1280	43.8	512	625	9.78	45	428	523	7.2	5.71	120	23	61
80	20.2	22.3	1160	45.3	507	611	10.24	45	464	559	7.2	5.80	100	23	52
85	21.3	23.7	1060	46.7	503	600	10.71	45	500	597	6.8	5.88	82	22	45
90	22.3	25.0	978	48.0	499	592	11.13	45	534	633	6.8	5.93	63	20	39
95	23.3	26.2	915	49.3	496	584	11.56	45	568	671	6.4	5.98	60	19	35
100	24.2	27.4	855	50.4	493	578	11.93	44	600	705	6.0	6.00	43	16	31
105	25.0	28.4	812	51.4	491	572	12.27	44	630	735	6.0	6.00	41	16	29
110	25.8	29.4	771	52.3	489	567	12.62	44	660	765	5.2	6.00	28	12	26
115	26.5	30.2	743	53.2	487	563	12.91	44	686	794	4.2	5.97	26	12	24.6
120	27.0	30.9	717	53.8	486	561	13.12	44	707	815	3.4	5.89	20	10	23.2
125	27.5	31.5	697	54.3	485	559	13.34	44	724	835	2.4	5.79	12	6	22.1
130	27.8	31.9	685	54.7	484	557	13.45	44	736	847		5.66			21.5

VII. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schatflänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaffholz		Stammzahl	Schaffholz	Bestandescharakteristik
					Schaff-	Baum-			Schaffholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²									m ³	$\frac{N}{d}$	
10	1.5							98							
15	2.6	2.2	10000	4.5	1.02	3.85		74	12	45					4550
20	3.7	3.6	10000	10.2	0.720	2.00		64	29	75	3.4				2780
25	4.9	4.7	10000	17.6	665	1.40	3.26	59	57	121	5.6				2130
30	6.4	6.1	7380	21.5	625	1.04	3.97	54	85	142	5.6	2.28	2620	12	1210
35	8.1	7.8	5340	25.5	595	0.88	4.82	52	123	182	7.6		2040	18	685
40	9.9	9.8	3880	29.2	572	0.79	5.66	50	165	228	8.4		1460	25	396
45	11.8	12.1	2860	32.8	553	0.73	6.53	48	214	282	9.0		1020	31	236
50	13.7	14.3	2240	36.1	538	680	7.37	47	266	336	10.4		620	32	157
55	15.6	16.5	1840	39.2	525	655	8.19	47	321	400	11.0		400	32	111
60	17.3	18.5	1550	41.8	516	635	8.93	46	373	459	10.4		290	32	84
65	18.7	20.3	1350	43.9	510	620	9.54	46	419	509	9.2		200	29	66
70	20.1	22.0	1200	45.8	504	606	10.13	45	463	559	8.8		120	25	54
75	21.3	23.5	1090	47.5	499	596	10.63	46	505	604	8.4		110	24	46
80	22.5	25.0	998	49.1	495	586	11.14	46	547	648	8.4		92	24	40
85	23.6	26.4	923	50.5	492	576	11.61	45	586	687	7.8		75	24	35
90	24.7	27.8	854	51.8	488	568	12.05	45	623	725	7.4		69	23	31
95	25.7	29.0	803	53.1	485	564	12.46	44	660	770	7.4		51	19	28
100	26.6	30.2	760	54.3	483	560	12.85	44	697	809	7.4		43	18	25
105	27.5	31.3	720	55.3	481	557	13.22	44	730	846	6.6		40	18	23
110	28.3	32.3	686	56.2	479	554	13.56	44	761	882	6.2		34	17	21.2
115	29.0	33.2	658	57.0	477	551	13.83	44	788	912	5.4		28	15	19.8
120	29.6	34.0	636	57.7	476	548	14.09	44	813	935	5.0		22	12	18.7
125	30.1	34.7	617	58.3	475	545	14.30	44	833	956	4.0		19	11	17.8
130	30.6	35.3	600	58.8	474	542	14.50	44	852	976	3.8		17	10	17.0

VIII. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{d}$	
10	1-9					0-763		88	11						
15	3-2			12-3	708	2-80		69	26	108	3-0	1-73			
20	4-6	4-4	11050	16-8	662	1-50	3-05	61	51	116	5-0	2-55	3360	12	2510
25	6-2	5-9	7690	21-0	625	1-07	3-87	56	81	139	6-0	3-24	2030	16	1300
30	7-8	7-5	5660	25-0	597	0-890	4-66	53	117	174	7-2	3-90	1390	21	755
35	9-7	9-3	4270	29-0	572	790	5-55	50	158	222	8-2	4-51	1270	34	460
40	11-7	11-8	3000	32-9	551	735	6-45	49	212	283	10-8	5-30	720	35	254
45	13-8	14-3	2280	36-6	535	688	7-38	48	270	347	11-6	6-0	460	36	159
50	15-8	16-7	1820	39-9	522	648	8-25	47	329	408	11-8	6-58	290	33	109
55	17-7	18-9	1530	42-8	512	619	9-06	46	388	469	11-8	7-05	230	33	81
60	19-5	21-1	1300	45-4	504	606	9-83	46	445	537	11-4	7-42	160	32	62
65	21-0	23-0	1140	47-5	498	594	10-46	45	496	592	10-2	7-63	100	27	50
70	22-3	24-6	1040	49-3	493	584	10-99	45	544	642	9-6	7-77	94	24	42
75	23-6	26-2	946	51-0	489	575	11-54	45	588	692	8-8	7-84	73	24	36
80	24-8	27-7	873	52-6	486	567	12-05	45	632	740	8-8	7-90	65	24	31
85	26-0	29-2	808	54-1	483	560	12-56	44	676	788	8-8	7-95	46	22	28
90	27-0	30-4	762	55-3	480	554	12-96	44	717	827	8-2	7-97	46	21	25
95	28-0	31-7	716	56-5	478	550	13-38	44	756	870	7-8	7-96	46	21	22-6
100	29-0	33-0	673	57-6	476	546	13-80	44	795	912	7-8	7-95	43	20	20-4
105	29-9	34-2	639	58-7	474	542	14-17	44	832	951	7-4	7-92	34	19	18-7
110	30-7	35-2	613	59-6	472	538	14-49	44	864	985	6-4	7-85	26	15	17-4
115	31-4	36-0	593	60-4	471	534	14-79	44	893	1011	5-8	7-77	20	12	16-5
120	32-0	36-8	574	61-1	470	532	15-04	44	919	1040	5-2	7-66	19	12	15-6
125	32-5	37-5	558	61-7	469	530	15-24	44	939	1063	4-0	7-51	16	11	14-9
130	32-9	38-0	547	62-1	468	529	15-40	44	956	1081	3-4	7-35	11	8	14-4

IX. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffornhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²				m ³					m ³	$\frac{N}{a}$	
10	2:25			9.1	0.744	4.80		85	15	98		1.5			
15	3:8			14.2	684	1.90		67	37	102	4.4	2.47			
20	5:6	5:3	8820	19.5	637	1.20	3:54	59	69	130	6.4	3.45	2800	17	1670
25	7:5	7:2	6020	24.5	600	0.91	4:50	54	109	167	8.0	4.36	1700	23	836
30	9:5	9:2	4320	28.7	573	0.80	5:41	51	156	217	9.4	5.20	1220	31	469
35	11:5	11:6	3100	32.8	552	0.740	6:35	50	205	279	9.8	5.86	720	33	267
40	13:6	14:0	2380	36.7	535	690	7:28	48	269	344	12.8	6.72	530	39	170
45	15:9	16:7	1850	40.6	520	660	8:27	47	334	426	13.0	7.42	325	37	111
50	17:9	19:1	1525	43.7	510	630	9:13	47	400	493	13.2	8.0	235	37	80
55	19:9	21:5	1290	46.7	501	604	9:97	46	464	561	12.8	8.44	170	36	60
60	21:6	23:6	1120	49.1	494	593	10:69	46	524	629	12.0	8.73	120	31	47
65	23:1	25:2	1000	51.1	489	577	11:30	45	578	681	10.8	8.89	88	29	40
70	24:5	27:2	912	53.0	485	567	11:88	45	620	735	10.4	8.86	82	27	33
75	25:9	29:0	830	54.8	481	560	12:46	45	682	795	10.4	9.09	54	23	29
80	27:1	30:4	776	56.3	478	554	12:95	45	729	845	9.4	9.11	51	23	25
85	28:2	31:8	725	57.6	476	549	13:42	45	773	892	8.8	9.09	45	22	22.8
90	29:3	33:2	680	58.9	474	544	13:89	44	817	938	8.8	9.08	33	19	20.5
95	30:3	34:4	647	60.1	472	540	14:30	44	859	983	8.4	9.04	33	19	18.8
100	31:2	35:6	615	61.2	470	536	14:66	44	897	1024	7.6	8.97	32	18	17.3
105	32:0	36:6	590	62.1	468	532	14:98	44	931	1057	6.8	8.87	25	16	16.1
110	32:8	37:6	568	63.0	467	530	15:32	44	964	1095	6.6	8.76	22	15	15.1
115	33:5	38:5	548	63.8	466	528	15:61	44	996	1128	6.4	8.66	20	14	14.2
120	34:1	39:3	530	64.4	465	526	15:86	44	1021	1155	5.0	8.51	18	13	13.5
125	34:6	39:9	520	65.0	464	524	16:05	44	1043	1179	4.4	8.34	10	8	13.0
130	35:0	40:4	511	65.4	463	523	16:20	44	1060	1197	3.4	8.16	9	7	12.6

X. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²									m ³	$\frac{N}{d}$	
10	2.7			10.8	0.722		1.95	82	21			2.1			
15	4.6	4.3	11600	16.8	658	1.50	3.03	65	50	116	5.8	3.33	4850	15	2700
20	6.7	6.3	7250	22.6	612	0.98	4.10	58	92	148	8.4	4.6	2290	22	1150
25	8.8	8.4	4960	27.5	580	0.83	5.10	54	140	201	9.6	5.6	1520	31	591
30	11.0	10.9	3440	32.1	555	0.760	6.11	52	196	268	11.2	6.53	900	36	306
35	13.2	13.5	2540	36.3	537	700	7.09	49	257	335	12.2	7.34	600	40	188
40	15.6	16.3	1940	40.5	521	650	8.13	48	329	411	14.4	8.23	370	41	119
45	17.9	18.9	1570	44.1	508	625	9.09	47	401	493	14.6	8.91	270	42	83
50	20.0	21.5	1300	47.3	499	606	9.98	47	472	573	14.2	9.44	190	40	60
55	22.0	24.0	1110	50.2	492	590	10.82	46	543	652	14.2	9.87	190	40	46
60	23.6	25.9	996	52.5	487	577	11.47	46	607	715	12.8	10.1	114	33	46
65	25.2	27.9	893	54.6	482	564	12.15	45	665	776	11.6	10.2	103	31	38
70	26.6	29.7	814	56.4	479	552	12.74	45	720	828	11.0	10.2	79	30	32
75	27.9	31.3	755	58.1	476	546	13.28	45	771	885	10.2	10.3	59	26	27
80	29.1	32.8	705	59.6	473	542	13.76	45	819	940	10.2	10.3	50	24	24.1
85	30.3	34.3	660	61.0	470	538	14.24	45	866	994	9.6	10.2	45	24	21.5
90	31.3	35.6	625	62.2	468	534	14.65	45	911	1039	9.4	10.2	35	21	19.2
95	32.3	36.9	591	63.3	466	530	15.05	44	954	1084	9.0	10.1	35	21	17.6
100	33.2	38.0	567	64.3	465	527	15.44	44	993	1125	8.6	10.1	34	20	16.0
105	34.0	39.0	547	65.3	463	524	15.74	44	1029	1163	7.8	10.05	24	16	16.0
110	34.8	40.0	526	66.1	462	521	16.08	44	1063	1198	7.2	9.93	20	16	14.9
115	35.4	40.8	506	66.8	461	518	16.32	44	1091	1225	6.8	9.80	20	16	14.0
120	36.1	41.7	495	67.6	460	515	16.61	44	1119	1257	5.6	9.66	21	15	13.2
125	36.6	42.3	485	68.2	460	513	16.84	44	1146	1280	5.6	9.49	20	14	12.4
130	36.9	42.7	479	68.6	459	511	16.94	44	1160	1294	5.4	9.32	11	9	11.9
											2.8	9.17	10	9	11.5
												8.92	6	6	11.2

XI. Bonität.

Dichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang		Bestandes- charakteristik	
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl		Schaftholz
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{d}$	
10	3.4			13.2	0.693	2.22	2.36	88	31	100		3.1			
15	5.8	5.41	8780	20.2	628	1.14	3.64	63	73	134	8.4	4.87			1620
20	8.1	7.64	5670	26.0	589	0.87	4.75	57	123	182	10.0	6.15	3110	20	741
25	10.4	10.2	3820	31.2	560	0.785	5.82	53	181	255	11.6	7.24	1850	29	375
30	12.8	13.0	2720	36.0	538	710	6.89	50	247	327	13.2	8.23	1100	37	209
35	15.3	15.8	2070	40.5	521	670	7.97	49	323	415	15.2	9.23	650	40	131
40	17.7	18.6	1640	44.5	508	632	8.99	43	400	498	15.4		430	43	88
45	20.0	21.4	1340	48.0	498	604	9.96	47	478	580	15.6	10.0	300	43	63
50	22.0	23.9	1140	51.0	491	585	10.80	47	551	656	14.6	10.6	200	42	48
55	23.9	26.2	996	53.7	485	572	11.59	46	622	734	14.2	11.0	144	38	48
60	25.6	28.3	891	56.0	480	561	12.29	46	688	804	14.2	11.3	105	35	38
65	27.1	30.2	810	58.0	476	552	12.90	45	751	867	13.2	11.5	81	32	32
70	28.6	32.0	746	59.9	473	543	13.53	45	811	930	12.6	11.55	64	29	27
75	29.9	33.7	690	61.5	470	538	14.05	45	865	989	12.0	11.6	64	29	23
80	31.1	35.2	647	63.0	468	534	14.55	45	917	1047	10.8	11.5	56	29	20.5
85	32.3	36.7	610	64.4	466	530	15.05	45	969	1102	10.4	11.4	43	24	18.4
90	33.3	38.0	579	65.6	464	526	15.45	45	1012	1149	10.4	11.4	37	23	16.6
95	34.2	39.2	552	66.6	462	522	15.80	45	1053	1189	8.6	11.4	31	21	15.2
100	35.1	40.3	530	67.6	461	518	16.18	45	1093	1229	8.2	11.25	27	19	14.1
105	35.9	41.4	510	68.6	459	515	16.48	44	1130	1263	8.0	11.1	22	17	14.1
110	36.6	42.2	496	69.4	458	512	16.76	44	1163	1300	8.0	10.9	22	17	13.2
115	37.2	43.0	482	70.0	458	509	17.04	44	1192	1325	7.4	10.8	20	16	12.3
120	37.8	43.8	468	70.7	457	507	17.27	44	1220	1355	6.6	10.6	14	14	11.8
125	38.3	44.4	460	71.3	457	505	17.50	44	1245	1379	5.8	10.4	14	13	11.2
130	38.8	45.0	452	71.8	456	504	17.69	44	1270	1404	5.6	10.2	14	12	10.7
											5.0	9.96	8	9	10.4
											5.0	9.77	8	8	10.0

III. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{d}$	
10	0.4							100							
15	0.75							100							
20	1.1							100							
25	1.6			1.10				100							
30	2.2			3.65				90							
35	3.0	3.31	7800	6.7	0.790	3.20	2.37	77	16	64	0.46		850		2360
40	4.0	4.28	6950	10.0	0.705	2.10	2.82	68	28	84	0.70		1210	4	1620
45	5.1	5.41	5740	13.2	0.657	1.56	3.35	63	44	105	0.98		1145	7	1060
50	6.3	6.7	4595	16.2	0.626	1.18	3.94	58	64	120	1.28		940	11	686
55	7.6	8.2	3655	19.3	597	0.96	4.53	55	87	141	1.58		745	13	446
60	8.9	9.7	2910	21.5	580	0.87	5.13	53	111	166	1.85		440	14	300
65	10.1	11.2	2470	24.3	567	0.80	5.70	52	138	195	2.12		340	15	221
70	11.2	12.6	2130	26.5	556	0.761	6.22	51	165	226	2.36		260	15	169
75	12.3	13.9	1870	28.4	547	733	6.74	50	191	256	2.55		215	16	135
80	13.3	15.2	1655	30.1	539	711	7.16	49	216	285	2.70		170	16	109
85	14.3	16.5	1485	31.7	532	690	7.57	48	240	312	2.82		125	15	90
90	15.1	17.6	1360	33.1	526	672	7.94	48	263	336	2.92		100	14	77
95	15.9	18.6	1260	34.2	523	660	8.30	48	283	357	2.98		80	13	68
100	16.5	19.5	1180	35.1	520	650	8.57	48	301	377	3.01		65	12	60
105	17.1	20.3	1115	36.0	517	642	8.83	47	318	395	3.03		50	10	55
110	17.6	21.0	1065	36.8	514	636	9.02	47	332	412	3.02		37	8	51
115	18.0	21.5	1028	37.4	512	632	9.20	47	344	425	2.99		27	6	48
120	18.3	21.9	1001	37.8	510	628	9.33	47	353	434	2.94		17	4	46
125	18.5	22.2	984	38.1	509	625	9.42	47	359	440	2.87		7	2	44
130	18.6	22.3	977	38.2	509	623	9.47	46	362	443	2.78				44

IV Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											A b g a n g			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	cm		m ²					m ³		m ³		m ³		$\frac{N}{d}$	
10	0.7														
15	1.1														
20	1.6			0.7											
25	2.3			3.9											
30	3.1			7.0		3.20				69					
35	4.0			10.1		2.10				85					
40	5.2	5.4	5980	13.7	0.660	1.47	3.43	63	47	104		1.18	1460	10	1110
45	6.8	7.1	4520	17.9	602	1.03	4.09	58	73	126		1.62	1000	13	637
50	8.3	8.8	3520	1.4	575	0.905	4.77	55	102	160		2.04	730	17	400
55	9.8	10.6	2790	24.6	559	0.805	5.48	53	135	194		2.45	520	19	263
60	11.2	12.4	2270	27.3	549	0.750	6.15	51	168	229		2.80	340	19	183
65	12.5	14.0	1930	29.7	539	0.710	6.74	50	201	264		3.09	235	19	138
70	13.8	15.5	1695	32.0	528	686	7.29	49	234	303		3.34	195	20	111
75	15.0	17.0	1500	34.1	519	664	7.79	49	266	339		3.55	165	21	88
80	16.1	18.5	1335	35.8	513	647	8.26	48	296	373		3.70	135	21	72
85	17.1	19.9	1200	37.4	507	632	8.67	48	325	405		3.82	105	20	60
90	18.1	21.2	1095	38.9	501	619	9.07	47	353	435		3.92	80	18	52
95	19.0	22.5	1015	40.3	496	608	9.42	47	380	464		4.00	60	15	45
100	19.8	23.5	955	41.5	493	598	9.76	47	405	491		4.05	50	14	41
105	20.5	24.4	905	42.5	491	590	10.07	47	427	514		4.07	41	13	37
110	21.1	25.3	864	43.3	489	586	10.32	46	447	535		4.06	33	11	34
115	21.6	26.0	831	44.0	487	583	10.52	46	463	554		4.03	25	9	32
120	22.0	26.5	806	44.5	486	580	10.69	46	476	568		3.97	20	7	30
125	22.4	27.0	786	45.0	485	577	10.86	46	488	582		3.90	15	6	29
130	22.7	27.4	771	45.5	484	575	10.99	46	500	594		3.85			28

V Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{d}$	
10	0.9							100							
15	1.6			0.5				100							
20	2.3			3.75				94							
25	3.1			7.10				81							
30	4.1	4.1	7960	10.5	0.690	2.08		71	30	90					1940
35	5.3	5.34	6300	14.1	645	1.48	3.42	64	48	110	1.37	1560	10		1180
40	6.9	7.01	4740	18.3	602	1.04	4.15	59	76	131	5.6	1250	16		676
45	8.6	9.0	3490	22.2	571	0.880	4.91	55	109	168	6.6	775	19		388
50	10.3	11.0	2715	25.8	550	782	5.66	53	146	208	7.4	535	22		247
55	11.9	13.0	2180	28.9	534	729	6.35	51	184	251	7.6	370	23		168
60	13.5	15.0	1810	31.8	524	694	7.07	50	225	298	8.2	250	24		121
65	15.0	16.7	1560	34.3	516	667	7.74	49	265	343	8.0	190	23		93
70	16.3	18.4	1370	36.5	508	646	8.28	49	302	384	7.4	150	23		74
75	17.5	20.0	1220	38.4	502	629	8.79	48	333	423	7.2	120	23		61
80	18.7	21.5	1100	40.2	497	614	9.29	48	373	461	7.0	98	22		51
85	19.8	23.0	1002	41.8	491	600	9.72	47	406	495	6.6	78	21		44
90	20.8	24.4	924	43.2	486	587	10.11	47	438	528	6.4	64	20		38
95	21.8	25.7	860	44.6	482	577	10.50	47	469	561	6.2	51	18		33
100	22.7	26.9	809	45.9	479	571	10.87	47	499	594	6.0	43	16.5		30
105	23.5	27.9	766	47.0	478	566	11.23	46	528	625	5.8	36	15		27
110	24.2	28.9	730	47.9	476	562	11.52	46	553	653	5.0	30	14		25
115	24.9	29.8	700	48.8	474	560	11.80	46	576	680	4.6	24	12		23.5
120	25.4	30.5	676	49.4	472	553	12.00	46	593	700	3.4	19	10		22.2
125	25.8	31.1	657	49.9	471	557	12.15	46	607	717	2.8	14	8		21.1
130	26.2	31.6	643	50.4	471	556	12.34	46	622	734	2.8				20.4

VI. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d												Abgang		
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
	Jahre	cm	m ²						m ³	m ³	m ³	$\frac{N}{d}$			
10	1.2														
15	2.0														
20	2.9			6.4	3.75										
25	3.9			10.2	2.20										
30	5.2	5.12	6900	14.2	0.645	1.53	3.35	67	48	113	1.6			1850	
35	6.8	6.74	5190	18.5	606	1.03	4.12	61	76	129	5.6	1890	11	770	
40	8.6	8.9	3650	22.7	568	0.88	4.88	57	111	172	7.0	1540	18	410	
45	10.5	11.1	2760	26.7	543	770	5.70	54	152	216	8.6	890	20	249	
50	12.4	13.4	2160	30.4	526	720	6.52	52	198	271	9.2	600	25	161	
55	14.3	15.8	1720	33.8	510	685	7.30	51	247	331	9.8	440	29	109	
60	16.0	17.8	1470	36.7	503	654	8.05	50	295	384	9.6	250	27	88	
65	17.5	19.7	1280	39.1	498	626	8.71	49	341	429	9.2	190	27	65	
70	18.9	21.6	1130	41.3	489	606	9.25	48	382	473	8.2	150	27	52	
75	20.2	23.3	1010	43.2	484	590	9.78	48	422	515	8.0	120	27	43	
80	21.4	24.9	922	44.9	479	577	10.24	47	461	557	7.8	88	26	37	
85	22.6	26.6	839	46.6	473	568	10.70	47	499	598	7.6	83	26	31	
90	23.7	28.1	776	48.1	470	560	11.14	47	536	638	7.4	63	23	28	
95	24.7	29.4	728	49.4	468	533	11.56	47	571	675	7.0	48	20	25	
100	25.6	30.6	687	50.6	466	549	11.93	46	603	711	6.4	41	19	22.5	
105	26.5	31.8	651	51.7	463	545	12.27	46	634	747	6.2	36	19	20.5	
110	27.3	32.9	621	52.7	462	541	12.60	46	664	778	6.0	30	17	18.9	
115	28.0	33.8	596	53.6	460	537	12.88	46	690	806	6.0	25	15	17.6	
120	28.6	34.6	577	54.4	459	534	13.13	46	714	831	5.2	19	13	16.7	
125	29.1	35.4	560	55.0	457	532	13.30	46	732	851	4.8	17	12	15.8	
130	29.5	36.0	545	55.4	456	530	13.45	46	745	866	3.2	15	11	15.1	
											2.6				
											5.73				

VII. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang		Bestandes- charakteristik	
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl		Schaftholz
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	lautend- jährlicher	durch- schnittlich jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{d}$	
10	1.5							100							
15	2.6	2.25	7000	2.77	1.00	4.00		98	7	29					3110
20	3.7	3.8	7000	7.94	0.705	2.40		81	21	70	2.8	1.05			1840
25	5.0	5.0	7000	13.75	629	1.60	3.15	70	43	110	6.0	1.72			1400
30	6.7	6.7	5220	18.4	593	1.06	3.97	63	73	131	7.4	2.43	1780	9	779
35	8.5	8.6	3920	22.75	568	0.880	4.82	58	110	170	8.4	3.15	1300	14	456
40	10.4	10.8	2929	26.85	544	770	5.66	55	152	215	9.6	3.80	1000	22	271
45	12.4	13.2	2240	30.65	527	710	6.53	53	200	269	10.8	4.45	680	27	170
50	14.5	15.8	1760	34.5	509	670	7.37	51	254	335	10.8	5.08	480	32	111
55	16.4	18.2	1450	37.65	500	640	8.19	50	308	395	10.8	5.60	310	32	80
60	18.2	20.4	1240	40.55	491	615	8.93	49	361	454	10.6	6.02	210	31	80
65	19.7	22.4	1090	42.80	485	595	9.54	49	408	501	9.4	6.28	150	29	61
70	21.1	24.2	975	44.9	480	580	10.13	48	453	547	9.0	6.28	115	29	49
75	22.4	25.9	887	46.75	475	570	10.63	48	496	594	8.6	6.55	88	26	40
80	23.6	27.5	815	48.35	471	561	11.14	47	538	638	8.4	6.61	72	25	34
85	24.8	29.1	750	49.95	468	553	11.61	47	579	682	8.2	6.70	65	25	30
90	25.9	30.5	703	51.4	465	545	12.05	47	618	724	8.2	6.81	47	22	26
95	26.9	31.9	660	52.7	463	538	12.46	47	655	764	7.8	6.87	47	22	23.1
100	27.9	33.1	627	53.9	461	533	12.85	46	692	803	7.4	6.87	43	22	20.7
105	28.8	34.3	597	55.1	459	529	13.22	46	728	839	7.4	6.90	33	19	19.0
110	29.7	35.4	570	56.15	457	526	13.56	46	760	875	7.2	6.92	30	19	17.4
115	30.4	36.4	549	57.05	455	524	13.83	46	788	908	6.4	6.94	27	18	16.1
120	31.0	37.3	530	57.7	454	522	14.09	46	813	934	5.6	6.91	30	16	15.1
125	31.6	38.1	512	58.4	453	520	14.30	46	835	958	5.0	6.86	19	15	14.2
130	32.1	38.8	501	59.05	452	518	14.50	46	855	980	4.4	6.77	18	15	13.4
											4.0	6.68	11	10	12.9
												6.56			

VIII. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d												Abgang		Bestandes- charakteristik
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend- jährlicher	durch- schnittlich jährlicher			
	Jahre	cm	m ²					m ³	m ³	m ³	N d				
10	1.9							100							
15	3.2					2.60		91		64					
20	4.8	4.77	7330	13.1	0.636	1.67	3.05	74	40	105		2.0	1820	8	1540
25	6.5	6.43	5510	17.9	0.596	1.14	3.87	66	69	133		2.76	1500	15	857
30	8.3	8.42	4010	22.3	562	0.905	4.66	60	104	167		3.47	1010	21	476
35	10.2	10.6	3000	26.5	536	0.79	5.47	57	145	213		4.14	680	25	283
40	12.3	13.0	2320	30.7	525	725	6.46	54	198	274		4.95	505	32	178
45	14.5	15.6	1815	34.7	509	670	7.38	52	256	317		5.69	355	36	117
50	16.6	18.3	1460	38.3	497	630	8.25	51	316	400		6.32	240	36	80
55	18.6	20.8	1220	41.5	487	606	9.06	50	376	468		6.84	178	37	59
60	20.5	23.3	1042	44.4	479	590	9.82	49	436	537		7.27	125	34	45
65	22.2	25.5	917	46.8	471	576	10.46	48	489	599		7.52	100	34	36
70	23.7	27.7	817	49.0	464	562	11.0	48	539	653		7.70	77	31	29
75	25.1	29.6	740	50.9	460	549	11.55	47	588	700		7.84	56	27	25
80	26.4	31.3	684	52.6	457	537	12.06	47	634	746		7.92	46	25	21.9
85	27.6	32.9	638	54.1	455	530	12.56	47	679	792		7.99	37	23	19.4
90	28.7	34.3	601	55.5	453	526	13.00	47	721	838		8.01	29	20	17.5
95	29.7	35.5	572	56.7	452	522	13.42	46	760	878		8.00	25	18	16.1
100	30.6	36.7	547	57.8	451	518	13.80	46	797	915		7.97	22	16	14.9
105	31.4	37.8	525	58.8	450	515	14.13	46	831	951		7.91	19	16	13.9
110	32.2	38.8	506	59.8	449	512	14.46	46	864	986		7.85	17	15	13.1
115	33.0	39.8	489	60.7	448	510	14.78	46	896	1021		7.79	15	14	12.3
120	33.7	40.8	474	61.5	447	508	15.06	46	926	1053		7.72	13	13	11.6
125	34.2	41.5	461	62.1	446	506	15.25	46	947	1074		7.58	11	12	11.1
130	34.6	42.0	450	62.5	445	504	15.40	46	963	1090		7.41			10.7

IX. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d												Abgang		Bestandes- charakteristik
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schafflänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaffholz		Stammzahl	Schaffholz	
					Schaff-	Baum-			Schaffholz	Baumholz	laufend- jährlicher	durch- schnittlich jährlicher			
	m	cm	m ²					m ³					m ³	m ³	
10	2.3			3.7				100							
15	3.8			9.8		2.30		88							
20	5.7	5.50	6650	15.8	0.622	1.35	3.55	73	56	122		2.8	2060	14	1210
25	7.8	7.69	4590	21.3	577	0.94	4.50	64	96	156	8.0	3.84	1420	24	597
30	10.0	10.3	3160	26.3	541	0.80	5.41	59	142	211	9.2	4.73	890	31	307
35	12.3	13.2	2270	31.0	509	0.72	6.26	56	194	274	10.4	5.54	490	31	172
40	14.6	15.9	1780	35.3	499	0.676	7.29	53	257	339	12.6	6.42	320	33	112
45	16.8	18.5	1460	39.1	491	636	8.25	52	323	418	13.2	7.18	320	33	79
50	18.9	21.1	1220	42.5	483	617	9.13	51	389	496	13.2	7.78	240	37	58
55	20.9	23.6	1040	45.5	477	599	9.97	50	454	569	13.0	8.25	180	38	44
60	22.7	25.9	913	48.1	471	572	10.70	49	514	525	12.0	8.57	127	36	35
65	24.3	28.1	811	50.3	465	556	11.30	48	559	680	11.0	8.60	102	36	29
70	25.8	30.1	786	52.4	460	544	11.87	48	623	735	10.8	8.9	75	32	24.4
75	27.2	31.9	678	54.2	458	534	12.46	48	675	787	10.4	9.0	58	29	21.3
80	28.5	33.6	630	55.9	455	526	12.97	47	725	837	10.0	9.06	48	27	18.8
85	29.7	35.2	592	57.4	452	520	13.42	47	772	886	9.4	9.08	38	25	16.8
90	30.8	36.65	558	58.8	451	516	13.90	47	817	933	9.0	9.08	34	24	15.2
95	31.8	38.0	528	60.0	449	512	14.28	47	857	977	8.0	9.02	30	23	13.9
100	32.8	39.3	502	61.1	447	509	14.66	47	896	1020	7.8	9.0	26	22	12.8
105	33.7	40.6	480	62.2	445	506	15.00	46	933	1060	7.4	8.89	22	20	11.8
110	34.5	41.65	462	63.1	444	503	15.32	46	967	1095	6.8	8.79	18	18	11.1
115	35.2	42.6	448	64.0	443	500	15.60	46	998	1127	6.2	8.68	14	15	10.5
120	35.9	43.5	436	64.8	442	497	15.87	46	1027	1156	5.8	8.56	12	13	10.0
125	36.4	44.2	426	65.3	441	494	16.05	46	1049	1175	4.4	8.39	10	12	9.6
130	36.8	44.8	418	65.8	440	492	16.20	46	1066	1191	3.4	8.20	8	10	9.3

X. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
	m	cm	m ²					m ³	m ³		m ³	$\frac{N}{z}$			
10	2.7			5.3				100							
15	4.7			12.5		1.73		85		102					
20	7.1	7.03	5000	19.4	0.578	1.00	4.1	70	80	138		4.0	1430	18	711
25	9.3	9.39	3570	24.7	549	0.803	5.11	63	126	184		5.04	890	25	380
30	11.5	11.8	2680	29.4	532	0.740	6.12	59	180	250		10.4	700	35	227
35	13.9	14.8	1930	34.1	510	678	7.09	56	242	321		6.91	460	41	134
40	16.5	18.0	1520	38.6	493	637	8.13	53	314	406		7.85	300	43	84
45	18.9	21.1	1220	42.6	481	602	9.09	52	387	485		8.60	190	41	58
50	21.1	23.9	1030	46.0	473	577	9.98	51	459	559		9.18	136	39	43
55	23.1	26.4	894	48.9	468	557	10.81	50	528	630		9.60	103	38	34
60	24.9	28.8	791	51.5	462	546	11.50	49	592	700		9.87	77	35	27
65	26.6	31.0	714	53.8	457	537	12.16	49	654	768		10.1	62	33	23.1
70	28.1	33.0	652	55.7	454	531	12.76	49	710	830		10.1	48	29	19.8
75	29.4	34.7	604	57.4	452	525	13.29	48	763	886		10.1	48	29	17.4
80	30.6	36.4	566	58.9	450	520	13.77	48	811	937		9.6	38	26	15.5
85	31.7	37.9	535	60.3	449	515	14.23	48	858	985		10.1	31	24	14.1
90	32.8	39.3	509	61.7	447	510	14.66	47	904	1032		10.0	26	22	13.0
95	33.9	40.7	485	62.9	444	505	15.05	47	947	1077		8.6	24	22	11.9
100	34.9	42.0	463	64.1	442	500	15.43	47	988	1118		9.9	22	21	11.0
105	35.8	43.3	443	65.2	440	495	15.75	47	1027	1157		7.8	20	20	10.2
110	36.7	44.5	426	66.2	438	492	16.07	47	1064	1195		7.4	17	20	9.6
115	37.5	45.6	411	67.1	437	489	16.39	47	1097	1230		6.6	15	19	9.0
120	38.1	46.5	399	67.8	436	486	16.61	46	1126	1255		5.8	12	16	8.6
125	38.6	47.2	390	68.3	435	485	16.80	46	1148	1279		4.4	9	13	8.3
130	39.1	47.9	382	68.8	434	484	16.97	46	1168	1302		4.0	8	12	8.0

XI. Bonität.

Mittelschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											A b g a n g				
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaffformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schafflänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaffholz		Stammzahl	Schaffholz	Bestandescharakteristik	
					Schaff-	Baum-			Schaffholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher				m ³
Jahre	m	cm		m ²					m ³	m ³			m ³	$\frac{N}{d}$		
10	3.4			7.91		2.60		100								
15	6.0	5.8	6210	16.4	0.607	1.27	3.64	80	60	125	4.0		1970	16	1070	
20	8.4	8.3	4240	22.8	566	0.83	4.75	69	108	159	9.6	5.4	1330	27	511	
25	10.9	11.1	2910	28.4	534	0.76	5.82	62	165	235	11.4	6.60	805	41	262	
30	13.5	14.3	2105	33.7	511	0.698	6.89	58	232	316	13.4	7.73	520	42	147	
35	16.1	17.6	1585	38.6	489	0.640	7.97	56	308	398	15.2	8.80	305	43	90	
40	18.6	20.6	1280	42.7	482	0.610	8.99	54	384	483	15.2	9.6	220	44	62	
45	21.0	23.6	1060	46.5	474	580	9.96	52	463	565	15.8	10.3	157	44	55	
50	23.2	26.5	903	49.8	466	558	10.80	51	538	646	15.0	10.8	111	41	34	
55	25.2	29.1	792	52.7	460	548	11.59	50	611	726	14.6	11.1	84	39	27	
60	27.0	31.5	708	55.2	455	537	12.29	50	678	800	13.4	11.3	62	34	22.5	
65	28.6	33.6	646	57.3	451	528	12.90	49	740	865	12.4	11.4	47	30	19.2	
70	30.1	35.5	599	59.3	449	520	13.53	49	801	928	12.2	11.4	38	28	16.9	
75	31.4	37.2	561	60.9	448	513	14.05	49	855	978	10.8	11.4	33	27	15.1	
80	32.6	38.8	528	62.4	446	507	14.55	48	908	1031	10.6	11.3	27	24	13.6	
85	33.8	40.3	501	63.9	445	501	15.05	48	961	1081	10.6	11.3	22	23	12.4	
90	34.9	41.7	477	65.2	443	496	15.45	48	1007	1128	9.2	11.2	22	23	11.4	
95	35.9	43.1	455	66.4	441	492	15.80	48	1050	1172	8.6	11.0	20	23	10.6	
100	36.9	44.5	435	67.5	439	488	16.18	47	1092	1215	8.4	10.9	17	21	9.8	
105	37.7	45.7	418	68.5	437	485	16.48	47	1129	1255	7.4	10.8	14	19	9.1	
110	38.5	46.7	404	69.4	436	484	16.76	47	1163	1294	6.8	10.6	11	16	8.6	
115	39.2	47.7	393	70.2	435	483	17.04	47	1196	1329	6.6	10.4	9	14	8.2	
120	39.8	48.5	384	70.9	434	482	17.27	47	1224	1360	5.6	10.2	7	11	7.9	
125	40.3	49.1	377	71.4	434	482	17.50	47	1250	1387	5.2	10.0	5	9	7.7	
130	40.7	49.6	372	71.9	434	481	17.69	47	1272	1407	4.4	9.8			7.5	

III. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
	m	cm	m ²					m ³	m ³	m ³	N	z			
10	0.4							100							
15	0.75							100							
20	1.1							100							
25	1.6							100							
30	2.2	2.5						100							
35	3.1	3.5		4.15	0.765	3.40	2.37	88	10	43.7	0.28				
40	4.1	4.5	4720	7.50	688	2.35	2.82	76	21	72.2	2.25			1050	
45	5.3	5.8	4150	10.95	633	1.74	3.35	68	37	101	3.12		570	2	716
50	6.8	7.5	3330	14.7	592	1.24	3.94	63	58	123	4.24		820	6	444
55	8.0	9.2	2680	17.8	566	0.99	4.53	59	81	141	4.54		650	10	291
60	9.5	11.1	2150	20.8	543	0.86	5.13	56	107	169	5.28		530	14	194
65	10.7	12.8	1820	23.5	528	0.78	5.70	54	134	196	5.4		330	14	142
70	12.0	14.4	1590	25.9	518	0.730	6.22	53	161	227	5.4		230	16	110
75	13.2	15.9	1410	27.9	512	700	6.74	52	188	257	5.4		180	16	89
80	14.2	17.3	1260	29.6	506	675	7.16	51	213	283	5.0		150	16	73
85	15.2	18.6	1150	31.3	500	655	7.57	51	237	310	4.8		110	15	62
90	16.1	19.9	1060	32.9	494	638	7.94	50	261	338	4.8		90	15	53
95	16.9	21.1	977	34.2	490	624	8.30	50	284	362	4.6		83	15	46
100	17.7	22.2	915	35.4	486	612	8.57	49	308	383	3.8		62	14	41
105	18.3	23.2	856	36.2	482	602	8.83	49	320	399	3.4		59	14	37
110	18.8	23.9	823	36.9	480	594	9.02	49	333	411	2.6		33	9	34
115	19.2	24.5	798	37.6	480	588	9.20	49	346	423	2.6		25	8	32
120	19.5	24.9	782	38.1	479	587	9.33	48	355	436	1.8		16	5	31
125	19.7	25.1	773	38.4	479	587	9.42	48	362	444	1.4		9	3	31
130	19.8	25.3	766	38.5	478	587	9.47	48	365	447	0.6		7	2	30

IV Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang		Bestandes- charakteristik	
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl		Schaftholz
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend- jährlicher	durch- schnittlich jährlicher			
Jahre	cm	m ²						m ³	m ³			m ³	$\frac{N}{a}$		
10	0.7							100							
15	1.1							100							
20	1.6							100							
25	2.3			0.9				100							
30	3.2			4.5	3.20			90	46						
35	4.3			8.3	2.24			77	80						
40	5.6	6.0	4280	12.1	0.613	1.64	3.43	69	42	111	1.05		840	7	713
45	7.1	7.7	3440	16.1	576	1.16	4.09	63	66	132	1.47	4.8	750	12	446
50	8.7	9.7	2690	19.8	549	0.93	4.78	59	95	160	1.90	5.8	520	14	278
55	10.3	11.7	2170	23.3	532	80	5.48	56	128	192	2.33	6.6	300	15	185
60	11.9	13.8	1770	26.4	516	730	6.14	54	162	229	2.70	6.8	280	21	128
65	13.4	15.8	1490	29.2	503	690	6.74	53	197	270	3.00	7.0	210	22	94
70	14.7	17.7	1280	31.5	493	658	7.25	52	230	305	3.29	6.6	140	21	72
75	16.0	19.4	1140	33.7	486	636	7.78	51	263	343	3.51	6.6	100	20	59
80	17.2	20.9	1040	35.7	481	618	8.27	50	295	379	3.70	6.2	96	19	50
85	18.2	22.4	944	37.2	477	602	8.68	50	323	408	3.80	5.6	69	18	42
90	19.1	23.7	875	38.6	474	590	9.05	49	350	435	3.89	5.4	62	18	37
95	20.0	25.0	813	39.9	471	580	9.42	49	376	463	3.96	5.2	49	17	32
100	20.9	26.2	764	41.2	467	572	9.76	49	402	492	4.02	5.2	45	17	29
105	21.7	27.4	719	42.4	464	569	10.07	48	427	519	4.07	5.0	26	11	26
110	22.3	28.2	693	43.3	463	560	10.35	48	447	541	4.06	4.0	22	10	24.6
115	22.8	28.9	671	44.0	461	557	10.50	48	463	558	4.03	3.2	21	10	23.2
120	23.3	29.6	650	44.7	460	554	10.72	48	479	577	3.99	3.2	19	10	22.0
125	23.7	30.2	631	45.2	458	552	10.85	48	491	591	3.93	2.4	11	6	20.9
130	24.0	30.6	620	45.6	458	550	11.00	47	502	602	3.86	2.2	11	6	20.3

V. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{d}$	
10	0.9							100							
15	1.55							100							
20	2.25			0.75				100							
25	3.1			4.2				95							
30	4.3	4.4	5530	8.4	0.645			80	23						1260
35	5.7	6.0	4460	12.6	601	1.58	3.43	71	43	113	1.23	950	8		743
40	7.3	7.8	3510	16.7	569	1.13	4.15	64	69	138	5.2	740	13		451
45	9.0	9.8	2770	20.7	546	0.90	4.91	60	102	168	6.6	600	19		284
50	10.8	12.0	2170	24.5	524	77	5.66	57	139	204	7.4	470	24		181
55	12.6	14.5	1700	28.0	504	690	6.35	54	178	244	7.8	280	25		117
60	14.3	16.7	1420	31.1	494	655	7.06	53	220	291	8.4	200	26		85
65	15.9	18.8	1220	33.9	485	635	7.71	52	261	342	8.2	160	25		65
70	17.4	20.9	1060	36.3	477	612	8.30	51	301	386	8.0	115	25		51
75	18.7	22.6	955	38.3	471	592	8.81	50	338	424	7.4	115	24		42
80	19.9	24.3	867	40.2	466	580	9.27	50	373	464	7.0	88	24		36
85	21.1	26.0	789	41.9	461	570	9.73	49	407	504	6.8	78	23		30
90	22.1	27.5	731	43.4	457	561	10.10	49	439	538	6.4	58	22		27
95	23.1	28.9	683	44.8	454	553	10.50	48	470	572	6.2	48	21		23.6
100	24.0	30.1	647	46.0	453	547	10.87	48	500	604	6.0	36	19		21.5
105	24.9	31.3	613	47.2	451	541	11.23	48	530	636	6.0	34	18		19.6
110	25.7	32.5	581	48.2	449	535	11.54	47	556	663	5.2	32	17		17.9
115	26.3	33.4	560	49.0	448	531	11.80	47	578	683	4.4	21	14		16.8
120	26.9	34.2	542	49.8	446	527	12.00	47	598	706	4.0	18	13		15.9
125	27.4	35.0	524	50.4	444	525	12.17	47	613	725	3.0	18	12		15.0
130	27.8	35.5	514	50.9	444	523	12.34	47	628	740	3.0	10	8		14.5

VI. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{a}$	
10	1.2							100							
15	2.0							100							
20	2.9			3.5		3.70		100							
25	4.2			8.2		2.30		85							
30	5.6	5.8	4640	12.4	0.599	1.62	3.35	74	42	112	1.4				796
35	7.4	7.9	3530	17.2	557	1.12	4.12	66	71	142	2.03	5.8	1110	9	448
40	9.2	10.0	2710	21.3	531	0.880	4.89	61	104	172	2.6	6.6	820	14	271
45	11.1	12.3	2130	25.4	514	744	5.71	58	145	210	3.22	8.2	580	19	173
50	13.1	14.9	1670	29.2	498	694	6.52	55	190	265	3.81	9.0	460	26	112
55	15.1	17.6	1360	32.8	483	648	7.29	53	239	321	4.35	9.8	310	28	77
60	17.0	20.1	1130	35.9	474	616	8.06	52	289	376	4.82	10.0	230	32	56
65	18.7	22.5	974	38.7	465	598	8.70	51	337	433	5.18	9.6	156	30	43
70	20.2	24.6	860	40.9	458	580	9.25	50	379	479	5.41	8.4	114	29	35
75	21.5	26.4	784	42.9	455	566	9.78	50	419	522	5.59	8.0	86	28	30
80	22.7	28.0	723	44.5	452	554	10.26	49	457	560	5.71	7.6	61	24	26
85	23.8	29.6	670	46.1	449	545	10.70	49	493	597	5.80	7.2	53	24	22.6
90	25.0	31.2	624	47.7	446	537	11.10	48	529	640	5.88	7.2	46	23	20.0
95	26.0	32.6	587	49.0	444	530	11.54	48	565	675	5.95	7.2	37	22	17.7
100	27.0	34.0	554	50.3	442	524	11.93	48	600	712	6.0	7.0	33	22	16.3
105	28.0	35.4	524	51.6	439	519	12.30	48	635	750	6.04	7.0	30	21	14.8
110	28.9	36.7	497	52.7	437	515	12.63	47	666	785	6.05	6.2	27	21	13.5
115	29.5	37.6	482	53.5	436	513	12.86	47	689	809	5.99	4.6	15	13	12.8
120	30.1	38.4	468	54.2	436	511	13.12	47	711	833	5.93	4.4	14	13	12.2
125	30.6	39.1	457	54.8	435	509	13.30	47	729	854	5.83	3.6	11	11	11.7
130	31.0	39.7	446	55.3	434	508	13.45	47	744	870	5.72	3.0	11	11	11.2

VII. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang		Bestandes- charakteristik	
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaufformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schattholz		Stammzahl		Schattholz
					Schaft-	Baum-			Schattholz	Baumholz	lautend- jährlicher	durch- schnittlich jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²									m ³	$\frac{N}{a}$	
10	1.5							100							
15	2.6	2.3	5100		1.00	4.40		100	6	23					2220
20	3.8	4.0	5100	6.4	665	2.60	2.53	94	17	63	2.2				1280
25	5.3	5.4	5090	11.6	610	1.75	3.23	79	37	108	5.0				943
30	7.1	7.4	3820	16.6	561	1.18	3.97	69	66	139	5.8	1270	8		516
35	9.1	9.8	2820	21.3	532	0.890	4.82	63	103	172	7.4	1000	15		288
40	11.1	12.3	2160	25.7	511	760	5.66	59	145	217	8.4	660	20		176
45	13.2	14.9	1710	29.7	495	700	6.53	56	194	275	9.8	450	25		115
50	15.2	17.6	1370	33.2	482	658	7.37	54	245	332	10.2	340	31		78
55	17.4	20.4	1130	36.9	471	625	8.19	53	302	403	11.4	240	33		55
60	19.3	23.0	963	40.0	463	597	8.93	51	357	460	11.0	167	34		42
65	21.0	25.4	839	42.5	456	575	9.54	51	406	515	9.8	124	34		33
70	22.5	27.5	753	44.7	451	550	10.13	50	452	554	9.2	86	30		27
75	23.8	29.4	685	46.5	447	540	10.63	49	495	597	8.6	68	29		23.3
80	25.1	31.2	630	48.2	444	530	11.14	49	537	641	8.4	55	24		20.2
85	26.4	32.9	588	49.9	440	522	11.61	49	579	689	8.4	42	24		17.9
90	27.5	34.5	551	51.5	438	516	12.05	48	619	731	8.0	37	24		16.0
95	28.6	36.0	518	52.8	436	510	12.46	48	658	771	7.8	33	24		14.4
100	29.6	37.4	492	54.0	434	505	12.85	48	693	797	7.0	26	21		13.2
105	30.6	38.7	470	55.2	432	501	13.22	48	728	844	7.0	22	20		12.1
110	31.5	40.0	449	56.3	431	497	13.56	47	763	880	7.0	21	20		11.2
115	32.2	41.1	432	57.3	429	494	13.83	47	793	911	6.0	17	18		10.5
120	32.9	42.0	418	58.1	428	491	14.09	47	819	938	5.2	14	16		10.0
125	33.5	42.9	406	58.8	427	489	14.30	47	841	964	4.4	12	15		9.5
130	34.1	43.8	394	59.4	426	487	14.50	47	861	986	4.0	12	15		9.0

VIII. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
Jahre	m	cm		m ²					m ³		m ³		m ³	$\frac{N}{a}$	
10	1.9							100							
15	3.4			5.4		2.90		100		53					
20	5.2	5.5	4760	11.3	0.587	1.78	3.05	84	34	105	1.70		970	9	865
25	7.0	7.4	3790	16.3	553	1.20	3.87	73	63	137	2.52		810	12	512
30	8.8	9.4	2980	20.7	530	0.920	4.66	67	96	167	6.6		730	20	317
35	10.8	11.9	2250	25.0	506	742	5.46	63	137	200	8.2		730	20	317
40	13.0	14.5	1780	29.3	496	692	6.45	58	189	264	10.4		470	24	123
45	15.3	17.4	1410	33.5	482	649	7.37	56	247	333	11.6		370	32	81
50	17.6	20.5	1130	37.4	469	617	8.25	54	309	406	12.4		280	38	55
55	19.8	23.5	940	40.8	458	592	9.07	52	370	478	12.2		190	39	40
60	21.8	26.3	806	43.8	451	570	9.83	51	431	544	12.2		134	39	31
65	23.5	28.7	714	46.2	445	553	10.45	51	483	600	10.4		92	35	94.9
70	25.0	30.8	648	48.3	440	538	11.00	50	531	650	9.6		66	31	21.0
75	26.4	32.7	598	50.2	437	524	11.54	50	579	694	9.6		50	29	18.3
80	27.7	34.5	555	51.9	435	514	12.05	49	625	738	9.2		43	28	16.1
85	28.9	36.2	522	53.4	434	506	12.54	49	670	781	9.0		33	27	14.4
90	30.1	37.8	489	54.9	431	502	12.97	49	712	830	8.4		33	26	12.9
95	31.2	39.4	461	56.3	429	498	13.40	48	754	875	8.4		28	25	11.7
100	32.2	40.7	442	57.5	429	494	13.80	48	793	914	7.8		19	21	10.9
105	33.1	41.9	425	58.6	428	490	14.17	48	830	951	7.4		17	20	10.1
110	34.0	43.1	408	59.6	427	487	14.50	48	864	986	6.8		17	19	9.5
115	34.8	44.3	393	60.5	425	484	14.80	48	895	1020	6.2		15	19	8.9
120	35.5	45.4	379	61.4	423	482	15.00	47	921	1051	5.2		14	19	8.3
125	36.2	46.5	365	62.1	421	480	15.24	47	946	1079	5.0		14	18	7.8
130	36.7	47.2	358	62.7	420	478	15.40	47	966	1100	4.0		7	11	7.6

IX. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d												Abgang		
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	Bestandescharakteristik
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich-jährlicher			
	Jahre	m	cm	m ²											$\frac{N}{d}$
10	2.3														
15	4.0			7.5		2.42	100			73					
20	6.2	6.4	4450	14.3	0.571	1.42	3.54	82	51	126	2.55			695	
25	8.3	8.6	3370	19.6	543	0.96	4.51	71	88	156	7.4	1080	11	392	
30	10.5	11.2	2500	24.6	516	0.77	5.42	65	133	199	9.0	870	19	223	
35	12.8	14.3	1820	29.3	489	695	6.26	61	183	261	10.0	680	30	127	
40	15.4	17.7	1380	34.0	473	643	7.28	58	248	340	13.0	440	36	78	
45	17.8	20.8	1120	38.1	465	598	8.28	55	315	405	13.4	260	36	54	
50	20.1	23.9	932	41.8	454	574	9.13	54	382	482	13.4	188	40	39	
55	22.2	26.6	808	44.9	449	556	9.97	53	448	554	13.2	124	38	30	
60	24.1	29.2	712	47.7	443	541	10.68	52	510	622	12.4	96	37	24.4	
65	25.8	31.6	638	50.0	438	527	11.30	51	565	630	11.0	74	37	20.2	
70	27.4	33.9	577	52.1	434	518	11.90	50	620	739	11.0	61	36	17.0	
75	28.9	36.0	532	54.1	431	509	12.46	50	674	796	10.8	45	32	14.8	
80	30.3	38.0	493	55.9	428	502	12.97	49	726	850	10.4	39	32	13.0	
85	31.6	39.9	460	57.5	425	496	13.43	49	772	900	9.2	33	31	11.5	
90	32.8	41.6	433	58.9	423	491	13.87	49	817	948	9.0	27	28	10.4	
95	33.9	43.1	412	60.2	422	486	14.30	49	861	991	8.8	21	24	9.6	
100	34.9	44.4	396	61.4	420	481	14.66	48	900	1031	7.8	16	20	8.9	
105	35.8	45.7	381	62.5	419	477	15.00	48	938	1067	7.6	15	20	8.3	
110	36.6	46.8	369	63.4	419	473	15.34	48	973	1097	7.0	12	19	7.9	
115	37.4	47.9	357	64.3	418	470	15.63	48	1005	1130	6.4	12	18	7.5	
120	38.1	48.9	347	65.1	417	467	15.90	48	1035	1158	6.0	10	17	7.1	
125	38.6	49.7	339	65.7	416	465	16.06	48	1055	1179	4.0	8	14	6.8	
130	39.0	50.2	334	66.1	416	463	16.22	48	1072	1194	3.4	5	9	6.7	

X. Bonität.

Lichtschluß.

Alter	H a u p t b e s t a n d												Abgang		Bestandes- charakteristik
	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Stammzahl	Grundfläche	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz	
					Schaft-	Baum-			Schaftholz	Baumholz	laufend-jährlicher	durchschnittlich jährlicher			
Jahre	m	cm		m^2					m^3	m^3			m^3	$\frac{N}{d}$	
10	2.7							160							
15	4.8			10.0		1.94		100		94					
20	7.5	7.8	3700	17.7	0.547	1.10	4.10	79	73	146		3.6			475
25	9.7	10.2	2800	22.9	526	0.84	5.10	71	117	187	8.8	4.68	900	15	275
30	12.2	13.1	2080	28.1	501	718	6.11	65	172	246	11.0	5.7	720	25	159
35	14.8	16.7	1510	33.1	479	650	7.09	60	235	318	12.6	6.7	570	38	90
40	17.5	20.2	1180	37.7	465	606	8.14	57	307	400	14.4	7.7	330	40	58
45	20.0	23.6	956	41.8	454	574	9.08	55	380	480	14.6	8.44	224	45	40
50	22.4	26.8	805	45.4	446	547	9.99	54	454	556	14.8	9.08	151	46	30
55	24.6	29.9	691	48.5	440	533	10.80	53	524	636	14.0	9.53	114	45	23.1
60	26.4	32.4	619	51.0	435	520	11.50	52	586	700	12.4	9.77	72	44	19.1
65	28.1	34.7	564	53.3	432	511	12.14	51	647	765	12.2	9.95	55	36	16.3
70	29.7	36.9	517	55.3	429	504	12.74	51	705	828	11.6	10.1	47	35	14.0
75	31.1	38.7	484	57.1	427	497	13.30	50	759	882	10.8	10.1	33	31	12.5
80	32.4	40.5	454	58.7	425	490	13.77	50	809	932	10.0	10.1	30	29	11.2
85	33.7	42.3	429	60.3	423	485	14.25	49	858	986	9.8	10.1	23	29	10.1
90	34.9	44.1	405	61.7	420	480	14.65	49	904	1033	9.2	10.1	24	29	9.2
95	36.0	45.8	382	63.0	418	477	15.05	49	948	1082	8.8	9.98	23	27	8.3
100	37.0	47.2	366	64.1	417	474	15.43	49	990	1124	8.4	9.9	16	24	7.8
105	37.8	48.2	357	65.1	417	471	15.76	49	1026	1159	7.2	9.77	9	17	7.4
110	38.5	49.1	348	65.9	417	469	16.05	48	1058	1190	6.4	9.62	9	16	7.1
115	39.2	50.0	339	66.7	416	467	16.30	48	1087	1211	5.8	9.45	9	16	6.8
120	39.8	50.9	331	67.4	416	465	16.55	48	1116	1247	5.8	9.3	8	15	6.5
125	40.5	51.8	323	68.1	416	463	16.85	48	1145	1277	5.4	9.16	8	15	6.2
130	41.1	52.6	316	68.7	415	462	17.06	48	1172	1305		9.02	7	15	6.0

XI. Bonität.

Lichtschluß.

Alter Jahre	H a u p t b e s t a n d											Abgang			
	Mittlere Höhe m	Mittlerer Durchmesser cm	Stammzahl	Grundfläche m ²	Formzahl		Schaftformhöhe	Mittlere Kronenlänge in % der Schaftlänge	Inhalt an		Zuwachs an Schaftholz		Stammzahl	Schaftholz m ³	Bestandes- charakteristik $\frac{N}{a}$
					Schaft-	Baum-			Schaftholz m ³	Baumholz m ³	laufend- jährlicher durch- schnittlich jährlicher	Stammzahl			
10	3.5			5.55		2.82	100		55						
15	6.5	7.0	3950	15.2	0.560	1.32	3.64	94	55	180	8.8	3.67	1090	13	564
20	9.0	9.8	2860	21.6	508	0.90	4.57	79	99	175	12.5	4.95	680	20	292
25	11.7	12.7	2180	27.6	498	0.73	5.83	70	161	236	13.2	6.44	580	35	172
30	14.4	16.2	1600	32.9	479	0.652	6.90	65	227	309	15.0	7.57	430	47	99
35	17.2	19.8	1230	37.9	464	0.612	7.98	61	302	399	15.6	8.63	255	48	63
40	19.9	23.5	975	42.3	452	0.574	8.99	58	380	433	16.2	9.50	156	45	42
45	22.4	26.8	819	46.2	445	0.556	9.97	56	461	575	15.0	10.3	117	44	31
50	24.7	30.0	702	49.6	438	0.535	10.80	55	536	655	14.6	10.7	84	43	23
55	26.8	32.9	618	52.5	433	0.517	11.60	54	609	727	13.8	11.1	61	40	18.8
60	28.7	35.5	557	55.1	428	0.504	12.30	53	678	797	12.2	11.3	50	39	15.7
65	30.4	37.9	507	57.3	425	0.494	12.90	52	739	860	12.0	11.4	33	34	13.4
70	31.9	39.9	474	59.2	424	488	13.53	52	799	921	11.4	11.4	33	31	11.9
75	33.3	41.9	441	60.9	422	482	14.05	51	856	977	11.2	11.4	25	30	10.5
80	34.7	43.8	416	62.6	420	478	14.57	51	912	1038	11.0	11.4	23	30	9.5
85	36.0	45.6	393	64.2	418	475	15.05	51	966	1097	9.2	11.3	17	26	8.6
90	37.1	47.1	376	65.5	417	471	15.47	50	1012	1145	8.6	11.2	16	25	8.0
95	38.1	48.5	360	66.6	416	468	15.85	50	1055	1187	8.4	11.1	13	23	7.4
100	39.0	49.8	347	67.7	415	465	16.20	50	1097	1228	7.4	11.0	12	22	7.0
105	39.9	51.0	335	68.7	414	462	16.50	50	1134	1266	7.0	10.8	10	20	6.6
110	40.7	52.2	325	69.6	413	460	16.80	49	1169	1303	6.2	10.6	8	17	6.2
115	41.4	53.2	317	70.4	412	458	17.06	49	1200	1335	5.4	10.4	7	17	6.0
120	42.0	54.1	310	71.1	411	457	17.26	49	1227	1364	5.4	10.2	7	16	5.7
125	42.6	54.9	303	71.7	411	457	17.50	49	1254	1396	5.2	10.0	6	15	5.5
130	43.2	55.7	297	72.3	410	456	17.70	49	1280	1424		9.8			5.3

V. Vergleichende Darstellung der Ertragstafeldaten der verschiedenen Schlußformen.

Wir führen zunächst die Ertragstafeln in der Form vor, daß ihre Hauptdaten bei gleichem Alter in den verschiedenen Bonitäten und Schlußformen zur Darstellung gelangen.

Tabelle 22.

Bonität	Alter	Vollschluß						Mittelschluß						Lichtschluß					
		<i>h</i> m	<i>d</i> cm	<i>N</i>	<i>f_s</i>	<i>G</i> m ²	<i>V_s</i> m ³	<i>h</i> m	<i>d</i> cm	<i>N</i>	<i>f_s</i>	<i>G</i> m ²	<i>V_s</i> m ³	<i>h</i> m	<i>d</i> cm	<i>N</i>	<i>f_s</i>	<i>G</i> m ²	<i>V_s</i> m ³
XI	30	12.8	13.0	2720	0.538	36.0	247	13.5	14.3	2105	0.511	33.7	222	14.4	16.2	1600	0.479	32.9	227
IX		9.5	9.2	4320	573	28.7	156	10.0	10.3	3160	841	26.3	142	10.5	11.2	2500	0.516	24.6	133
VII		6.4	6.1	7380	625	21.5	85	6.7	6.7	5220	593	18.4	73	7.1	7.4	3820	561	16.6	66
V		4.0	4.1	11300	692	14.9	41	4.1	4.1	7960	690	10.5	30	4.3	4.4	5530	645	8.4	23
III		2.2	2.3	21300	1.105	8.8	20	2.2						2.2					
XI	50	22.0	23.9	1140	0.491	51.0	551	23.2	26.5	903	0.466	49.8	538	24.7	30.0	702	0.438	49.6	536
IX		17.9	19.1	1525	510	43.7	400	18.9	21.1	1220	433	42.5	389	20.1	23.9	932	454	41.8	392
VII		13.7	14.3	2240	538	36.1	266	14.5	15.8	1760	509	34.5	254	15.2	17.6	1370	482	33.2	245
V		9.7	9.8	3710	583	28.0	158	10.3	11.0	2715	550	25.8	146	10.8	12.0	2170	524	24.5	139
III		6.0	6.2	6400	656	19.3	76	6.3	6.7	4595	626	16.2	64	6.8	7.5	3330	592	14.7	58
XI	70	28.6	32.0	746	0.473	59.9	811	30.1	35.5	599	0.449	59.3	801	31.9	39.9	474	0.424	59.2	799
IX		24.5	27.2	912	485	53.0	620	25.8	30.1	736	460	52.4	544	27.4	33.9	577	434	52.1	620
VII		20.1	22.0	1200	504	45.8	463	21.1	24.2	975	480	44.9	453	22.5	27.5	753	451	44.7	452
V		15.5	16.6	1740	534	37.7	312	16.3	18.4	1370	508	36.5	302	17.4	20.9	1060	477	36.3	301
III		10.6	11.3	2790	587	27.9	173	11.2	12.6	2130	556	26.5	165	12.0	14.4	1590	518	25.9	161
XI	100	35.1	40.3	530	0.461	67.6	1093	36.9	44.5	435	0.439	67.5	1092	39.0	49.8	347	0.415	67.7	1097
IX		31.2	35.6	615	470	61.2	897	32.8	39.3	502	447	61.1	896	34.9	44.4	396	420	61.4	900
VII		26.6	30.2	760	483	54.3	697	27.9	33.1	627	461	53.9	692	29.6	37.4	492	434	54.0	693
V		21.5	24.2	996	506	45.8	498	22.7	26.9	809	479	45.9	499	24.0	30.1	647	453	46.0	500
III		15.7	17.7	1435	546	35.3	303	16.5	19.5	1180	520	35.1	301	17.7	22.2	915	486	35.4	303
XI	130	38.8	45.0	452	0.456	71.8	1270	40.7	49.6	372	0.434	71.9	1272	43.2	55.7	297	0.410	72.3	1280
IX		35.0	40.4	511	463	65.4	1060	36.8	44.8	418	440	65.8	1066	39.0	50.2	334	416	66.1	1072
VII		30.6	35.3	600	474	58.8	852	32.1	38.8	501	452	59.05	980	34.1	43.8	391	426	59.4	861
V		24.9	28.6	778	495	50.0	616	26.2	31.6	643	471	50.4	622	27.8	35.5	514	444	50.9	628
III		17.7	20.2	1180	535	37.9	359	18.6	22.3	977	509	38.2	362	19.8	25.3	766	478	38.5	365

Wir werden aus der Tabelle 22 bloß das Verhalten der Massenfaktoren bei gleichem Alter in den verschiedenen Schlußformen hervorheben.

- a) Bei gleichem Alter und gleicher Bonität wachsen Höhe und Durchmesser mit abnehmendem Schlusse, wogegen Stammzahl und Formzahl kleiner werden. Dieses Verhalten ist ein durchaus natürliches und bedarf keiner weiteren Erläuterung.
- b) Grundfläche und Masse nehmen ab bei gleichem Alter, und gleicher Bonität mit dem lichterem Schlusse bis zum 100jährigen Alter; von dort ab bleiben sie in allen Schlußformen annähernd gleich. Dieses Verhalten ist eine Folge der Annahme, daß bei jeder Schlußform der volle Schlußgrad erst im 100jährigen Alter erreicht werde. Die nähere Betrachtung der Ertragstafeln zeigt, daß der volle Schluß, praktisch genommen, schon ungefähr im 80. Altersjahre eintritt, weshalb diesen Ertragstafeln wohl auch für Umtriebszeiten von 80 bis 130 Jahren unter der Voraussetzung einer den Ertragstafeln zugrunde liegenden wirtschaftlichen Bestandesbehandlung Anwendbarkeit zuzusprechen ist.
- c) In jeder Schlußform finden wir bei gleichem Alter in den einzelnen Bonitäten ganz erhebliche Unterschiede in der Stammzahl. Außerdem sind aber auch die Stammzahlen gleichen Alters und gleicher Bonität bei verschiedener Schlußform sehr verschieden. So haben wir beispielsweise im 100jährigen Alter Stammzahlen von 347 (beste Bonität der Lichtschlußform) und 1435 (geringste Bonität des Vollschlusses). Hieraus folgt, daß bei Anwendung der Erziehungsmethode: Pflege der zukünftigen Haubarkeitsstämme in einer im vorhinein bestimmten Anzahl, nicht allein die Bonität, sondern auch die Schlußform und die Umtriebszeit zu berücksichtigen sein würden.
- d) Da die verschiedenen Schlußformen in den gleichen Bonitäten im 100jährigen Alter annähernd gleiche Schaftmassen ausweisen, bleibt die angenommene Bonitätsbezeichnung, wonach die Bonitätsziffer die Anzahl der Hunderte Festmeter Schaftholz im 100jährigen Alter ausdrückt, für alle Schlußformen gültig.

Im Nachfolgenden geben wir noch einen Auszug aus den Ertragstafeln, welcher das Verhalten der Masse und ihrer Faktoren, sowie auch der in Prozenten der Schaftlänge ausgedrückten Kronenlänge in den verschiedenen Schlußformen bei gleicher Höhe ausweist.

Die nachstehende Tabelle 23 läßt folgende Gesetzmäßigkeiten erkennen:

1. Bei gleicher Höhe und Bonität steigen die Durchmesser mit abnehmender Schlußdichte; bei gleicher Höhe und gleicher Schlußform werden die Durchmesser mit abnehmender Bonität größer. Diese Durchmesserzunahme geschieht nicht gleichmäßig, sondern erfolgt bei geringeren Bonitäten in stärkerem Maße.

2. Bei gleicher Höhe und Bonität nehmen die Stammzahlen mit der Schlußdichte bedeutend ab, bei gleicher Höhe und gleicher Schlußform sinken die Stammzahlen mit abnehmender Bonität. Diese Erscheinung ist dem Verhalten der Durchmesser entgegengesetzt.

3. Bei gleicher Höhe und Bonität sinken die Formzahlen mit abnehmender Schlußdichte; bei gleicher Höhe und gleicher Schlußform steigen die Formzahlen mit sinkender Bonität.

4. Bei gleicher Höhe und Bonität nehmen Grundfläche und Schaftmasse mit der Schlußdichte ab; bei gleicher Höhe und Schlußform sinken die Grundflächen und Massen mit abnehmender Bonität.

5. Die relative Kronenlänge wächst bei gleicher Höhe und gleicher Bonität mit abnehmender Schlußdichte; die Differenzen sind bei geringen Höhen am größten. Bei gleicher Höhe nehmen die Kronenlängen mit sinkender Bonität ab; die Unterschiede in den Kronenlängen sind bei großen Höhen am geringsten.

Alle diese Gesetze lassen sich durch eine analytische Diskussion der ihnen zugrunde liegenden Formeln mathematisch oder graphisch veranschaulichen.

Tabelle 23.

Bonität	Höhe	Vollschluß						Kronlänge %	Mittelschluß						Kronlänge %	Lichtschluß						Kronlänge %
		d	N	G	f	V	d		N	G	f	V	d	N		G	f	V				
		cm					cm						cm									
XI	7	6.6	6780	23.2	0.605	98	59	6.8	5320	19.3	0.580	79	74	7.2	4080	16.6	0.551	64	90			
IX		6.6	6780	23.2	608	98	55	6.9	5160	19.3	582	79	67	7.3	3940	16.5	554	64	77			
VII		6.7	6550	23.1	618	99	53	7.0	4990	19.2	587	79	62	7.4	3810	16.4	558	64	70			
V		6.9	6040	22.6	622	98	52	7.2	4570	18.6	594	77	59	7.5	3620	16.0	566	63	65			
III		7.1	5400	21.4	637	95	51	7.5	4050	17.9	610	76	56	7.9	3140	15.4	579	62	61			
XI	12	12.0	3040	34.3	0.544	224	53	12.4	2560	30.8	0.521	193	61	13.1	2100	28.3	0.495	168	69			
IX		12.0	3000	33.9	547	223	49	12.5	2490	30.5	524	192	56	13.2	2030	27.8	498	166	62			
VII		12.2	2840	33.2	551	219	48	12.7	2370	30.0	528	190	53	13.4	1940	27.4	502	165	58			
V		12.4	2660	32.1	560	216	47	13.0	2200	29.2	535	187	51	13.7	1830	27.0	509	165	55			
III		13.0	2270	30.1	573	207	47	13.6	1920	27.9	548	183	50	14.3	1610	25.9	521	162	53			
XI	17	17.8	1740	43.2	0.511	375	48	18.6	1480	40.1	0.489	333	55	19.5	1260	37.6	0.466	298	61			
IX		17.9	1690	42.4	514	370	47	18.7	1440	39.5	491	330	52	19.6	1225	36.9	468	294	56			
VII		18.1	1610	41.4	518	364	46	18.9	1380	38.7	496	326	50	19.9	1170	36.4	472	292	53			
V		18.4	1500	39.9	526	357	46	19.3	1290	37.7	502	322	48	20.3	1100	35.7	478	290	51			
III		19.3	1270	37.1	538	339	45	20.2	1120	36.0	515	315	47	21.3	966	34.4	489	286	49			
XI	23	25.1	1060	52.3	0.487	586	46	26.2	920	49.6	0.466	531	51	27.6	790	47.2	0.443	481	56			
IX		25.3	1015	51.0	489	573	45	26.4	883	48.6	469	524	49	27.7	765	46.1	446	474	52			
VII		25.6	966	49.7	493	563	45	26.7	850	47.6	473	518	48	28.1	732	45.4	450	470	50			
V		26.1	893	47.8	501	551	44	27.3	791	46.3	479	510	46	28.7	690	44.6	456	467	48			
III		27.3	755	44.2	513	520	44	28.5	693	44.2	491	498	44	30.0	607	42.9	466	460	47			
XI	30	33.8	685	61.5	0.470	867	45	35.4	602	59.2	0.450	799	49	37.2	523	56.8	0.428	729	52			
IX		34.1	655	59.8	472	847	44	35.6	581	57.8	452	784	47	37.4	502	55.5	430	716	49			
VII		34.5	612	57.2	475	815	44	36.1	552	56.5	454	770	46	37.9	484	54.6	433	709	48			
V		35.2	572	55.7	483	807	43	36.8	518	55.1	461	762	45	38.7	457	53.7	439	707	47			

Da das Bildungsgesetz der Kurven der Massenfaktoren für alle Bonitäten und Schlußformen ein gleiches ist, so erhalten wir für gleiche Höhen und verschiedene Bonitäten folgende allgemeine Relationen:

$$\frac{f}{f_1} = \frac{b}{b_1}; \quad \frac{d}{d_1} = \frac{c}{c_1}; \quad \frac{df}{d_1 f_1} = \frac{a}{a_1}; \quad \frac{L}{L_1} = \frac{41(h+e)}{41(h+e_1)}$$

$$\frac{G}{G_1} = \frac{i\sqrt{h}-k}{i_1\sqrt{h}-k_1}; \quad \frac{V}{V_1} = \frac{f(i\sqrt{h}-k)}{f_1(i_1\sqrt{h}-k_1)} = \frac{b(i\sqrt{h}-k)}{b_1(i_1\sqrt{h}-k_1)} = \frac{B\sqrt{h}-C}{B_1\sqrt{h}-C_1}$$

In der Gleichartigkeit der Bildung der Kurvengesetze aller Massenkomponenten in den verschiedenen Schlußformen und in ihrer Abhängigkeit von den Entwicklungsgesetzen der Dichtschlußform liegt der Grund, daß der Zeitpunkt des Eintrittes der Kulmination des Höhen-, Grundflächen-, Durchmesser- und Massenzuwachses in allen Schlußformen bei gleicher Bonität

gleich bleibt. Es ist somit dieser Zeitpunkt lediglich von der Bonität, nicht aber auch von der wirtschaftlichen Behandlung abhängig. Die Zuwachsentwicklung tritt auch hier in der bekannten Weise auf, daß die Kulmination bei geringeren Bonitäten in einem späteren Alter erfolgt.

Die fertigen Ertragstafeln gestatten es nun, zu vergleichen, ob die darin enthaltenen Gesetze mit bereits bekannten analogen Gesetzen sich in Übereinstimmung befinden. Hiebei kommt zunächst das von Professor Dr. Weber in München entwickelte Gesetz, lautend: Die Massenreihe einer Ertragstafel lasse sich bezüglich ihrer Abhängigkeit vom mittleren Modellstamm durch eine Gleichung dritten Grades $V^3 = a + bv$; $V = \sqrt[3]{a + bv}$ ausdrücken.

In dieser Gleichung bedeuten V die Masse des Bestandes, v den Inhalt des Mittelstammes, a und b zwei von der Holzart und Bonität abhängige Konstanten.

Ein Versuch, die Massenreihe meiner Ertragstafeln nach diesem Gesetze zu entwickeln, mißlang hauptsächlich aus dem Grunde, weil ich in den jüngeren Altern, wie bereits erwähnt, im Sinne einer lichtereren Jugenderziehung geringere Massen (und Grundflächen) zu erzielen beabsichtigte, als sie die deutschen Fichtenertragstafeln aufweisen.

Das Gesetz der Massenreihe meiner Ertragstafeln lautet sehr angenähert:

$$V = a + b \sqrt{v} \quad (11).$$

Es ist dies gleich der Weber'schen eine parabolische Kurve jedoch nur zweiten Grades.

Für die VII. Bonität habe ich die Konstanten mit folgenden Werten bestimmt:

Vollschluß:	α)	für die Schaftholzkurve:	$a = 20$,	$b = 706$
	β)	Baumholzkurve:	$a = 52$,	$b = 729$
Mittelschluß:	α)	Schaftholzkurve:	$a = 5$,	$b = 654$
	β)	Baumholzkurve:	$a = 33$,	$b = 681$
Lichtschluß:	α)	Schaftholzkurve:	$a = -4$,	$b = 588$
	β)	Baumholzkurve:	$a = 23$,	$b = 613$.

Die Gleichung 11 gilt mit den vorangeführten Konstanten für die VII. Bonität etwa vom 30. Altersjahre angefangen. Ich habe es unterlassen, die Konstanten auch für die übrigen Bonitäten und Schlußformen zu bestimmen, weil ich bezweifle, ob dem in der Formel (11) ausgedrückten Gesetze eine praktische Bedeutung als Behelf für die Aufstellung von Lokalertragstafeln beizumessen sei. Man sieht nämlich aus dem angeführten Beispiele, daß die Konstanten a und b einer und derselben Bonität nach der Schlußform nicht unbedeutend verschieden sind; es käme demnach zu den Schwierigkeiten, welche die Beurteilung zweier Bestände verschiedenen Alters hinsichtlich der Gleichheit der Bonität verursacht, noch die neue hinzu, diese Bestände auch in Bezug auf die Gleichartigkeit der bisherigen Erziehungsweise mit der der Ertragstafel zugrunde liegenden Behandlung begutachten zu müssen. Die Gesetzmäßigkeiten unserer Ertragstafel sind aber von bestimmten Annahmen abhängig gemacht, welche nicht immer zutreffen müssen. Erst nach diesen Beurteilungen wäre man in der Lage, aus den Massendaten zweier Bestände V und V_1 , beziehungsweise v und v_1 , die beiden Konstanten:

$$b = \frac{V_1 - V}{\sqrt{v_1} - \sqrt{v}}, \quad a = V - b \sqrt{v} = V_1 - b \sqrt{v_1}$$

zu ermitteln. Auch dann ist jedoch nicht viel gewonnen, weil man zwar die Beziehungen der Inhalte der Mittelstämme zu den Bestandesmassen, nicht aber auch ihre Beziehungen zur Zeit kennt, denn der derzeitige Mittelstamm muß nicht Mittelstamm früherer Zeiten gewesen sein und die Analysen zweier Mittelstämme divergieren oft sehr bedeutend. Ich halte daher den Weg, durch Analysen von Mittelstämmen die Beziehungen zur Zeit zu finden, für einen sehr unsicheren.

Um nach den hier aufgestellten Gesetzen Ertragstafeln zu konstruieren, würde man bloß die Höhenkurve des Bestandes als Funktion des Alters benötigen. Dennoch möchte ich niemandem raten, diesen Weg einzuschlagen und etwa die Höhenlinie aus Stammanalysen zu konstruieren, sich sodann der hier aufgestellten Gesetze zu bedienen. Aus den vorher erwähnten Gründen erscheint auch diese Methode sehr unzuverlässig. Wer gute lokale Ertragstafeln aufstellen will, muß sich das Material hiezu aus kritisch ausgewählten typischen Beständen und eingehend vorgenommenen Bestandesaufnahmen schaffen. Das Material allein bietet ihm die Gelegenheit, lokale Eigentümlichkeiten berücksichtigende Gesetzmäßigkeiten aufzusuchen und mit ihrer Hilfe Lücken zu interpolieren und Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Vielleicht läßt sich der hier beschriebene und eingehaltene Vorgang und die aufgestellten Formeltypen hiezu gebrauchen, keineswegs muß dies der Fall sein.

Dr. Gehrhardt hat unter anderem auch die bekannten Kopecky'schen für einen gegebenen Bestand aufgestellten Gesetze auf den Entwicklungsgang desselben Bestandes nach der Zeit übertragen und gefunden, daß die Produkte gf , gh und gfh des Mittelstammes als Funktion der Grundfläche anfangs eine konvex gekrümmte, späterhin eine gerade Linie bilden. Dieses Gesetz steht mit dem vorliegenden, von uns auf ganz anderem Wege abgeleiteten Entwicklungsgange der Mittelstämme nicht in gänzlicher Übereinstimmung. So ist beispielsweise der Übergang der Schaftmassenlinie in eine annähernde Gerade in der VII. Bonität erst im 80. Jahre zu konstatieren. Die Inhalte der Mittelstämme geben nämlich als Funktion ihrer Grundflächen eine schwach konkav zur x -Achse gekrümmte, parabolische Kurve, die erst spät in eine Gerade übergeht.

Jedenfalls hat Dr. E. Gehrhardt in seiner bereits zitierten trefflichen Arbeit den Weg gezeigt, wie man durch kritische Sonderung und zweckmäßige Behandlung unvollkommenen Materiales dennoch zu Gesetzmäßigkeiten gelangt, deren Anwendung zu brauchbaren und einer kritischen Prüfung standhaltenden Resultaten führt.

Ich habe in der vorliegenden Abhandlung als letztes Resultat die Beziehungen aller Massenfaktoren zur Höhe gesucht, weil dies der einzige Weg war, um mit Hilfe des allgemeinen Formhöhengesetzes zur Ableitung der Höhen für verschiedene Erziehungsarten und damit zur Grundlage für weitere Induktionen zu gelangen. Da nunmehr die fertigen Ertragstafeln vorliegen, bestünde kein Hindernis, Relationen zwischen beliebigen Massenfaktoren und der Masse untereinander und zur Zeit — wie dies beispielsweise bei Formel (11) geschehen ist — herzustellen. Eine solche Darstellung hätte aber keinen praktischen Wert mehr, weshalb ich davon absehe. Im allgemeinen darf man wohl annehmen, daß zwar die Kurventypen allgemein und sicher festgestellt werden können, die Konstanten und Exponenten aber von lokalen, durch Standort, Begründung und wirtschaftliche Behandlung verursachten Einflüssen abhängen.

VI. Gebrauch der Ertragstafeln.

Vor allem ist zu beachten, daß nur die Ertragstafel für die Dichtschlußerziehung jeweilig den vollen Bestandesschluß darstellt. In der Mittel- und Lichtschlußform wird der volle Schluß der Annahme gemäß erst im 100jährigen Alter eintreten. Praktisch genommen wird jedoch der volle Schluß auch in den beiden letztgenannten Erziehungsformen schon bei einer Bestandeshöhe von 10—12 m erreicht. Der Maßstab des Schlußgrades liegt in der Grundfläche. Erreicht die Grundfläche des Bestandes ohne Rücksicht auf seine Schlußform die Grundfläche des Dichtschlusses, so ist der Schlußgrad vollkommen, die Bestockungsdichte, von welcher die Schlußform abhängt, kann dabei verschieden sein. Da wir jedoch in der Mittel- und Lichtschlußform frühzeitige, starke Durchforstungen voraussetzen, so ist damit notwendigerweise eine zeitweilige Schlußunterbrechung, d. h. eine Verminderung der Stammgrundfläche verbunden. Diese vollzieht sich in Wirklichkeit sprunghaft, jeweilig bei der Vornahme der Durchforstung oder Lichtung, worauf bis zum nächsten Hiebe eine Zunahme an Kreisfläche stattfindet. In den Ertragstafeln ist diese Kreisflächenzunahme nicht als gebrochene Linie, sondern als eine ausgeglichene, ideale stetige Kurve dargestellt, welche stets unter der Linie des Vollschlusses bleibt und diese erst im 100jährigen Alter erreicht. Zur Veranschaulichung dieses Vorganges diene das folgende Schema. In der Figur 1 ist die Grundflächenlinie der VII. Bonität nach der Vollschluß- und Lichtschlußform dargestellt.

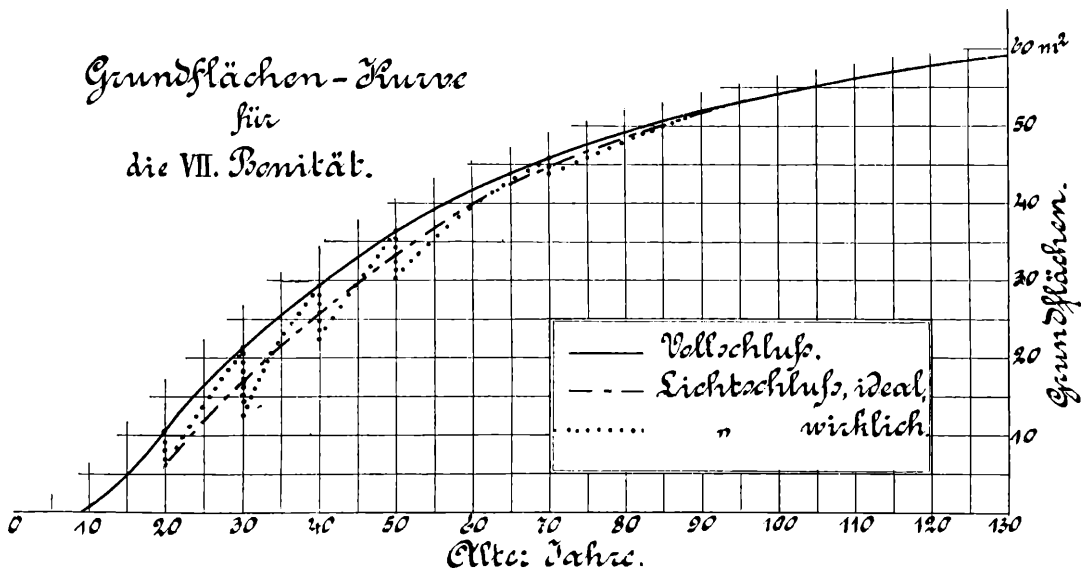


Fig. 1.

Nehmen wir an, die Durchlichtungen erfolgen im 20., 30., 40., 50. und 70. Jahre, so stellt uns die punktierte Linie den tatsächlichen Verlauf der Grundflächenzuwachslinie dar, während die strichpunktierte Kurve die ausgeglichene ideale Bewegung des Grundflächenzuwachses vorstellt. In analoger Weise verhält es sich mit der Massen- und Stammzahlenlinie.

Diese Erscheinungen sind bei der Bonitierung zu beachten. Es folgt daraus, daß die Ertragstafeln des Mittel- und Lichtschlusses bis zum 100. Jahre keinen Nebenbestand enthalten dürfen, weil der Vollschluß erst in diesem Jahre erreicht wird und sich die Grundflächenlinie unter jener des Vollschlusses bewegt; man wird deshalb genötigt sein, bei der Bestandesbonitierung darauf zu achten, in welchem Stadium des Schlusses sich der Bestand befindet. Kurz nach der Lichtung kann die Grundfläche geringer, kurz vor der Lichtung größer sein als die Grundfläche der Ertragstafel. Am einfachsten geschieht die Beurteilung stets nach der Grundfläche.

Die Ertragstafeln enthalten jene Anzahl von Stämmen, welche in der betreffenden Schlußform und Bonität bei einem bestimmten Alter auf einem Hektar Fläche stehen können. Man wird daher im Jugendstadium noch immer sehr große Stammzahlen finden, die aber nicht auch vorhanden sein müssen, weil die Ertragstafel jene Anzahl von Stämmen anzeigt, bei welcher der Schluß vorhanden ist. Weitständig begründete Bestände werden sich daher erst später in die Ertragstafel einreihen, während engständig begründete unbedingt in ihrer Stammzahl zu reduzieren, zu durchforsten wären, sobald diese über der Stammzahl der Ertragstafel steht, wenn sich die zu bonitierenden Bestände in die Ertragsreihen der Tafel einfügen sollen.

Alter und Höhe allein sind nicht charakteristisch genug, um einen gegebenen Bestand in die zugehörige Bonität und Ertragsreihe (Dicht-, Mittel- und Lichtschlußform) einzustellen. Ebenso wenig würde Alter und Grundfläche oder Masse hiezu ausreichen. Als minimales Erfordernis zur Bestandesbonitierung ist Alter, Höhe, Stammzahl und Mitteldurchmesser des Hauptbestandes, beziehungsweise die aus beiden letzteren gebildete Verhältniszahl $N:d$ des Hauptbestandes anzusehen. Letztere Zahl haben wir Bestandescharakteristik genannt und in einer eigenen Rubrik der Ertragstafel eingestellt. Da sehr selten alle 4 Daten übereinstimmen werden, empfiehlt es sich, um in der Bonitierung nicht irre zu gehen, den Bestand zunächst nach Alter und Höhe in der Ertragstafel aufzusuchen und dann die Bestandescharakteristik zu vergleichen. Man wird daher genötigt sein, in dem zu bonitierenden Bestände eine Probe- fläche aufzunehmen, aus welcher diese Daten zu erheben sind. Die Probe- fläche wird auch gleichzeitig die Anhaltspunkte zu jener wirtschaftlichen Behandlung liefern, welche zur Erreichung einer bestimmten Entwicklung als vorteilhaft erachtet wird. Findet man beispielsweise in einem schon gereinigten Bestände die Daten, welche der Dichtschluß- erziehung entsprechen, und will man zur Lichtschluß- erziehung übergehen, so wird man als Übergang den Mittelschluß wählen und die Stammzahl auf jene Größe reduzieren, welche dem Mittelschlusse entspricht. Selbstredend ist es in diesem Falle ausgeschlossen, jene Endresultate des Lichtschlusses zu erzielen, welche die Ertragstafel zeigt, weil deren Erreichung an die Lichtschlußform von Jugend auf gebunden ist. Dagegen wird in Beständen, deren Entwicklung bisher den Voraussetzungen einer Reihe der Ertragstafel entspricht, diese auch die Anhaltspunkte zur weiteren Behandlung in dieser Reihe bilden.

Auch darauf ist hier aufmerksam zu machen, daß in allen Fällen, in welchen die Jugendentwicklung durch Beschirmung, Weidegang, Vieh- oder Wildverbiß, Frost- oder Insektenschäden gelitten hat, nicht das physische, sondern das wirtschaftliche Alter (nach Dr. L o r e y) zu bestimmen ist.

Wir haben erwähnt, daß zu einer entsprechenden Bonitierung die Aufnahme einer Probefläche erforderlich ist. Im Nachstehenden sei ein Näherungsverfahren beschrieben, welches ermöglicht, in Fällen, wo es auf eine größere Genauigkeit in der Bonitierung nicht ankommt, von der Aufnahme einer Probefläche absehen zu können. Aus

$$df = a \left(h + \frac{4}{h} \right) \text{ und } G = i \sqrt{h} - k \text{ folgt:}$$

$$dfG = a h i \sqrt{h} + \frac{4 a i \sqrt{h}}{h} - a k h - \frac{4 a k}{h}.$$

Setzen wir $a i = A$ und $a k = B$, so wird $dfG = A \sqrt{h} \left(h + \frac{4}{h} \right) - B \left(h + \frac{4}{h} \right)$.

In dieser Gleichung ist $\frac{4 A \sqrt{h}}{h}$ größer als das mit $-$ Zeichen versehene Glied $\frac{4 B}{h}$.

Um diese beiden Glieder zum Verschwinden zu bringen, ohne den Wert der Gleichung dfG erheblich zu verändern, ist $A = B = 7 \cdot 1$ zu setzen und die Gleichung lautet nunmehr:

$$dfG = 7, h (\sqrt{h} - 1).$$

Beiderseits mit h multipliziert ergibt:

$$V = \frac{7 \cdot 1 h^2 (\sqrt{h} - 1)}{d} \quad (12.)$$

Bei der Untersuchung der Gültigkeit dieser Formel hat sich gezeigt, daß die Resultate eine genügende Annäherung besitzen, um auf praktische Verwendbarkeit zur näherungsweise Bonitierung geschlossener Bestände Anspruch erheben zu können.

Nachstehend sind einige der Tabelle (10) entnommene Beispiele angeführt, welche dartun, daß die Ergebnisse der Formel (12) zumeist nicht allzusehr von den wirklichen Werten abweichen.

Tabelle 24.

Bezeichnung des Bestandes	Höhe	Durch- messer	Schaftholz		Bezeichnung des Bestandes	Höhe	Durch- messer	Schaftholz	
			wirklich	Nach der Näherungs- formel (10)				wirklich	Nach der Näherungs- formel (12)
			m^3					m^3	
	m	cm			m	cm			m^3
Gruppe 1 a	11·8	10·8	260	223	Gruppe 1 b	13·5	13·6	258	256
2 a	13·1	12·3	284	261	2 b	14·9	15·3	283	295
3 a	22·8	22·1	629	631	3 b	24·5	26·4	604	638
4 a	25·1	25·7	780	697	4 b	26·7	28·4	700	743
5 a	12·5	11·5	287	245	5 b	12·7	12·5	273	235
6 a	25·4	26·9	685	688	6 b	27·3	31·8	677	704
7 a	13·1	12·1	303	265	7 b	14·0	14·2	296	270
8 a	18·8	18·4	509	456	8 b	19·4	20·4	475	446
9 a	22·1	22·2	580	579	9 b	22·6	24·2	548	563
10 a	9·6	8·7	160	158	10 b	10·7	10·2	172	172

Der Gebrauch der Formel (12) als Mittel zur näherungsweise Bonitierung von Beständen ist sehr einfach. Man ermittelt das Bestandesalter, sucht den Bestandesmittelstamm nach dem Augenmaße, mißt dessen Höhe und Brusthöhendurchmesser und berechnet mit der Formel die

Schaftmasse. Diese Daten, nämlich: Alter, Mittelstammdurchmesser, Bestandeshöhe und die damit ermittelte Schaftmasse genügen jedoch nur zur Bestandesbonitierung, nicht aber auch dann, wenn es sich um die Einstellung des Bestandes in eine bestimmte Ertragsreihe einer Bonität handelt. In diesem Falle ist Formel (12) nicht zu gebrauchen, weil zur genauen Einreihung in die Ertragsreihe die erhobene Schaftmasse (Stammzahl, Grundfläche) des Bestandes erforderlich wäre.

Bestandeslücken sind bei der Bonitierung nur dann zu beachten, wenn es ausgeschlossen ist, daß diese Lücken bis zum Abtriebsalter zuwachsen, andere, dauernde Lücken müssen von der bestockten Fläche in Abrechnung gebracht werden.

Für sehr unregelmäßige Bestände, sei es, daß die Unregelmäßigkeiten durch Alters-, Bonitäts- oder Schlußform- und Schlußgrad-Unterschiede verursacht werden, gilt die Ertragstafel nicht.

Im nachfolgenden seien einige Bonitierungsbeispiele angeführt.

Der in der Tabelle 1 mit der Bezeichnung XIV angeführte Bestand ist 35 Jahre alt, seine Höhe beträgt 9·8 m, der Mittelstammdurchmesser 9·1 cm, die Stammzahl 4261. In der VIII. Bonität der Dichtschlußform finden wir bei 35 Jahren $h = 9·7$, $d = 9·3$, $N = 4270$. Die Daten stimmen sehr gut überein, daher ist auch in der Schaftmasse kein Unterschied; der Bestand hat $152 fm^3$, die Ertragstafel $158 fm^3$. Die Bestandescharakteristik $\frac{4261}{9·3} = 468$ zeigt mit der Angabe der Ertragstafel per 460 gleichfalls gute Übereinstimmung. Derselbe Bestand stimmt auch noch im 40jährigen Alter mit den Ertragstafeldaten der VIII. Bonität überein und wird daher bei fortgesetzter Dichtschlußbehandlung $800 fm^3$ Schaftholz im 100jährigen Alter liefern.

Der Bestand XX der Tabelle 1 hat bei 41 Jahren folgende Daten: $h = 11·4$, $d = 12·0$, $N = 2140$, $\frac{N}{d} = 179$. Die VII. Bonität der Lichtschlußform ergibt bei 40 Jahren $h = 11·1$, $d = 12·3$, $N = 2160$, $\frac{N}{d} = 176$ an. Grundfläche und Masse stimmen auch annähernd überein, so daß der Bestand in die VII. Bonität der Lichtschlußform einzureihen ist.

Der Bestand XVIII gehört der Lichtwuchsform an, er ist noch nicht geschlossen, weil seine Stammzahl und Grundfläche unter dem Betrage der Ertragstafel steht; sein Höhenwachstum entspricht der VIII. Bonität.

Der Bestand III gehörte ursprünglich der Dichtwuchsform der VIII. Bonität an, seine Bonität geht jedoch zurück, weil im 40. Lebensjahre der Mittelstammdurchmesser kleiner, die Stammzahl größer ist als die korrespondierenden Daten der Ertragstafel. Seine Bestandescharakteristik im 39. Jahre mit 580 steht weit über der korrespondierenden Ziffer der Ertragstafel der Dichtschlußform per 176. Ebenso sind auch die Bestände II und IV als überdicht anzusehen. Alle diese Bestände können mit der vorliegenden Ertragstafel nicht bonitiert werden, weil ihre Schlußform (Bestockungsdichte) außerhalb der Ertragstafel fällt.

Der Bestand VIII gehörte mit 30 Jahren der VIII. Bonität des Mittelschlusses an, mit 40 Jahren fällt er bereits zwischen die VII. und VIII. Bonität; bei fortgesetzt mäßiger Durchforstung wird er in die Dichtschlußform übergehen. Die Zuwachsstockung ist eingetreten, wie dies die Differenzen des Höhen- und Durchmesserzuwachses bezeugen. Hier wäre demnach, wenn es sich nicht um einen Versuchsbestand handeln würde, eine ausgiebige Durchforstung angezeigt.

Der Bestand VI läßt sich in die VIII. Bonität der Dichtschlußform, der Bestand XII in die VIII Bonität der Lichtschlußform einreihen.

Die am Schlusse beigehefteten Tafeln I, II und III enthalten in graphischer Darstellung die wichtigsten Daten der Ertragstafeln; sie können als Bonitierungsbehelfe dienen und eignen sich auch zur rascheren Orientierung über die Differenzen in der Höhe und im Durchmesser einer gegebenen Bonität in den drei Schlußformen.

Massenertragstafeln erlangen den vollen Wert erst dann, wenn die Möglichkeit vorliegt, sie zu Wertertragstafeln zu ergänzen. Zu diesem Zwecke ist die Bildung von Sortimenten aus der Masse unumgängliche Voraussetzung. Ich habe es in dem Aufsätze: „Über die gesetzmäßigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen“, welcher im Zentralblatte für das gesamte Forstwesen 1903 veröffentlicht wurde, versucht, eine Methode zu beschreiben, welche es ermöglicht, mit Hilfe der Daten der Ertragstafeln die Bestandesmasse in Stärke- und Höhestufen, welche je nach den örtlichen Verwertungsverhältnissen gebildet werden können, zu zerlegen und damit die wichtigsten Anhaltspunkte für die Massenbewertung zu gewinnen. Ich betrachte diesen Aufsatz daher als einen integrierenden Bestandteil der vorliegenden Abhandlung und schließe ihn als Anhang vollinhaltlich an.

VII. Folgerungen.

Die dargestellten Ertragstabellen zeigen die Entwicklung von Fichtenbeständen in drei verschiedenen Erziehungsformen. Diese Wuchsformen sind jedoch nicht grundsätzlich verschieden, sondern sie sind nur Grade der Anwendung eines und desselben grundlegenden Prinzips: der stetig fortschreitenden Regelung des Schlusses auf Grundlage der Kronenentwicklung oder des Standes der Schaftreinigung durch die Entnahme herrschender Stämme und Herstellung eines gleichmäßigen Wuchsraumes, im Gegensatz zur natürlichen Ausscheidung des Zwischenbestandes bei dem Eintritte des Kronenlängenminimums. Wir haben schon in der Einleitung gesehen, daß die weitständige Begründung durchaus nicht notwendigerweise tiefen Kronenansatz zur Folge haben muß, sondern daß die Kronenlänge, auch bei weitständiger Begründung, zwar viel später als beim Engstande, nach Eintritt des Schlusses so bedeutend sinkt, daß sogar unvermeidlich Zuwachsstockungen entstehen. Es fragt sich nun, ob es richtiger ist, die Astreinigung sukzessive bis auf das gewünschte Maß vor sich gehen zu lassen, vor allem das Jugendstadium vor einer zu frühen Schaftreinigung, dem damit verbundenem Zuwachsrückgang zu bewahren und die Wuchstätigkeit der Krone bis zur Abtriebszeit zu erhalten, oder ob der natürliche Weg, d. i. die periodisch wechselnde Wuchstätigkeit mit ihren Zuwachsschwankungen und ihrem zweifellos geringeren Wertsertrage vorzuziehen sei.

Betrachten wir die Entwicklung von Jungwüchsen in Lagen, auf welchen der Einfluß verschiedener Bodenbeschaffenheit (Bonitätsdifferenzen) nicht zur Geltung gelangt, also beispielsweise auf Böden, welche früher der landwirtschaftlichen Kultur gedient haben. Hier ist der Einfluß standörtlicher Verschiedenheit so gering, daß sich die Einzelstammentwicklung nach Höhe und Durchmesser wenig unterscheidet. Die Schaftreinigung geht deshalb in kürzester Zeit vor sich, die Ausscheidung von vorherrschenden Stämmen ist erschwert; alle Stämme vegetieren schließlich bloß, das Höhenwachstum läßt vorzeitig nach, die Krone verringert sich, der Bestand „sitzt“ und bleibt sitzen, wenn ihm nicht rechtzeitige und ausgiebige Hilfe, welche sich oft auf die Entnahme bis zu 75% der Stammzahl erstrecken sollte, zuteil wird. Auf guten Böden gelingt es schließlich einzelnen Stämmen vorwüchsig zu werden; der Bestand wird zu seinem Vorteile unregelmäßig. In jedem Falle ist aber viel kostbare Zeit für den Zuwachs verloren gegangen. Sind aber im Bestande standörtliche Unterschiede vorhanden, oder hat die Begründung (unterlassene Nachbesserungen, Büschelpflanzung, reihen- oder platzweise Mischung von Holzarten, die später verschwinden), Schnee-, Eisbrüche und Insektenschäden Unregelmäßigkeiten im Wachstum einzelner Individuen oder Baumgruppen oder im Bestandesschlusse verursacht, welche die Bildung vorherrschender Stämme oder Gruppen begünstigen, dann verwischt sich das charakteristische Bild der gedrängt geschlossenen Form und es entstehen jene Bestandesformen, welche die Verfechter der Theorie der Pflege frühzeitig ausgewählter zukünftiger Haubarkeitsstämme so gerne als Demonstrationsobjekte benützen.

Derartige Bestände, in welchen sich vorherrschende Stämme scharf vom Nebenbestande trennen, bedürfen keiner besonderen Pflege mehr; die vorherrschenden Stämme nützen die Einflüsse, welche ihnen zu ihrer Rangstellung verholfen haben, voll aus; ein Eingreifen ist nur dann notwendig, wenn die Verteilung und Anzahl der vorherrschenden Stämme für einen seinerzeitigen Schluß der Haubarkeitsstämme unter sich ungenügend ist. Das Ziel wird sein: Die Verteilung der Haubarkeitsstämme nach dem gleichen Standraume und in einer Anzahl, welche der derzeit vorhandenen Charakteristik: Bestandeshöhe, Bonität und dem Schaftreinigungszustande, nicht aber einer vorzeitigen Auswahl im Stangenholzstadium nach Maßgabe der Stammzahl im Abtriebsalter entspricht.

Wenn wir berücksichtigen, daß jeder beliebige Grad der Schaftreinheit auch dann zu erzielen ist, wenn die Schaftreinigung erst später, etwa bei einer Höhe von 3 bis 8 m (je nach der Bonität) beginnt, so ist nicht daran zu zweifeln, daß auf guten Bonitäten eine weitständige Begründung etwa von 2 m Pflanzenabstand in allen Fällen vorzuziehen ist, wo nicht steile, der Abschwemmung ausgesetzte Hänge, exponierte, der Aushagerung durch Wind und Sonne ausgesetzte Lagen, oder die Entführung des Bodens durch Winde (Verkarstung) und Wasser einen frühzeitigen Schluß oder gar die natürliche Verjüngung erfordern. Der frühzeitige Schluß und die damit verbundene Beschirmung hat auch ihre Nachteile; vor allem vermindert letztere den für das Wachstum bedeutungsvollen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens unmittelbar durch das Hindernis, welches sie den Niederschlägen bereitet, um zu dem Boden zu gelangen, mittelbar durch die vermehrte Verdunstung in den Baumkronen. Auf feuchten Böden wird daher der frühe Schluß vorzuziehen sein. Dagegen ist die weitständige Begründung in geschützten, frischen, selbst trockenen Lagen und bei geringer Bodentiefe auch für den Boden vorteilhaft. Die weitständige Begründung soll die Regel, die engständige die Ausnahme sein. Es wäre unrichtig, anzunehmen, daß man bei engständiger Begründung die Wachstumsvorteile der weitständigen aufgeben müßte; dies wäre nur dann der Fall, wenn die engständige Begründung nicht rechtzeitig, das ist bei beginnender Schaftreinigung, in eine weitständige verwandelt werden könnte. Dies kann in Jungwüchsen, welche sich gleichmäßig entwickeln und eine vorherrschende Stammklasse nicht deutlich erkennen lassen, schematisch geschehen. Ohne Rücksicht auf die geringen Entwicklungsunterschiede der Einzelstämmchen sollte der Stand halbiert werden, und zwar mit Beachtung vorhandener Lücken, schadhafter, schlecht geformter und kranker Stämme in der Weise, daß jedes zweite Stämmchen in reihenweise abwechselnder Ordnungszahl entnommen wird. Dadurch wird die gleichmäßige Verteilung des Standraumes, ein Hauptfaktor der Zuwachsleistung, erreicht.

Im nachfolgenden sei ein Beispiel einer solchen schematischen Durchforstung angeführt.

Tabelle 25.

Jahr	Monat	Alter Jahre	Des verbleibenden Bestandes							Des ausscheidenden Bestandes			Insgesamt	
			<i>h</i>	<i>d</i>	<i>G</i>	<i>f_s</i>	<i>V_f</i>	<i>V</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>V</i>
E i n z e l f l ä c h e I.														
1894	August	15	5·3	6·1	7·82	0·58	24	53·05	2718	3932	6·65	50·8	14·46	103·8
1899	September	20	8·6	10·0	21·74	0·53	99	164·2	2704	14	0·001	0·003	21·74	164
E i n z e l f l ä c h e II.														
1894	August	15	4·5	5·1	13·36	0·60	36	91·0	6726				13·36	91
1899	September	20	7·7	8·0	26·44	0·56	114	186·4	5214	1513	1·05	5·8	27·5	192

Dieser auf der Domäne Vojnov-Mestec in Böhmen eingerichtete Versuch wurde derart behandelt, daß in der Einzelfläche I jeder zweite Stamm in der Reihe entnommen wurde, während die Einzelfläche II unberührt blieb. Der Bestand ist mittels Pflanzung im Quadratverbände 1·3 m begründet worden. Die Einzelfläche I hatte ursprünglich 6650 Stämmchen und eine Stammgrundfläche von 14·46 m². Nach der Lichtung verblieben 2718 Stämme mit 7·82 m² Grundfläche. Schon nach fünf Jahren hatte sich die Grundfläche nahezu verdreifacht; der absolute Zuwachs an Grundfläche mit 13·92 m² übertrifft den Grundflächenzuwachs in der Einzelfläche II per 13·08 m² ungeachtet dessen, daß er nur an der Hälfte der Stammzahl erfolgte. Die Bestandeshöhe in I ist von 5·3 auf 8·6 m, der Mittelstammdurchmesser von 6·1 auf 10·0 cm gestiegen. Der Bestand I ist um 0·9 m höher und um 2 cm stärker als der Bestand II. Die Kronenlänge in I beträgt 77%, in II 70% der Bestandeshöhe. Vergleicht man die Aufnahmeergebnisse des Jahres 1899 miteinander, so wird niemand darüber im Zweifel sein, daß der Einzelfläche I der Vorzug vor II einzuräumen sei.

Es steht dem Wirtschaftler völlig frei, den Bestand I sich noch weiter reinigen zu lassen, damit völligen Schluß, d. i. volle Kreisfläche zu erlangen, gleichzeitig aber auch eine Minderung des Stärken- und Höhenzuwachses herbeizuführen, oder den Bestand I auch weiter licht zu halten und die Reinigung auf eine spätere Zeitperiode zu verschieben.

Versuchen wir es, diese beiden Bestände nach unseren Ertragstabellen zu bonitieren, so werden wir finden, daß die Einzelfläche I ziemlich genau in die XI. Bonität des Lichtschlusses fällt, die Fläche II dagegen schon die Mittelschlußform der XI. Bonität überschritten hat und gar bald in die Dichtschlußform übergehen wird.

Dieses Beispiel lehrt, daß es unter Umständen angezeigt sein kann, die schematische Durchforstung selbst noch ein zweitesmal zu wiederholen. Die Wahl des Zeitpunktes hiefür hängt von dem Zustande der Schaftreinigung ab. Keinesfalls soll die Kronenlänge bei dem Eintritte des Höhenzuwachsmaximums weniger als 0·50 der Schaftlänge betragen. Bei dieser Grenze kann man aus jedem Bestande noch jede beliebige Schaftreinheit bis zu 0·40 Kronenlänge im Abtriebsalter erzielen. Erst wenn der Bestand seine Höhenzuwachskulmination erreicht hat, kann in solchen regelmäßigen Beständen eine individuelle Behandlung und Pflege des zukünftigen Haubarkeitsbestandes mit einiger Aussicht, daß die Pflege an richtiger Stelle angebracht ist, eintreten. Ich halte die von vielen Fachleuten als zweckmäßig gepriesene Durchforstungsmethode, welche die Pflege eines a priori ausgewählten, nach Zahl bestimmten zukünftigen Hauptbestandes von Jugend auf bezweckt, für einen Irrweg. Die Erziehung der Fichtenbestände soll derart sein, daß jeder stockende Stamm des Hauptbestandes in jeder beliebigen Entwicklungsperiode die Aussicht verspricht, Haubarkeitsstamm werden zu können. Jeder Baum, der diesen Eindruck nicht erweckt, ist im Bestande überflüssig, zumeist schädlich. Dies ist nur bei gleichmäßiger Verteilung des Standraumes zu erreichen. Da jedoch selbst dann, wenn in jedem Alter jedem Stamme der gleiche Wuchsraum zugemessen ist, nicht alle Stämme gleich hoch und gleich stark sein werden, weil sich neben dem Einflusse des Luft- und Lichtgenusses auch die Verschiedenheit des Standortes und die individuelle Veranlagung (Zuchtwahl) geltend macht, wäre es zwecklos, Gruppen von Bäumen, die niedriger sind, weil sie auf geringerem Standraume stocken, bloß des Prinzipes wegen licht zu stellen, auch wenn sie zur Zeit noch genügend Wuchsraum besitzen. Wohl aber darf man keinen überschirmten Stamm in dem Bestande dulden, solange man den Zuwachs am Hauptbestande fördern will. Erst in der letzten Periode vor dem Abtriebe wird man den Zwischenbestand zur Erziehung der Schaftreinigung noch ausnützen dürfen, falls der Hauptbestand für sich dies nicht in genügendem Maße besorgen sollte.

Der oberste Grundsatz der Fichtenerziehung sollte sein: Stetig fortschreitende Verringerung der relativen Kronenlänge.

Nach diesem fällt es nun nicht schwer, zu erklären, weshalb die erwünschten Erfolge starker, in die herrschenden Stammklassen eingreifender Durchforstungen so lange auf sich warten lassen. In einem dichterwachsenen hochgereinigten Bestande, welcher das Maximum des Höhenwachstums bereits überschritten hat, dauert es eine geraume Zeit, bis sich die relative Kronenlänge, welche bei der Fichte bloß durch die Höhenzunahme und nicht wie bei Laubhölzern auch durch Wasserreiser erfolgt, so weit vergrößert hat, daß der Zuwachs steigt. In jüngeren, d. h. niedrigeren Beständen geschieht eine solche Verlängerung und wohl auch Verdichtung der Krone viel rascher, weil das Verhältnis der jährlichen Höhenzunahme zur Schaftlänge ein größeres ist.

Der Schwerpunkt der Fichtenerziehung liegt also im Jugendstadium. Was in diesem versäumt wurde, ist nicht leicht nachzuholen. Wenn wir unsere Bestände erst im Zeitpunkte nach erfolgter Schaftreinigung und erreichtem Höhenwachstumsmaximum stark zu durchforsten beginnen, dann hat Dr. Schwappach nicht so Unrecht, wenn er meint, wir zehren in der Zwischennutzung Ersparnisse auf.

Die Erzielung des gewünschten Schaftreinigungsgrades läßt sich auf keine andere Weise so sicher als durch die Regelung des Wuchsräumes der Krone der herrschenden Stämme erreichen; namentlich nicht auf dem Wege der Pflege der zukünftigen Haubarkeitsbestände von Jugend auf, denn jeder Füllbestand soll bei der Fichte prinzipiell ausgeschlossen sein und jeder im Bestande zurückbleibende Stamm hat infolge des gleichen Wuchsräumes das gleiche Recht, Haubarkeitsstamm zu werden. Ein Nebenbestand darf im Bestande solange nicht vorkommen, als man nicht die Schaftreinigung zu beschleunigen wünscht.

Die Hauptregeln der Bestandserziehung lassen sich sonach in den Satz zusammenfassen: Durchforstung nach dem Standraume in jener Intensität und zu jener Zeit, in welcher es der Fortschritt der Schaftreinigung verlangt. Nach diesem Grundsatz werden die Holzentnahmen etwa bis zu einer, nach der Bonität verschiedenen Höhe von 10 bis 25 m in der Regel Stämme des Hauptbestandes treffen. Wir haben die Voraussetzungen bei der Aufstellung der Ertragstafeln in solchen Grenzen gewählt, daß die Wertproduktion reiner gleichalteriger Fichtenbestände auch noch bei der von uns angenommenen Lichtschlußform kaum das Maximum erreicht.

Es lassen sich demnach für die Erziehung reiner gleichalteriger Fichtenbestände folgende Hauptregeln ableiten:

a) In Betreff der Bestandesbegründung.

1. Die Saat ist tunlichst zu vermeiden. Wo diese dennoch platzgreift, ist eine frühzeitige Vereinzeln der Pflanzen zu veranlassen; in jedem Falle soll die Vereinzeln vor der beginnenden Schaftreinigung vollzogen sein, auch wenn diese sich, wie bei Vollsaaten, schon bei einer Höhe von 1 m und darunter zu zeigen beginnt.
2. Bei Pflanzungen ist hinsichtlich der Wahl der Verbandsweite folgendes zu berücksichtigen. Auf guten Standorten genügt ein Pflanzenabstand von 1,75 m, welcher auf den besten Bonitäten (IX bis XI) unbedenklich bis auf 2 m vergrößert werden kann. Bei sehr geringen Bonitäten und in feuchten Lagen kann der Verband aus Rücksichten für die Bodenpflege enger gewählt werden; es soll jedoch in diesem Falle sofort bei beginnendem Drängen der Pflanzen, welches sich im Ausbleiben des Endtriebes an den untersten Astquirlen äußert, eine Reduktion der Stammzahl auf die Hälfte (bei regelmäßigen Verbänden und gleichmäßiger Entwicklung schematisch) erfolgen.

b) In Betreff der Erziehungshiebe.

1. Ohne Rücksicht auf die Art der Begründung und auf die Bonität sind in den Jungwüchsen die Eingriffe wiederholt und in dem Maße fortzusetzen, daß eine Reinigung (Dürwerden) der untersten Äste solange hinausgeschoben wird, bis der Bestand die Höhe von mindestens 5 m (bei besseren Bonitäten mehr) erreicht hat.
2. Die Schaftreinigung soll allmählich fortschreiten und darf der halben Schaftlänge erst dann gleichkommen, wenn der Bestand das Maximum des Höhenzuwachses bereits erreicht oder überschritten hat. Der Stand der Schaftreinigung ist in dieser Entwicklungsperiode maßgebend für den Umfang und die Intensität der Eingriffe. Hauptziel ist die rasche Schaftreinigung (das Drängen im Bestande) zu verhindern und das Absterben der unteren Äste auf eine längere Zeitperiode zu verteilen.
3. Bei der Durchführung von Durchforstungen in der Stangenholzperiode tritt unter allen Umständen die Baumindividualität in ihr Recht. Selbstredend sind jedoch alle schadhaften, mißgeformten oder kranken Stämme, wenn dies nicht schon früher geschehen ist, ohne Rücksicht auf ihre Rangstellung im Bestande zu entfernen. Im übrigen ist auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Wuchsräumens für alle entwicklungsfähigen Stämme zu achten. Als ungefährer Maßstab für die Stärke des Eingriffes kann nach erfolgter Bonitierung die Stammzahl der Ertragstafel für die Lichtschlußform gelten, falls sich Bedenken wegen einer anscheinend allzustarken Lichtung aufdrängen.
4. Nach Erreichung der Schaftreinigung bis zur halben Schaftlänge im Stadium der Höhenzuwachskulmination ist die Hauptaufgabe der Bestandserziehung gelöst; fortab ist eine weitere gleichmäßige Schlußunterbrechung unnötig und es sind die weiteren Durchforstungen in größeren Zwischenräumen durchführbar. Diese bezwecken nunmehr die Ausbildung der Schaftform und die Erhaltung der Schaftreinheit im Betrage von wenigstens der halben Schaftlänge. Da im Stadium der Höhenzuwachskulmination der Höhenzuwachs selbst bei geringeren Bonitäten noch ein erhebliches Maß erreicht, ist die Ausbildung des Schaftes unschwer zu erzielen, wenn die weiteren Eingriffe mäßig gehalten werden.

c) Behandlung im Dichtschlusse erwachsener Bestände.

1. Je älter der im Dichtschlusse erwachsene Bestand ist, desto schwieriger wird es sein, seinen Stärkenzuwachs günstig zu beeinflussen. Ist einmal das Maximum des Höhenzuwachses erheblich überschritten, dann werden auch sehr starke Eingriffe einen bemerkenswerten Erfolg nur auf sehr guten Bonitäten erhoffen lassen. In Stangenhölzern kann dagegen durch starke Eingriffe noch manches erzielt werden; nur dauert es lange, bis der Bestand infolge der Lichtung soviel Krone ansetzt, daß sich der Zuwachs wieder hebt. In solchen Beständen soll im Gegensatz zu den im Lichtschlusse erzogenen, bei welchen in diesem Entwicklungsstadium schon auf allmähliche Reduktion der Kronenlänge hingetrachtet wird, das Bestreben darauf gerichtet sein, eine längere Krone zu erzielen und zu erhalten; es dürfen daher solche Bestände den vollen Schluß erst später längstens zur Zeit der Haubarkeit erreichen.

Diese hier ausgesprochene, in den Ergebnissen der aufgestellten Ertragstafeln motivierte Anschauung ist nicht vollkommen neu. Forstmeister Bohdanecky in Worlik praktiziert die lichtständige Erziehung von Fichtenjugenden schon seit längerer Zeit. Es ist für die Charakterisierung seiner Erziehungsmethode genügend, wenn wir seine folgenden Aussprüche aus einem Exkursionsführer zitieren:

„Grundsätzlich wurde (auf der Domäne des Fürsten Karl zu Schwarzenberg) gefordert: ein Bestandesschluß mit reich benadelter Kronenausbildung in allen Altersklassen, der den Boden voll beschirmt, den Massenzuwachs rasch fördert und zu keinem Bedenken bezüglich Astreinheit Anlaß gibt.“

„Der Erfahrungssatz, daß der Stärkezuwachs dem Blattvermögen nahezu proportional ist, daß somit ein jeder Millimeter-Durchmesserzuwachs eine bestimmte Krone in Größe, Form und Tätigkeit voraussetzt, bewog uns (Bohdanecky), das in der Praxis allgemein übliche Lossteuern auf eine frühzeitige Bestandesreinigung zu modifizieren, diese letztere mit kräftigen Lichtungen zu verlangsamen, um eben dem Hauptbestande für die Zeit seiner Kraftperiode eine Baumkrone zu schaffen und zu erhalten, welche die Produktion des gewünschten Stärkezuwachses möglich macht.“

VIII. Schlußbemerkung.

Ich bemühte mich zu zeigen, daß die Methode der Bestandeserziehung ganz bedeutende, durch die Verschiedenheit der Massenzusammensetzung bedingte Unterschiede in den Ertragswerten hervorrufen kann. Meine Darstellung ist aber nur eine schematische, an bestimmte Voraussetzungen gebundene und keineswegs erschöpfend; denn sie behandelt nicht die Ertragsresultate von Beständen, die in der Jugend dicht, späterhin licht und umgekehrt in der Jugend licht und späterhin dicht gehalten werden, sie behandelt auch nicht die große Serie gemischter Bestände mit den überaus zahlreichen, durch Mischungsart, Mischungsmaß, Begründungs- und Erziehungsmethoden bedingten Unterschieden.

Wir übergeben daher diese Ertragstabellen der Praxis mit allen durch die Umstände gebotenen Vorbehalten; sie sind das Produkt von Kombinationen auf Grundlage der deutschen Normalertragstabellen für die Fichte. Erweist sich mit der Zeit diese Grundlage als nicht ganz richtig, dann werden auch die Ertragstabellen, deren Benützung übrigens nicht für die Dauer, sondern nur als Notbehelf bis zur Aufstellung besser begründeter vorausgesetzt wird, verbesserungsbedürftig sein. Insbesondere kommen als Grundlagen der Ertragstabellen der Gang des Höhenwachstums und der Grundflächenzuwachs in Betracht. Die Ertragstabellen sind nur für normale Bestände verwendbar, welche dauernd nach einer der in den Ertragstabellen dargestellten Erziehungsform behandelt werden, sie sind daher, wenn die erhobene Bestandescharakteristik mit der Ertragstabelle nicht übereinstimmt, mit Vorsicht zu gebrauchen. Nach den hier dargestellten Gesetzen können normale Fichtenbestände wachsen, sie müssen aber nicht. Bedenkt man ferner, daß das Wachstum der Bestände gar häufig durch Wind, Schnee- und Eisbrüche, Insektenschäden, Hagelschlag etc. in verschiedenen Altern gestört werden kann, so wird man zugeben, daß sogenannte Normalbestände nicht die Regel bilden. In der Hauptsache bleibt jedoch die Art der Begründung und der Jugendpflege der wichtigste Faktor der Entwicklung.

Speziell ist noch hervorzuheben, daß die hier aufgestellten Regeln der Fichtenerziehung nicht ohne weiteres auf eine andere Holzart übertragen werden können. Am nächsten dürften der Fichte in dieser Richtung die Lärche, vielleicht auch die Tanne stehen, während Eiche, Buche und Kiefer in Hinsicht auf Wertsertragssteigerung gerade die entgegengesetzte Behandlung, nämlich geschlossene Jugendentwicklung und ein lichtetes Mittelholz- und Altholzstadium verlangen werden.

Sollte meine Abhandlung den Leser auch nur davon überzeugt haben, daß selbst bei normalen Zuständen eine erhebliche Anzahl von nicht unbedeutenden Variationen des Ertrages möglich ist und ihn zu größerer Vorsicht bei der Beurteilung des zukünftigen Ertrages seiner Bestände veranlassen und dadurch vor Irrtümern schützen, so wäre damit auch ein Zweck dieser Arbeit erreicht.

Anhang.

Über die gesetzmäßigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen.*)

Die nachfolgende Studie befaßt sich mit der Aufgabe, gesetzmäßige Beziehungen zwischen den Massenfaktoren normaler Fichtenbestände ausfindig zu machen, welche es ermöglichen, mit den geringsten Aufnahmsdaten die Masse in verschiedenwertige Sortimenten zu zerlegen. Hiernach lassen sich als Erfordernisse für diesen Zweck verwertbarer Gesetze annehmen:

1. Die im Bestande zu erhebenden Daten dürfen einen Umfang nicht erreichen, welcher genügt, um auch ohne Anwendung von theoretisch entwickelten Gesetzmäßigkeiten eine entsprechende Massenermittlung und die Zerlegung der Masse zu Sortimenten vornehmen zu können.

2. Die aufzustellenden Gesetze sollen daher die Ermittlung der Derbholz- oder Schaftmassen mit den zugehörigen Höhen und Durchmessern — wenn auch nicht für jede einzelne Stärkestufe, so doch für eine entsprechende, den Verhältnissen angepaßte Anzahl von Stärkeklassen — ohne Fällung von Probestämmen in diesen Klassen ermöglichen.

Was zunächst die Bedingung 1 anbelangt, so ist ohne weiteres einzusehen, daß die Massenermittlung nach dem arithmetischen Mittelstamme die einfachste, wenn auch nicht sicherste Methode der Bestandesaufnahme ist. Es handelt sich also darum, mit Hilfe der Daten: Stammzahl, Höhe, Formzahl und Mittelstammdurchmesser, welche bei der Massenaufnahme nach dem Mittelstamme gewonnen werden, Gesetze ausfindig zu machen, die dennoch eine Zerlegung der Masse des Bestandes in Sortimenten nach Stärkestufen oder Stammklassen gestatten.

Gelingt dies, dann erweitert sich die praktische Anwendbarkeit solcher Gesetze ganz erheblich und läßt sich auf ein Gebiet erstrecken, welches als dankbarstes Objekt dafür anzusehen ist.

Die modernen Ertragstafeln enthalten nämlich alle diese als Minimum der bezeichneten Daten. Ein oft und schwer empfundener Übelstand bei der Anwendung von Ertragstafeln, insbesondere bei Waldwertberechnungen, Rentabilitäts-, Wertzuwachsprozent- und Umtriebszeitkalkulationen ist es, daß die Bewertung der Massen entweder nach dem Mittelstamme oder im Anhalte an sonstige unsichere Daten (Schlagergebnisse) vorgenommen werden muß. Es ist ein ganz berechtigter Einwand, den man gegen solche Wertsermittlungen der Haubarkeitsnutzung geltend macht, daß die Bewertung der Masseneinheit nach finanziellen Ertragstafeln mehr weniger eine willkürliche ist und einer positiven Grundlage entbehrt. Wird daher

*) Abgedruckt aus dem Zentralblatte für das gesamte Forstwesen 1903.

eine annehmbare Methode der Zerlegung der Bestandesmassen mit Hilfe der in der Ertrags-tafel enthaltenen Angaben: Stammzahl, Mittelstammdurchmesser, Höhe und Formzahl gefunden, so ist auch das Mittel gegeben, die gewünschte Sortierung zur Bewertung vorzunehmen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung dieses Zieles hat Oberforstrat Fekete geleistet. Bekannt ist die Erscheinung, daß sich in einem regelmäßigen Bestande die Anzahl der in den einzelnen Stärkestufen vorhandenen Stämme mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit gruppiert;*) bekannt ist auch das Weise'sche Gesetz: Der arithmetische Mittelstamm fällt in diejenige Stärkestufe, zu der man gelangt, wenn man 40 Prozent der Stammzahl vom stärksten Stamme angefangen gegen die schwächeren fortschreitend abzählt.

Fekete hat eine größere Anzahl von Fichtenbeständen in Bezug auf die Gesetzmäßigkeit des Verhaltens der Durchmesser zu dem ihnen zugehörigen Prozentanteile der Stammzahl in der Weise untersucht, daß er die Durchmesser von 10 zu 10 Prozent der Stammzahl bestimmte. Hierbei ergab sich, daß die Bestände gleichen Mittendurchmessers bei gleichen Prozenten auch annähernd gleiche Durchmesser aufwiesen. Durch entsprechende Mittelbildung gelangte er zu der nachstehend reproduzierten Tabelle, welche nach Abstufungen von je 5 cm Mittendurchmesser die Durchmesser der Stammzahlenprocente in Abstufungen von 10 Prozent angeben.

Durchmesser des Mittel- stammes	Bei den Prozenten der Stammzahl										
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
cm	beträgt der Durchmesser cm										
10	5.4	7.1	7.7	8.1	8.5	9.1	9.7	10.5	11.5	12.8	19.5
15	8.2	10.5	11.5	12.4	13.1	14.0	14.9	16.0	17.5	19.2	26.5
20	11.0	13.9	15.4	16.6	17.7	18.8	20.1	21.5	23.3	25.8	33.4
25	13.8	17.3	19.3	20.8	22.3	23.7	25.2	27.0	29.2	32.0	40.3
30	16.6	20.7	23.1	25.1	26.8	28.6	30.3	32.5	35.1	38.3	47.2
35	19.4	24.1	27.0	29.3	31.4	33.5	35.5	37.9	41.0	44.8	54.1
40	22.2	27.5	30.9	33.6	36.0	38.4	40.7	43.4	46.8	51.1	61.0
45	25.0	30.9	34.7	37.9	40.6	43.3	45.9	48.9	52.8	57.5	67.9
50	27.8	34.3	38.7	42.1	45.2	48.2	51.0	54.4	58.6	63.9	74.7

Fekete hat die Ergebnisse dieser Untersuchung auch graphisch dargestellt, indem er die Stammzahlenprocente als Abszissen-, die zugehörigen Durchmesser als Ordinatenachse benutzte. Hierbei ergaben sich Kurven, die zuerst konvex zur x -Achse verlaufen und mit einem Wendepunkte in einem konkaven Teil endigen. Durch entsprechende Interpolation wäre es ein leichtes, diese Kurven nach beliebigen Abstufungen graphisch zu ergänzen, womit man die Daten gewänne, um bei gegebenem Durchmesser des Mittelstammes die Durchmesser abzulesen, welche ein beliebiges Prozent der Stammzahl besitzt. Der hervorragende Wert dieser Forschung ist also: Bei gegebener Stammzahl und bekanntem Mittelstammdurchmesser ist bei prozentueller Verteilung der Stammzahl der Durchmesser eines jeden beliebigen Prozentes der Stammzahl bestimmt. Professor Fekete hat eine praktische Verwertung seiner Forschungsergebnisse vorläufig nicht ins Auge gefaßt und nach einem mathematischen Ausdrucke seiner aus Fichtenbeständen guter Bonität abgeleiteten Kurven

*) Vgl. Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft 1903. Holzmeßkunde, v. Guttenberg. II. Bd., S. 228.

nicht gesucht. Es ist jedoch leicht einzusehen, daß die Fekete'schen Kurven für die früher bezeichneten praktischen Ziele ausgezeichnete Dienste zu leisten imstande sind, ja die wichtigste Voraussetzung für die Erreichung dieser Ziele bilden, wenn sie eine allgemeine Gültigkeit besitzen.

Ich habe die Fekete'schen Durchmesserkurven an einer größeren Anzahl von Fichtenbeständen nachgeprüft und gefunden, daß sie für Fichten-Normalbestände, d. h. für gleichalterige, im vollen Schlusse bei mäßiger Durchforstung erwachsene Bestände jeder Bonität mehr als hinreichende annähernde Gültigkeit besitzen, um sie der beabsichtigten praktischen Verwertung dienstbar zu machen, daß sie auch noch bei größeren Altersunterschieden und selbst bei Fichtenbeständen, welche mit anderen Nadelhölzern gemischt sind, brauchbar sind, wenn in den Höhen der bestandbildenden Holzarten keine wesentlichen Unterschiede bestehen und im Bestande keine, das natürliche Wachstum wesentlich alterierenden Holzentnahmen vorgenommen wurden. Durchforstungen, welche sich auf alle Stärkestufen gleichmäßig verteilen, bilden kein Hindernis für ihre Anwendung; dagegen passen die Kurven nach plötzlicher Entfernung vorwiegend schwacher oder vorwiegend starker Stämme und für ausgesprochen unregelmäßige Bestände (Alter und Schlußform) nicht. Die Brauchbarkeit der Fekete'schen Kurven erstreckt sich also auf ein weites Gebiet. In der folgenden Zusammenstellung (Seite 94) ist eine Reihe von Fichtenbeständen dargestellt, welche derart ausgewählt sind, daß sie als Demonstrationsobjekte für die nachfolgenden Ausführungen dienen können. Die Vorführung von Material in weiterem Rahmen erscheint unnötig, da jeder Forstwirt, der es mit Fichtenbeständen zu tun hat, über Probeflächen verfügt, an denen er die Resultate der folgenden Studienergebnisse prüfen kann.

Zunächst erschien es wünschenswert, einen möglichst allgemeinen mathematischen Ausdruck für die Fekete'schen Kurven, d. i. ihr Gesetz aufzustellen, um die theoretischen Anhaltspunkte zur Bestimmung der Mittelstämme beliebig gewählter Stammklassen zu gewinnen. In der Fig. 2 sind die Kurven für die Mittelstämme von 15, 25, 35 und 45 cm Durchmesser, wie sie sich nach Fekete ergeben, dargestellt.

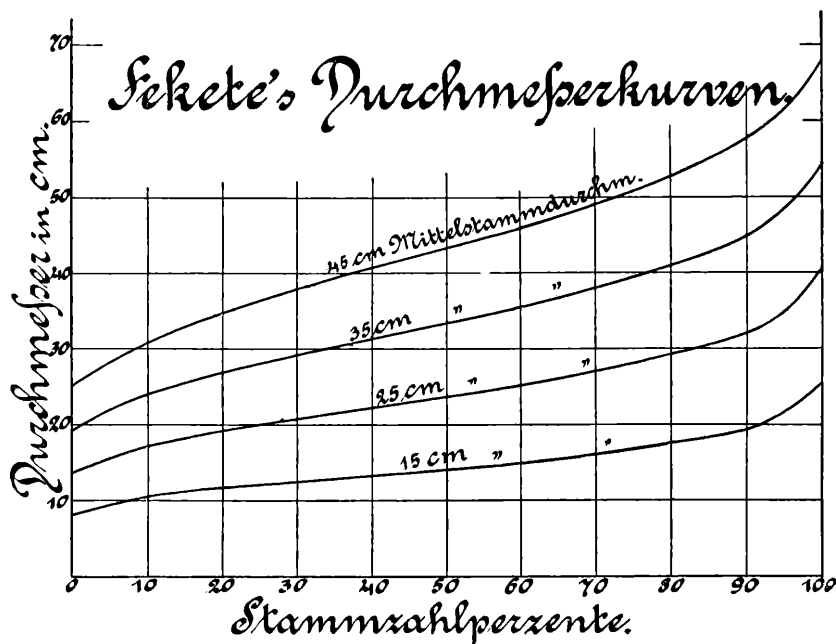


Fig. 2.

Bestandes- charakteristik					Beiden Stammzahlenprozenten											
Alter	Stammzahl	Höhe	Formzahl	Mittel- durchmesser	beträgt der Durchmesser und die Höhe	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
						45	1472	19.0	0.52	18.0	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	9.0 10.0 13.2 12.9	11.8 12.4 15.4 15.0	13.6 13.9 16.9 16.4	14.5 15.1 17.5 17.3	16.5 16.1 18.4 18.0
52	1344	21.0	0.53	19.1	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	8.5 10.6 13.2 14.3	11.7 13.2 15.3 16.5	13.9 14.7 17.7 18.2	15.8 15.9 19.3 19.1	17.2 17.1 20.0 19.9	18.5 18.2 20.7 20.5	19.8 19.3 21.3 21.8	21.3 20.6 21.6 21.1	22.5 22.3 21.9 22.1	24.8 24.4 22.2 22.8	29.6 29.8 22.4 23.9
40	1960	14.1	0.54	12.2	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	6.0 6.8 9.2 9.6	8.3 8.4 10.8 11.1	9.4 9.4 12.2 12.8	10.0 10.2 12.7 13.4	10.7 10.9 13.3 13.8	11.6 11.6 13.8 13.8	12.3 12.3 14.2 14.2	13.2 13.2 14.6 14.7	14.4 14.3 15.4 14.9	15.7 15.6 15.9 15.4	20.1 19.0 17.0 16.1
53	1420	20.5	0.55	18.9	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	10.0 10.5 14.7 13.9	13.0 13.0 16.2 16.1	14.7 14.6 17.8 17.8	15.6 15.8 18.4 18.7	16.8 16.9 19.3 19.4	18.0 18.0 20.0 20.0	19.4 19.1 20.5 20.6	20.4 20.4 21.2 21.3	22.6 22.1 21.7 21.6	25.4 24.2 22.4 22.3	31.0 29.5 23.0 23.4
77	1270	24.2	0.515	22.1	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	11.0 12.3 16.2 16.4	15.1 15.2 19.1 19.1	16.7 17.0 20.7 20.9	18.3 18.5 22.2 22.0	19.4 19.8 22.8 22.9	20.6 21.1 23.4 23.7	22.4 22.3 24.4 24.3	23.6 23.8 24.7 25.1	25.5 25.9 25.6 25.5	29.0 28.3 26.7 26.4	36.0 34.5 27.7 27.6
104	777	23.0	0.52	27.2	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	15.0 15.0 16.4 15.6	19.6 18.7 18.8 18.1	21.7 21.0 20.3 19.9	23.0 22.8 21.2 21.0	24.3 24.3 21.8 21.8	25.8 26.0 22.4 22.5	27.0 27.4 22.9 23.1	29.0 29.4 23.7 23.9	31.7 31.8 24.6 24.2	35.0 34.8 25.8 25.1	46.3 42.4 27.4 26.2
55	2028	15.3	0.54	13.2	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	7.0 7.3 10.8 10.4	9.6 9.1 12.6 12.1	10.4 10.2 13.3 13.2	11.0 11.0 13.7 13.9	11.7 11.8 14.3 14.5	12.4 12.6 14.8 14.9	13.0 13.3 15.2 15.4	14.0 14.3 15.7 15.9	15.3 15.4 16.2 16.1	17.1 16.9 16.6 16.7	22.2 20.6 17.5 17.4
52	1585	17.3	0.52	19.1	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	7.3 10.6 11.1 11.7	11.8 13.1 12.8 13.6	13.7 14.7 14.5 15.0	15.1 16.0 15.6 15.8	16.4 17.1 16.4 16.4	18.0 18.2 17.0 16.9	19.5 19.2 17.3 17.4	20.8 20.6 17.6 18.0	22.4 22.3 17.8 18.2	25.0 24.4 18.2 18.9	32.6 29.8 18.5 19.7
78	2000	15.8	0.53	14.5	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	7.1 8.0 9.5 10.7	9.0 10.0 11.1 12.5	10.5 11.2 12.9 13.7	11.5 12.1 13.8 14.4	12.6 13.0 14.6 15.0	13.6 13.8 15.3 15.4	15.0 14.6 16.1 15.9	16.0 15.7 16.6 16.4	17.5 16.9 17.4 16.6	20.4 18.6 18.5 17.2	24.3 22.6 19.8 18.0
86	955	31.7	0.48	30.0	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	16.2 16.6 23.0 21.6	20.0 20.7 26.5 25.0	22.7 23.1 28.1 27.5	24.5 25.1 28.8 28.9	26.6 26.8 29.7 30.0	28.0 28.6 30.2 31.0	30.3 30.3 30.8 31.9	33.0 32.4 31.5 32.9	35.5 35.1 32.0 33.4	39.0 38.4 32.6 34.5	46.3 46.8 33.0 36.1
94	1066	27.1	0.50	27.6	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	15.1 15.3 19.6 18.4	18.5 19.0 22.3 21.4	21.4 21.3 24.3 23.4	23.5 23.1 25.4 24.5	25.0 24.7 26.2 25.7	26.5 26.3 26.8 26.5	28.4 27.9 27.5 27.2	30.0 29.8 28.1 28.2	32.4 32.3 28.6 28.5	35.4 35.3 29.8 29.5	45.1 43.1 31.8 30.8
94	815	23.3	0.49	29.1	d wirklich d berechnet h wirklich h berechnet	15.0 16.1 16.2 15.8	20.0 20.0 19.1 18.4	22.0 22.4 20.2 20.2	24.1 24.4 21.2 21.2	25.9 26.0 22.2 22.1	28.2 27.8 23.0 22.8	29.6 29.4 23.5 23.4	31.5 31.4 24.0 24.2	33.8 34.0 24.7 24.5	38.0 37.3 25.3 25.4	47.0 45.3 27.0 26.5

Zur näherungsweisen Bestimmung dieser Art von Kurven reicht der Typus

$$y = a + b x + c x^2 + d x^3$$

aus. Es sind also Potenzkurven dritter Ordnung, durch einen Wendepunkt in zwei Äste geteilt; sie sind endlich begrenzt und liegen zwischen $x = 0$ und $x = 100$. Berechnet man die Parameter a , b , c und d nach obiger Gleichung, so wird man finden, daß sie für jede Kurve verschieden sind. Die entstehenden Gleichungen wären nichts anderes als ein mathematischer Ausdruck jeder einzelnen Kurve. Da diese Kurven durch nichts anderes als durch die Aufschrift als solche gekennzeichnet sind, daß sie zu einem bestimmten Mittelstammdurchmesser gehören, hätte der mathematische Ausdruck vor dem graphischen keinerlei Vorzug und das Gesetz würde nach wie vor lauten:

Bestände, welche bei einem gleichen Stammzahlenprozent die gleichen Durchmesser aufweisen, haben auch bei allen übrigen gleichen Stammzahlenprozenten die gleichen Durchmesser. Es ist also in dem Gesetze eine spezielle Beziehung zum Mittendurchmesser nur dann gegeben, wenn man eben den Mittendurchmesser zum Vergleiche wählt.

1. Die Durchmesserkurve.

Um eine allgemeine mathematische Beziehung zwischen Stammzahlenprozenten und dem Durchmesser herzustellen, muß zunächst untersucht werden, ob bei allen Kurven die gleichen Beziehungen zwischen den Durchmessern gleicher Prozente, oder, um gleich auf das gewählte Ziel loszusteuern, ob bei allen Kurven die gleichen Beziehungen zwischen Mittelstammdurchmesser und den Durchmessern bei gleichen Stammzahlenprozenten bestehen, d. h. ob alle Kurven einem einzigen gleichen Gesetze folgen, in welchem die Stammzahlenprozente die unabhängig Veränderliche, die Durchmesserrelation die abhängig Veränderliche ist.

Bringen wir den Durchmesser des Mittelstammes d in ein Verhältnis zu einem anderen beliebigen Durchmesser d_n des Bestandes, so erhalten wir in $R_n = d_n : d$ eine Reduktionszahl, mit welcher der Mittelstammdurchmesser zu multiplizieren ist, um den Durchmesser des bei n Prozent der Stammzahl liegenden Stammes zu finden. Wird die Reduktionszahl mit 100 multipliziert, so gibt sie den Durchmesser d_n in Prozenten von d an. Die F e k e t e'sche Tabelle auf Seite 92 ergibt nach dieser Behandlung folgende Resultate:

Mittelstamm- durchmesser d	Bei den Stammzahlenprozenten										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	beträgt der Durchmesser Hundertteile (Prozente) des Mittendurchmessers										
10	54.0	71.0	77.0	81.0	85.0	91.0	97.0	105	115	128	195
15	54.7	70.0	76.6	82.7	87.1	93.3	99.3	107	117	128	177
20	55.0	69.5	77.0	83.0	88.5	94.0	100.5	107	117	129	167
25	55.2	69.2	77.2	83.2	89.2	94.8	101.0	108	117	128	161
30	55.3	69.0	77.1	83.8	89.3	95.3	101.0	108	117	128	157
35	55.5	68.9	77.1	83.8	89.7	95.8	101.0	108	117	128	155
40	55.5	68.7	77.2	84.0	90.0	96.0	102.0	108	117	128	152
45	55.7	68.7	77.1	84.2	90.2	96.2	102.0	108	117	128	151
50	55.6	68.6	77.4	84.2	90.0	96.4	102.0	109	117	128	149
Im Mittel	55.5	68.9	77.1	83.7	89.5	95.5	101	108	117	128.1	156

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß von 20 cm Mittelstammdurchmesser aufwärts die Mittelstammdurchmesserprocente bei gleichen Stammzahlenprocenten sehr angenähert konstant bleiben. Eine Ausnahme hiervon besteht nur bei dem Stammzahlenprocent 100, das ist bei den letzten Ausläufern der Stärkestufen. Da jedoch die Durchmesserprocente schon bei 90 Prozent auffallend gleich sind, besteht kein Anlaß, diese Unregelmäßigkeit bei 100 Prozent zu berücksichtigen. Für die praktische Verwertung des nunmehr in anderer Form dargestellter Gesetzes kommen Mittelstammdurchmesser unter 20 cm kaum in Betracht, weshalb ich auch die ersten beiden Reihen bei der Mittelbildung nicht berücksichtigte. Übrigens ist zu ersehen, daß auch für geringere Durchmesser als 20 cm die Mittelwerte noch annähernde Geltung haben.

Durch diese einfache Operation ist also erreicht, daß wir anstatt der vielen für jeden Mittelstammdurchmesser verschiedenen Kurven eine einzige gewinnen, in welcher dem absoluten Durchmesser irgend eines Stammzahlenprocentes keine Rolle mehr zufällt; das Gesetz lautet nunmehr in bemerkenswert allgemeinerer Form: In verschiedenen normalen Fichtenbeständen entspricht einem bestimmten Stammzahlenprocente jeweilig das gleiche Procent des Mittelstammdurchmessers. Wäre beispielsweise bei einem Bestande der Mittelstammdurchmesser 20 cm, bei einem anderen 40 cm und wird der Durchmesser für 30 Prozent der Stammzahl gesucht, so ist in beiden Fällen die Reduktionszahl die gleiche, nämlich 0·837, und wir finden die gesuchten Durchmesser $20 \times 0·837 = 16·7$ cm, beziehungsweise $40 \times 0·837 = 33·5$ cm.

Um einen mathematischen Ausdruck für dieses Gesetz zu finden, wählen wir die Stammzahlenprocente als Abszissenachse, die Durchmesserreduktionszahlen als Ordinatenachse und tragen die von 10 zu 10 Prozent steigenden Werte der Reduktionszahlen als Ordinaten der zugehörigen Abszissen auf. Verbinden wir die so entstehenden Punkte miteinander, so erhalten wir die in der Fig. 3 dargestellte Kurve.

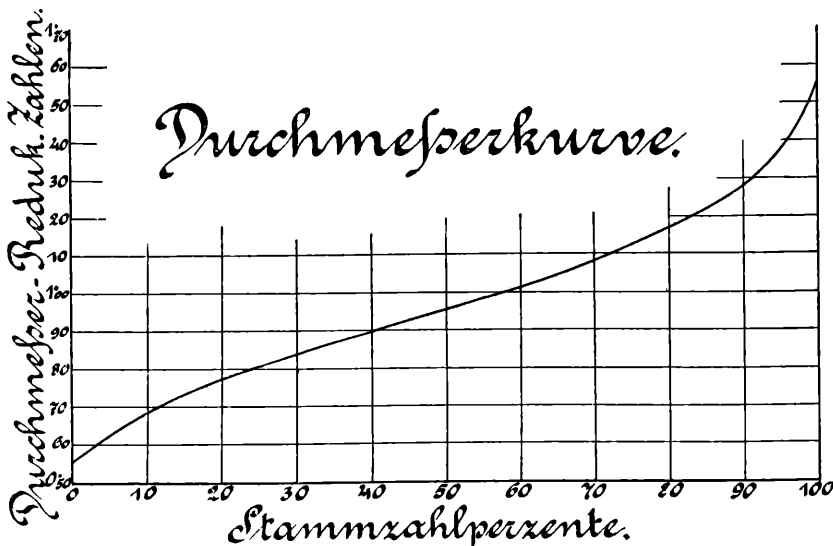


Fig. 3.

Diese Kurve hat eine den Fekete'schen Kurven, aus denen sie abgeleitet ist, ähnliche Form. Der zugehörige Kurventypus, welcher diese Linie annähernd umschreibt, ist auch hier:

$$y = a + b x + c x^2 + d x^3.$$

In dieser Gleichung läßt sich a eliminieren, wenn wir die x -Achse um das Stück $a = 0.555$ parallel zu sich selbst verschieben. Es bleibt nunmehr die Bestimmung der Konstanten b , c und d übrig, welche mit Hilfe dreier zweckmäßig gewählter Gleichungen erfolgen kann. Nach mehrfachen Versuchen zeigte sich, daß die gerechnete Kurve, welche in Fig. 3 dargestellt ist, der aus den Reduktionszahlen direkt konstruierten am nächsten liegt, wenn die Werte der Abszissen 15, 80 und 95 Prozent der Berechnung der Konstanten zugrunde gelegt werden. Die auf diesem Wege erhaltene Gleichung ist:

$$R_a = 0.555 + 0.0144 N_p - 0.000209 N_p^2 - 0.00000157 N_p^3 \dots 11.$$

Wird die Berechnung der Mittelstammdurchmesser-Reduktionszahlen nach dieser Formel durchgeführt, dann erhält man für die Stammzahlenprozent:

10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100

die Reduktionszahlen für den Mittelstammdurchmesser:

0.680 | 0.771 | 0.841 | 0.898 | 0.948 | 1.006 | 1.078 | 1.173 | 1.302 | 1.475

Diese mit der Formel 1 gerechneten Resultate differieren nur um ein Geringes gegen die wirklichen Mittelwerte; größere Abweichungen kommen nur bei 90 und 100 Prozent vor. Da jedoch die Werte bei 80 und 95 Prozent übereinstimmen, so hat diese Abweichung keine praktisch ins Gewicht fallenden Folgen.

Mit Hilfe der Formel 1 ist man demnach in der Lage, ganz allgemein für einen beliebigen normalen Fichtenbestand, dessen Mittendurchmesser bekannt ist, die Durchmesser beliebiger Stammzahlenprozent zu berechnen. Bei der praktischen Verwertung dieses Gesetzes kommt es jedoch nicht darauf an, für jedes Stammzahlenprozent den Durchmesser zu finden, sondern man wird sich damit begnügen können, die mittleren Durchmesser entsprechend gewählter Stärkeklassen zu bestimmen, weil die Kubierung jeder Stammzahlenprozentstufe für sich eine unnötige und in Anbetracht der Methode als Näherungsverfahren auch eine undankbare Aufgabe wäre. Zur Zerlegung der Bestandesmasse in Sortimenten reichen fünf Stammklassen in der Regel aus. Es wird sich also darum handeln, die Stammklassenmittelstämme von höchstens fünf Stärkeklassen zu entwickeln. Wären die mittleren Durchmesser der Stammklassen einfache arithmetische Mittel aller in der Stammklasse vereinigten Durchmesser, so wäre diese Aufgabe sehr leicht auf rechnerischem Wege in der Weise zu lösen, daß man für das in einer Stärkeklasse vereinigte Stammzahlenprozent die Fläche bestimmt — was durch Differentiation und Integration nach

$F = \int y dx$ leicht tunlich wäre — und aus $\frac{F}{N_p}$ den mittleren Durchmesser berechnet. Da wir

jedoch unter Mittelstamm denjenigen verstehen, welcher die mittlere Grundfläche aufweist, müssen wir einen anderen Weg wählen. Konstruieren wir uns einen Idealbestand mit beliebig gewählter Stammzahl und beliebigem Mittelstammdurchmesser und berechnen wir für jedes Stammzahlenprozent den zugehörigen Durchmesser nach Formel 11, so haben wir alle Daten, um für beliebig gewählte Stärkeklassen die mittlere Grundfläche und den zugehörigen Durchmesser zu bestimmen, in ganz analoger Weise, wie dies bei Bestandesaufnahmen geschieht. Die Resultate dieses Idealbestandes haben natürlich als Mittelwerte für alle Normalbestände Geltung. Auf diesem Wege ergab sich:

A. Stärkeklassen mit gleicher Stammzahl in jeder Stärkeklasse:

a) 5 Stärkeklassen, jede mit 20 Prozent der Stammzahl dotiert.

Stärkeklasse I | II | III | IV | V

Der Mittelstammdurchmesser liegt bei

10 | 30 | 51 | 71 | 91 Prozent der Stammzahl.

Der Durchmesser des Mittelstammes der Stärkeklasse beträgt

0.685 | 0.842 | 0.963 | 1.09 | 1.36 des Bestandesmittelstammdurchmessers.

- b) 4 Stärkeklassen, jede mit 25 Prozent der Stammzahl dotiert.

Stärkeklasse I | II | III | IV

Der Mittelstammdurchmesser liegt bei :

13 | 44 | 60 | 89 Prozent der Stammzahl.

Der Durchmesser des Mittelstammes der Stärkeklasse beträgt:

0·710 | 0·917 | 1·01 | 1·287 des Bestandesmittelstammdurchmessers.

- c) 3 Stärkeklassen, jede mit $\frac{1}{3}$ der Stammzahl dotiert.

Stärkeklasse I | II | III

Der Mittelstammdurchmesser liegt bei:

16 | 51 | 82 Prozent der Stammzahl.

Der Durchmesser des Mittelstammes der Stammklasse beträgt:

0·738 | 0·963 | 1·196 des Bestandesmittelstammdurchmessers.

B. Stärkeklassen mit gleicher Grundfläche in jeder Stärkeklasse.

- a) 5 Stärkeklassen, jede mit 20 Prozent der Grundfläche dotiert.

Stärkeklasse I | II | III | IV | V

Der Mittelstammdurchmesser liegt bei:

17 | 48 | 68 | 84 | 95 Prozent der Stammzahl.

Der Durchmesser des Mittelstammes der Stärkeklasse beträgt:

0·746 | 0·938 | 1·060 | 1·220 | 1·380 des Bestandesmittelstammdurchmessers.

Die Stärkeklasse umfaßt

35·5 | 22·8 | 17·7 | 13·5 | 10·5 Prozent der Stammzahl.

- b) 4 Stärkeklassen, jede mit 25 Prozent der Grundfläche dotiert.

Stärkeklasse I | II | III | IV

Der Mittelstammdurchmesser liegt bei:

20 | 60 | 73 | 94 Prozent der Stammzahl.

Der Durchmesser des Mittelstammes der Stärkeklasse beträgt:

0·771 | 1·006 | 1·103 | 1·366 des Bestandesmittelstammdurchmessers.

Die Stärkeklasse umfaßt

41·3 | 24·7 | 20·5 | 13·5 Prozent der Stammzahl.

- c) 3 Stärkeklassen, jede mit $\frac{1}{3}$ der Grundfläche dotiert.

Stärkeklasse I | II | III

Der Mittelstammdurchmesser liegt bei:

25 | 67 | 92 Prozent der Stammzahl.

Der Durchmesser des Mittelstammes der Stärkeklasse beträgt:

0·814 | 1·055 | 1·333 des Bestandesmittelstammdurchmessers.

Die Stärkeklasse umfaßt:

51 | 30 | 19 Prozent der Stammzahl.

Mit diesen Daten reicht man in der Praxis vollkommen aus, um die Zerlegung der Stammzahl in Stärkeklassen vornehmen und in jeder derselben den Durchmesser des Mittelstammes bestimmen zu können, wenn die Stammzahl und der Durchmesser des Bestandesmittelstammes bekannt sind.

Hiemit ist jedoch erst die Grundfläche bestimmt und es erübrigt uns zur Massenbildung noch die Ermittlung der Höhen- und Formzahlen.

2. Die Höhenkurve.

Die zweifellos nachgewiesenen gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Stammzahlenprozenten und ihren Durchmessern lassen vermuten, daß eine solche Gesetzmäßigkeit auch zwischen Stammzahlenprozenten einerseits, Höhen- und Formzahlen andererseits bestehe.

Allerdings ist bei letzteren der Nachweis insofern schwieriger, als die Höhen- und Formzahlen der einzelnen Stammzahlenprozente der Messung, beziehungsweise Ermittlung nicht so leicht und sicher zugänglich sind, wie die Durchmesser. Der forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn steht jedoch eine, wenn auch beschränkte Anzahl von Versuchsfeldern zur Verfügung, in welchen die Höhen verschiedener Stärkestufen aus einer größeren Anzahl von Probestämmen mit Sicherheit ermittelt werden konnten. Diese Höhen wurden graphisch ausgeglichen, so daß die jeder Stärkestufe zukommende, durchschnittliche Höhe abgelesen werden konnte. Aus diesen Versuchsfeldern wurden die auf Seite 94 angeführten, mit tunlichster Rücksicht darauf ausgewählt, daß verschiedene Bonitäten und Massenzusammensetzungen zur Darstellung gelangen.

Werden die in der bezogenen Tabelle angeführten, den verschiedenen Stammzahlenprozenten zukommenden Höhen in der gleichen Weise wie die Durchmesser in Prozenten der Mittelstammhöhe ausgedrückt, so ergeben sich die in der folgenden Tabelle angeführten Daten.

Mittlere Bestandeshöhe h	Bei den Stammzahlenprozenten										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	beträgt die Höhe Hundertteile (Prozente) der Mittelstammhöhe										
19.0	69.7	81.1	89.0	93.7	96.9	99.1	100.3	102.8	104.2	106.9	108.5
21.0	63.3	73.3	84.3	92.0	95.2	98.6	101.5	102.9	104.5	105.8	106.8
14.1	65.4	76.6	86.4	90.1	94.3	97.9	100.8	103.5	109.3	112.5	121.0
20.5	68.7	79.1	86.8	89.8	94.1	97.6	100.0	103.5	105.8	109.3	112.3
24.2	67.0	78.9	85.6	91.8	94.2	96.7	100.8	102.7	105.5	110.0	114.5
23.0	71.4	81.7	88.3	92.2	94.8	97.4	99.8	103.0	107.0	112.1	119.1
15.3	70.3	82.4	86.9	89.6	93.4	96.8	99.4	103.6	105.9	108.6	114.5
17.3	64.4	74.1	83.9	90.2	94.8	98.3	99.4	101.8	102.9	105.4	107.0
15.8	60.0	70.3	81.7	87.4	92.5	96.8	102.1	105.0	110.0	117.3	125.3
31.7	72.5	83.6	88.6	90.9	93.7	95.3	97.3	99.4	101.0	102.8	103.3
27.1	72.5	82.3	89.7	93.7	96.7	98.9	101.5	103.5	105.5	110.0	118.1
23.3	69.7	81.9	87.5	91.8	96.1	99.6	101.4	103.9	106.9	110.0	117.0
Im Mittel	68.0	78.8	86.6	91.1	94.7	97.8	100.4	103.0	105.6	109.2	114.0

Die Höhenprozente stimmen hier zwar bei den verschiedenen Beständen nicht mehr so gut überein wie bei den Durchmesserprozenten, allein es tritt die Gesetzmäßigkeit auch hier klar zutage. Konstruieren wir die Kurve, die sich aus diesen Zahlen ergibt, indem wir wieder die Stammzahlenprozente als Abszissen, die Höhenprozente, respektive die Höhenreduktionszahl R_h als Ordinaten betrachten, so erhalten wir die in Fig. 4 dargestellte Kurve.

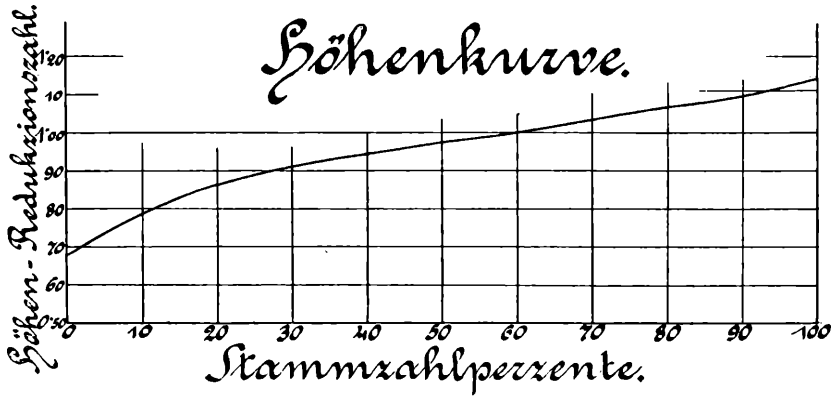


Fig. 4.

Diese Kurve hat offenbar denselben Bau wie die Durchmesserkurve, nur ist ihr Verlauf flacher. Die zugehörige Gleichung ist:

$$R_h = 0.68 + 0.0134 N_p - 0.000206 N_p^2 + 0.0000012 N_p^3 \quad 14.$$

Die mit dieser Formel berechneten Höhenreduktionszahlen sind:

Stammzahlenprozente										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reduktionszahlen bezogen auf die Bestandesmittelhöhe										
0.68	0.794	0.875	0.929	0.962	0.985	1.002	1.021	1.055	1.092	1.160

Auch hier genügt die Formel, um die aus den Bestandesaufnahmen gefundenen Mittelwerte mit annähernder Sicherheit zu beschreiben. Bemerkenswert ist, daß auch die mittlere Bestandeshöhe nahe bei 60 Prozent der Stammzahl liegt, daß also der Stamm, welcher die mittlere Grundfläche besitzt, zugleich auch Höhenmittelstamm ist. Mit Hilfe der Formel 14 ist man demnach imstande, für ein beliebiges Stammzahlenprozent die zugehörige Höhe zu berechnen, wenn nebst der Stammzahl auch die Bestandesmittelhöhe bekannt ist.

3. Die Formzahlenkurve.

Wenn wir nun der Frage: Wie gestalten sich die Formzahlen als Funktion der Stammzahlenprozente? näher treten, so gilt es zunächst darüber schlüssig zu werden, welche der Formzahlen (Baum-, Schaft- oder Derbholzformzahl) zu wählen sei. Wenn wir jedoch berücksichtigen, daß die Baumformzahl eine überaus unbeständige und praktisch schwer zu verwertende Größe ist, daß die Derbholzformzahl einen unregelmäßigen Verlauf nimmt, so bleibt uns nur die Schaftformzahl zur Wahl übrig. Da weiters aus der Schaftformzahl die praktisch wichtige Derbholzformzahl leicht zu bestimmen ist*) und die Schaftformzahl bei gegebener Höhe und bekanntem Durchmesser ohneweiters als Mittelwert mit Hilfe der für die Fichte vorhandenen guten Formzahlentafeln kontrolliert und korrigiert werden kann, entscheiden wir uns für die Schaftformzahl.

In der Bestandestabelle auf S. 94 sind die Bestandesschaftformzahlen nach dem Ergebnisse der Bestandesmassenaufnahme eingestellt. Diese Formzahl wurde mit jener verglichen, die sie aus Dr. Baur's Formzahlen für die Fichte Deutschlands ergibt und hieraus eine Reduktionszahl berechnet, mit welcher die Ansätze der Baur'schen Tafel zu korrigieren sind. Hiebei

*) Siehe Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs: A. Schiffl, „Form und Inhalt der Fichte“ XXIV. Heft 1899. S. 92.

stellte sich jedoch heraus, daß die Formzahlen Baur's, auf Stammzahlenprozent angeendet, bei niedrigen Prozenten zu geringe, bei sehr hohen Prozenten zu große Formzahlen ergeben. Ich berücksichtigte diese Fehler nach Tunlichkeit im Anhalte an zuverlässig ermittelte Stammklassenformzahlen und im Anhalte an meine Tafeln. Das Ergebnis der Formzahlenpotenzreihe als Funktion der Stammzahlenprozent ist die Kurve der Fig. 5.

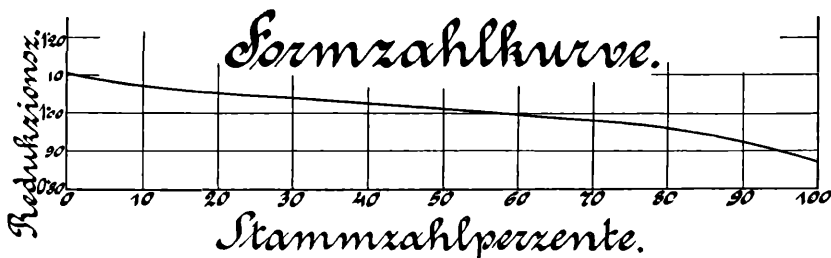


Fig. 5.

Auch diese Kurve hat den gleichen Typus wie die Durchmesser- und Höhenkurve und unterscheidet sich nur dadurch von ihr, daß die Ordinatenzunahme in umgekehrter Richtung erfolgt.

Die Gleichung, welche dieser Kurve annähernd entspricht, ist:

$$R_f = 0.87 + 0.00582 (100 - N_p) - 0.0000824 (100 - N_p)^2 + 0.000000477 (100 - N_p)^3 . . 15.$$

Mit dieser Formel berechnen sich die folgenden, zur Reduktion der Formzahl des Mittelstammes auf die Formzahl des bei einem bestimmten Stammzahlenprozent liegenden Stammes geeigneten Zahlen.

Stammzahlenprozent										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reduktionszahlen, bezogen auf die Mittelstammformzahl										
1.105	1.074	1.052	1.037	1.025	1.010	1.00	0.980	0.960	0.925	0.87

Wir haben somit die Faktoren der Bestandesmassen: Durchmesser, Höhe und Formzahl als Funktionen der Stammzahlenprozent dargestellt und dabei gefunden, daß diese Faktoren gleichartige Potenzkurven sind, die durch die Gleichungen 13, 14 und 15 bestimmt sind. Wir sind demnach nunmehr in der Lage, die Masse eines beliebigen, durch das Stammzahlenprozent charakterisierten Stammes eines normalen Fichtenbestandes bei gegebenen Massenkomponenten des Mittelstammes zu bestimmen.

4. Die Formhöhenkurve.

Wir haben jeden der drei Massenfaktoren für sich behandelt und benötigen die Formhöhe zur Massenbildung nicht. Allein es ist nicht uninteressant, auch das Verhalten der Formhöhen zu den Stammzahlenprozent zu betrachten, zumal sich die bezügliche Kurve einfach durch Multiplikation der Gleichungen 14 und 15 ergibt. Wir ziehen es jedoch vor, anstatt mit der sich daraus ergebenden Gleichung zu manipulieren, die Kurve aus den zahlenmäßigen Resultaten, welche wir aus der Multiplikation der beiden Reduktionszahlenreihen gewinnen, graphisch darzustellen. Hiebei ergibt sich:

Stammzahlenprozent										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reduktionszahlen, bezogen auf die Bestandesformhöhe										
0.751	0.853	0.917	0.963	0.986	0.994	1.002	1.00	1.013	1.010	1.01

Die bezügliche Kurve ist in der Fig. 6 dargestellt.

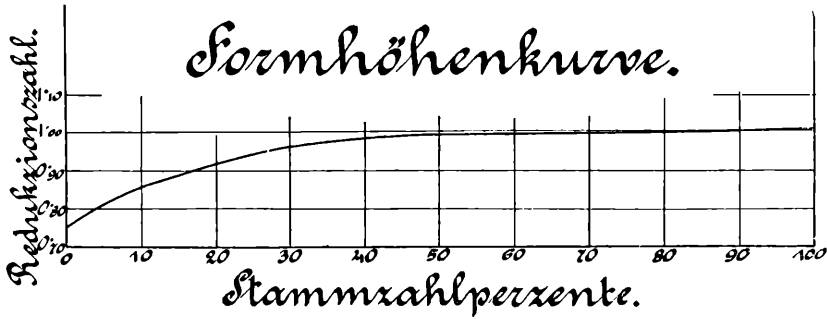


Fig. 6.

Auch diese Kurve hat noch einen, wenn auch nur schwach ausgesprochenen Wendepunkt, ist daher als Kurve 3. Ordnung zu behandeln; ihre analytische Gleichung ist annähernd:

$$R_{fh} = 0.751 + 0.0113 N_p - 0.000166 N_p^2 + 0.000000788 N_p^3 \quad 16.$$

Die mit dieser Formel berechneten Reduktionszahlen der Formhöhe sind:

Stammzahlenprozent										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reduktionszahlen, bezogen auf die Bestandesformhöhe										
0.751	0.848	0.917	0.962	0.987	0.999	1.002	0.999	0.996	0.998	1.01

Die Abweichungen gegenüber den aus dem Produkte hf sich ergebenden Reduktionszahlen sind sehr gering. Wie ersichtlich, ergibt sich daraus die Folgerung: Die Bestandesformhöhe steigt in normalen Fichtenbeständen vom schwächsten bis zum Mittelstamme und bleibt von dort an bis zum stärksten Stamme annähernd gleich.

5. Die Grundflächen- und Massenkurve.

Auf gleichem Wege, wie wir die Formhöhenkurve bestimmt haben, läßt sich auch die Grundflächenkurve finden. Wandeln wir zu diesem Zwecke die Durchmesser in Grundflächen um, indem wir ihr Quadrat mit $\frac{\pi}{4}$ multiplizieren, so erhalten wir die Grundflächen. Setzen wir die Grundfläche des Mittelstammes der Einheit gleich und untersuchen wir, wie viele Teile davon ein Stamm der einzelnen Stammzahlenprozent enthält, dann ergibt sich die Reduktionszahlenreihe für die Grundflächen. Diese ist:

Stammzahlenprozent										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Grundflächenreduktionszahlen										
0.308	0.475	0.595	0.702	0.802	0.913	1.02	1.17	1.37	1.64	2.43

Diese Kurve läßt sich mit einer Gleichung dritter Ordnung nicht mehr annähernd beschreiben. Verzichtet man jedoch auf die annähernde Übereinstimmung der Reduktionszahlen für die Prozente von 95 bis 100, d. i. für die stärksten Stämme, so gibt die Formel:

$$R_g = 0.308 + 0.0165 N_p - 0.000124 N_p^2 + 0.000000129 N_p^3 \quad 17.$$

annähernd die Reduktionszahlen für die Grundflächen. Dieser Ausdruck ließe sich zur rechnerischen Bestimmung der Stärkeklassen-Grundflächen-Mittelstämme aus der von der Kurve und den Achsen eingeschlossenen Fläche verwenden. Wir haben jedoch den empirischen Weg vorgezogen, weil die genaue Beschreibung der Flächenreduktionszahlen durch diese Formel nicht gewährleistet ist und der Gebrauch eines komplizierteren Ausdruckes keine Vorteile mehr bieten würde.

Multipliziert man obige Reduktionszahlen mit den Formhöhen-Reduktionszahlen, so erhält man die Massenkurve. Diese ist demnach

Stammzahlenprozent										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reduktionszahlen für die Schaftmasse										
0.231	0.405	0.545	0.676	0.791	0.907	1.02	1.17	1.38	1.65	2.45

Die Vergleichung der Grundflächenkurve mit der Massenkurve läßt erkennen, daß beide Kurven vom Mittelstamme aufwärts nahezu zusammenfallen. Hieraus ergibt sich der Satz: In normalen Fichtenbeständen sind vom Mittelstamme aufwärts die Grundflächen den Schaftmassen proportional. Dieser Satz gilt jedoch nicht für die Bestandesteile, welche vor dem mittleren Durchmesser liegen. Nachstehende Fig. 7, in welcher die Massenlinie R_v voll ausgezogen ist, veranschaulicht den Verlauf der beiden Kurven graphisch.

Auch die Massen-Reduktionszahlenkurve läßt sich gleich der Grundflächenkurve erst durch eine Gleichung vierter Ordnung annähernd darstellen. Ihr Ausdruck ist:

$$R_v = 0.231 + 0.0187 N_p + 0.000141 N_p^2 - 0.000000134 N_p^4 \dots 18.$$

Die Gleichung gibt die Reduktionszahlen bis 95 Prozent der Stammzahlen annähernd richtig; in den letzten 5 Prozent sind die mit der Formel berechneten Resultate zu gering. Eine größere Annäherung könnte erst durch eine fünfgliedrige Formel erreicht werden.

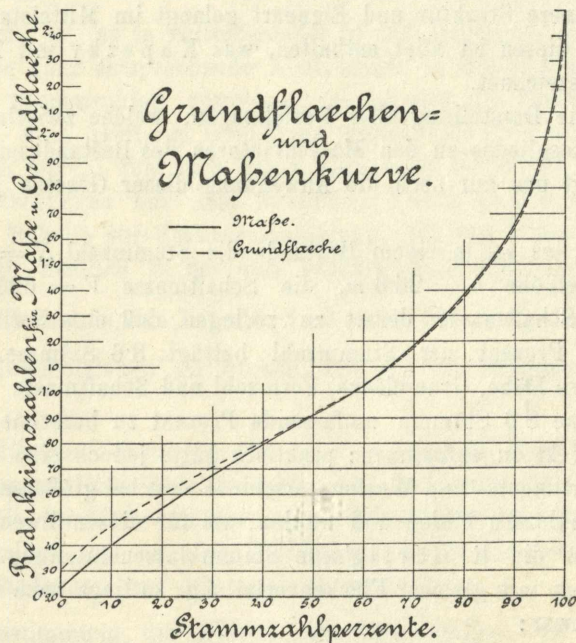


Fig. 7.

6. Folgerungen.

Aus allen diesen vorggeführten Beziehungen der Massenfactoren zum Mittelstamme läßt sich ein gemeinsames allgemeines Gesetz formulieren. Dieses lautet: In normalen Fichtenbeständen kommt dem durch die Lage bei einem bestimmten Prozentsatze der Stammzahl gekennzeichneten Stamme ein bestimmter, in jedem

Bestände gleicher Anteil von der Masse, Grundfläche, Höhe, Formzahl oder Formhöhe zu. Es verhalten sich also die Masse, Höhe, Grundfläche, Formzahl oder Formhöhe zweier Stämme eines Bestandes wie ihre Reduktionszahlen. Es sei beispielsweise die Schaftmasse des Mittelstammes v , die Schaftmasse zweier anderer Stämme v_n , beziehungsweise v^m , ihre Reduktionszahlen R_n , beziehungsweise R_m , so ist:

$$v_n = v R_n, \quad v^m = v R_m; \quad \frac{v_n}{v_m} = \frac{R_n}{R_m}.$$

Analoges gilt auch für alle Massenfaktoren.

In zwei verschiedenen Beständen verhalten sich die Massen, Formhöhen, Grundflächen, Formzahlen oder Höhen zweier Stämme gleicher Stammzahlenprocente wie die Massen, Formhöhen, Grundflächen, Formzahlen oder Höhen ihrer Bestandesmittelstämme. Es sei v beziehungsweise v_1 die Masse der Mittelstämme, v_n beziehungsweise v_n^1 die Masse zweier Stämme gleicher Stammzahlenprocente in zwei verschiedenen Beständen, so ist:

$$v_n = v R_n, \quad v_n^1 = v_1 R_n; \quad \frac{v_n}{v_n^1} = \frac{v}{v_1}.$$

Diese Gesetze lassen sich mit gleicher Sicherheit nicht ableiten, wenn man den Mittelstamm durch einen beliebigen anderen substituieren, d. h. die Reduktionszahlen auf einen beliebigen anderen, bei einem bestimmten Prozentsatze der Stammzahl gelegenen Stamm beziehen wollte, weil die Beständigkeit der Reduktionszahlen verschiedener Bestände am größten ist, wenn man sie auf den Mittelstamm bezieht.

Es ist also der Mittelstamm, d. i. seine Masse und seine Massenfaktoren, charakteristisch für den Bestand. Die innere Struktur und Eigenart gelangt im Mittelstamme und der Stammzahl zum Ausdruck; in diesen ist alles enthalten, was Kopecky mit Zuwachskoeffizient und Zuwachsscharakteristik bezeichnet.

Hiermit wäre die Darstellung aller Beziehungen, welche zwischen den Massenfaktoren eines beliebigen Bestandegliedes zu den Massenfaktoren des Bestandesmittelstammes bestehen, erschöpft und es erübrigt uns nur noch die Anwendung dieser Gesetze an einem Beispiele zu demonstrieren.

Nehmen wir an, es sei in einem Bestände die Stammzahl $N = 860$, die Mittelstärke $d = 25.8 \text{ cm}$, die Mittelhöhe $h = 26.6 \text{ m}$, die Schaftmasse $V = 620 \text{ m}^3$ gegeben und es handle sich darum, die Schaftmasse derart zu zerlegen, daß eine Sortierung und Bewertung ermöglicht werde. Ein Prozent der Stammzahl beträgt 8.6 Stämme. Es unterläge keiner Schwierigkeit, die mittlere Höhe, Grundfläche, Formzahl und Schaftmasse aus den vorbehandelten Kurven für jedes einzelne 8.6 Stämme umfassende Prozent zu berechnen, oder den graphisch dargestellten Kurven direkt zu entnehmen; praktisch hätte jedoch eine derartige Detaillierung keinen Sinn, weil die Sortiments- und Wertsunterschiede erst bei größeren Abstufungen eintreten. Wir werden also Stammklassen bilden und wählen als für diesen Zweck entsprechender nicht die Ulrich'sche, sondern die R. Hartig'sche Stammklasseneinteilung. *) Nehmen wir eine Einteilung zu fünf Klassen mit gleicher Flächenverteilung, so liegt nach S. 98 der Mittelstamm jeder Stärkeklasse und zwar:

in der Stärkeklasse I | II | III | IV | V

bei dem Prozent der Stammzahl:

17 | 48 | 68 | 84 | 95.

Die Stärkeklasse umfaßt Prozente der Stammzahl:

35.5 | 22.8 | 17.7 | 13.5 | 10.5.

Es entfallen sonach in jede Stärkeklasse Stämme:

860 $q = N_n =$ 305 | 196 | 153 | 116 | 90.

*) Vgl. „Über Bestandeshöhen und Bestandesformzahlen“. Z. f. d. g. F. 1900. S. 20 u. ff.

Die Masse des Mittelstammes ist: $v = 0.721 \text{ m}^3$, die Formzahl des Schaftes: $f = 0.519$.
Die Reduktionszahlen bei obigen Prozenten sind:

In der Stärkeklasse I | II | III | IV | V

Reduktionszahlen der Masse R_v :

0.51 | 0.79 | 1.13 | 1.47 | 1.83

Reduktionszahlen der Höhe R_h :

0.5 | 0.94 | 1.03 | 1.07 | 1.12

Die Schaftmasse der Mittelstämme beträgt demnach $v R_v = v_n$:

0.368 | 0.569 | 0.815 | 1.06 | 1.32

Die Schaftmasse der Stärkeklasse beträgt $N_n v_n$:

112 | 112 | 125 | 123 | 119 m^3 .

Die Mittelhöhe $h R_h$ jeder Stärkeklasse beträgt:

22.6 | 25.0 | 27.3 | 28.5 | 29.8 m

Reduktionszahlen R_d der Durchmesser:

0.76 | 0.89 | 1.06 | 1.21 | 1.37

Der Mittendurchmesser $R_d d$ jeder Stammklasse beträgt:

19.6 | 23.0 | 27.3 | 31.2 | 35.3 cm .

Werden die Massen der einzelnen Stammklassen addiert, so soll das Resultat der Bestandesmasse gleich sein. In diesem Falle gibt die Summe 591 m^3 , daher um 29 m^3 oder um 4.7 Prozent zu wenig. Die Kontrolle läßt sich auch mit der Grundfläche durchführen.

Wie ersichtlich, ist es in befriedigender Weise gelungen, die gegebene Schaftmasse zu zerlegen. Wir haben ganz entsprechende Abstufungen in den Durchmessern und Höhen und auch die zugehörigen Stammzahlen gewonnen; es ist also die Sortimentsbildung und deren Verwertung auf einer weit breiteren Grundlage tunlich, als dies aus den Daten des Mittelstammes allein möglich wäre. Wer sich damit noch nicht begnügen will, dem liefern die im XXIV. Hefte der „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“ enthaltenen Tabellen noch weitere Behelfe zur Sortimentenbildung. Mit den Daten Schaftmasse, Höhe und Durchmesser findet man nämlich in der dort enthaltenen Kubierungstabelle auch die Durchmesser in $\frac{h}{4}$, $\frac{h}{2}$ und $\frac{3}{4} h$ und in den Tabellen 3, 4 und 5 der bezogenen Schrift auch alle Daten, um den Schaft auf Derbholzlänge zu kürzen und die Schaftmasse in Derbholzmasse umzuwandeln.

Bei der praktischen Verwertung der hier auf Grund einer Reihe zweckmäßig ausgewählter Bestände dargestellten Gesetze darf nicht außeracht gelassen werden, daß diese Gesetze die Beziehungen der Massenfaktoren zum Mittelstamme und seinen Massenkomponenten nur annähernd beschreiben und von der Wirklichkeit umso mehr abweichen werden, je mehr sich die Bestandesbeschaffenheit von der normalen entfernt.

In der Übereinstimmung der Massen oder Grundflächen, die sich aus der Zerlegung ergeben, mit der Summe der Grundfläche oder Masse des Bestandes liegt jedenfalls eine erwünschte Kontrolle darüber, ob sich der Bestand den Gesetzen fügt. Ist man in der Lage, eine genügende Anzahl von Probestämmen zu fällen, so wird es wohl niemandem einfallen, den Bestand in die Zwangsjacke irgend welcher Gesetze zu pressen, sondern man wird im Bestande selbst alle jene Daten erheben, welche der Zweck, dem die Bestandesaufnahme dienen soll, erheischt; man wird auf diese Weise der Individualität des Bestandes Rechnung tragen und kann sich alle möglichen Kurven, die benötigt werden, konstruieren, d. h. man kann die Gesetze des Bestandes als Spezialfall darstellen.

Ich fasse daher die praktische Verwertung dieser Gesetze nur für solche Fälle ins Auge, wo Zeit und Umstände eine exakte Bestandesaufnahme nicht zulassen. In solchen Fällen wird diese Methode einen Behelf dazu bieten, um die eingehendere Bestandesaufnahme zu ersetzen.

Ich habe schon angedeutet, daß die praktische Verwertung vornehmlich in zwei Kategorien von Fällen tunlich erscheint.

1. Bei allen Bestandesaufnahmen, die sich in kurzer, gegebener Zeit vollziehen müssen. Bei Gutsverkäufen, Nachlaßverhandlungen, bei Expertisen zum Zwecke des Abschlusses von Holzabstockungsverträgen oder Verkäufen nach der Fläche. In allen diesen Fällen wird man die Arbeiten im Walde rasch in dem nur unbedingt erforderlichen Ausmaße vollziehen müssen. Da es zur Anwendung des Verfahrens genügt, wenn Stammzahl, Durchmesser, Höhe und Formzahl des Mittelstammes bekannt sind, so ist das Minimum der Anforderungen in der Auskluppierung einer Probe, Bestimmung des Kreisflächenmittelstammes und in dem Messen einiger Höhen von solchen Stämmen gegeben, die den Mittelstammdurchmesser besitzen. Aus den gemessenen Höhen wird das Mittel gebildet und mit dem Eingangs Höhe und Durchmesser die Formzahl aus einer Formzahlentafel bestimmt. Es ist also nicht erforderlich, einen Probestamm zu fällen und dennoch sind alle Daten gegeben, um bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens eine eingehende Bestandesaufnahme zu ersetzen.

2. Bei allen Wertberechnungen, die auf Grund von gegebenen Ertragstafeln erfolgen müssen. Es sind dies: Waldwertberechnungen, Umtriebszeitbestimmungen, forststatische Untersuchungen, auch Weiserprozent- oder Wertzuwachsprozentberechnungen. Da alle neueren Ertragstafeln die zur Anwendung des Verfahrens der Massenerlegung erforderlichen Daten enthalten, reduziert sich die Arbeit auf das im vorgeführten Beispiele gezeigte Ausmaß.

Voraussichtlich gelten diese, aus normalen Fichtenbeständen abgeleiteten Gesetze allgemein, das ist für alle Holzarten, wenn auch die Kurven selbst, oder die Kurvenformeln verschiedene sein mögen. Ich betrachte es als einen Vorzug des hier beschriebenen Verfahrens, daß es allen Holzarten, insbesondere auch allen durch lokal gebräuchliche Methoden in der Begründung und Erziehung der Bestände hervorgerufenen Eigentümlichkeiten in der Bestandesbeschaffenheit angepaßt werden kann. Zur Bestimmung des Verlaufes der gesuchten Kurven genügen wenige, die lokalen Eigentümlichkeiten charakteristisch zum Ausdruck bringende Bestände. Es ist selbstverständlich nicht erforderlich, für die gefundenen Kurven einen mathematischen Ausdruck zu suchen, weil das ganze Verfahren auch lediglich graphisch angewendet werden kann.

Ich fasse daher die praktische Verwertung dieser Gesetze nur für solche Fälle ins Auge, wo Zeit und Umstände eine exakte Bestandesaufnahme nicht zulassen. In solchen Fällen wird diese Methode einen Behelf dazu bieten, um die eingehendere Bestandesaufnahme zu ersetzen.

Ich habe schon angedeutet, daß die praktische Verwertung vornehmlich in zwei Kategorien von Fällen tunlich erscheint.

1. Bei allen Bestandesaufnahmen, die sich in kurzer, gegebener Zeit vollziehen müssen. Bei Gutsverkäufen, Nachlaßverhandlungen, bei Expertisen zum Zwecke des Abschlusses von Holzabstockungsverträgen oder Verkäufen nach der Fläche. In allen diesen Fällen wird man die Arbeiten im Walde rasch in dem nur unbedingt erforderlichen Ausmaße vollziehen müssen. Da es zur Anwendung des Verfahrens genügt, wenn Stammzahl, Durchmesser, Höhe und Formzahl des Mittelstammes bekannt sind, so ist das Minimum der Anforderungen in der Auskluppierung einer Probe, Bestimmung des Kreisflächenmittelstammes und in dem Messen einiger Höhen von solchen Stämmen gegeben, die den Mittelstammdurchmesser besitzen. Aus den gemessenen Höhen wird das Mittel gebildet und mit dem Eingangs Höhe und Durchmesser die Formzahl aus einer Formzahlentafel bestimmt. Es ist also nicht erforderlich, einen Probestamm zu fällen und dennoch sind alle Daten gegeben, um bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens eine eingehende Bestandesaufnahme zu ersetzen.

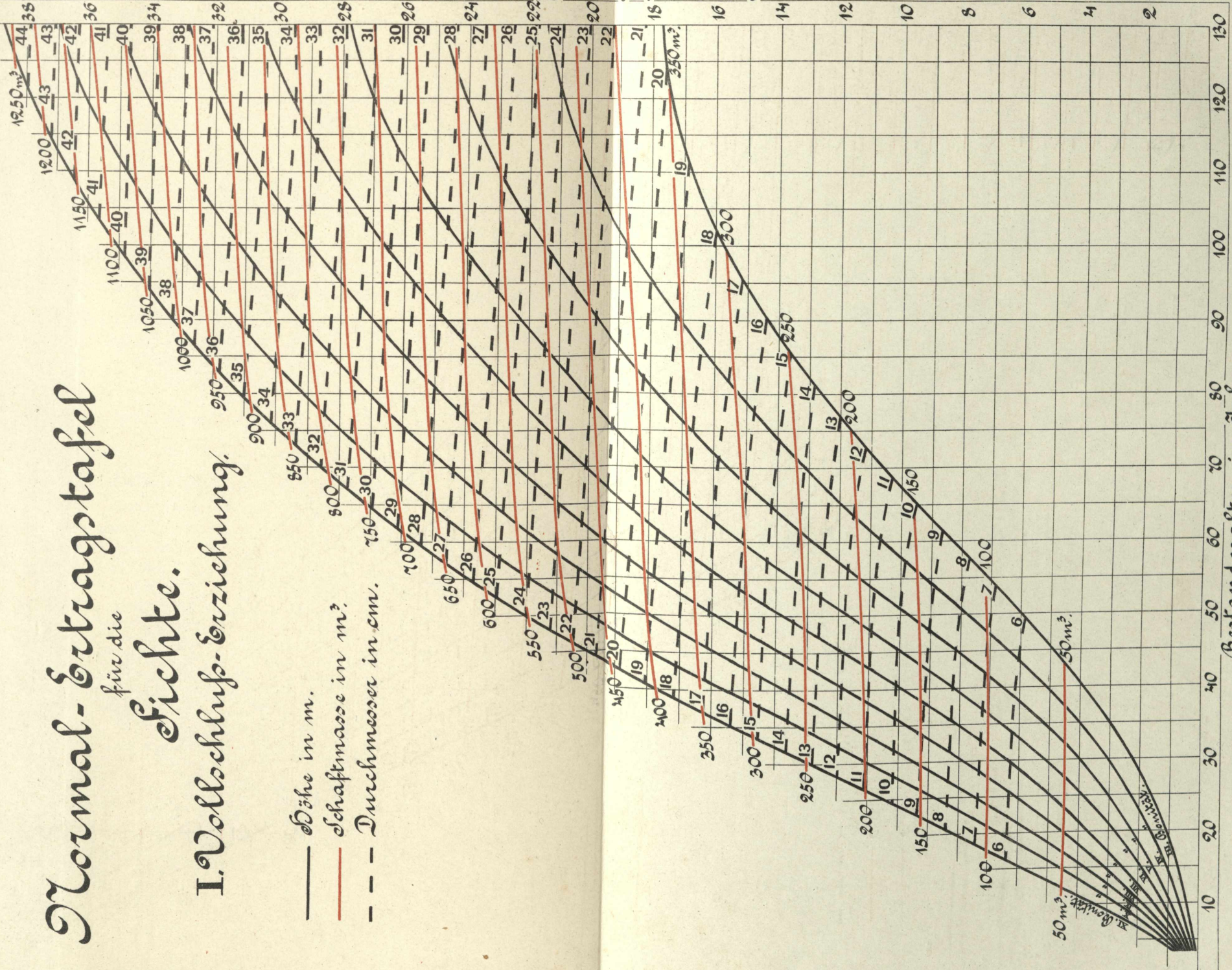
2. Bei allen Wertberechnungen, die auf Grund von gegebenen Ertragstafeln erfolgen müssen. Es sind dies: Waldwertberechnungen, Umtriebszeitbestimmungen, forststatische Untersuchungen, auch Weiserprozent- oder Wertzuwachsprozentberechnungen. Da alle neueren Ertragstafeln die zur Anwendung des Verfahrens der Massenerlegung erforderlichen Daten enthalten, reduziert sich die Arbeit auf das im vorgeführten Beispiele gezeigte Ausmaß.

Voraussichtlich gelten diese, aus normalen Fichtenbeständen abgeleiteten Gesetze allgemein, das ist für alle Holzarten, wenn auch die Kurven selbst, oder die Kurvenformeln verschiedene sein mögen. Ich betrachte es als einen Vorzug des hier beschriebenen Verfahrens, daß es allen Holzarten, insbesondere auch allen durch lokal gebräuchliche Methoden in der Begründung und Erziehung der Bestände hervorgerufenen Eigentümlichkeiten in der Bestandesbeschaffenheit angepaßt werden kann. Zur Bestimmung des Verlaufes der gesuchten Kurven genügen wenige, die lokalen Eigentümlichkeiten charakteristisch zum Ausdruck bringende Bestände. Es ist selbstverständlich nicht erforderlich, für die gefundenen Kurven einen mathematischen Ausdruck zu suchen, weil das ganze Verfahren auch lediglich graphisch angewendet werden kann.

Normal-Ertragstafel für die Fichte.

I. Vollschupf-Erziehung.

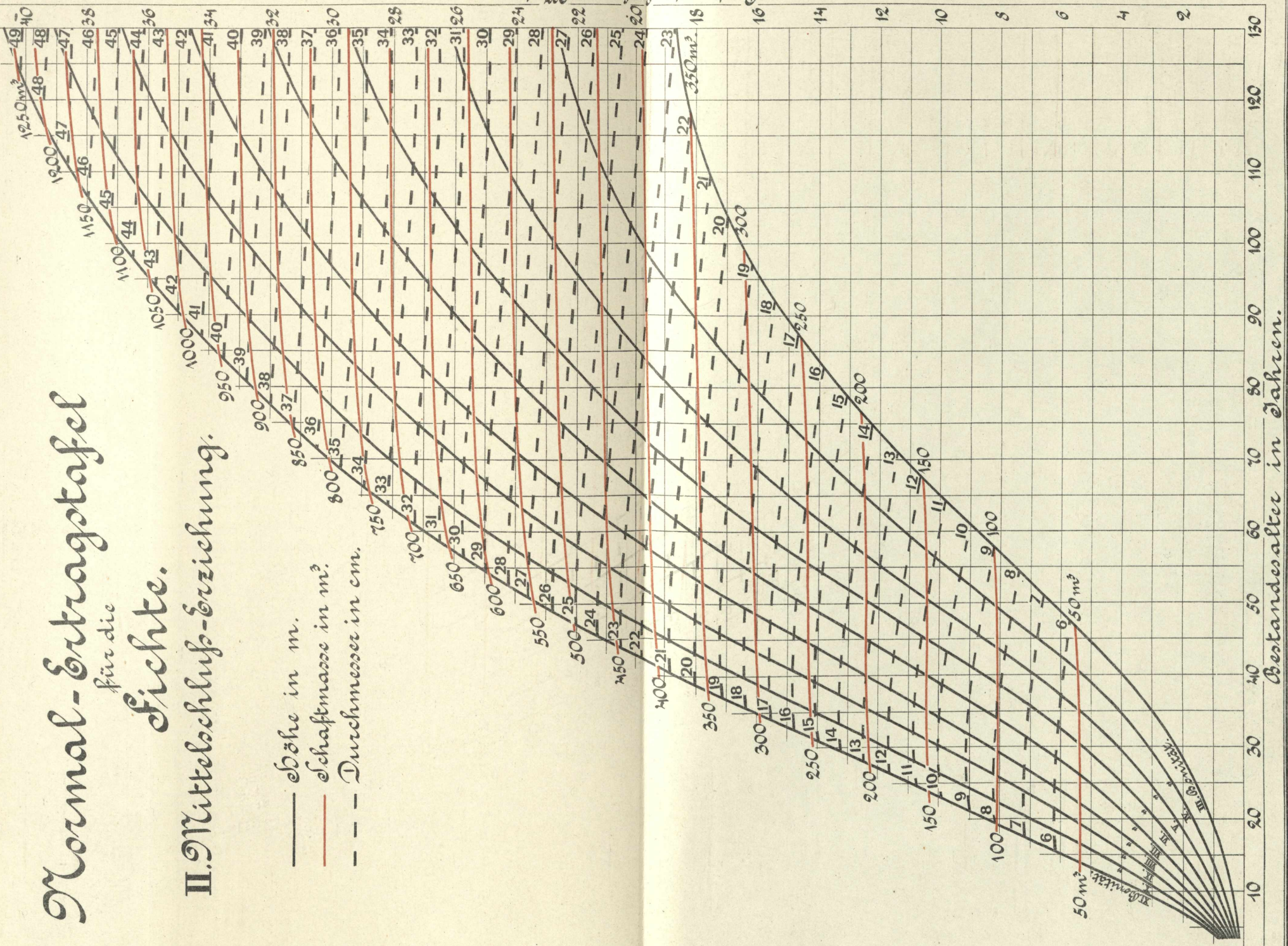
- Höhe in m.
- Schaftmasse in m³.
- - - Durchmesser in cm.



Normal-Ertragstafel für die Fichte.

II. Mittelschluß-Erziehung.

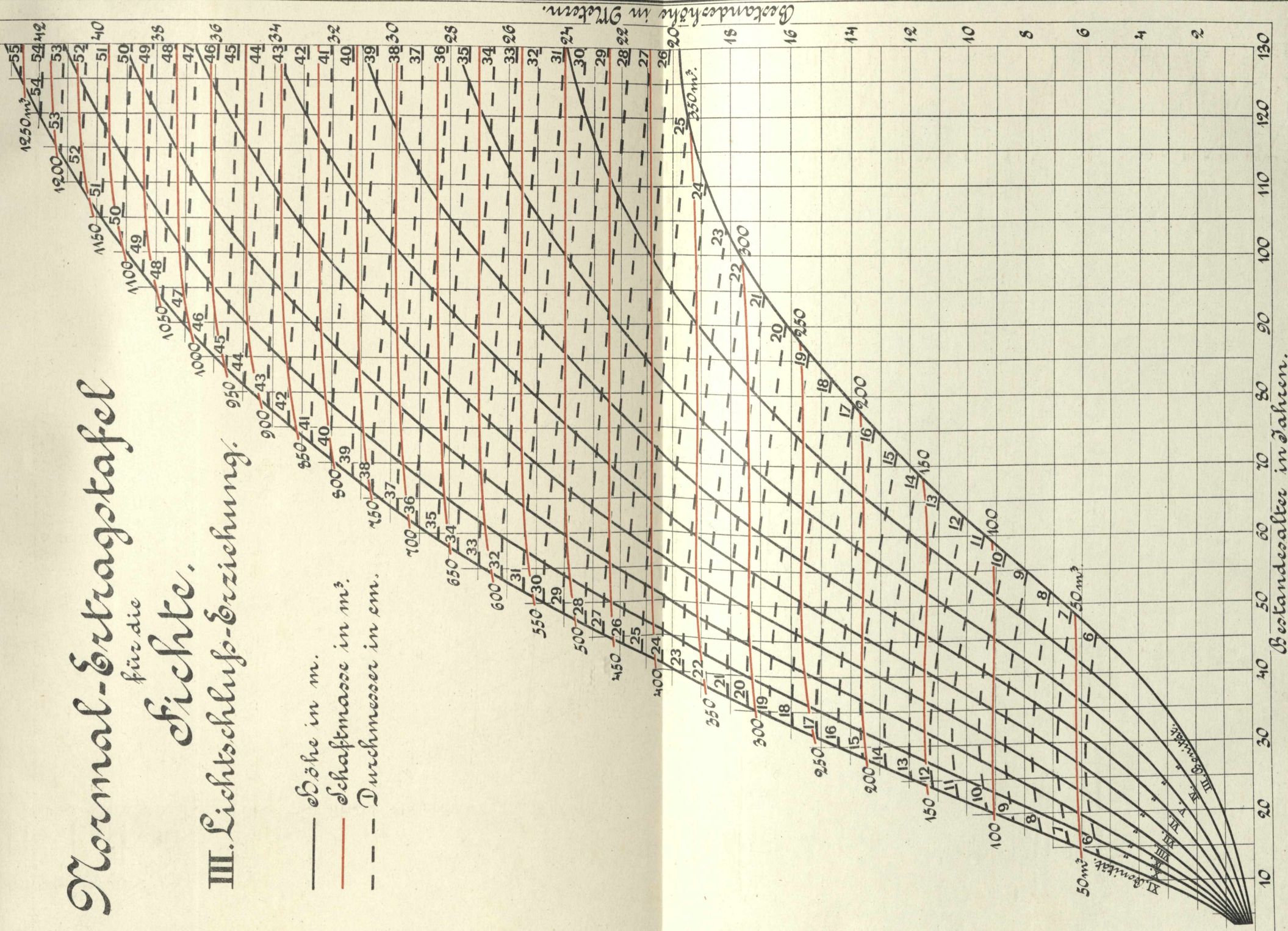
- Höhe in m.
- Schaftmasse in m³.
- - - Durchmesser in cm.



Normal-Stragtafel für die Dichte.

III. Lichtschlup-Beziehung.

- Höhe in m.
- Schaftmasse in m³.
- - - Durchmesser in cm.



Die Schaftmassen-Kurve
der Bestandes-Mittelstämme
in der
VII. Bonität.

