

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 134 (1983)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Waldentwicklung und Zuwachs  
**Autor:** Dolf, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767239>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

# Waldentwicklung und Zuwachs

Von *Thomas Dolf*, Domat/Ems

Oxf.: 622:612:(494.26)

Die Unterlagen für die Erfassung und Beurteilung der Waldentwicklung liefert uns die Forsteinrichtung mit den Wirtschaftsplänen. Die systematische Forsteinrichtung begann in Graubünden vor rund 100 Jahren. Mit rund 280 Wirtschaftsplänen, wovon 75 % neben der Ersteinrichtung 2 bis 5 Revisionen, das heisst Vergleichszahlen über Zeiträume von 40 bis 100 Jahren, ausweisen, besitzen wir heute über weite Teile des Kantons aussagekräftige Unterlagen.

In den nachfolgenden Ausführungen soll in kurzer Form dargestellt werden, welche Auskünfte bezüglich Waldentwicklung und Zuwachs im Kanton vorliegen und wie diese weiterverfolgt werden.

## 1. Waldentwicklung

Zur Erfassung der Waldentwicklung stützt sich die Forsteinrichtung neben der reinen Waldflächenermittlung vor allem auf die Inventarisierung der Holzvorräte. Diese müssten gemäss Einrichtungsinstruktion in Intervallen von normal 20 Jahren durch Neuaufnahmen revidiert werden, womit das Erkennen von Waldentwicklungen möglich wird.

Es versteht sich, dass die Aufnahmeverfahren im Verlaufe von rund 100 Jahren verändert wurden, womit die Vergleichsmöglichkeiten teilweise erschwert sind. Aber schon frühzeitig setzte sich bei der Vorratsermittlung die stammweise Kluppierung ab 16 cm Brusthöhendurchmesser durch, vorerst nach 2-cm-Stufen und seit 1938 im ganzen Kanton einheitlich nach 4-cm-Stufen. Bis vor wenigen Jahren war das Prinzip der Vollkluppierung (Aufnahme aller Stämme über 16 cm  $\varnothing$ ) verbindlich. Seit der neuen kantonalen Einrichtungsinstruktion vom Jahre 1978 wird allgemein das Stichprobenverfahren mit variablen Stichprobenzentren angewandt. Die Vorratsdarstellung ab 16 cm Durchmesser und in 4-cm-Stufen ist bei der Vollkluppierung und den Stichproben die gleiche, so dass die Beobachtung der

Waldentwicklung gewährleistet ist, wobei eine gewisse Fehlerbreite bekannt und geduldet ist.

Für die Beurteilung der Waldentwicklung nach Vorratsinventaren werden folgende Grundwerte erfasst: Stammzahl, Masse, Vorrat pro Hektare, Mittelstamm, Holzartenvertretung und Stärkeklassenverhältnis. Beim gleichen Waldeigentümer werden die Aufnahmen nach Abteilungen unterteilt. Dies sind Bewirtschaftungseinheiten, die je nach Produktionsgebieten durchschnittlich zwischen 10 bis 30 ha variieren. Je nach Grösse des Gesamtwaldes sind die Waldabteilungen zu einer oder mehreren Betriebsklassen zusammengefasst (Waldflächen von durchschnittlich 80 bis 150 ha). Dank der Unterteilung dieser Aufnahmeeinheiten lässt sich die Waldentwicklung differenziert ansprechen.

Als Beispiel für die Aussagen der Waldinventare seien in *Tabelle 1* die Resultate vom Gesamtwald der Gemeinde Bonaduz für die Zeitspanne von 1902 bis 1970 dargestellt.

*Tabelle 1.* Gesamtwald der Gemeinde Bonaduz 1902 bis 1970.

<i>Aufnahmejahr</i>	1902	1923	1938	1954	1970
Stammzahl, Stück	228 965	215 502	234 329	226 158	246 084
Masse Tfm	172 094	191 209	208 666	204 457	240 236
Vorrat pro ha Tfm	238	265	291	272	314
Mittelstamm Tfm	0,75	0,89	0,89	0,90	0,98
Holzarten Tfm in %					
Fichte	53	51	50	50	49
Tanne	23	22	19	18	17
Lärche	3	3	5	4	4
Föhre	18	19	18	18	17
Laubholz	3	5	8	10	13
Stärkeklassen Tfm in %					
I. Stkl. (16–21 cm)			11	10	9
II. Stkl. (22–35 cm)			22	22	22
III. Stkl. (36–51 cm)			38	37	36
IV. Stkl. (52 u. m.)			29	31	33
Hiebsatz pro Jahr Tfm	2750	2950	3600	3200	4200
Nutzung Mittel pro Jahr Tfm	3020	2791	4260	3089	

Die aus *Tabelle 1* ablesbare Waldentwicklung ist bereits vielseitig: Relativ geringe Zunahme der Stammzahl mit deutlicher Zunahme des Mittelstammes, stark angestiegener Gesamtvorrat und Vorrat pro Hektare mit erkennbarem Einfluss der Übernutzungen während des letzten Krieges, Verlagerung in der Holzartenvertretung, abnehmende Tendenz beim Anteil von Fichte und Tanne, starker Anstieg des Anteils von Laubholz (zu 99 % Buche), Veränderungen beim Stärkeklassenverhältnis, Rückgang bei der I. und III. Stärkeklasse, starke Verlagerung zum Starkholz in der IV. Stärke-

klasse. Für detailliertere Beurteilung über das Wie und Wo der Entwicklungen können die Resultate in den Abteilungen und Betriebsklassen herangezogen werden.

Die Zunahme der Vorräte und die Verlagerung zum Starkholz ist eine Entwicklung, die mehr oder weniger im ganzen Kanton festgestellt wird. Es entspricht dies der forstlichen Zielsetzung um die Jahrhundertwende, die nach den ausbeuterischen Holznutzungen des letzten Jahrhunderts, wo Fortbestand und Produktion der Wälder gefährdet waren, einen allgemeinen Vorratsaufbau anstrebte. Die Vorratszunahme ist aber auch das Resultat eines Reservedenkens von Forstdienst und Waldbesitzern, das speziell in Gebirgsgegenden durch Rücksichten auf unvorhersehbare Naturschäden (Lawinen, Schneedruck, Sturmschäden) geprägt ist und aus Erfahrungen mit Mehrnutzungsverpflichtungen in Kriegszeiten entstand. Während die reinen Vorratszunahmen eher positiv aufgenommen wurden, hat die starke Verlagerung zum Starkholz Alarmsignale gesetzt, indem sich bezüglich der Waldentwicklung für den Nachschub aus den unteren Stärkestufen zukünftige Lücken abzeichnen. Als Reaktion darauf wurden in den letzten 20 Jahren im allgemeinen die Hiebssätze deutlich angehoben (durchschnittlich um 10 bis 15 %), um damit Spielraum für die Waldverjüngung zu erhalten.

Die vorangehenden, gedrängten Interpretationen der Waldentwicklung zeigen in groben Zügen deren grosse Bedeutung für das Erkennen von Ursachen und Folgen für die langfristige und nachhaltige Waldentwicklung und Waldbewirtschaftung.

Da der Wald eine komplexe Lebensgemeinschaft ist, entstand naturgemäss das Bedürfnis, die Unterlagen für die Beobachtung der Waldentwicklung zu erweitern und zu verfeinern. Vorerst wurden als Instrument zur Lenkung der Waldentwicklung die Vorratsrichtwerte nach den wichtigsten Waldgesellschaften differenziert. Dann fand um 1960 als Beobachtungsmittel die Bestandeskarte mit Ausscheidung von Bestandestypen nach Form und Aufbau immer mehr Eingang in die Wirtschaftspläne, womit neben der quantitativen auch die qualitative Waldentwicklung besser angesprochen werden kann. Die Einführung der Stichprobenmethode erweiterte die Möglichkeiten für die Grundlagenbeschaffung nochmals wesentlich. Hervorgehoben seien die Auszählung der Stämme bereits ab 8 cm Brusthöhen-durchmesser, die flächenmässige Erfassung von Jungwuchs, Dickungen und Beständen mit Verjüngung. Gerade diese Informationen verbessern die Auskünfte zu den vorher erwähnten Problemen der Überdotierung des Starkholzes in den Waldbeständen und zu den Fragen des Nachwuchses in die untersten Stärkestufen. Daneben können mit den Stichproben Kriterien wie Stabilität der Bestände, Wildschäden usw. angesprochen werden, alles Faktoren, die für die Waldentwicklung wichtig sind.

Zusammenfassend darf gesagt werden, dass der Kanton Graubünden mit den langjährigen Vorratsinventaren bereits ein vielseitiges Zahlenmaterial

besitzt und dass die Grundlagen mit neuen Methoden und Hilfsmitteln ständig verbessert werden, im Interesse der langfristigen Walderhaltung und Waldförderung.

## 2. Zuwachs

Der Zuwachs ist eine der wichtigsten Grössen in der Waldwirtschaft. Als Grundeinheit stehen im Vordergrund der Zuwachs pro Hektar und Jahr in Tariffestmetern ( $Zha + J$ ) und der Zuwachs pro Jahr in Prozenten des Anfangsvorrates ( $Z\%$ ). Da die fortlaufend produzierte Holzmasse für die jährliche Nutzungsmenge (Hiebsatz) und damit für den wirtschaftlichen Ertrag wichtig ist, kommt der zuverlässigen Erfassung und Kenntnis des Zuwachses grosse Bedeutung zu. Der Kanton Graubünden hat sich betreffend Zuwachsberechnung schon frühzeitig für die Kontrollmethode mit der Näherungsformel

$$Z = V2 + S - V1 - E$$

entschieden. Dabei bedeuten:  $Z$  = Zuwachs,  $V1$  = Anfangsinventar,  $V2$  = Endinventar,  $S$  = Summe der Nutzungen zwischen den beiden Inventaren und  $E$  = Einwuchs (Masse der Stämme, die während der Zuwachsperiode über die Durchmesserchwelle von 16 cm hineinwachsen). Masseinheit für alle Werte ist der Tariffestmeter (Annäherungskubatur am stehenden Baum gemessen).

Wichtig für die Zuwachsberechnung nach obiger Formel ist, dass Inventar und Nutzungen nach den gleichen Prinzipien gemessen und berechnet werden, und die Zuwachsresultate sind um so besser, je genauer Messung und Kontrollführung erfolgen.

Da die Formel nur relativ genaue Werte liefert, wird normalerweise die Zuwachsberechnung auf die Betriebsklassen und den Gesamtwald beschränkt. Mit den grösseren Flächeneinheiten reduziert sich in der Regel die Fehlerbreite.

Aus dem umfangreichen Zahlenmaterial des ganzen Kantons, das zum Teil durch mehrfache Revisionen erhärtet ist, zeichnen sich für grössere Regionen Zonen verschiedener Zuwachsleistung ab. Am Zuwachs pro Hektar und Jahr dargestellt, finden wir zum Beispiel für die wuchskräftige Region des Vorderrheintales im Vergleich zur zuwachsschwächeren Region des Engadins folgende Zuwachsleistungen nach Gemeinden:

### *Vorderrheintal:*

um 6,0	Tfm	Schleuis, Ruschein, Strada
” 5,5	”	Bonaduz, Ilanz, Siat
” 5,0	”	Domat/Ems, Sevgein, Luven

- ” 4,5 ” Versam, Schnaus, Surcuolm, Rueun, Panix, Obersaxen
- ” 4,0 ” Flims, Laax
- ” 3,5 ” Trin, Valendas, Sagogn, Falera, Castrisch, Ladir
- ” 3,0 ” Felsberg, Tamins

*Engadin:*

- um 2,5 Tfm Tschlin, Ramosch, Tarasp, Ardez
  - ” 2,0 ” Ftan, Guarda, Sent, Lavin, Susch
  - ” 1,5 ” Scuol, S-chanf
  - ” 1,2 ” Zernez, Zuoz, Madulain, La Punt, Bever, Celerina
- wenig über  
0,5 Tfm Samedan, Pontresina

Eine nähere Analyse, die an dieser Stelle zu umfangreich würde, könnte viele natürliche Gründe für die unterschiedlichen Zuwachsleistungen aufzeigen, die bei den zwei Zusammenstellungen auf den ersten Blick nicht immer verständlich sind. Sie finden meist ihre Erklärung, wenn Geologie, Boden, Klima, Exposition, Waldgesellschaften und Vorratsverhältnisse bei der Beurteilung mitberücksichtigt werden. Ähnliche Zuwachsreihen lassen sich für die Regionen Prättigau, Davos, Albulatal, Hinterrheintal usw. aufstellen. Gesamthaft kann gesagt werden, dass der Zuwachs im Kanton Graubünden in den Grössenordnungen erfasst und bekannt ist.

In einer Reihe von Gemeinden wurde der Zuwachs auch über den Kreisflächenzuwachs der Stämme nach Stärkestufen berechnet. Diese Methode

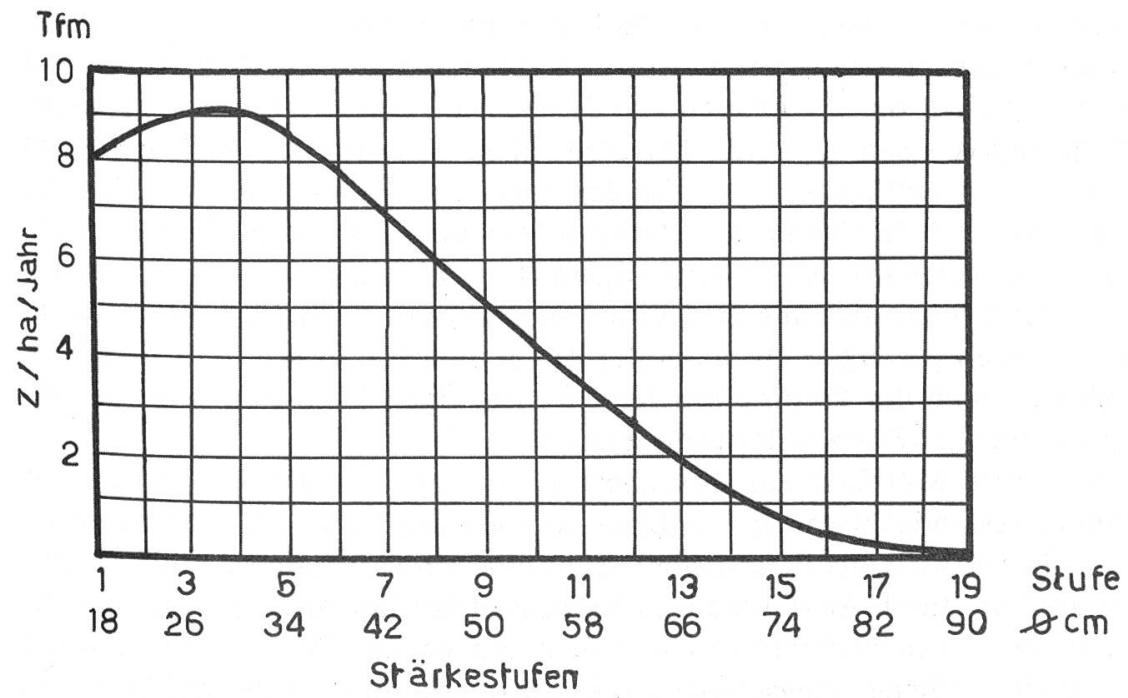


Abbildung 1. Zuwachs pro Hektar und Jahr nach Stärkestufen, Gemeindewald Bonaduz 1954/70.



erlaubt Einblicke in andere Gesetzmässigkeiten des Zuwachses. So zeigt zum Beispiel der Gesamtwald von Bonaduz bezüglich Zuwachs pro ha und Jahr die in *Abbildung 1* aufgezeichnete Kurve der Zuwachsleistungen nach Stärkestufen.

Die Zuwachsleistung ist in den Stärkestufen 1 bis 4 gross und ansteigend, fällt dann aber gegen die höheren Stufen schnell ab.

Zum besseren Verständnis einiger Zusammenhänge aus der Kurve in *Abbildung 1* seien einige Zahlenwerte, nach Stärkeklassen zusammengefasst, angeführt (Tabelle 2).

Tabelle 2.

	$V/ha$ $Tfm$	$V\%$ $Tfm$	$Z/ha+J$ $Tfm$	$Z\%$ $Tfm$	$Z/Stkl.$ $In\% \text{ von } Z$
I. Stkl. (16–21 cm)	28	10	1,05	3,75	19
II. Stkl. (22–35 cm)	61	23	1,71	2,80	31
III. Stkl. (36–51 cm)	100	37	1,76	1,76	32
IV. Stkl. (52 u. m.)	82	30	0,99	1,21	18
Total	271	100	5,51	2,03	100

Das Zuwachsprozent (Z %) nimmt von der I. zur IV. Stärkeklasse stark ab, die effektive Zuwachsleistung in Tariffestmetern ist aber in der II. und III. Stärkeklasse am höchsten. Es ergibt sich daraus eine Abhängigkeit des Zuwachses vom Stärkeklassenverhältnis des Holzvorrates. Ebenso lässt sich daraus schliessen, dass der Zuwachs keine feste Grösse ist und mit der Vorratzzusammensetzung variiert, wobei zusätzlich Standort, Waldgesellschaft usw. mitspielen. Beim Vergleich von Zuwachsleistungskurven in verschiedenen Betriebsklassen kommen Differenzen in den Grössenordnungen zum Ausdruck; ihr Verlauf weist aber in der Regel eine Parallelität auf, indem die Kulmination in der Nähe der Stärkestufe 4 liegt. Stärkere Abweichungen lassen sich meist aus extrem einseitigem Bestandaufbau erklären. Für den Wirtschaftler leiten sich aus der Zuwachsberechnung nach Stärkestufen wichtige Schlussfolgerungen ab, indem er mit seinen Eingriffen in die Waldentwicklung neben der kontinuierlichen, nachhaltigen Walderhaltung auch die Optimierung der Zuwachsleistung anstrebt.

Als dritte Methode zur Zuwachsbestimmung, die aber im Kanton nur selten angewendet wird, sei die Berechnung mittels Zuwachsbohrungen erwähnt. Dabei wird aus Bohrspänen, die radial am stehenden Baum entnommen werden, durch Auszählen und Abmessen der Jahrringe der Zuwachs ermittelt. Beim Einzelstamm erhält man damit genaue Werte, und es lassen sich auch zeitliche Zuwachsschwankungen erkennen. Für Waldbestände sind relativ viele Probestämme notwendig, damit die Streuung der Resultate

ausgeglichen wird und die Aussage über den Zuwachs zuverlässig ist. Die Methode ist für Waldbestände aufwendig und hat den Nachteil, dass sie viele kleine Baumverletzungen bedingt.

Abschliessend sei zusammengefasst: In Graubünden erfolgt die Zuwachsberechnung normalerweise nach der Formel  $Z = V_2 + S - V_1 - E$ ; daneben wird die Methode mit dem Kreisflächenzuwachs nach Stärkestufen angewendet und nur selten die Methode mit den Zuwachsbohrungen. Die Grössenordnungen des Zuwachses sind für die meisten Teile des Kantons gut bekannt und mit langjährigen Zahlenunterlagen belegt.

## Résumé

### Dynamique forestière et accroissement

L'aménagement forestier fournit les éléments qui permettent d'étudier la dynamique des forêts. A l'aide d'un exemple, l'auteur décrit quelques tendances généralisées aux Grisons: augmentation du matériel sur pied avec un nombre de tiges stable ou en baisse, accroissement du volume de la tige moyenne, diminution dans la première classe de diamètre et augmentation dans la quatrième classe. Les accroissements déterminés correspondent très bien à une répartition régionale, qui dépend fortement de l'altitude, de l'exposition et de la géologie du sous-sol.

Traduction: *V. Pleines*



