

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 120 (1969)
Heft: 7-8

Artikel: Die forsteinrichtungstechnische Gesamtplanung und Modellüberlegungen
Autor: Leimbacher, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767739>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die forsteinrichtungstechnische Gesamtplanung und Modellüberlegungen

Von *W. Leimbacher*, EAFV, Birmensdorf

Einleitung

In immer größerem Umfang finden Modellüberlegungen, welche es erlauben, komplexe Wirkungsgefüge mathematisch zu durchdringen, Eingang in Wirtschaft und Technik. Der zu behandelnde Vorgang wird dabei mit einem Modell angenähert, zu dessen Weiterbehandlung genau bekannte mathematische Methoden zur Verfügung stehen. Dieser Übergang von der Wirklichkeit zum Modell muß immer mit einer Stilisierung bzw. einem Informationsverlust erkaufte werden, das Modell kann nie die ganze Komplexität des Vorganges erklären, was bei der Interpretation mathematischer Lösungen aus seiner Behandlung berücksichtigt werden muß.

Während mit den Methoden des «operation research» in der Industrie schon sehr raffinierte Techniken für die Entscheidungsvorbereitung zur Anwendung gelangen, finden sich in der Forstwirtschaft in Gestalt der Ertragstabeln nur erste Grundlagen, nämlich sehr starre Modellvorstellungen über die Waldentwicklung. Diese Modelle gelten streng genommen nur für gleichaltrige Bestände einer Holzart, welche auf eine genau vorgeschriebene Art und Weise begründet und behandelt wurden. Jede Abweichung von diesen Voraussetzungen kann mit der Ertragstafel nicht mehr erfaßt werden.

Nachdem nun die Inventarisierungen in zunehmendem Maße mit Hilfe von Stichprobenverfahren ausgeführt werden, welche auf einer Stratifizierung der Waldungen nach Entwicklungs- und Mischungsstufen beruhen, findet die Ertragstafel heute eine verbesserte Ausgangslage, indem wenigstens die Forderung nach Gleichaltrigkeit und Einheitlichkeit in bezug auf die Holzart in vielen Fällen erfüllt werden kann. Auch wenn beim Übergang zum Modell immer noch eine große Zahl von Informationen der Abstraktion zum Opfer fallen und aus mannigfaltigen Gründen mit Ungenauigkeiten gerechnet werden muß, gewinnen die Ertragstabeln daher, insbesondere die schweizerischen von E. Badoux, zunehmend an Bedeutung für die Gesamtplanung, die Hiebsatzfestlegung, die Prognose und die Kontrolle.

Die vorliegende Arbeit soll anhand eines Beispiels in knapper Form aufzeigen, wie mit Hilfe von Modellüberlegungen auf der Grundlage der Ertragstabeln sehr schnell (zwei Tage) die Übersicht über einen mit permanenten Stichproben inventarisierten Wald erzielt werden kann, womit ein unentbehrliches Fundament für die waldbauliche Einzelplanung gelegt ist.

**1. Zusammenfassung der Aufnahmeergebnisse in den Waldungen
der Bürgergemeinde Wynau BE**

RT	Fläche ha	Probe- flächen Stück	Stamm- zahl/ha Stück	Stand. Fehler ‰	Vorrat /ha m³	Stand. Fehler ‰	Vorratsanteil der Baumarten							
							Fi	Ta	Fö	Lä	div.	Bu	Ei	div.
							‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰
100	12,800	7	225	27	156,0	30	21	35				34		10
210	5,104	4	1263	16	196,1	12	31	48		2		7	5	7
220	15,136	14	1052	11	331,1	16	25	34		6		10	18	7
230	4,128	4	919	29	228,0	31	6	16				35	7	36
240	7,546	5	1025	23	163,0	32			1	4		57	11	27
310	2,960	3	867	20	283,7	5	6	72				19	3	
320	4,944	3	1425	9	282,5	16	28	47				17	2	6
330	6,244	4	831	7	275,5	15	—	39				46	8	7
412	29,412	21	564	9	581,0	6	42	45		1		11	1	
423	10,804	8	497	14	577,4	12	19	51	3		8	16	3	
433	21,276	14	548	13	493,2	9	31	21			3	29	11	5
434	2,780	3	742	13	522,8	6	10	11				51	21	7
443	4,492	5	425	22	459,0	27	11	2			5	25	43	14
513	6,992	9	428	6	633,0	13	61	21	5			13		
514	31,352	36	440	7	611,4	5	55	27	3			12	2	1
533	9,968	9	350	11	643,6	10	38	23				36	2	1
535	7,596	8	469	10	424,3	12	5	32				55	4	4
Tot.	183,534	157	616		461,5		36	31	1	1	1	21	6	3

2. Bonitierung, Eingang in die Ertragstafel

a) Grob:

Maximal erreichbare Höhe etwa 42 m. Da anzunehmen ist, daß dann das Höhenwachstum eingestellt wird bzw. nur noch sehr langsam vor sich geht, kann diese Höhe mit den maximal in der Ertragstafel erreichten Oberhöhen verglichen werden.

Folgerung: Tanne Höhenklasse 22 (Badoux)

Fichte Höhenklasse 26 (Badoux)

b) Nach Bestandestypen:

Ausgewählte Bestandestypen

BT	Fläche ha	Probe- fläche Stück	Stamm- zahl/ha Stück	Stand. Fehler ‰	Vorrat /ha m³	Stand. Fehler ‰	Basal- fläche m²	Mittel- durchm. cm	Vorratsanteile				V/G	* Dm 100 cm	Ober- höhe m
									‰ Fi	‰ Ta	‰ div.	‰ Lbh			
412	29,412	21	564	9	581,0	6	41,97	30,75	42	45	1	12	13,84	45,0	32,0
423	10,804	8	497	14	577,4	12	41,52	32,60	19	51	11	19	13,91	51,7	33,0
513	6,992	9	428	6	633,0	13	44,14	36,20	61	21	5	13	14,34	53,5	35,0
514	31,352	36	440	7	611,4	5	42,56	35,10	55	27	3	15	14,37	54,5	35,0

Die Oberhöhe wurde einerseits mit Hilfe von V/G bestimmt, andererseits wurde der durchschnittliche Durchmesser der 100 stärksten Bäume pro ha (* Dm 100) für die oben angeführten Bestandestypen bestimmt und damit in der Höhenkurve (pro Bestandestyp) die Oberhöhe abgelesen. Die angeführte Oberhöhe ist das Mittel der beiden.

Da das durchschnittliche Alter der Bestandestypen nicht bekannt ist, werden für den Eingang in die Ertragstafel funktionelle Zusammenhänge ohne explizite Verwendung des Alters benützt, und zwar die folgenden:

$$\begin{aligned} \text{Vorrat} &= f(H_{\text{dom}}) \\ \text{Basalfläche} &= f(H_{\text{dom}}) \\ \text{Mitteldurchmesser} &= f(H_{\text{dom}}) \\ \text{Vorrat} &= f(\text{Mitteldurchmesser}) \end{aligned}$$

Bei gleicher Oberhöhe wird eine, die Ertragstafelangaben weit überschreitende Basalflächenhaltung (bzw. Vorratshaltung) einen niederen Mitteldurchmesser zur Folge haben und analog für kleinere Basalfläche einen größeren. In einer graphischen Darstellung dieser Ertragstafelzusammenhänge werden die Angaben für die ausgewählten Bestandestypen eingefügt und die daraus resultierenden Bonitäts- und Altersbestimmungen in einer Tabelle zusammengefaßt. Die Übersicht über die Resultate zeigt ein Pendeln um einen mittleren Wert, der dem Ertragstafelbestand entsprechen würde.

Tabelle der Einstufungen nach den vier verschiedenen Funktionen

Typ	$V = f(H_{\text{dom}})$		$B = f(H_{\text{dom}})$		$\text{Mittel-} \\ \text{durchm.} = f(H_{\text{dom}})$		$V = f(\text{Mittel-} \\ \text{durchm.})$	
	Höhen- klasse	Alter	Höhen- klasse	Alter	Höhen- klasse	Alter	Höhen- klasse	Alter
412	28	60	26 ⁴ / ₅	60	32	55	28 ¹ / ₅	58
423	24	80	24 ⁴ / ₅	70	28	60	26	65
513	24 ³ / ₄	80	28 ¹ / ₂	65	28	68	26 ¹ / ₃	70
514	22 ³ / ₄	90	26	78	30	62	26	70

Folgerung:

Typ	Höhenklasse	Alter
412	26–28	60
423	26	65
513	26–28	70
514	26–28	70

Bei allen Typen wurde die Fichtenertragstafel für die Bonitierung verwendet. Es besteht dadurch die Möglichkeit, daß die Bonitierung etwas zu hoch ist. * Der Bonitätsrahmen wird daher vorsichtig an der untern Grenze gewählt.

* Tannenanteil

Festlegung der Bonität:

<i>Art</i>	<i>Höhenklasse</i>
Fi	26
Ta	24
Bu	22

3. Vergleich der zur Bonitierung verwendeten Bestandestypen mit der Ertragstafel

<i>Bestandes-Charakteristiken</i>	<i>Bestandestypen und Ertragstafel</i>									
	412	<i>ET</i> 25/60 28/60		423	<i>ET</i> 26/60 26/70		513	<i>ET</i> 26/70 28/70		514
Stammzahl	564	587	531	497	587	444	428	444	401	440
Oberhöhe	32,0	30,3	32,5	33,0	30,3	33,4	35,0	33,4	35,7	35,0
Basalfläche	42,0	40,3	42,5	41,5	40,3	42,0	44,1	42,0	44,1	42,6
Mitteldurchm.	30,8	29,6	31,9	32,6	29,6	34,7	36,2	34,7	37,4	35,1
Vorrat	581,0	530,0	597,0	577,4	530,0	604,0	633,0	604,0	671,0	611,4

4. Altersstruktur

Das Alter der einzelnen Bestandestypen wurde durch Vergleich ihrer Stammzahlverteilungen mit derjenigen der Ertragstafeln Badoux für Fichte (Höhenklasse 26) und Buche (Höhenklasse 22) bestimmt.

<i>Alterszuordnung</i>					
<i>Typ</i>	<i>Ertragstafel</i>	<i>Alter</i>	<i>Typ</i>	<i>Ertragstafel</i>	<i>Alter</i>
100		—			
210	Fi	25	412	Fi	60
220	Fi	35	423	Fi	65
230	Bu	40	433	Fi	60
240	Bu	25	434	Bu	60
			443	Bu	90
310	Fi	40			
320	Fi	30	513	Fi	75
330	Bu	50	514	Fi	90
			533	Fi	90
			535	Bu	110

Der Typ 100 ist noch sehr stark mit Überhältern besetzt.

Einteilung in Altersklassen

Altersklassen	Typen	Fläche	
		ha	%
0— 20	100	12,800	7
20— 40	210, 220, 240, 320	32,730	18
40— 60	230, 310, 330	13,332	7
60— 80	412, 423, 433, 434, 513	71,264	39
80—100	443, 514, 533	45,812	25
> 100	535	7,596	4

Dem heutigen Zustand der Waldungen zufolge, scheinen Eingriffe zur Einleitung der Verjüngung etwa ab 80 Jahren zu erfolgen. Die Verjüngung wird dann innerhalb 30 bis eventuell 40 Jahren abgeschlossen. Der neue Bestand ist gleich in die Altersklasse 20—40 einzuteilen. Die Typen 535 und 100 gehören eigentlich zusammen und weisen nur graduelle Unterschiede in der Phasenentwicklung auf. Die rechnerische Umtriebszeit beträgt dabei also etwa 100 Jahre.

Die Unausgeglichenheit der Altersstruktur muß zu einem wesentlichen Teil auf die Klassenbildung und die geringe Waldfläche, die die Ausscheidung nur weniger Bestandestypen ermöglichte, zurückgeführt werden. Die prägnante Übervertretung der Klasse 60—80 ist zum Beispiel ausschließlich auf die reichlich vertretenen 60jährigen Bestände (53,468 ha) zurückzuführen. Die Waldungen dürften sich also wesentlich näher der Nachhaltigkeit befinden, als nach der Altersstruktur angenommen werden könnte.

5. Gesamtplanung

Die Planung ist nur in großen Zügen skizziert und erfüllt die Anforderungen, die an eine Übersicht gestellt werden können. Alle Modellüberlegungen beruhen darauf, daß nach einem 40jährigen Verjüngungszeitraum ein junger Bestand mit dem Aspekt eines 20jährigen begründet ist.

Bestandestypen in der Verjüngungsphase:

443, 514, 533, 535, 100; Fläche: 66,208 ha = 36 %; Modell 40 %

Die Fläche der Bestandestypen in der Verjüngungsphase ist leicht unterbesetzt, wenn eine Umtriebszeit von 100 Jahren angenommen wird.

Für die Weiterführung der Bewirtschaftung ergeben sich nach Festlegung der Umtriebszeit verschiedene Alternativen.

Alternative I:

Umtriebszeit: 120 Jahre; Verjüngung 15,294 ha/10 Jahre

<i>Altersklassen</i>	<i>Prognosen</i>			
	<i>1988</i>	<i>2008</i>	<i>2028</i>	<i>2048</i>
0— 20	30,588	30,588	30,588	30,588
20— 40	20,396	30,588	30,588	30,588
40— 60	32,730	20,396	30,588	30,588
60— 80	13,332	32,730	20,396	30,588
80—100	71,264	13,332	32,730	20,396
100—120	15,224	55,900	13,332	32,730
120—140			25,312	8,056

Alternative II:

Umtriebszeit 100 Jahre; Verjüngung 18,353 ha/10 Jahre

<i>Altersklassen</i>	<i>Prognosen</i>		
	<i>1988</i>	<i>2008</i>	<i>2028</i>
0— 20	36,706	36,706	36,706
20— 40	20,396	36,706	36,706
40— 60	32,730	20,396	36,706
60— 80	13,332	32,730	20,396
80—100	71,264	13,332	32,730
100—120	9,106	43,664	13,332
120—140			6,958

Die Alternative I zeigt, daß schon in 60 Jahren im Maximum 160jährige Bäume, und zwar auf einer Fläche von 30,588 ha (0—20) vorhanden sein werden, wenn auch nur in lockerem Schluß. Dazu kommt noch, daß die 120—140 Jahre alten Bestände sehr reichlich vertreten sein werden. Bei Anwendung der Alternative II wird diese Überalterungserscheinung wesentlich abgeschwächt, es scheint daher zweckmäßig, wenigstens für die nächste Wirtschaftsperiode nach der Alternative II vorzugehen. Nachher muß das Modell wiederum überprüft und angepaßt werden.

6. Planung 1968 bis 1978

Der Hiebsatz wird nur überschlagsmäßig geschätzt, seine genaue Festlegung muß in Zusammenhang mit der Einzelplanung erfolgen.

Räumung BT	535	7,596 ha à 424,3 m ³	3 223 m ³
² / ₅ BT	533	9,968 ha à 643,6 m ³	2 566 m ³
² / ₅ BT	514	31,352 ha à 611,4 m ³	7 667 m ³
² / ₅ BT	443	4,492 ha à 459,0 m ³	825 m ³
Insgesamt		26,408 ha	14 281 m ³
* Restfläche		130,126 ha à 80 m ³	10 410 m ³
Total			24 700 m ³

Hiebsatz = 2470 m³/Jahr 13,6 m³/Jahr und ha

7. Modellüberlegungen

Die Modellüberlegungen verfolgen den Zweck, eine weitere Absicherung der Gesamtplanung zu geben. Der Holzartenanteil am Vorrat ist dabei wie folgt festgesetzt:

Fi 40%, Ta 40%, Bu 20%

Für verschiedene Umtriebszeiten werden Alternativmodelle gerechnet:

Alternative I:

U = Fi 120, Ta, 150, Bu 120

	Hilfsmodell		Um- rechnungs- faktor	Modell			
	ha	m ³		Vorratsverteilung		Flächenverteilung	
				m ³	%	ha	%
Fi 26	12	5320	12,000	31 840	40	71,819	39
Ta 24	15	8908	8,958	31 840	40	53,613	29
Bu 22	12	3288	9,708	15 920	20	58,102	32
Total			30,666	79 600	100	183,534	100

Vorrat bei Nachhaltigkeit 433,7 m³/ha

Ertragsfähigkeit

Baumarten	Altersdurchschnitts- zuwachs m ³	Nachhaltiger Zuwachs m ³
Fi	14,5	
Ta	15,5	
Bu	9,5	
Total		24 243,460

Zuwachs bei Nachhaltigkeit 12,7 m³/ha

* ohne die gesamten Verjüngungsflächen (also ⁵/₅)

Alternative II:

U = Fi 100, Ta 120, Bu 120

	<i>Hilfsmodell</i>		<i>Um- rechnungs- faktor</i>	<i>Modell</i>			
	<i>ha</i>	<i>m³</i>		<i>Vorratsverteilung</i> <i>m³ %</i>		<i>Flächenverteilung</i> <i>ha %</i>	
Fi 26	10	3806	10,000	28 622	40	75,203	41
Ta 24	12	6122	7,460	28 622	40	56,102	31
Bu 22	12	3288	16,945	14 311	20	52,229	28
Total			24,405	71 555	100	183,534	100

Vorrat bei Nachhaltigkeit 389,9 m³/ha

Ertragsfähigkeit

<i>Baumarten</i>	<i>Altersdurchschnitts- zuwachs m³</i>	<i>Nachhaltiger Zuwachs m³</i>
Fi	15,1	
Ta	17,1	
Bu	9,5	
Total		25 910,85

Zuwachs bei Nachhaltigkeit 14,1 m³/ha

Der vorgeschlagene Hiebsatz liegt eher etwas höher, als nachhaltig zu erwarten wäre, dies beruht jedoch auf der nicht ausgeglichenen Verteilung der Waldfläche auf die Altersklassen sowie darauf, daß die Verjüngung des Bestandestyps 535 beschleunigt erfolgen soll. Es wird dabei auch der in der Alternative II (Gesamtplanung) vorgesehene Flächenanteil zur Verjüngung überschritten, was jedoch bei der Formulierung der Alternative stillschweigend eingeplant war.

8. Schlußbemerkungen

Es kann im Zusammenhang mit dieser Arbeit nicht genug deutlich darauf hingewiesen werden, daß die Gesamtplanung zur Festlegung des Hiebsatzes nicht genügend ist, sondern nur mit einer Einzelplanung zusammen ihren wirklichen Aussagewert erhält. Sie wird dann besonders wertvolle Hinweise geben können in bezug auf die zukünftige Entwicklung der Wäldungen bei einem aufgrund der Einzelplanung ermittelten Hiebsatz. Die Gesamtplanung kann aber ohne weiteres für eine Beurteilung des Betriebes in bezug auf die langfristigen Ertragsmöglichkeiten verwendet werden.

Résumé

L'utilisation de modèles en aménagement global des forêts

Les forêts de la commune bourgeoise de Wynau BE ont été inventoriées à l'aide d'un échantillonnage par placettes permanentes exécuté selon les conseils de l'Institut fédéral de recherches forestières. L'exposé présente les résultats de cet inventaire. De plus, l'auteur essaye d'analyser la situation de l'entreprise forestière en question par comparaison avec les indications des tables de production de E. Badoux et de pronostiquer différentes évolutions possibles. L'étude n'entre pas dans les détails, elle ne donne qu'un aperçu général du problème.

Traduction Farron