

## 6 Wachstumsmodelle

- 61 [Einleitung](#)
- 62 [Theoretische Grundlagen](#)
- 63 Die schweizerischen [Ertragstafeln](#)
- 64 [Anwendungsbeispiele](#)
- 65 Andere [Wachstumsmodelle](#)

### Ziel

Grundlagen für die Erstellung von Ertragstafeln und anderen Wachstumsmodellen kennenlernen und die schweizerischen Ertragstafeln von BADOUX vielfältig anwenden können.

### Zusammenfassung

Das Wachstum in gleichaltrigen Reinbeständen kann durch die Abhängigkeit der Bestandeshöhe vom Alter (standortsabhängig) und durch die Abhängigkeit der Gesamtwuchsleistung von der Bestandeshöhe (mehr oder weniger standortsunabhängig) beschrieben werden. Die wichtigsten forstlichen Wachstumsmodelle sind die Ertragstafeln. Für die Schweiz hat [BADOUX](#) 1966 bis 1969 Ertragstafeln für Fichte, Tanne, Lärche und Buche herausgegeben. Mit ihrer Hilfe können verschiedene Grössen berechnet und Entwicklungen vorausgesagt werden. Die Resultate müssen aber bezüglich ihres Geltungsbereiches stets kritisch bewertet werden.

### Querverbindungen

Vorlesung Waldwachstum, übrige Kapitel  
Vorlesung Forsteinrichtung (Simulation, Nutzungsplanung)  
Vorlesung Waldbau (waldbauliche Planung)  
Vorlesungen Bodenkunde, Pflanzensoziologie, Bodenphysik

### Literatur

- [ASSMANN](#) E, [FRANZ](#) F, 1963: Vorläufige Fichtenertragstafeln für Bayern. Inst. f. Ertragskunde der Forstl. Forsch. Anst. München.
- [BADOUX](#) E, 1966 bis 1969 Ertragstafeln für die Fichte, Tanne, Lärche, Buche in der Schweiz. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes.
- [EICHHORN](#) F, 1904: Beziehungen zwischen Bestandeshöhe und Bestandesmasse. Allg. Forst- und Jagdztg. 80: 45-49.
- [GEHRHARDT](#) E, 1909: Ueber Bestandeswachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. Allg. Forst- und Jagdztg. 85: 117-128.
- [INRA](#), [ENGREF](#) 1984: Tables de production pour les forêts françaises. 2e édition, 160 S.
- [KIENAST](#) F, [KUHN](#) N, 1989: Computergestützte Simulation von Waldentwicklungen. Schweiz. Z. Forstwes., 140, 3: 189-201.
- [NAGEL](#) J, 1985: Wachstumsmodelle für Bergahorn in Schleswig-Holstein. Dissertation, Göttingen.
- [SCHOBER](#) R, 1975: Ertragstafeln wichtiger Baumarten, Frankfurt.
- [SLOBODA](#) B, 1984: Possibilities of mathematically predicting timber production in commercial forests. Bulletin of the Nagoya University Forests, 7: 261-279.

## 61 Einleitung

Wachstumsmodelle erleichtern das Verständnis komplexer Wachstumsvorgänge in Beständen und sind praktische Hilfsmittel für die forstliche Planung. Sie können zum Beispiel wie folgt verwendet werden:

- Bestimmung der Bonität
- Bestimmung des Bestockungsgrades
- Schätzung des Holzanfalls aus Durchforstung und Verjüngung
- Schätzung des Zuwachses
- Simulation verschiedener Entwicklungen.

Allerdings dürfen Modelle immer nur unter Berücksichtigung ihrer Grenzen verwendet werden:

- sie gelten nur für ganz bestimmte Standorte und Bestände
- sie enthalten Mittelwerte, und die Werte in konkreten Beständen weichen immer mehr oder weniger davon ab.

## 62 Theoretische Grundlagen

Ein Wachstumsmodell stellt in der Form von Tabellen, Graphiken oder mathematischen Funktionen vereinfacht die Entwicklung bestimmter Wachstumsgrößen von Beständen in Abhängigkeit von der Zeit und waldbaulichen, waldmesskundlichen und/oder standörtlichen Variablen dar.

Die wichtigsten untersuchten Wachstumsgrößen sind Stammzahl, Vorrat, laufender Volumenzuwachs, Durchforstungsanfall und Gesamtwuchsleistung. Die massgebenden Einflussgrößen sind Baumart, Bonität, Bestandesdichte, waldbauliche Behandlung und der Standort (Pflanzengesellschaft, Bodenkunde, Klima, Topographie).

Die gebräuchlichsten forstlichen Wachstumsmodelle sind nur für reine und gleichaltrige Bestände und eine bestimmte waldbauliche Behandlung gültig. Modelle für ungleichaltrige und gemischte Bestände oder für variable waldbauliche Eingriffsarten fehlen noch weitgehend.

Dagegen gibt es andere Modelle, die weniger auf die Holzproduktion ausgerichtet sind und zum Beispiel auf dem Energiefluss basieren (vgl. [KIENAST](#) 1989).

Das Wachstum von gleichaltrigen Reinbeständen in relativ eng begrenzten Wuchsgebieten kann durch **zwei Grundbeziehungen** beschrieben werden:

- die Entwicklung der Bestandeshöhe in Abhängigkeit vom Alter ( $h = f(t)$ )
- die Abhängigkeit der Gesamtwuchsleistung von der Bestandeshöhe ( $GWL = f(h)$ ).

Die **erste Grundbeziehung**  $h = f(t)$  wurde in den Kapiteln 3.2 und 4.3 ausführlich behandelt. Von entscheidender Bedeutung ist die Standortsgüte, während sich Pflanzverband und waldbauliche Behandlung weniger auswirken (vor allem in bezug auf die Oberhöhe).

Die zweite **Grundbeziehung**  $GWL=f(h)$  stützt sich auf das sogenannte EICHHORN'sche Gesetz. [EICHHORN](#) 1904 stellte fest, „dass einer bestimmten mittleren Bestandeshöhe durch alle Standortsklassen die gleichen Bestandesmassen entsprechen“ ([ASSMANN](#) 1961, S. 158). Diese Beziehung wurde zuerst für die Tanne und dann auch für die Buche beobachtet; sie gilt nur, solange die Eingriffe extrem schwach sind und die Vorräte ungefähr der Gesamtwuchsleistung entsprechen. [GEHRHARDT](#)'s 1909 erweitertes EICHHORN'sches Gesetz weist nach, dass die Gesamtwuchsleistung unabhängig von der Standortsgüte eine Funktion der Bestandesmittelhöhe ist. Wie in verschiedenen späteren Untersuchungen festgestellt wurde, gilt dies auch in Abhängigkeit von der Oberhöhe und für verschiedene Baumarten. Einschränkungen des erweiterten EICHHORN'schen Gesetzes sind in Kapitel 46 festgehalten. Die Beziehung gilt nur für bestimmte Wuchsgebiete und weitgehend ähnliche Behandlung. Die unterschiedlichen Gesamtwuchsleistungen bei gleicher Bestandeshöhe werden nach [ASSMANN](#) 1961 als unterschiedliche **Ertragsniveaus** bezeichnet.

Die **Herleitung** der gebräuchlichen Wachstumsmodelle stützt sich auf Messungen in Beständen und eine Anpassung der gemessenen Größen.

Am besten geeignet sind permanente Versuchsflächen, die von der Bestandesbegründung bis zur Endnutzung beobachtet wurden. Analoge Wachstumskurven können auch aus Messungen in temporären Probeflächen (eine oder zwei Messungen) hergeleitet werden, wenn eine Serie vergleichbarer Probeflächen den ganzen Altersbereich abdeckt. Diese Methode liefert zwar schneller Resultate, ist aber weniger genau als die Verwendung permanenter Probeflächen.

Der Ausgleich der Messwerte kann graphisch oder mit statistischen Methoden erfolgen. Die statistische Methode (z.B. Methode der kleinsten Quadrate) hat den Vorteil, dass die Genauigkeit des Modells berechnet werden kann.

## 63 Die schweizerischen Ertragstafeln

### Inhalt

Die neusten schweizerischen Ertragstafeln sind von E. BADOUX an der EAFV (WSL) in Birmensdorf entwickelt und zwischen 1966 und 1969 erstmals publiziert worden.

Baumarten: Fichte, Tanne, Lärche, Buche

Behandlung: mässige Hochdurchforstung (*éclaircie par le haut modérée*)

Bonitäten: Oberhöhe im Alter 50 Jahre ( $h_{dom 50}$ ), abgestuft von 2 zu 2 m.

Inhalt: Verschiedene Tabellen und Graphiken. Als Besonderheit ist die Häufigkeitsverteilung der Stammzahl über dem  $d_{1,3}$  angegeben, und zwar für den verbleibenden wie für den ausscheidenden Bestand.

Entstehung: Die Grundlagendaten stammen aus zahlreichen Dauer-Versuchsflächen der WSL und wurden mit graphischen Methoden ausgeglichen. Die Unterlagen über die Herleitung der Tafelwerte sind heute nicht mehr vorhanden. Die Tafeln für Buche und für Fichte basieren auf besseren Grundlagen als jene für Lärche und Tanne.

Für detaillierte Angaben wird auf die Ertragstafeln selbst verwiesen (als Beilage zu diesem Kapitel werden Auszüge aus der Ertragstafel für Fichte mit den Tabellen zur Bonität 20 abgegeben).  
 Nachstehend einige Erläuterungen zum Inhalt und zum Gebrauch dieser Ertragstafeln.

Tabelle 1: ET

FICHTE										EPICEA										
Ertragstafel für hochdurchforstete, gleich/geringe Reinbestände 20 im Alter von 50 Jahren										Table de production pour des peuplements purs et uniformes éclaircis par le haut 20 m de haut, classés à 50 ans										
Alter Age	Verbleibender Bestand Peuplement restant au jour					Ausscheidender Bestand Séchage					Produktion Production					Gesamtleistung Production totale				
	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N	Stammzahl N
20																				
30	2496	13,6 (1,2)	22,6	10,2	57	385	8,3	7,2	9,7	23	1,27	13,2				68	17	1,9	7,1	30
40	1792	13,6 (1,2)	28,1	14,4	160	559	12,2	6,2	13,7	32	1,71	14,2				201	26	1,0	5,0	40
50	1107	20,0 (0,1)	31,3	16,5	257	225	17,2	7,1	17,5	66	1,73	15,0				350	27	1,1	7,0	50
60	839	29,7 (0,3)	33,3	21,5	340	208	20,7	7,8	21,8	39	0,74	14,2				490	30	1,7	8,3	60
70	630	35,2 (0,3)	35,1	26,6	402	144	25,2	7,0	28,9	85	1,79	17,2				647	37	1,0	5,2	70
80	486	35,2 (0,3)	35,1	30,7	454	98	26,4	7,5	30,7	69	1,84	11,2				771	41	1,7	9,6	80
90	388	31,0 (0,6)	35,5	31,8	455	70	27,7	5,2	30,9	60	1,60	10,4				833	44	1,0	5,0	90
100	319	31,6 (0,6)	37,7	31,3	531	55	30,5	1,0	33,9	67	1,74	9,1				837	46	1,3	5,9	100
110	263	31,9 (0,6)	38,1	32,9	555	42	32,0	1,6	37,5	63	1,69	8,1				1008	49	1,0	5,0	110
120	221	31,7 (0,6)	38,4	37,0	571						1,153					1153	51	1,0	5,0	120

- Unterteilung in **verbleibenden Bestand (peuplement restant)** **ausscheidenden Bestand (éclaircies)**  
 = Durchforstungsanfall in 10 Jahren  
**Gesamtleistung (production totale)**  
 = verbleibender Bestand und Summe aller Durchforstungen
- **Alter (âge)** als Durchschnittsalter, an gefällten Probestämmen ermittelt. Die Tabellen sind in Altersschritte von 10 Jahren unterteilt.
- **Stammzahl N (nombre de tiges)**  
 Anzahl Stämme pro ha mit  $h > 1.3$  m, für verbleibenden und für ausscheidenden Bestand  
 Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
 verbleibender Bestand N = 486 Stämme  
 ausscheidender Bestand 80-90 J. N = 98 Stämme
- **Oberhöhe (hauteur dominante)** für den verbleibenden Bestand. Die Oberhöhe entspricht dem arithmetischen Mittel der Scheitelhöhen der hundert stärksten Bäume je ha.

- **Mittelhöhe** (*hauteur moyenne*) als Loreyhöhe  $h_L = S(g_i \cdot h_i) / G$ ;  $i=1$  bis  $N$ ; für den verbleibenden und für den ausscheidenden Bestand.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
 verbleibender Bestand  $h_{dom} = 28.9$  m  $h_L = 26.0$  m  
 ausscheidender Bestand 80-90 J.  $h_L = 26.4$  m

- **Basalfläche**, Grundfläche  $G$  (*surface terrière*) in  $m^2/ha$  für den verbleibenden und für den ausscheidenden Bestand, sowie als periodischen jährlichen Zuwachs.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
 verbleibender Bestand  $G = 36.0$   $m^2/ha$   
 ausscheidender Bestand 80-90 J.  $G = 5.5$   $m^2/ha$   
 periodischer jährlicher Zuwachs 80-90 J.  $G = 0.64$   $m^2/ha \cdot J$ .

- **Mitteldurchmesser**  $d_g$  (*diamètre moyen*) des Grundflächenmittelstammes  $d_g = \sqrt{S d_i^2} / N$ ;  $i=1$  bis  $N$ ; für den verbleibenden und für den ausscheidenden Bestand.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
 verbleibender Bestand  $d_g = 30.7$  cm  
 ausscheidender Bestand 80-90 J.  $d_g = 26.7$  cm

- **Vorrat, Derbholzvolumen**  $V$  mit Rinde (*volume de bois fort sur écorce*) in  $m^3/ha$  für den verbleibenden Bestand, den ausscheidenden Bestand und für die Gesamtleistung, aber auch für den laufenden (periodischen) jährlichen Zuwachs und für den durchschnittlichen jährlichen Zuwachs des verbleibenden Bestandes, respektive der Gesamtleistung (Altersdurchschnittszuwachs, *accroissement moyen annuel depuis l'origine*). Bei den Nadelbäumen bezieht sich das Volumen auf Schaftderbholz, bei Buche auf Baumderbholz (inkl. Aeste). Derbholz ist Holz mit  $d > 7$  cm mit Rinde.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
 Vorrat  $V = 452$   $m^3/ha$   
 Durchforstungsanfall 80-90 J.  $E_V = 68$   $m^3/ha$   
 Gesamtleistung  $GWL = 771$   $m^3/ha$   
 periodischer jährl. Zuwachs 80-90 J.  $I_V = 11.2$   $m^3/ha \cdot J$   
 durchschnittl. jährl. Zuwachs 0-90 J.  $I_{V,0-90} = 9.6$   $m^3/ha \cdot J$

6 Wachstumsmodelle

Tabelle 2: N + V/d

		<b>FICHTE</b> Verbleibender Bestand Zusammensetzung 20 m Oberhöhe im 50. Jahr														<b>EPICEA</b> Peuplement restant sur pied Composition 20 m de haul. dom. à 50 ans														<b>N+V/d</b>
Alter/Jahr	Total	1 = Stammzahl pro ha diamètre : Derbstammes in m <sup>2</sup>														1 = nombre de tiges à l'ha à diamètre : volume bois fort en m <sup>3</sup>														
		4 cm Durchmesserstufen (2 = 0-2,8 cm usw.)														Catégories de diamètre de 4 cm de largeur (2 = 0-2,8 cm, etc.)														
		2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106		
		20	127068	556																										
40	11922																													
50	11987																													
60	883																													
70	426																													
80	468																													
80	482																													
80	698																													
80	85																													
100	518																													
110	523																													
110	523																													
120	523																													
120	523																													

Verteilung der Stammzahl und des Derbstockvorrates des verbleibenden Bestandes über 4 cm-Durchmesserstufen aus graphisch ausgeglichenen Mittelwerten.

Bei genügend „besetzten“ Durchmesserstufen können angenähert Tarife (Volumen in Funktion des d1.3) und V/G-Werte abgeleitet werden.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
Die Durchmesser variieren von Stufe 10 cm (23 Stück, 1 m<sup>3</sup>) bis Stufe 50 cm (5 Stück, 13 m<sup>3</sup>). Die maximale Stammzahl weist Stufe 34 cm (32.0 bis 35.9 cm) auf mit 84 Stück und 98 m<sup>3</sup>

Tabelle 3: Df/d

		<b>FICHTE</b> Durchforstungsanteil Zusammensetzung 20 m Oberhöhe im 50. Jahr														<b>EPICEA</b> Produit des éclaircies Composition 20 m de haul. dom. à 50 ans														<b>Df/d</b>
Alter/Jahr	Total	1 = Stammzahl pro ha diamètre : Derbstammes in m <sup>2</sup>														1 = nombre de tiges à l'ha à diamètre : volume bois fort en m <sup>3</sup>														
		4 cm Durchmesserstufen (2 = 0-2,8 cm usw.)														Catégories de diamètre de 4 cm de largeur (2 = 0-2,8 cm, etc.)														
		2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106		
		20	1883	2479																										
20	29																													
40	1583																													
40	52																													
50	1870																													
50	86																													
60	248																													
70	89																													
70	1443																													
80	3																													
80	188																													
90	33																													
100	723																													
100	55																													
110	77																													
110	1423																													
120	35																													
120																														

Gleich wie Tabelle 2, aber für den ausscheidenden Bestand.

**Tabelle 4: SORT**

FICHTe		EPICEA		SORT.		
Répartition des assortiments au Veral et am Durchforstungsanfang		Répartition du matériel sur pied restant et du produit des éclaircies entre les différents assortiments				
30 m Oberhöhe im 50. Jahr		30 m de haut. dom. à 50 ans				
Altersstufen und Perioden	Reines Sägholz, Zopfholz & Kleinstangen mit 15% Holz	Mittelstarkes Sägholz, Zopfholz 32 cm mit 8% Holz	Schwaches Sägholz, Zopfholz 18-32 cm mit 8% Holz	Stammzahl	Produkt	Zusammen
Categories d'âges et périodes	Produit de coupe	Produit de coupe	Produit de coupe	Produit de coupe	Produit de coupe	Produit de coupe
mit/à 20 Jahren/ans	-	-	-	7	27	28
30	-	-	-	36	21	57
40	-	-	-	118	15	133
50	-	-	-	102	10	112
60	-	17	109	94	8	218
70	-	23	157	135	5	315
80	-	113	167	135	5	420
90	15	154	154	23	-	441
100	33	123	133	15	-	284
110	24	128	111	11	-	274
120	137	177	48	11	-	363
vor/à 0 20 Jahren/ans	-	-	-	2	9	11
30-39	-	-	-	12	6	18
40-49	-	-	-	11	6	17
50-59	-	-	-	20	7	27
60-69	-	3	21	15	5	23
70-79	-	8	24	11	5	28
80-89	1	21	11	5	23	30
90-99	5	14	12	7	2	28
100-109	9	14	11	7	2	33
110-119	12	10	14	5	1	32
120-129	3	20	15	2	-	30
Zusammen	173	221	220	110	38	338
	13 \$	14 \$	20 \$	9 \$	3 \$	29 \$

Diese Tabelle enthält für den verbleibenden und für den ausscheidenden Bestand die Hauptsortimente ([la répartition des assortiments](#)), und zwar gestützt auf die Stammzahlverteilung in den Tabellen 2 und 3. Holzernteverlust und Rindenanteil wurden nicht abgezogen, sind also in den Zahlen enthalten. Dagegen wurde ein Anteil von 15 % von Anfang an dem Industrie- und Brennholz zugeteilt, um Fäulnis, Holzfehler, Entwertung bei der Holzernte etc. zu berücksichtigen.

Es gilt zu beachten, dass die angegebenen Sortimente nicht den heute üblichen entsprechen. Aus der Stammzahlverteilung (Tabelle 2 oder 3) lassen sich aber unter Verwendung von Höhenkurven und Ausbauchungsreihen beliebige Sortimentsaufteilungen ableiten.

Beispiel:	Fichte, Bonität 20, Durchforstungsanfall 80-90 Jahre	
	starkes Sägholz, Zopfdurchmesser m.R. > 42 cm	3 m <sup>3</sup>
	mittelstarkes Sägholz, Zopfdurchmesser m.R. 32-42 cm	14 m <sup>3</sup>
	schwaches Sägholz, Zopfdurchmesser m.R. 18-32 cm	22 m <sup>3</sup>
	schwaches Bauholz	7 m <sup>3</sup>
	Kleinstangen	2 m <sup>3</sup>
	Industrie und Brennholz	20 m <sup>3</sup>
	<b>Zusammen</b>	<b>68 m<sup>3</sup></b>

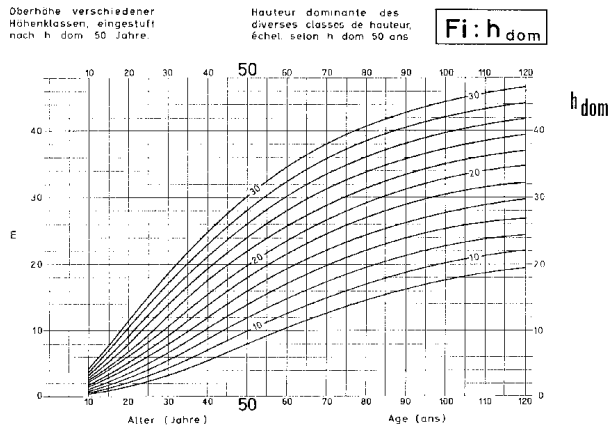
**Graphische Darstellungen**

In einem Anhang sind für alle Bonitäten, in Abhängigkeit vom Bestandesalter, folgende Größen dargestellt (Werte pro ha, ausgenommen für Oberhöhe und  $d_g$ ):

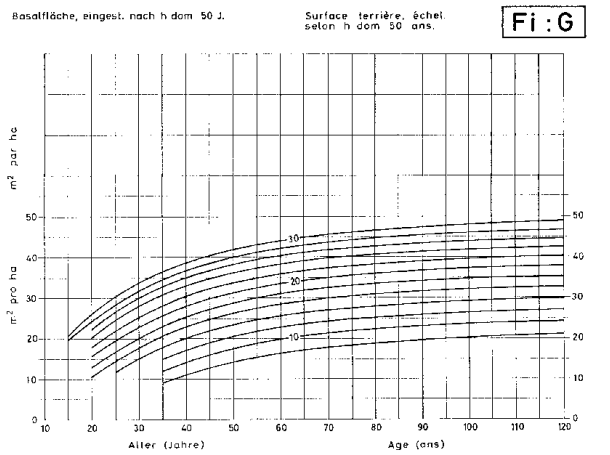
- Oberhöhe ( $h_{dom}$ )
- Basalfläche, Grundfläche (G)
- Stammzahl (N)
- Durchmesser des Grundflächen-Mittelstammes ( $d_g$ )
- Derbholzvorrat ( $V_T$ )
- Mittlere jährliche Nutzung ( $E_{V_T}$ )
- Gesamtproduktion an Schaftderbholz ( $\sum I_{V_T}$ ,  $GWL$ )
- Laufender jährlicher Derbholzzuwachs ( $I_{V_T}$ )
- Durchschnittlicher jährlicher Derbholzzuwachs ( $\bar{i}_{V_T}$ )

Dazu ist noch der Formhöhenwert ( $V_T/G$ ) in Abhängigkeit von der Oberhöhe dargestellt (eine Kurve für alle Bonitäten).

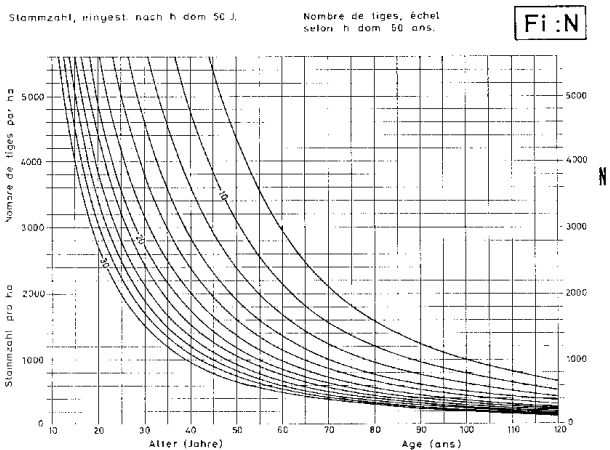
6 Wachstumsmodelle



- Oberhöhe ( $h_{dom}$ )



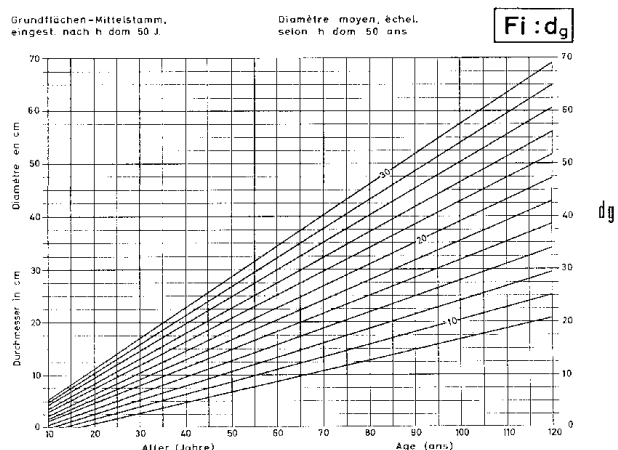
- Basalfläche, Grundfläche (G)



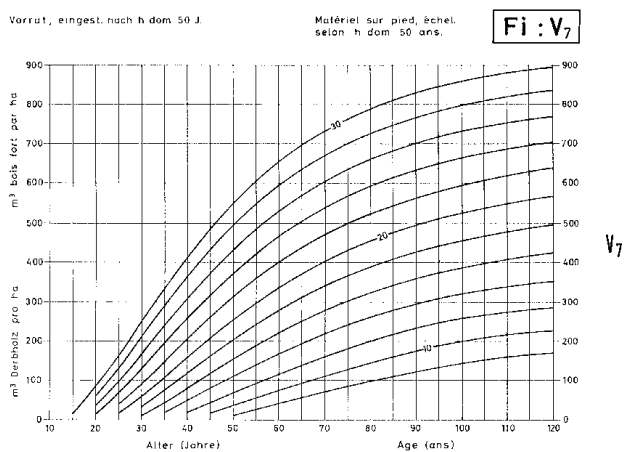
- Stammzahl (N)



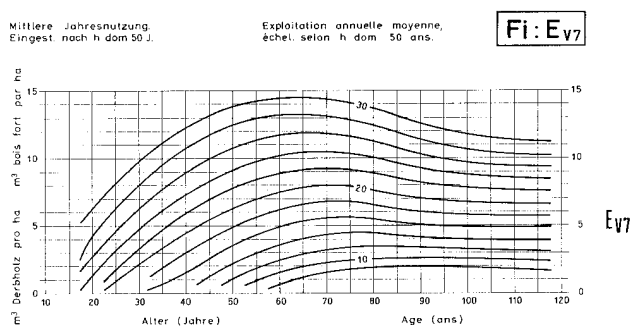
6 Wachstumsmodelle



- Durchmesser des Grundflächen-Mittelstammes ( $d_g$ )

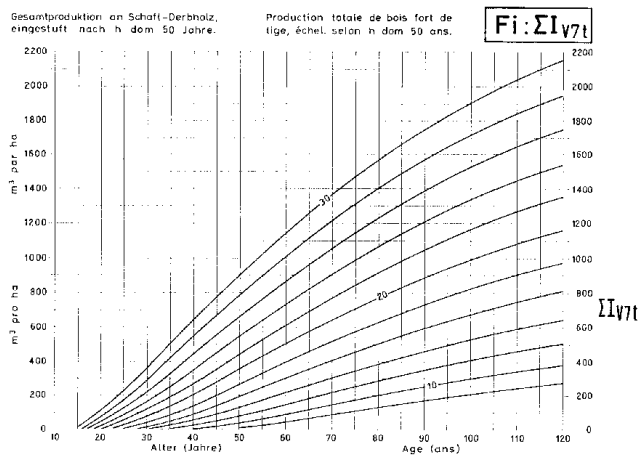


- Derbholzvorrat ( $V_7$ )

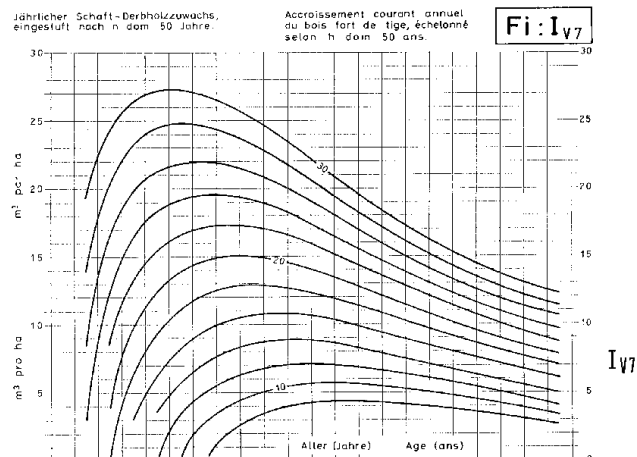


- Mittlere jährliche Nutzung ( $E_{V7}$ )

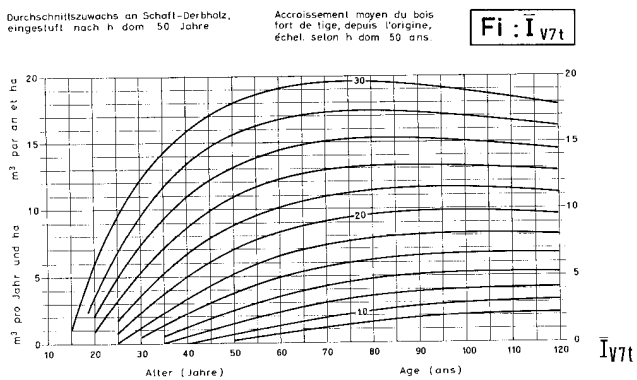
6 Wachstumsmodelle



- Gesamtproduktion an Schafflderholz ( $\Sigma I_{v7t}$ ,  $GWL$ )



- Laufender jährlicher Derbyholzzuwachs ( $I_{v7}$ )



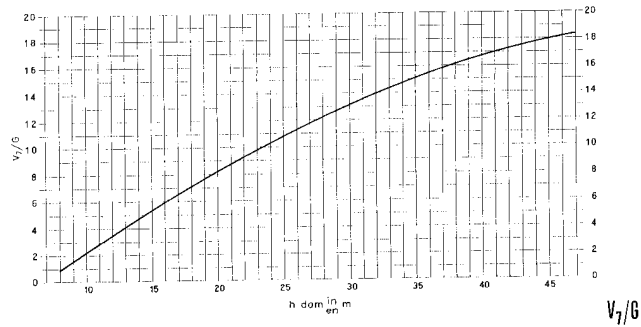
- Durchschnittlicher jährlicher Derbyholzzuwachs ( $\bar{i}_{v7t}$ )

6 Wachstumsmodelle

$V_7/G$  - oder Formhöhenwerte  
in Abhängigkeit von  $d$  Obern.

Nombres par lesquels il faut multiplier  
la surface terrière pour obtenir le volume  
bois fort en fonction de la hauteur dom.

Fi :  $V_7/G$



- Formhöhenwert ( $V_7/G$ ) in Abhängigkeit von der Oberhöhe (eine Kurve für alle Bonitäten).

## 64 Anwendungsbeispiele

Als Modelle des Waldwachstums sind Ertragstafeln in der forstlichen Praxis vielseitig anwendbar. Sie bleiben aber immer verallgemeinernde Hilfsmittel und entsprechen kaum je genau der Realität in konkreten Beständen. Sie können deshalb Beobachtungen und Messungen im Wald nie ersetzen. Trotz diesen Vorbehalten ist der Einsatz der Ertragstafeln vor allem in folgenden Fällen sinnvoll:

- Bestimmung des Bestockungsgrades
- Bestimmung der Wachstumskurve für den Oberdurchmesser
- Berechnung der Durchwuchszeit der einzelnen Entwicklungsstufen
- Bestimmung der Bonität
- Zuwachsschätzungen
- Schätzung des Holzanfalls bei Durchforstungen und bei der Verjüngung
- Bestimmung der Umtriebszeit
- Entwicklung von Forstbetriebsmodellen (vgl. Kapitel 72/74)

### Bestimmung des Bestockungsgrades (*degré de plénitude*)

Der Bestockungsgrad eines Bestandes entspricht dem Verhältnis von dessen Grundfläche  $G_x$  zur Grundfläche  $G_T$  gemäss Ertragstafel, unter Berücksichtigung von Alter und Standortsgüte (Bonität).

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre  
 gemessene Grundfläche  $G_x = 30 \text{ m}^2/\text{ha}$   
 Grundfläche nach Ertragstafel  $G_T = 36 \text{ m}^2/\text{ha}$   
 Bestockungsgrad =  $30 \text{ m}^2 / 36 \text{ m}^2 = 0.83$

Bei einem Bestockungsgrad unter 1.0 wurde im untersuchten Bestand stärker eingegriffen als gemäss dem der Ertragstafel zugrunde liegenden Behandlungskonzept; ist der Bestockungsgrad grösser als 1.0, waren die Eingriffe im reellen Bestand schwächer als im Modell (vgl. auch [Kapitel 45](#)). Bei der Herleitung anderer Grössen aus der Ertragstafel muss der Bestockungsgrad berücksichtigt werden.

### Bestimmung des Oberdurchmessers (*diamètre dominant*) und dessen Wachstumskurve

Der Oberdurchmesser  $d_{\text{dom}}$  entspricht dem arithmetischen Mittel der Brusthöhendurchmesser der 100 stärksten Bäume je Hektare. Er dient zur Charakterisierung der verschiedenen Entwicklungsstufen (vgl. [Kapitel 41](#)):

Jungwuchs, Dichtung	$d_{\text{dom}} < 10 \text{ cm}$	schwaches Baumholz	$30 \text{ cm} < d_{\text{dom}} < 40 \text{ cm}$
schwaches Stangenholz	$10 \text{ cm} < d_{\text{dom}} < 20 \text{ cm}$	mittleres Baumholz	$40 \text{ cm} < d_{\text{dom}} < 50 \text{ cm}$
starkes Stangenholz	$20 \text{ cm} < d_{\text{dom}} < 30 \text{ cm}$	starkes Baumholz	$d_{\text{dom}} > 50 \text{ cm}$

Der Oberdurchmesser ist in den Ertragstafeln von BADOUX nicht direkt angegeben. Er lässt sich aber relativ einfach aus den angegebenen Stammzahlverteilungen berechnen (Tabelle  $N + V/d$ ).

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 80 Jahre

Durchmesser (cm)	34	38	42	46	50	54
Stammzahl (N/ha)	84	69	38	20	5	0

In diesem Beispiel brauchen wir die 100 stärksten Bäume, also

- alle 5 Bäume der Durchmesserstufe 50 cm
- alle 20 Bäume der Durchmesserstufe 46 cm
- alle 38 Bäume der Durchmesserstufe 42 cm
- die 37 stärksten Bäume der Durchmesserstufe 38 cm.

Wenn wir vereinfachend annehmen, die Bäume seien innerhalb einer Durchmesserstufe gleichmässig verteilt, so berechnet sich in unserem Beispiel der mittlere Durchmesser der 37 von insgesamt 69 Bäumen der Durchmesserstufe 38 cm wie folgt:

$$\hat{d} = 40 \text{ cm} - 0,5 \cdot \frac{37}{69} \cdot 4 \text{ cm} = 38,9 \text{ cm}$$

Der  $d_{dom}$  wird wie folgt berechnet:

$$d_{dom} = 1/100 \cdot (5 \cdot 50 + 20 \cdot 46 + 38 \cdot 42 + 37 \cdot 38,9) = 42,05 \text{ cm}$$

Wird auf diese Weise der  $d_{dom}$  für jede Altersklasse berechnet, kann so die Wachstumskurve für den  $d_{dom}$  hergeleitet werden (vgl. [Abbildungen 64.1](#) und [64.2](#)). Aus diesen Kurven lassen sich die **Durchwuchszeiten** für die einzelnen Entwicklungsstufen ablesen (einige Werte sind in [Abb. 64.3](#) angegeben). Diese Angaben sind für das Aufstellen von Betriebsmodellen wichtig.

### Bestimmung der Bonität (*détermination de l'indice de fertilité*)

Normalerweise wird die Bonität über die Oberhöhe und das Alter ermittelt, und zwar mit Hilfe der Graphik  $h_{dom}$  ([Kapitel 63](#)).

Beispiel: Fichte, Alter 90,  $h_{dom}$  33  
 Ablesung in Graphik: Bonität → 22

Wo das Alter nicht bekannt ist resp. nicht ermittelt werden kann, lässt sich der  $d_{dom}$  an dessen Stelle verwenden. Der  $d_{dom}$  ist zwar einfach zu ermitteln, aber es muss vorausgesetzt werden, dass der beobachtete Bestand ähnlich behandelt worden ist wie die Ertragstafelbestände. Die Bonität lässt sich aus den Kurven  $d_{dom}/h_{dom}$  ablesen ([Abbildungen 64.4](#) und [64.5](#)).

Beispiel: Fichte,  $d_{dom}$  45 cm,  $h_{dom}$  30 m  
 Aus [Abbildung 64.4](#): Bonität ≅ 20

Bezüglich Bonitätsermittlung vgl. [Kapitel 522](#).

### Zuwachsschätzung

Stärker als bei anderen Grössen kommt beim Zuwachs zum Ausdruck, dass die Ertragstafel gemittelte Werte enthält, die oft sehr stark von den wirklichen Werten abweichen. Die Ermittlung des effektiven Zuwachses über die Kontrollmethode oder mittels Kontrollstichproben resp. anderen geeigneten Methoden ist deshalb jeder Ertragstafelschätzung vorzuziehen.

Wenn Alter und Bonität bekannt sind, kann der laufende jährliche Zuwachs direkt aus der Ertragstafel herausgelesen werden. Ist der Bestockungsgrad tiefer als 1.0, so muss ein Reduktionsfaktor berücksichtigt werden (vgl. [Abb. 64.7](#)).

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 60-70 Jahre, Bestockungsgrad 0.7  
 Zuwachs nach ET, 60-70 J. = 14.3 m<sup>3</sup>/ha · J  
 Reduktionsfaktor aus Tabelle = 0.95  
 Zuwachsschätzung 60-70 J. = 14.3 · 0.95 = 13.6 m<sup>3</sup>/ha · J

### Schätzung des Durchforstungsanfalls (*estimation du volume des produits d'éclaircie*)

Ein voraussichtlicher Durchforstungsanfall für eine Zehnjahresperiode kann direkt aus der Ertragstafel abgelesen werden, wenn Alter und Bonität bekannt sind, der Bestockungsgrad 1.0 beträgt und der praktizierte Waldbau dem der Ertragstafel zugrunde liegenden entspricht. Weicht der Bestockungsgrad von 1.0 ab, so muss ein Korrekturfaktor (vgl. [Abb. 64.6](#)) berücksichtigt werden.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 40 Jahre, Bestockungsgrad 1.2  
 Durchforstungsanfall nach ET, 40-50 J. = 52 m<sup>3</sup>/ha  
 Korrekturfaktor aus [Abb. 64.6](#) = 1.1  
 Nutzungsprognose 40-50 J. = 52 · 1.1 = 57 m<sup>3</sup>/ha

Wegen den unterschiedlichen waldbaulichen Eingriffen sind Prognosen über den Durchforstungsanfall gestützt auf die Ertragstafel allein relativ unsicher. Besser ist die Verwendung betriebsbezogener Durchforstungsprozente (Durchforstungsanfall in % des Ausgangsvorrates). Vergleichsweise können die aus den Ertragstafeln abgeleiteten Durchforstungsprozente nach GISS berücksichtigt werden ([Abb.64.8](#) und [64.10](#)).

### Schätzung des Holzanfalls bei der Verjüngung

Häufig ist der Holzanfall bei Verjüngungen aus Inventaren bekannt. Aus den Vorratszahlen und Zuwachszahlen der Ertragstafel kann diese Menge unter Berücksichtigung des Bestockungsgrades ebenfalls abgeleitet werden.

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 120 Jahre, Bestockungsgrad 0.75, Kahlhieb  
 Vorrat 120 J. nach Ertragstafel V = 571 m<sup>3</sup>/ha  
 Räumung: 571 m<sup>3</sup> · 0.75 = 428 m<sup>3</sup>/ha

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 100 J., Bestockungsgrad 1.1,  
 gestaffelte Verjüngung mit Entnahme von 1/3 des Vorrates im Alter 100 Jahre,  
 1/2 des Vorrates im Alter 110 Jahre und Räumung im Alter 120 Jahre.  
 Vorrat 100 J. nach ET = 531 m<sup>3</sup>/ha  
 Vorrat mit Bestockungsgrad 1.1 = 584 m<sup>3</sup>/ha  
 Lichtung 1/3 von 584 m<sup>3</sup>/ha = 195 m<sup>3</sup>/ha

Zuwachs 100-110 J., Bestockungsgrad 0.73  
 = 9.1 m<sup>3</sup>/ha · J · 10 · 0.95 = 86 m<sup>3</sup>/ha  
 Vorrat 110 J. = (584-195) + 86 = 475 m<sup>3</sup>/ha  
 Lichtung 1/2 von 475 m<sup>3</sup>/ha = 238 m<sup>3</sup>/ha

Zuwachs 110-120 J., Bestockungsgrad 0.43  
 (237 m<sup>3</sup>/ha: 555 m<sup>3</sup>/ha)  
 = 8.1 m<sup>3</sup>/ha · J · 10 J · 0.55 = 45 m<sup>3</sup>/ha  
 Räumung (475 - 238) + 45 m<sup>3</sup>/ha = 282 m<sup>3</sup>/ha  
 Totaler Holzanfall während der Verjüngung = 715 m<sup>3</sup>/ha

### Bestimmung der Umtriebszeit (*détermination de la révolution*)

Die Umtriebszeit als Hilfsgrösse für die Entwicklung von Forstbetriebsmodellen kann aufgrund verschiedener Kriterien bestimmt werden: Zieldurchmesser, Sortimentsverteilung, maximaler Volumenzuwachs, maximaler Bodenreinertrag (Rente), maximaler Waldreinertrag, maximaler erntekostenfreier Erlös, usw.

Der maximale Volumenzuwachs lässt sich direkt aus der Ertragstafel ablesen; für schlechte Bonitäten müssen allenfalls die Ertragstafelwerte extrapoliert werden (vgl. Graphik).

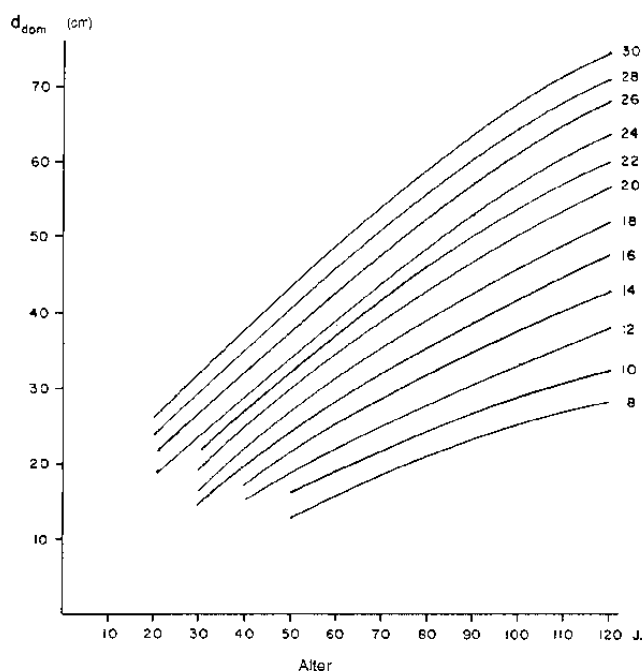
Beispiel: Fichte, Bonität 20  
 max. durchschnittl. jährl. Zuwachs im Alter 100 J.  
 mit 9.9 m<sup>3</sup>/ha\*J.

Für die Ermittlung des maximalen Wertzuwachses müssen Wertertragstafeln konstruiert werden. Analog [Kapitel 37](#) lassen sich unter Verwendung der Stammzahlverteilungen des verbleibenden Bestandes (N+V/d) und des ausscheidenden Bestandes (Df/d) die erntekostenfreien Erlöse für jede Altersklasse berechnen. Das Resultat ist eine Wertertragstafel, welche statt Angaben in m<sup>3</sup>/ha solche in Fr./m<sup>3</sup> enthält (vgl. [Kapitel 48](#)).

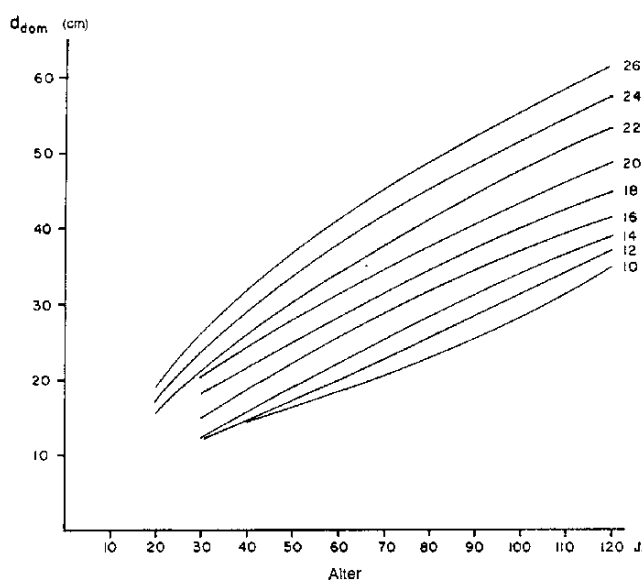
**Bestimmung des Schlankheitsgrades (coefficient d'élancement)**

Aus den Ertragstafelwerten kann der durchschnittliche h/d-Wert einfach berechnet werden. Dieser Wert dient zur Beurteilung der Stabilität (für die Fichte sollte  $h/d = 80$  sein, vgl. [Kapitel 46](#)).

Beispiel: Fichte, Bonität 20, Alter 50 Jahre  
 $h_{dom} = 20$  m,  $d_{dom}$  (aus [Abb. 64.1](#)) = 29 cm  
 $h_L = 16.1$  m  $d_g = 18.5$  cm  
 $h_{dom}/d_{dom} = 69$   
 $h_L/d_g = 86$   
 (Auswirkungen siehe z.B. in [Abb. 55.1](#))



**Abb. 64.1:** Wachstumskurve des  $d_{dom}$  der Fichte in Abhängigkeit von Alter und Bonität ( $h_{dom} 50$ ), nach Ertragstafel BADOUX.



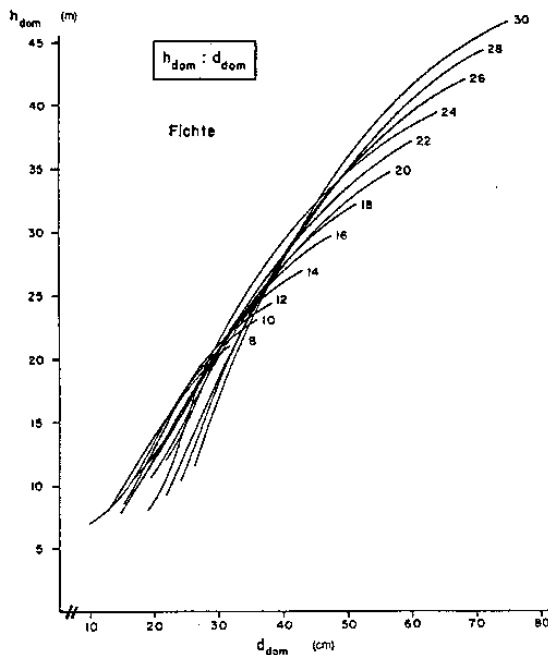
**Abb. 64.2:** Wachstumskurve des  $d_{dom}$  der Buche in Abhängigkeit von Alter und Bonität ( $h_{dom} 50$ ), nach Ertragstafel BADOUX.

Altersgrenze (Jahre)		<b>BUCHE</b>			
Entwicklungsstufen	$d_{dom}$ (cm)	Bonität ( $h_{dom50}$ in m)			
		14	18	22	26
Jw/Di	0 - 10	0 - 25	0 - 15	0 - 15	0 - 10
sw St	10 - 20	25 - 50	15 - 35	15 - 30	10 - 20
st ST	20 - 30	50 - 85	35 - 65	30 - 50	20 - 35
sw Bh	30 - 40	85 - 130	65 - 100	50 - 75	35 - 55
mi Bh	40 - 50	> 130	> 100	75 - 110	55 - 80
st Bh	> 50	-	-	> 110	> 80
Altersgrenze (Jahre)		<b>FICHTE</b>			
Entwicklungsstufen	$d_{dom}$ (cm)	Bonität ( $h_{dom50}$ in m)			
		14	18	22	26
Jw/Di	0 - 10	0 - 25	0 - 20	0 - 15	0 - 10
sw St	10 - 20	25 - 50	20 - 35	15 - 30	10 - 20
st ST	20 - 30	50 - 75	35 - 55	30 - 35	20 - 35
sw Bh	30 - 40	75 - 110	55 - 80	45 - 65	35 - 55
mi Bh	40 - 50	> 110	80 - 115	65 - 90	55 - 75
st Bh	> 50	-	> 115	> 90	> 75
Altersgrenze (Jahre)		<b>TANNE</b>			
Entwicklungsstufen	$d_{dom}$ (cm)	Bonität ( $h_{dom50}$ in m)			
		14	18	22	26
Jw/Di	0 - 10	0 - 20	0 - 15	0 - 10	0 - 10
sw St	10 - 20	20 - 40	15 - 30	10 - 25	10 - 20
st ST	20 - 30	40 - 60	30 - 50	25 - 40	20 - 35
sw Bh	30 - 40	60 - 85	50 - 70	40 - 60	35 - 50
mi Bh	40 - 50	85 - 115	70 - 95	60 - 80	50 - 70
st Bh	> 50	> 115	> 95	> 80	> 70
Altersgrenze (Jahre)		<b>LÄRCHE</b>			
Entwicklungsstufen	$d_{dom}$ (cm)	Bonität ( $h_{dom50}$ in m)			
		14	18	22	26
Jw/Di	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10
sw St	10 - 20	10 - 35	10 - 25	10 - 20	10 - 20
st ST	20 - 30	35 - 65	25 - 45	20 - 45	20 - 35
sw Bh	30 - 40	65 - 100	45 - 80	45 - 70	35 - 60
mi Bh	40 - 50	100 - 160	80 - 130	70 - 105	60 - 90
st Bh	> 50	> 160	> 130	> 105	> 90

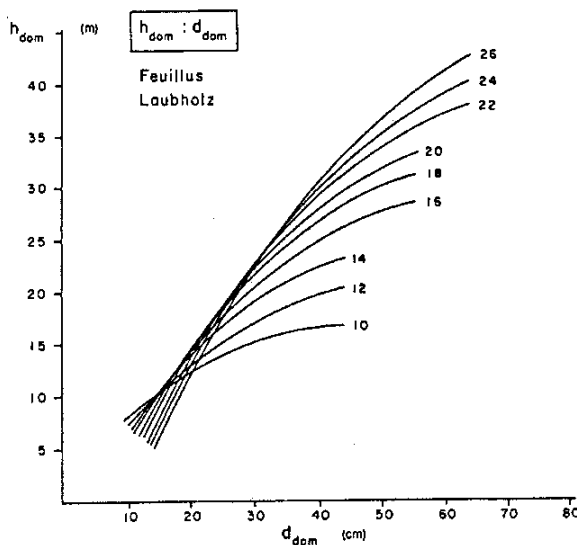
**Abb. 64.3:** Durchwuchszeiten von Entwicklungsstufen nach Schweizer Ertragstafeln. Entwicklungsstufen nach Oberdurchmesser (Oberdurchmesser  $d_{dom}$ : Arithmetisches Mittel des  $d_{1,3}$  der 100 stärksten Bäume pro Hektar aus den Schweizer Ertragstafeln,  $N+V/d$ ). Durchwuchszeiten: nach graphischem Ausgleich der Alter/Oberdurchmesser-Diagramme.



6 Wachstumsmodelle



**Abb. 64.4:** Beziehung zwischen Oberhöhe und Oberdurchmesser in Abhängigkeit von der Bonität ( $h_{dom}$  50) bei Fichte, nach Ertragstafel BADOUX.



**Abb. 64.5:** Beziehung zwischen Oberhöhe und Oberdurchmesser in Abhängigkeit von der Bonität ( $h_{dom}$  50 bezogen auf die Buche) beim Laubholz, nach Messungen der Stichprobeninventuren des Kantons Waadt (Service cantonal des forêts du canton de Vaud) BADOUX.

Bestockungsgrad	> 1,3	1,1 - 1,3	0,9 - 1,1	0,8 - 0,9	0,7 - 0,8	0,5 - 0,7	0,3 - 0,5	< 0,3
Umrechnungsfaktor für Durchforstungen	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,4	0,1	0

**Abb. 64.6:** Bestockungsgrad und Durchforstungsanfall, nach den Schweizer Ertragstafeln (bearbeitet von BARTET, Service cantonal des forêts, Lausanne).

Holzart	Reduktionsfaktor für den laufenden Zuwachs bei Bestockungsgrad									
	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Fichte	1,00	1,00	1,00	0,95	0,80	0,65	0,50	0,35	0,25	0,10
Buche	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,80	0,70	0,55	0,40	0,20
Waldföhre	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75	0,65	0,55	0,40	0,30	0,15
Eiche	1,00	1,00	0,95	0,90	0,80	0,65	0,50	0,35	0,20	0,10

**Abb. 64.7:** Bestockungsgrad und Zuwachs, nach BADOUX (unveröffentlicht).

Alter Jahre	Oberhöhenklasse $h_{dom}$											
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20 - 30									210	139	109	101
30 - 40					62	56	51	47	45	42	43	42
40 - 50			17	26	29	32	32	32	31	32	32	32
50 - 60	20	25	27	26	27	26	26	26	26	26	25	26
60 - 70	27	23	23	24	24	23	24	23	22	22	22	22
70 - 80	23	21	20	19	20	19	20	20	19	19	19	19
80 - 90	18	18	16	16	16	16	15	16	17	16	17	17
90 - 100	16	14	14	14	13	14	14	14	14	14	14	15
100 - 110	12	13	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13
110 - 120	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13
Mittelwert	16	16	16	16	17	18	18	18	19	20	20	20

**Abb. 64.8:** Durchforstungsanfall **Fichte** in Prozenten vom Anfangsvorrat, für 10jährige Perioden, nach den Schweizer Ertragstafeln. Bearbeitet von W. Giss, Oberforstamt Kt. OW.

Alter Jahre	Oberhöhenklasse $h_{dom}$										
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
20 - 30					180	111	79	59	48	42	28
30 - 40			87	81	66	53	42	31	25	23	16
40 - 50	23	37	45	43	39	34	31	30	29	27	24
50 - 60	9	24	34	30	31	32	32	31	30	27	24
60 - 70	6	21	28	29	31	30	31	30	28	24	22
70 - 80	5	18	27	28	28	29	29	27	25	22	20
80 - 90	7	18	23	26	27	27	26	23	21	20	20
90 - 100	12	20	24	25	25	24	22	20	19	18	18
100 - 110	14	21	22	23	21	19	17	16	16	15	15
110 - 120	17	20	20	20	17	16	15	14	14	13	13
120 - 130	19	20	18	16	14	13	12	12	11	11	11
130 - 140	20	18	16	14	12	11	10	10	10	10	10
140 - 150	21	17	14	13	12	10	10	9	9	9	9
Mittelwert	16	19	21	21	20	20	19	18	17	16	16

**Abb. 64.9:** Durchforstungsanfall **Tanne** in Prozenten vom Anfangsvorrat, für 10jährige Perioden, nach den Schweizer Ertragstafeln. Bearbeitet von W. Giss, Oberforstamt Kt.

Alter Jahre	Oberhöhenklasse $h_{dom}$								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20 - 30	167	123	106	82	73	62	55	50	47
30 - 40	100	70	55	44	40	37	33	31	29
40 - 50	53	41	34	30	28	26	24	23	22
50 - 60	31	27	24	22	22	21	19	18	18
60 - 70	23	20	19	18	18	17	16	16	16
70 - 80	16	16	15	15	15	14	14	14	14
80 - 90	11	12	12	12	12	12	12	12	12
90 - 100	9	10	10	11	11	11	11	11	11
100 - 110	8	8	8	9	9	9	9	10	10
110 - 120	8	7	8	8	8	8	8	9	9
120 - 130	7	7	7	7	7	7	7	8	8
130 - 140	7	6	6	6	7	7	7	7	7
140 - 150	6	6	6	6	6	6	6	6	
150 - 160	6	6	5	5	6	6	6		
160 - 170	6	5	5	5	5	5			
170 - 180	5	5	5	5	5				
180 - 190	5	5	5	5					
190 - 200	5	5	5						
200 - 210	5	5							
Mittelwert	24	19	18	17	16	16	15	14	13

**Abb. 64.10:** Durchforstungsanfall **Lärche** in Prozenten vom Anfangsvorrat, für 10jährige Perioden, nach den Schweizer Ertragstafeln. Bearbeitet von der Forsteinrichtung ETHZ.

Alter Jahre	Oberhöhenklasse $h_{dom}$								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
20 - 30						22	80	138	167
30 - 40			10	9	17	23	38	46	50
40 - 50	36	30	25	27	29	30	33	35	36
50 - 60	29	26	25	26	26	27	27	27	29
60 - 70	31	24	24	23	24	24	24	23	24
70 - 80	27	23	21	21	21	21	21	20	21
80 - 90	24	21	19	19	19	19	19	18	19
90 - 100	18	18	17	17	17	17	17	17	17
100 - 110	14	15	16	16	16	16	16	16	16
110 - 120	9	12	14	15	15	15	15	15	14
Mittelwert	19	19	18	19	19	20	20	21	22

**Abb. 64.11:** Durchforstungsanfall **Buche** in Prozenten vom Anfangsvorrat, für 10jährige Perioden, nach den Schweizer Ertragstafeln. Bearbeitet von W. Giss, Oberforstamt Kt. OW.

## Übung 1 zu den Ertragstafeln BADOUX

Verwendete Ertragstafel (Baumart): \_\_\_\_\_

1. Wie sind die Oberhöhe  $h_{dom}$  und die Mittelhöhe  $h_L$  (Loreyhöhe) in den Ertragstafeln von BADOUX definiert?
2. Was versteht man unter dem Bestockungsgrad eines Bestandes?
3. Ein 70jähriger Reinbestand hat eine Oberhöhe von 25 m. Bestimmen Sie die Bonität dieses Bestandes (für die Baumart Ihrer Ertragstafel).
4. Wie hoch ist der Vorrat eines 50jährigen Reinbestandes mit einer Oberhöhe von 22 m (für die Baumart Ihrer Ertragstafel)?
5. Ein 90jähriger Reinbestand der Bonität 20 soll in den nächsten 10 Jahren einmal durchforstet werden. Wie gross sind Stammzahl und Volumen der Nutzung (für die Baumart Ihrer Ertragstafel)? Wo wird ersichtlich, wie sich Stammzahl und Volumen auf die Durchmesserstufen verteilen?

## Übung 2 zu den Ertragstafeln BADOUX

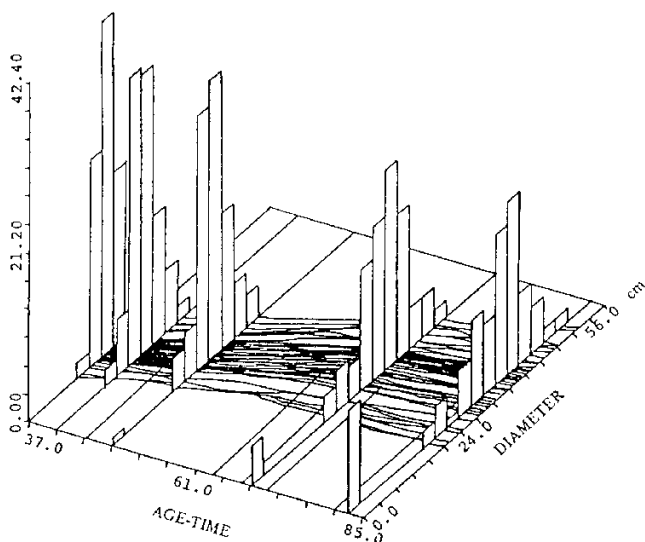
Verwendete Ertragstafel (Baumart): \_\_\_\_\_

1. Ein 60jähriger Reinbestand der Bonität 26 weist eine Basalfläche von  $35 \text{ m}^2/\text{ha}$  auf. Bestimmen Sie seinen Bestockungsgrad und den Durchforstungsanfall (Volumen) für die nächsten 10 Jahre (für die Baumart Ihrer Ertragstafel).
2. Bestimmen Sie die Oberdurchmesser ( $d_{dom}$ ) eines Reinbestandes der Bonität 18 im Alter 40 und 70 Jahre. Beurteilen Sie die Entwicklung des Schlankheitsgrades (für die Baumart Ihrer Ertragstafel).
3. Ein 40jähriger Reinbestand der Bonität 18 soll kluppiert werden. Wieviele Stämme pro Hektar erwarten Sie bei einer Kluppschwelle von 16 cm (für die Baumart Ihrer Ertragstafel)? In welcher Entwicklungsstufe befindet sich der Bestand?
4. Im Kanton Bern wird die Entwicklungsstufe „mittleres Baumholz“ für einen Oberdurchmesserbereich von 35-50 cm definiert. Wie lange würde die Durchwuchszeit für diese Entwicklungsstufe in einem Reinbestand der Bonität 18 dauern (für die Baumart Ihrer Ertragstafel)?
5. Wann erreicht ein Reinbestand der Bonität 20 seinen grössten laufenden jährlichen Derbholzzuwachs (für die Baumart Ihrer Ertragstafel)?
6. Nennen Sie fünf Voraussetzungen, die bei der Interpretation der Ertragstafelwerte von BADOUX berücksichtigt werden müssen.

## 65 Andere Wachstumsmodelle

Aus der grossen Vielfalt werden einige Beispiele vorgestellt:

- **Auszug aus den „Ertragstafeln wichtiger Baumarten“ von [SCHOBER 1975](#):**  
Zusammenstellung von Ertragstafeln verschiedener Autoren, häufig für verschiedene Durchforstungsstärken. Die Bonitätsabstufung erfolgt über Ertragsklassen, nicht über die Oberhöhe oder den dGZ (vgl. Kapitel 65, Beilage 1, ET Schober).
- **Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern nach [ASSMANN-FRANZ 1963](#),**  
mittleres Ertragsniveau, Oberhöhenbonität 40 m (hdom 100). ASSMANN-FRANZ waren unter den ersten, die Ertragstafeln für verschiedene Ertragsniveaus aufstellten. Aufschlussreich sind die detaillierten Zuwachs-Reduktionstafeln (vgl. Kapitel 65, Beilage 2, ET Assmann-Franz).
- **Tables de production pour les forêts françaises, Sapin Jura ([INRA](#), ENGREF, 1984)**  
mit Erläuterungen zur Herleitung und zum Geltungsbereich. Beispielhaft ist die Darstellung der Abhängigkeit von der waldbaulichen Behandlung (vgl. Kapitel 65, Beilage 3, ET O. N. F.).
- **Dynamisches Modell der Veränderung der Durchmesserverteilung nach [SLOBODA 1984](#)**  
als wichtiger Bestandteil von Modellen zur Erfassung der Wertentwicklung (Abbildung 65.1).



**Abb. 65.1:** Dynamisches Modell der Veränderungen der Durchmesserverteilung nach [SLOBODA 1984](#).

### Wachstumsmodell für Bergahorn nach [NAGEL 1985](#).

Mit dem Modell kann das Wachstum eines Oberhöhenstammes simuliert werden, und zwar in Abhängigkeit von Alter, Höhe, Durchmesser und Stammzahl. Die Bestandesdaten werden aus einer Beziehung zwischen Ober- und Mittelhöhenstamm über die Stammzahl hochgerechnet (Stammzahlentwicklung teilweise aus Eschen-Ertragstafel von [VOLQUARDTS 1958](#), zitiert nach [NAGEL 1985](#)).

Grundlagen bilden Stammanalysen von Oberhöhenstämmen, deren Konkurrenzsituation zu ihren Nachbarn erfasst wurde. Nach Eingabe eines Ausgangszustandes lässt sich im Wachstumsmodell das Wachstum von Beständen bei verschiedener Behandlung simulieren. Daraus lassen sich auch Ertragstafeln konstruieren (vgl. Beispiel). Diese folgen den wesentlichen ertragskundlichen Gesetzmässigkeiten und zeigen gute Übereinstimmung mit vorhandenen Beständen.

Bei der gestaffelten Durchforstung werden Stammzahl und Grundfläche in der Jugend stark reduziert und im höheren Alter die gleiche Grundflächenhaltung wie bei der mässigen Durchforstung angestrebt (vgl. [Abb. 65.2](#) und [Abb. 65.3](#)).

6 Wachstumsmodelle

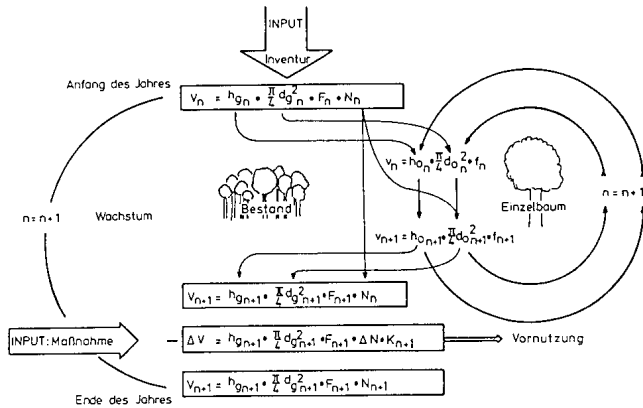


Abb. 65.2: Wachstumsmodell für die Volumenprognose des Bergahorns, nach [NAGEL 1985](#).

Gesamtbestand										ausscheid. Bestand					verbleibender Bestand									
Alter	N	G	Dg	Do	Hg	Ho	V	GWL		N	G	Dg	V	N	G	Dg	Do	V	LZ	DZ	Alter			
25	1500	12.5	10.3	15.0	13.3	14.2	51	51	3.7	9.6	17	982	8.7	10.6	15.4	44						25		
30	982	13.9	13.4	18.6	15.1	16.1	87	104	2.5	12.4	21	697	10.4	13.8	19.3	66	6.7	3.5	30			30		
35	697	15.1	16.6	22.7	16.7	17.7	110	148				697	15.1	16.6	22.7	110	8.7	4.2	35			35		
36	697	15.1	17.1	23.4	17.0	18.0	120	158	1.92	3.8	15.8	28	505	12.3	17.6	24.0	92	9.8	4.4	36			36	
40	505	15.6	19.9	26.7	18.0	19.1	126	192				505	15.6	19.9	26.7	126	8.5	4.8	40			40		
44	505	19.1	22.0	29.3	19.0	20.2	163	229	1.48	4.8	20.3	41	357	14.3	22.6	30.1	122	9.4	5.2	44			44	
45	357	15.0	23.1	30.7	19.3	20.4	130	237				357	15.0	23.1	30.7	130	7.5	5.3	45			45		
50	357	18.4	25.8	33.8	20.3	21.6	169	276				357	18.4	25.8	33.8	169	7.9	5.6	50			50		
52	357	19.8	26.6	34.9	20.7	22.0	186	293	50	2.3	24.2	22	307	17.5	26.9	35.4	154	8.3	5.6	52			52	
55	307	19.3	26.3	37.1	21.3	22.6	197	315				307	19.3	26.3	37.1	187	7.6	5.7	55			55		
60	307	22.4	30.5	39.7	22.2	23.5	226	355				307	22.4	30.5	39.7	226	7.8	5.9	60			60		
63	307	24.2	31.7	41.2	22.7	24.1	250	379	45	5.0	28.9	31	262	21.3	32.1	41.8	220	8.0	6.0	63			63	
65	262	22.3	32.9	42.8	23.0	24.4	234	393				262	22.3	32.9	42.8	234	7.2	6.0	65			65		
70	262	24.9	34.8	45.0	23.0	25.2	271	429				262	24.9	34.8	45.0	271	7.3	6.1	70			70		
75	262	27.5	36.5	47.2	24.5	25.9	307	466				262	27.5	36.5	47.2	327	7.3	6.2	75			75		
78	262	28.0	36.8	47.8	24.6	26.1	314	473	36	3.2	33.6	36	225	24.8	37.4	48.2	279	7.3	6.2	78			78	
80	225	25.5	38.6	49.7	25.2	26.6	305	459				225	25.5	38.6	49.7	325	6.5	6.2	80			80		
85	225	28.7	40.2	51.6	25.8	27.3	338	532				225	28.7	40.2	51.6	338	6.5	6.3	85			85		
90	225	30.8	41.7	53.5	26.4	27.9	371	566				225	30.8	41.7	53.5	371	6.7	6.3	90			90		
91	225	31.2	42.0	53.8	26.5	28.0	378	573	40	4.5	38.4	56	186	26.6	42.7	54.7	322	6.8	6.3	91			91	
95	185	28.1	43.9	56.1	26.9	28.4	346	596				185	28.1	43.9	56.1	346	5.9	6.3	95			95		
100	185	30.0	45.3	57.9	27.4	29.0	376	627				185	30.0	45.3	57.9	376	6.0	6.3	100			100		

Abb. 65.3: Wachstumsmodell Bergahorn II. Ertragsklasse, gestaffelte Durchforstung, nach [NAGEL 1985](#).

6 Wachstumsmodelle

**Beilage 1:** ET Schober mit Verzeichnis, Tabellen-Beispiele für Eiche (Jüttner 1955), Schwarzerle (Mitscherlich 1945), Esche (Volquardt 1958), Douglasie (Bergel 1985), Kiefer (Wiedemann 1943), Strobe (Eckstein 1965)

# Ertragstafeln wichtiger Baumarten

bei verschiedener Durchforstung  
 mit 23 graphischen Darstellungen

Neubearbeitet von  
 Professor Dr. REINHARD SCHOBER  
 Göttingen



J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main

Verzeichnis der Ertragstafeln

Baumart	Durchforstung	Autor	Jahr der Aufstellung	Tafelgrundlagen	Literatur
Eiche	mäßige bis starke	Jüttner	1955	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	
Fichte		Rauer	1955	Probeflächen in Norddeutschland - Holzerzeugung, biologische bzw. ökonomische Versuchstafeln	Die Fichte, 1959, L. D. Sauerländer, Frankfurt a. M.
Buche	mäßige	Schober	1967	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt - Holzerzeugung, biologische bzw. ökonomische Versuchstafeln	Die Buche, 1972, L. D. Sauerländer, Frankfurt a. M.
	starke	Schober	1967	Probeflächen d. eh. Preussischen Versuchsanstalt - Holzerzeugung, biologische bzw. ökonomische Versuchstafeln	
	Lichtung	Wiedemann	1943	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Lichtungsbeobachtungsergebnisse über die Buche, 1943, Zeitschr. f. Forst- und Jagdw., 1943
Schwarzerle	starke	Mitscherlich	1945	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Forst- Versuchsanstalt	Ursachen, Wachstum, Form d. Schwarzerle, Meudum 1902
Esche	mäßig	Volquardt	1958	Probeflächen und Versuchstafeln in Schleswig-Holstein	Dissertation Göttingen 1958
Birke		Schwappach	1903 neubearbeitet 1929	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Zeitschr. f. Forst- und Jagdw., 1903

Verzeichnis der Ertragstafeln

Baumart	Durchforstung	Autor	Jahr der Aufstellung	Tafelgrundlagen	Literatur
Fichte		Lotold	1861	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Die Fichte u. d. Kiefer, D. Bismarck, Berlin 1902
Melaleuca-Pappel		Cromel	1864	Handgezeichnete Versuchstafeln	Der Massenanbau von Melaleuca in der norddeutschen Rheinebene u. d. Benennung des Pappelarten, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 1957
Populär-Pappel		Fälzel	1869	Versuchstafeln d. Baden-Württembergischen Forst- u. Jagdverwaltung	Die Ertragsleistung der Populär-Pappel, Allg. Forst- u. Jagdw., 1906
Fichte	mäßige bis starke	Wiedemann	1936 neubearbeitet 1942	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Die Fichte, 1936, 1942, aus Forst- u. Jagdw., 1937, Eine Monographie u. d. Fichten-ertragstafeln mit aus Forst- u. Jagdw., 1932, Seite 297
	gestaft	Wiedemann	1936	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	
Silberröhre	mäßige	Schober	1965	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Die Silber-Röhre, 1965, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M.
graue Douglasie	mäßige bis starke	Bergel	1985	Versuchstafeln d. Niedersächsischen Versuchsanstalt	Douglasien-Produktion für Norddeutschland, Band 1985 der Niedersächsischen Forst- u. Jagdverwaltung

Verzeichnis der Ertragstafeln

Baumart	Durchforstung	Autor	Jahr der Aufstellung	Tafelgrundlagen	Literatur
Waldzerrle	mäßige	Fausser	1908	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	
Waldzerrle	mäßige	S. D. Schmel	1955	Probeflächen in Norddeutschland - Holzerzeugung, biologische bzw. ökonomische Versuchstafeln	Die Waldzerrle in Ostpreußen, Forst- u. Jagdw., 1951
Kiefer	mäßige bis starke	Wiedemann	1943	Versuchstafeln d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Die Kiefer, 1948, bei Sauerländer, Hannover
Strobe	mäßige	Eckstein	1965	Probeflächen d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	
Europäische Lärche	mäßige bis starke	Schober	1946	Probeflächen in Norddeutschland - Holzerzeugung, biologische bzw. ökonomische Versuchstafeln	Die Lärche, 1948, Sauerländer, Hannover
Japanische Lärche	mäßige	Schubert	1953	Probeflächen in Norddeutschland - Holzerzeugung, biologische bzw. ökonomische Versuchstafeln	L. u. H. Bk., 1953, Sauerländer, Frankfurt a. M.
	starke	Schober	1972	Probeflächen d. eh. Preussischen Versuchsanstalt	Die Lärche auf dem Gelände des Sauerländer'schen Versuchsanstalts, 1972, Sauerländer, Frankfurt a. M.



6 Wachstumsmodelle

**Eiche Mäßige Durchforstung (Berner 1933) Eiche**

Alter	Verbleibender Bestand							Ausscheidender Bestand						Laufend jährlicher Zuwachs				Summe der Zuwächse	Gesamtlage	Dauerdurchschnittswachstum	Alters-Durchschnittswachstum		Alter			
	Stammzahl	Milchhöhe	Baumhöhe	Kronhöhe	Milchdurchm.	Dauerdurchm.	Dauerdurchm.	Stammzahl	Milchhöhe	Kronhöhe	Milchdurchm.	Dauerdurchm.	Dauerdurchm.	In Kronfläche	In Durchholmenge	in %	in %				in %	in %		in %	in %	Jahre
Jahre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
<b>II. Ertragsklasse</b>																										
25	9994	7,2	17,9-18,5	15,8	6,6	127	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	
30	5313	9,0	7,2-10,7	17,3	7,2	203	61	4983	5,0	4,2	3,1	501	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
35	2616	10,7	9,0-13,9	16,8	8,8	339	67	1797	6,3	4,1	6,4	215	5	1,0	5,0	6,2	11,0	7	74	63	4,7	1,4	1,1	2,1	35	
40	2361	12,0	10,9-12,7	19,3	10,4	404	92	763	7,8	3,7	7,5	258	8	0,89	4,4	6,6	7,9	1,9	1,9	1,9	7,4	9,5	1,5	2,1	40	

**Schwarzerle Starke Durchforstung (Mahrhettich 1943) Schwarzerle**

Alter	Verbleibender Bestand							Ausscheidender Bestand						Laufend jährlicher Zuwachs				Summe der Zuwächse	Gesamtlage	Dauerdurchschnittswachstum	Alters-Durchschnittswachstum		Alter		
	Stammzahl	Milchhöhe	Baumhöhe	Kronhöhe	Milchdurchm.	Dauerdurchm.	Dauerdurchm.	Stammzahl	Milchhöhe	Kronhöhe	Milchdurchm.	Dauerdurchm.	Dauerdurchm.	In Kronfläche	In Durchholmenge	in %	in %				in %	in %		in %	in %
Jahre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>I. Ertragsklasse</b>																									
20	1572	15,1	13,0-17,5	16,4	11,5	423	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
25	1228	17,0	15,1-19,7	19,1	14,1	465	154	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
30	972	18,5	16,6-20,5	20,6	16,5	476	184	10,3	3,1	10,6	257	23	1,17	4,0	17,4	9,3	23	22	23	22	13,0	4,2	7,1	7,8	30
35	796	19,7	17,9-21,5	21,9	18,7	483	208	17,6	3,1	15,1	479	10	0,98	4,6	11,2	4,2	47	23	23	23	23,0	6,1	7,8	35	
40	665	20,9	19,9-22,6	22,6	20,6	485	228	15,1	19,8	3,0	17,1	400	29	0,93	3,7	10,4	5,0	77	285	27,0	5,0	8,1	8,4	40	



6 Wachstumsmodelle

Kiefer				Mäßige Durchforstung															Westram '648										Kiefer																														
Alter	Verbleibender Bestand											Auszuweisende Bestand					I. Unterd. jährlicher Zuwachs					II. Unterd. jährlicher Zuwachs					Aller. Durchforstungswachstum			Aller.																													
	Stammzahl	Mittelhöhe	Benutzbarkeitsfaktor		Oberfläche		Kronendehnung		Durchschnittshöhe		Durchschnittshöhe		Stammzahl		Mittelhöhe		Kronendehnung		Durchschnittshöhe		Stammzahl		Mittelhöhe		Kronendehnung		Durchschnittshöhe		Summe der Fläche		Summe der Masse	Mittelhöhe	Dichte	Volumen	Mittelhöhe	Dichte	Volumen	Mittelhöhe	Dichte	Volumen																			
			m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%													m	%	m	%	m	%	m												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Strobe				Mäßige Durchforstung															Eckstein '606										Strobe																														
Alter	Verbleibender Bestand											Auszuweisende Bestand					I. Unterd. jährlicher Zuwachs					II. Unterd. jährlicher Zuwachs					Aller. Durchforstungswachstum			Aller.																													
	Stammzahl	Mittelhöhe	Benutzbarkeitsfaktor		Oberfläche		Kronendehnung		Durchschnittshöhe		Durchschnittshöhe		Stammzahl		Mittelhöhe		Kronendehnung		Durchschnittshöhe		Stammzahl		Mittelhöhe		Kronendehnung		Durchschnittshöhe		Summe der Fläche		Summe der Masse	Mittelhöhe	Dichte	Volumen	Mittelhöhe	Dichte	Volumen	Mittelhöhe	Dichte	Volumen	Mittelhöhe	Dichte	Volumen																
			m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%																m	%	m	%	m	%	m									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Vorläufige Fichten-Ertragsliste für Bayern  
 Mittelere Ertragsklasse — ASSMANN-FRANZ 1963

Oberflächenboden 40													Oberflächenboden 40																		
Alter	Verbleibender Bestand						zusätzliche Rekrut.						Gesamter Bestand						Reduzierte Teilwerte						Alter						
	$b_0$	$b_m$	N	$d_m$	Coef.	QKR	$P_g$	$V_f$	$V_D$	K	$V_S$	$V_R$	$V_{R1}$	$V_{R2}$	$V_{R3}$	$V_{R4}$	$V_{R5}$	$V_{R6}$	$V_{R7}$	$V_{R8}$	$V_{R9}$	$V_{R10}$	$V_{R11}$	$V_{R12}$		$V_{R13}$	$V_{R14}$	$V_{R15}$	$V_{R16}$	$V_{R17}$	$V_{R18}$
20	9,6	7,0	4100	8,9	23,6	—	0,567	101	00	1,101	20	18	15,3	119	18,0	5,9	65	10	85	13,9	3,5	20									
25	12,8	10,0	2999	11,0	28,3	—	0,538	160	148	080	40	48	23,0	208	21,3	8,3	118	20	134	17,0	5,4	25									
30	16,0	13,5	2319	13,4	32,4	—	0,521	226	218	446	45	88	28,0	314	23,4	10,5	175	35	219	18,8	7,3	30									
35	18,8	15,2	1873	15,7	36,2	—	0,508	297	284	308	49	134	31,1	431	24,6	12,3	233	39	314	19,8	9,0	35									
40	21,6	16,8	1565	18,0	39,7	34,6	0,497	370	362	225	50	183	33,2	553	24,8	13,8	293	39	413	20,1	10,3	40									
45	24,1	21,0	1340	20,3	43,0	37,5	0,488	445	438	170	49	233	34,5	678	24,8	15,1	355	39	513	20,0	11,4	45									
50	26,2	23,5	1170	22,5	46,2	40,0	0,480	519	513	134	40	282	35,3	801	24,9	16,0	416	38	613	19,8	12,3	50									
55	28,4	25,5	1036	24,6	48,1	42,7	0,474	592	587	109	46	330	35,8	922	23,5	16,8	478	37	711	19,6	12,9	55									
60	30,1	27,4	927	26,7	51,6	45,2	0,468	664	659	81	44	376	36,2	1040	22,6	17,3	534	36	806	18,2	13,4	60									
65	32,0	29,1	836	28,8	54,4	47,5	0,464	732	727	77	43	420	36,5	1152	21,5	17,7	589	35	897	17,4	13,8	65									
70	33,8	30,6	758	30,9	56,7	49,2	0,460	797	792	68	43	463	36,8	1258	20,5	18,0	642	34	984	16,5	14,1	70									
75	34,9	32,1	683	32,9	58,7	51,1	0,456	857	852	50	41	505	37,1	1358	19,4	18,2	690	33	1064	15,6	14,3	75									
80	35,2	33,3	616	34,9	60,5	52,8	0,453	912	908	52	40	546	37,3	1458	18,3	18,2	738	33	1143	14,8	14,3	80									
85	37,3	34,5	563	36,9	62,1	54,0	0,450	962	959	45	40	586	37,5	1549	17,2	18,2	777	32	1219	13,9	14,3	85									
90	38,3	35,6	518	38,8	63,5	55,3	0,448	1009	1005	41	40	626	38,4	1635	16,2	18,2	814	32	1288	13,1	14,3	90									
95	39,2	36,5	477	40,8	64,7	56,4	0,445	1050	1046	37	38	666	38,5	1715	15,2	18,1	849	32	1350	12,3	14,3	95									
100	40,0	37,4	439	42,7	65,8	57,4	0,443	1087	1083	33	38	705	38,4	1792	14,3	17,8	877	32	1413	11,5	14,2	100									
105	40,8	38,1	407	44,6	66,5	57,9	0,441	1119	1115	30	39	744	40,0	1863	13,4	17,7	903	32	1472	10,8	14,0	105									
110	41,4	38,8	377	46,5	67,4	58,6	0,438	1147	1143	28	38	783	40,6	1930	12,6	17,5	928	31	1527	10,2	13,8	110									
115	42,0	39,5	349	48,4	68,0	59,2	0,437	1170	1167	25	39	822	41,3	1993	11,8	17,3	945	31	1577	9,5	13,7	115									
120	42,5	40,0	324	50,3	68,4	59,8	0,435	1190	1187	—	—	861	42,0	2051	—	17,1	961	—	1625	—	13,5	120									

\* Die Zahlenangaben beziehen sich auf die jeweils folgende Altersklasse

**Zuwachs-Reduktionstafel**

**Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern**

Mittleres Ertragsniveau — ASSMANN-FELDZ 1963

Oberbollenhöflichkeit 40

(Anleitung siehe Seite 20)

Alter	Ertragstafel-Bestockungsgrad	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	Max-G/ha
80	Grundfläche/ha	24,2	30,3	36,3	42,4	48,4	54,5	60,5	66,5	—	69,5
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,35	0,44	0,53	0,61	0,70	0,79	0,88	0,96	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,44	0,50	0,70	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	—	0,98
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	8,1	10,6	12,8	14,9	16,5	17,7	18,3	18,2	—	18,0
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	6,6	8,5	10,4	12,0	13,4	14,3	14,8	14,7	—	14,5
85	Grundfläche/ha	24,9	31,1	37,3	43,5	49,7	55,9	62,1	68,3	—	70,3
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,36	0,45	0,53	0,62	0,71	0,80	0,89	0,97	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,46	0,57	0,70	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	—	0,99
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	7,6	9,9	12,0	14,0	15,6	16,7	17,2	17,2	—	17,0
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	6,1	8,0	9,7	11,3	12,6	13,5	13,9	13,9	—	13,7
90	Grundfläche/ha	25,4	31,8	38,1	44,5	50,8	57,2	63,5	69,9	—	71,2
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,44	0,57	0,70	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	—	0,99
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	7,1	9,3	11,3	13,1	14,6	15,7	16,2	16,1	—	16,1
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	5,7	7,5	9,1	10,6	11,8	12,7	13,1	13,0	—	13,0
95	Grundfläche/ha	25,8	32,4	38,9	45,5	51,9	58,3	64,7	71,2	—	71,8
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,37	0,45	0,53	0,64	0,73	0,82	0,91	1,00	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,44	0,57	0,70	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	—	0,99
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	6,8	9,7	10,6	12,3	13,8	14,9	15,2	15,2	—	15,1
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	5,4	7,0	8,5	9,9	11,1	11,9	12,3	12,2	—	12,2
100	Grundfläche/ha	26,1	32,9	39,5	46,1	52,5	59,2	65,8	—	—	72,3
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,37	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,91	—	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,43	0,57	0,69	0,81	0,90	0,97	1,00	—	—	1,00
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	6,2	8,1	9,9	11,5	12,9	13,9	14,3	—	—	14,2
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	5,0	6,5	8,0	9,3	10,4	11,2	11,5	—	—	11,5
105	Grundfläche/ha	28,7	33,3	40,0	46,7	53,3	60,0	66,6	—	—	72,6
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,37	0,46	0,56	0,65	0,74	0,83	0,92	—	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,43	0,57	0,69	0,81	0,90	0,97	1,00	—	—	1,00
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	5,8	7,6	9,2	10,8	12,1	13,0	13,4	—	—	13,4
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	4,7	6,1	7,5	8,7	9,8	10,5	10,8	—	—	10,8
110	Grundfläche/ha	27,0	33,7	40,4	47,2	53,9	60,6	67,4	—	—	72,8
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,37	0,47	0,56	0,65	0,75	0,84	0,93	—	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,43	0,56	0,68	0,81	0,90	0,97	1,00	—	—	1,00
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	5,4	7,1	8,7	10,1	11,4	12,2	12,6	—	—	12,6
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	4,4	5,7	7,0	8,2	9,2	9,9	10,2	—	—	10,1
115	Grundfläche/ha	27,2	34,0	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	—	—	72,9
	Natürlicher Bestockungsgrad	0,38	0,47	0,56	0,66	0,75	0,84	0,94	—	—	1,00
	Relativer Zuwachs	0,43	0,56	0,69	0,81	0,90	0,97	1,00	—	—	1,00
	Laufender Zuwachs (Vfm m. R. 5)	5,1	6,8	8,3	9,5	10,7	11,5	11,8	—	—	11,8
	Laufender Zuwachs (Efm o. R. 10)	4,1	5,4	6,6	7,7	8,6	9,3	9,5	—	—	9,5

DEUXIÈME PARTIE

LES TABLES DE PRODUCTION  
 CONSTRUITES PAR L'O.N.F.

TABLES PRÉSENTÉES PAR LA DIRECTION TECHNIQUE  
 DE L'OFFICE NATIONAL DES FORÊTS

INRA, ENGREF, 1984: Tables de production pour  
 les forêts françaises. 2e Edition, 668 S.

- Les tables de production construites par l'O.N.F.
- Présentation des tables de l'O.N.F.
- Définitions et symboles
- Sapin - Jura - Tables de production de référence
- Epicéa - Jura - Table de production et sylviculture de référence
- Epicéa - Sud du Massif Central - Table de production (sylviculture moyenne observée)
- Sapin - Alpes du Nord - Table de production (sylviculture moyenne observée)
- Epicéa commun - Alpes du Nord - Tables de production (sylviculture moyenne observée)

A la suite de la publication des tables de production de l'O.N.F., la section technique de l'Office National des Forêts a entrepris la construction de tables de production pour le Sapin et l'Epicéa dans le Jura, et les Alpes du Nord, ainsi que pour l'Epicéa dans le Sud du Massif Central. Ainsi qu'il a été indiqué en présentation des tables de l'O.N.F., ces tables comportaient l'inconvénient de se présenter sous la forme classique d'une table unique et de ne proposer qu'une seule sylviculture, apparue à l'usage comme exceptionnellement prudente, et ne pouvant donc servir de référence sylvicole aux gestionnaires. Pour remédier à ce défaut, on a imaginé plusieurs sylvicultures possibles, plus dynamiques que la sylviculture moyenne observée, et seyant quelques hypothèses simples comme la loi de Eichhorn, on a simulé ces sylvicultures, ce qui a donné des tables de production correspondant à ces comme relativement diversifiées de régimes d'éclaircies. Ces simulations ont été présentées aux gestionnaires, tant publics que privés, des régions intéressées, pour être confrontées avec leur propre expérience.

Cette confrontation a permis dans certains cas (Sapin du Jura, Epicéa du Chablais-Faucigny) de mettre au point une table de production "de référence" qui apparaît comme un compromis réaliste et raisonnable aux yeux des praticiens, supérieur à la sylviculture moyenne observée, tout en tenant compte des nombreuses contraintes qui pèsent sur la sylviculture de ces régions.

Remarque que l'éclaircie optimale n'existe pas en soi, elle ne peut être déterminée que par rapport à des objectifs de sylviculture et de gestion qui peuvent varier considérablement d'un propriétaire à l'autre, et en fonction de l'état initial des peuplements à traiter, qu'il est de qu'il est. La sylviculture de référence ne doit donc pas être comprise comme un modèle à suivre à la lettre, pas plus que toute autre table de production, mais plutôt comme un repère et un outil de réflexion pour aider le sylviculteur à prendre sa décision.

La sylviculture de référence proposée diffère parfois tellement de l'état des peuplements observés, que la simulation fait diverger le modèle mathématique et conduit à des résultats aberrants. Dans ce cas (Epicéa du Jura) il n'a pas été possible de donner une table de production de référence complète, mais seulement

- les relations de production (proportion en hauteur en fonction de l'âge, production totale et accroissements courants) qui restent valables et sont présentées sous forme graphique;
- les caractéristiques de la sylviculture de référence proposée par les gestionnaires.

Le cas de l'Epicéa du Sud du Massif Central, qui a été étudié par la suite, se présente d'une façon particulière : là, la sylviculture moyenne observée apparaît nettement plus dynamique, ce qui semble dû à la jeunesse de la plupart des peuplements (aucun ne dépasse 80 ans). La sylviculture observée peut donc être présentée comme référence (ce qui veut dire outil de réflexion, et non modèle à suivre rigoureusement).

Ces sylvicultures de référence ont un domaine de validité limité, qui est précisé au côté de chacune d'elles. On ne pourra pas non plus de vue se l'elles supposent un peuplement idéal et plein, alors que les peuplements réels de montagne présentent toujours une certaine proportion de vide. Elles ont fait l'objet d'une publication dans le Bulletin Technique de l'O.N.F. (n° 33, 1980) auquel on se reportera pour plus de précisions.

Dans le cas du Sapin et de l'Epicéa des Alpes du Nord, l'établissement de cette sylviculture de référence n'a pas été entrepris (sauf pour l'Epicéa dans la petite région du Chablais-Faucigny et Haute-Savoie). On trouvera seulement ici les tables de production suivant la sylviculture moyenne observée, dont il ne faudra pas perdre de vue les déficiences, mais dont les relations de production, qui ne dépendent pas de la sylviculture, sont toujours valables.

PRÉSENTATION DES TABLES DE L'O.N.F.

On remarquera que ces tables et sylvicultures de référence ont une présentation plus moderne et légèrement différente des tables construites par l'O.N.F.

Les classes de fertilité sont caractérisées non par un numéro d'ordre, mais par un double indice :

- la valeur de l'accroissement moyen annuel, en m<sup>3</sup>/ha/an (variant généralement de 2 à 2 m<sup>3</sup>/ha/an);
- une hauteur de référence, qui est la hauteur dominante atteinte à un âge donné (100 ans ou 50 ans selon les cas).

La grosseur des lignes est exprimée par le diamètre, d'usage plus courant chez les gestionnaires, et non par la circonférence, même si c'est elle qui a été mesurée sur les placettes.

Enfin, les accroissements courants et moyens sont présentés sous forme graphique, qui est plus parlante et met en évidence leur évolution en fonction de l'âge du peuplement.

DEFINITIONS ET SYMBOLES

Toutes les grandeurs caractérisant les peuplements concernent l'ensemble des arbres vivants, y compris les essences secondaires en sylviculture, mais en excluant les brins de  $D_{130} < 4$  cm et le sous-étage éventuel.

$D_0$  = diamètre dominant : diamètre moyen arithmétique pris à 1,30 m des 100 plus gros arbres à l'hectare, en cm.

$H_0$  = hauteur dominante (hauteur de l'arbre de diamètre  $D_0$ ), en m.

6 Wachstumsmodelle

- $A$  = âge dominant (âge de l'arbre de diamètre  $D_g$ ), (la méthode de mesure exacte est précisée en tête de chaque table).
- $M$  = indice de fertilité (hauteur de référence). C'est la hauteur dominante atteinte à l'âge  $a$  ( $a = 50$  ou  $100$  ans selon les tables, indiqué en tête de chaque table).
- $N$  = nombre de tiges à l'hectare.
- $H$  = hauteur moyenne du bois (c'est la moyenne des hauteurs pondérées par la surface terrilée), en m.
- $G$  = surface terrilée, en m<sup>2</sup>/ha.
- $D_g$  = diamètre de l'arbre de surface terrilée moyenne (diamètre moyen quadratique).
- $V$  = volume ligneaire sur force des tiges jusqu'à la découpe bois-fort de 7 cm), en m<sup>3</sup>/ha.
- $\bar{v}$  = volume de l'arbre moyen ( $= V/N$ ), en m<sup>3</sup>.

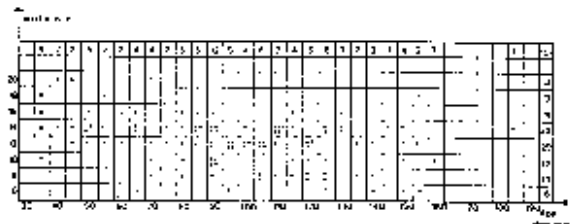
Ces 6 dernières caractéristiques se rapportent au peuplement avant éclaircie ; on y ajoute un indice  $m$  quand il s'agit du peuplement avant ou éclaircie, et un  $l$  quand il s'agit du peuplement après éclaircie.

SAPIN - Jura  
 TABLE DE PRODUCTION DE RÉFÉRENCE

**CONSTRUCTION** . Auteur : P. DUPLAT (1978) d'après les travaux de J.H. BARTEL (1976).

**VALOITE** . L'aire géographique de validité est celle où furent installées les parcelles de production; elle recouvre la saixif du Jura de 500 à 1 200 m d'altitude.

Le domaine couvert, au âge et en productivité, par les parcelles de production est indiqué dans le tableau ci-dessous. On y voit que les meilleures productivités (> 13 m<sup>3</sup>/ha/an) ne sont représentées que par 6 parcelles dont 1 seule de plus de 70 ans : les résultats annoncés pour ces productivités participent donc en peu de l'extrapolation.



Il faut noter que le facteur retenu pour les courbes de croissance en hauteur dominante dépend d'un seul paramètre, la hauteur de référence, et donc prend implicitement en compte une vitesse de démarrage moyenne pour chaque classe de fertilité ; les peuplements réels ont pu subir un démarrage plus ou moins différent de cette moyenne ; il

y a si la source d'une erreur possible sur la détermination de leur fertilité, surtout s'ils sont encore jeunes.

En revanche, on a vérifié que les relations dendrométriques obtenues étaient valables :

- aussi bien pour les peuplements à démarrage lent que pour les peuplements à démarrage rapide ;
- aussi bien pour les peuplements équissimes (dans la limite des régénération naturelles de Sapin, c'est-à-dire 20 à 25 ans) que pour les peuplements équissimes.

La sylviculture de référence décrite ci-dessous n'est que l'expression d'un consensus actuel de praticiens compétents : elle ne repose pas sur des bases scientifiques solides (qui n'existent pas) ; et pourra donc être revue en cours de la lumière d'études et d'expériences ultérieures. Il convient de ne pas lui attribuer une valeur d'absolu à laquelle elle ne prétend pas, et il ne faut surtout pas se croire obligé de l'appliquer systématiquement à tous les peuplements réguliers de Sapin du Jura.

Si on décide de l'appliquer à un peuplement donné, il faut en retenir l'esprit développé ci-dessous, plus que la lettre, et surtout ne pas perdre de vue que :

- c'est la réalité, c'est-à-dire l'état du peuplement, qui compte ; c'est particulièrement évident après un accident météorologique ou biotique (chablis, attaques d'insectes...).
- il est probablement vain, et peut-être nuisible, de vouloir "rapprocher le peuplement de la table de production" en essayant de lui donner les caractéristiques de la ligne de la table correspondant à son âge et à sa productivité.
- si on se trouve devant un peuplement adulte, on peut probablement lui faire subir sans inconvénient les éclaircies de la sylviculture de référence (un peu plus "forte", aux âges avancés, que la sylviculture moyenne pratiquée jusqu'ici), mais il ne faudra certainement pas en attendre des résultats conformes à ceux de

la table de référence. En effet, la principale différence entre la sylviculture de référence et la sylviculture moyenne observée se situe dans les dépresseurs et la fréquence des éclaircies : si on a passé l'âge de ces opérations (20 à 50 ans) sans intervenir, on ne peut plus espérer obtenir les résultats d'une sylviculture dynamique, mais au moyen d'une sylviculture brutale mais tardive.

- la table décrit, pour chaque classe de productivité, l'évolution d'un peuplement-type (pur, équissime, troué et sans trou) exposé à une sylviculture-type (la sylviculture de référence) selon un modèle idéal (l'ensemble des relations utilisées pour la construction) ; il ne faudra pas s'étonner de trouver, dans la réalité, des peuplements qui, même s'ils ont toujours été soumis à une sylviculture proche de la sylviculture de référence, présentent des caractéristiques différentes de celles de la table : celles-ci ne sont que des valeurs moyennes, autour desquelles la réalité peut montrer d'importantes variations. On gardera toujours présent à l'esprit le fait que la table décrit un peuplement idéal plein, alors qu'une parcelle réelle est en montage présente le plus souvent une importante proportion de vide.

En définitive, la table de production de référence présentée ici ne doit pas être considérée comme une norme, mais plutôt comme un repère par rapport auquel il pourra être intéressant de se situer.

**Sylviculture de référence**

Elle est l'expression de l'état d'esprit qui nous pousse aujourd'hui à vouloir guider étroitement l'évolution d'un peuplement régulier de Sapin tout au long de sa vie. Elle est inspirée par le souci de profiter au mieux de la période, assez précoce, de production maximale en volume, en évitant toute brutalité dont on ignore quels pourraient être les effets, et se traduit principalement par :

- des dépresseurs précoces ;
- des éclaircies relativement modérées mais assez fréquentes, surtout dans le jeune âge, la première étant faite quand la hauteur dominante du peuplement atteint 12,5 à 13 m ;

6 Wachstumsmodelle

= des éclaircies généralement mixtes par le haut, les deux premières relevant quand même un assez grand nombre de dominés pour que la production se concrétise surtout sur des arbres déjà bien venants.

Si on en croit le modèle de production tel qu'il s'exprime dans les tables établies sur cette sylviculture de référence, elle a pour effet, critiquable, de produire un accroissement courant en diamètre (à 1,30 m) qui va en diminuant régulièrement de la jeunesse à la maturité du peuplement dans un rapport de 2 à 1.

Elle est caractérisée par les chiffres suivants :

- Nombre de tiges initial : 2 200 tiges/ha au moment de la première éclaircie (après d'éventuels dépressages précoce), comprenant au moins 10 % de feuillus. Les dépressages éventuels, comptabilisés pour un volume net, n'entraînent en principe que des arbres de C<sub>100</sub> inférieur à 17,5cm. Ils sont conduits de façon à assurer harmonieusement et suffisamment tôt le nombre de tiges à 2 100 par hectare.

- Volumes enlevés en éclaircie : 25 m<sup>3</sup>/ha à la première éclaircie, 50 m<sup>3</sup>/ha à la seconde, 75 m<sup>3</sup>/ha à la troisième, 100 m<sup>3</sup>/ha aux suivantes (mais voir remarque ci-dessous).

- Calendrier des éclaircies : la rotation juvénile est déterminée de façon que le volume enlevé aux 4 premières éclaircies (25, 50, 75, 100 m<sup>3</sup>/ha) se dépense pas 20 % du volume sur pied avant éclaircie.

La rotation adulte qui s'applique aux éclaircies suivantes est déterminée de façon que l'on prélève à chaque passage 100 m<sup>3</sup>/ha et que le prélèvement, rapporté à l'année, représente 70 % de l'accroissement moyen maximal caractérisant la classe de productivité du peuplement.

$$\frac{100}{r} = 0,7 \text{ ans}$$

Remarque : ces principes appliqués à des éclaircies de 25, 50, 75 puis 100 m<sup>3</sup>/ha conduisent à des rotations trop longues pour les productivités faibles ; on se fixe donc un maximum de 10 ans pour la rotation juvénile et de 12 ans pour la rotation

adulte, le respect de ces principes étant alors assuré par une diminution des volumes enlevés en éclaircie :

- 25, 50, 75 puis 85 m<sup>3</sup>/ha pour la classe de productivité 10,
- 25, 45, 65 puis 60 m<sup>3</sup>/ha pour la classe de productivité 8,
- 25, 40, 55 puis 60 m<sup>3</sup>/ha pour la classe de productivité 7.

Classes de productivité	20	18	16	14	12	8	7
Âge à la première éclaircie	10	12	15	19	23	27	27
Rotation juvénile (1ère à 4ème éclaircie)	5	6	7	7	8	10	10
Rotation adulte (après 4ème éclaircie)	7	8	9	10	12	12	12

Les tables sont établies systématiquement pour 12 éclaircies (12 lignes). Dans ce préjugé évidemment que de l'âge auquel sera entamée la régénération, et qui ne devrait pas être trop éloigné en fait de l'âge où est atteint l'accroissement moyen maximum (vers la 7ème ou la 8ème éclaircie). Dès que la régénération est entamée, la table de production n'a plus de sens et doit être ignorée.

- Type des éclaircies : le type d'une éclaircie est traditionnellement chiffré par le rapport  $\frac{V}{V_0}$

du volume moyen des arbres enlevés en éclaircie au volume moyen des arbres sur pied avant éclaircie, ce rapport étant d'autant plus grand que l'éclaircie est plus par le haut. Pour la sylviculture de référence, il prend les valeurs :

$$\frac{V_1}{V_0} = 0,3 \text{ pour la 1ère éclaircie ;}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 0,6 \text{ pour la 2ème éclaircie ;}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = 0,7 \text{ pour les suivantes.}$$

Cette sylviculture de référence est résumée dans un tableau page 105.

Il faut bien noter que les modèles de production, les sylvicultures qu'on y introduit et les tables de production qui en résultent se concernant que l'étage principal (arbres dominants, co-dominants et dominés), et ignorent totalement le sous-étage éventuel.

QUELQUES RELATIONS UTILES

- La correspondance entre H<sub>100</sub> et la classe de productivité exprimée en accroissement moyen maximal (m<sup>3</sup>/ha/an) est la suivante :

Classes de productivité	20	18	16	14	12	8	7
H <sub>100</sub> (m)	30,7	37,5	35,3	37,9	30,4	27,6	21,0

- La production totale en volume par hectare (classe géométrique tige bois-fort écorcé) depuis l'origine, en fonction de la hauteur dominante s'exprime par :

$$P_{TOT} = 3 250 (1 - 0,36 e^{-0,004 H_0})^2$$

- La volume géométrique tige bois-fort peut être estimé en fonction de sa surface terrière et de sa hauteur moyenne à l'aide de la formule simple :

$$\frac{V}{S} = 0,533 H - 0,0027 H^2 - 1,358$$

SYLVICULTURE DE RÉFÉRENCE POUR LE SAPIN DU JURA

Classes de productivité	20	18	16	14	12	8	7
Nombre de tiges/ha après 10 ans de culture	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
Forêt de référence à la 1ère éclaircie (m)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Âge à la 1ère éclaircie (en ans) (C <sub>100</sub> )	30	32	35	39	43	47	47
Volume enlevé (m <sup>3</sup> /ha) (type de l'éclaircie)	25	25	25	25	25	25	25
Âge à la 2ème éclaircie (en ans) (C <sub>100</sub> )	35	35	42	48	51	58	57
Volume enlevé (m <sup>3</sup> /ha) (type de l'éclaircie)	50	50	50	50	50	50	50
Âge à la 3ème éclaircie (en ans) (C <sub>100</sub> )	40	40	48	52	59	62	57
Volume enlevé (m <sup>3</sup> /ha) (type de l'éclaircie)	75	75	75	75	75	75	75
Âge à la 4ème éclaircie (en ans) (C <sub>100</sub> )	45	45	55	60	67	72	67
Volume enlevé (m <sup>3</sup> /ha) (type de l'éclaircie)	100	100	100	100	100	100	100
Rotation après 4 éclaircies (en ans) (C <sub>100</sub> )	100	100	100	100	100	100	100
Volume sur pied (m <sup>3</sup> /ha) (type de l'éclaircie)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

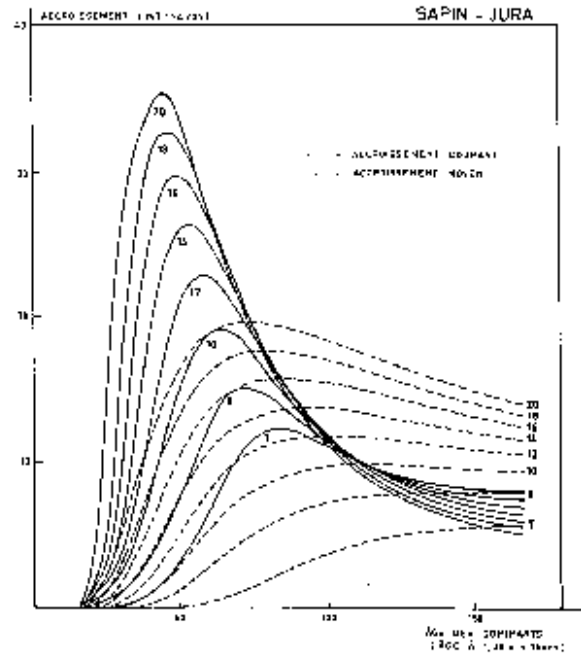
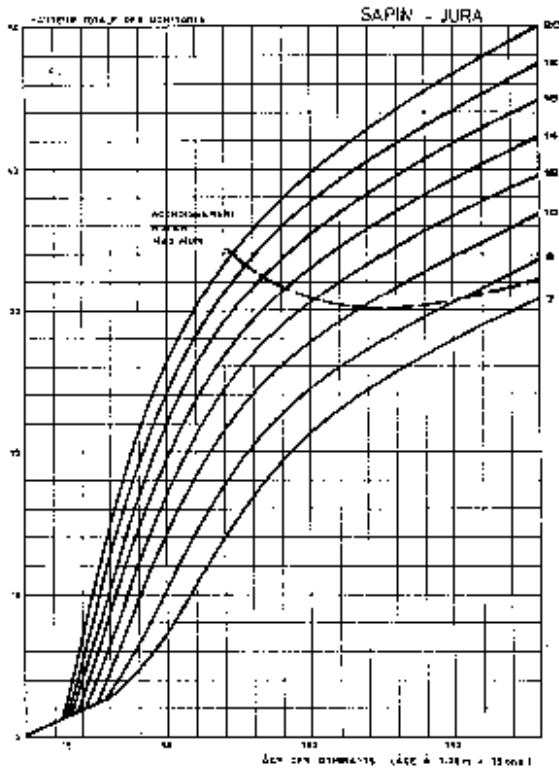
- Les âges sont exprimés à partir de l'année 0.
- Le peuplement doit composer au moins 10 % d'arbres feuillus.
- Le type d'une éclaircie est le rapport  $\frac{V}{V_0}$  du volume moyen des arbres enlevés en éclaircie au volume moyen des arbres sur pied avant éclaircie.

REFERENCES

- BARRIÈRE (J.H.) - Construction de tables de production à sylviculture variable pour le Sapin du Jura (1945), Section technique de l'O.M.F., document 33-33 : 50p.
- DUPLAT (P.) - Table de production de référence pour le Sapin du Jura - Bulletin technique de l'O.M.F., n° 14, 1950, pp. 13-25.



6 Wachstumsmodelle



SAPIN - JURA TABLE DE

Age	PEUPLIÈRE AVANT ÉCLAIRIE										ÉCLAIRIE ÉVALUÉE				
	Hauteur	DBH	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme
Classes de productivité : 14 - Hauteur de référence : 75,70															
35	12,7	10,7	2266	12	22	0,35	25,4	122	10,2	293	H	0,63	5,8		
42	17,0	15,1	1207	15	30	0,25	37,0	260	14,3	419	H	0,12	7,3		
49	20,7	18,9	808	20	36	0,47	47,4	415	17,8	239	H	0,23	0,7		
56	23,9	22,2	655	32	45	0,98	54,4	552	20,3	171	H	0,50	10,1		
63	27,2	25,7	488	40	55	1,44	60,7	761	22,6	99	H	1,01	16,8		
74	34,9	31,4	319	47	60	2,30	64,2	810	23,9	59	H	1,45	16,1		
83	41,3	37,7	211	51	63	2,75	65,3	881	25,2	52	H	1,62	7,9		
92	48,0	44,3	148	56	66	3,10	66,3	921	26,7	37	H	2,06	6,3		
101	54,5	50,8	102	60	69	4,18	67,2	928	28,0	30	H	2,54	6,5		
110	60,8	57,1	72	64	72	4,93	68,4	940	29,4	24	H	3,45	6,7		
119	67,1	63,4	52	69	74	5,79	69,2	956	30,0	20	H	4,00	6,9		
128	73,4	69,7	38	73	76	6,57	69,8	967	31,2	17	H	4,75	7,0		
Classes de productivité : 14 - Hauteur de référence : 38,90															
35	12,9	10,8	2560	12	22	0,36	26,1	119	10,2	260	H	0,63	5,7		
42	16,8	14,8	1749	15	30	0,15	36,2	251	14,0	447	H	0,11	7,4		
49	20,7	18,7	1100	20	37	0,42	44,9	385	17,4	251	H	0,20	8,9		
56	23,9	21,9	845	31	44	0,77	50,5	457	20,1	186	H	0,54	10,3		
63	27,2	25,2	603	40	52	1,39	57,2	647	22,5	109	H	1,07	16,0		
74	34,9	31,4	402	47	58	2,37	61,9	745	24,0	59	H	1,45	16,1		
83	41,3	37,7	271	51	63	2,79	61,9	811	25,4	51	H	1,44	7,7		
92	48,0	44,3	185	57	66	3,52	61,8	845	26,9	41	H	2,44	7,5		
101	54,5	50,8	131	62	70	4,32	63,7	881	27,1	33	H	3,02	7,5		
110	60,8	57,1	93	67	72	5,18	63,1	928	27,1	28	H	3,57	7,1		
119	67,1	63,4	67	72	75	6,15	67,2	948	28,0	23	H	4,25	6,8		
128	73,4	69,7	49	76	77	7,21	65,1	921	27,1	20	H	5,12	6,8		

PRODUCTION DE RÉFÉRENCE (sapin)

FORME ÉVALUÉE				PEUPLIÈRE AVANT ÉCLAIRIE							PRODUCTION			
Age	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme	Forme
26	25	20	0,56	10,2	1307	14	0,10	20,0	98	123	3,51	23,1		
33	25	20	0,60	15,2	888	21	0,24	26,7	213	115	6,81	25,3		
40	150	31	0,70	18,2	659	27	0,32	36,7	340	99	12,0	27,6		
100	250	36	0,70	22,6	408	34	0,35	44,3	452	79	12,6	27,6		
100	350	37	0,70	26,2	308	41	1,24	51,7	601	91	14,0	28,2		
100	450	39	0,70	29,1	271	47	2,22	55,1	710	110	15,7	18,0		
100	550	41	0,70	31,5	228	52	2,61	57,9	781	123	16,0	15,6		
100	750	42	0,70	35,1	182	62	4,37	57,3	825	150	15,7	13,1		
100	950	50	0,70	38,0	145	66	5,15	55,7	840	169	15,4	11,7		
100	950	53	0,70	38,0	156	70	6,00	53,6	828	175	14,9	11,5		
100	1000	57	0,70	39,4	116	73	6,90	51,7	607	1857	14,5	12,1		
25	25	19	0,50	11,0	1347	14	0,10	20,0	134	129	3,3	23,0		
30	25	27	0,60	15,0	900	23	0,22	28,8	231	276	6,3	25,3		
35	150	33	0,70	18,0	549	27	0,40	35,5	308	458	8,7	25,3		
100	250	39	0,70	21,9	453	33	0,66	45,5	387	647	10,9	25,3		
100	350	39	0,70	25,4	350	41	1,51	49,0	542	882	12,7	25,3		
100	450	41	0,70	28,3	291	48	2,22	52,0	645	1085	13,7	15,3		
100	550	42	0,70	31,6	198	54	3,74	54,2	719	1260	14,0	13,5		
100	650	43	0,70	32,6	158	58	4,48	52,5	788	1500	13,7	10,4		
100	750	50	0,70	35,0	129	68	5,24	50,4	758	1608	13,4	8,9		
100	850	53	0,70	37,1	115	75	6,51	50,4	748	1688	13,1	8,1		
100	950	57	0,70	38,6	85	81	7,88	48,2	732	1782	12,7	7,2		

---

## Repetition zu Kapitel 6

1. Was verstehen Sie unter einem Wachstumsmodell?
2. Erklären Sie, wie die Grundfläche  $G$  eines Bestandes als Mass für die Bestandesdichte verwendet werden kann.
3. Wie konstruiert man eine Ertragstafel?
4. Beschreiben Sie den grundsätzlichen Aufbau der schweizerischen Ertragstafeln von BADOUX.
5. Von welchen Grössen ist die Entwicklung in den schweizerischen Ertragstafeln von BADOUX beschrieben?
6. Wie kann man mit Hilfe der schweizerischen Ertragstafeln von BADOUX die Wachstumskurve der Oberdurchmesser herleiten?
7. Wie kann man mit Hilfe der schweizerischen Ertragstafeln von BADOUX die Durchwuchszeit einer Entwicklungsstufe berechnen?
8. Nennen Sie fünf Anwendungsmöglichkeiten der schweizerischen Ertragstafeln von BADOUX.

---

## Vérification des connaissances, chapitre 6

1. Qu'est-ce qu'un modèle de production?
2. Expliquez comment la surface terrière peut être utilisé comme mesure de la densité du peuplement.
3. Comment construit-on une table de production?
4. Décrivez la structure générale de la table de production suisse.
5. Quelles sont les grandeurs dont l'évolution est donnée dans la table de production suisse?
6. Comment, à l'aide de la table, peut-on obtenir la courbe de croissance du diamètre dominant?
7. Comment, à l'aide de la table, peut-on calculer le temps de passage dans un état de développement?
8. Nommez 5 utilisations possibles de la table de production suisse.