



Arbeitsgruppe Waldplanung und –management  
Groupe de travail planification et gestion des forêts  
Gruppo di lavoro pianificazione e gestione del bosco

# INFOBLATT 2 | 2016

## INHALT

<b>In eigener Sache</b>	<b>1</b>
Jahrestagung im Malcantone	1
Veranstaltungen 2017	3
3. Konferenz Waldplanung 2017	3
Planfor: nouveautés depuis juin 2016	4
<b>Aus Forschung und Lehre</b>	<b>5</b>
Von der Ertragstafel bis zum Modell SiWaWa: Hilfsmittel zur Schätzung ertragskundlicher Kenngrössen für die forstliche Praxis	5
Paul Schmid-Haas	11
<b>Aus dem LFI</b>	<b>11</b>
LFI-Umfragen 2017/18	11
<b>Aus den Kantonen</b>	<b>12</b>
Methodenvergleich Totholzaufnahmen: Kantonale Inventur (Kanton ZG) – LFI	12
Désigner des arbres-habitats : un marteloscope pour s’y entra�ner	14
Verwendung von Laserscanning Daten in der Waldplanung im Kanton Graubünden – eine Beurteilung des Nutzens	17
<b>Aus dem BAFU</b>	<b>22</b>
Aktuelle Informationen	22
Projekte im Bereich Waldplanung	23
Personelles	24
<b>Publikationen</b>	<b>25</b>
<b>Veranstaltungen</b>	<b>26</b>

## IN EIGENER SACHE

### Jahrestagung im Malcantone

Die Jahrestagung der AG WaPlaMa fand am 28. Oktober 2016 im Tessin statt. 34 Teilnehmende folgten der Einladung, einen Einblick in die Waldplanung im Tessin zu erhalten und am Beispiel der Kastanienwälder besondere Waldbewirtschaftungsformen kennenzulernen, die im Tessin praktiziert werden und die im Zusammenhang mit der Energiestrategie, der Landschaftsgestaltung oder dem Klimawandel auch für die Waldbewirtschaftung nördlich der Alpen Anregungen vermitteln können.



Die AG wurde in Cademario von den Vertretern und Vertreterinnen des Patriziato di Cademario empfangen und durch den Wald geführt. Wir möchten uns an dieser Stelle für die ausserordentliche Gastfreundschaft und das beeindruckende Engagement für den Wald beim Patriziato und beim Forstdienst des Kantons Tessin ganz herzlich bedanken.

*In der Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen vom März 2017 wird ein Bericht über die Tagung folgen.*

## Jahresversammlung 2016

An der Jahresversammlung der AG Waldplanung und –management, die von Denise Lüthy geleitet wurde, wurden die Aktivitäten des Jahres 2016 rekapituliert sowie das Programm für 2017 vorgestellt.

Tätigkeiten der Arbeitsgruppe im Jahr 2016 waren:

- Betrieb und Verbesserungen Internetplattform [www.planfor.ch](http://www.planfor.ch)
- Zwei Ausgaben des Infoblattes, das allen zur Verfügung steht, die im Bereich Waldplanung Informationen weitergeben wollen.
- Betrieb Netzwerk "Wissen Waldplanung Schweiz"
- Jahrestagung 2015 mit Studienreise Nancy (Leitung Max Bruciamacchie)
- Weiterbildungsveranstaltung "Waldwachstumsmodelle: Ersatz für Ertragstabellen in der forstlichen Praxis?" vom 22.03.2016 in Bremgarten AG
- Kurs "Bedeutung und Nutzung neuer Technologien für die Waldbewirtschaftung" vom 20.04.2016, HAFL
- Mitwirkung bei Projekten Waldplanung von Bafu und KOK, Wissensaustausch und Kontaktpflege mit Institutionen CH und Ausland

Im Jahr 2017 ist ein besonders reichhaltiges Programm geplant, in der ersten Jahreshälfte stehen zwei Fortbildungen in Zusammenarbeit mit der Fortbildung Wald und Landschaft auf dem Programm (siehe [www.fowala.ch](http://www.fowala.ch)).

Im Herbst werden die Jahrestagung in Maienfeld zum Thema "Betriebliche Planung im Gebirge" sowie die dritte Konferenz Waldplanung zum Thema "Nachhaltige Waldverjüngung: Was wir wissen. Planungsgrundsätze zur natürlichen Waldverjüngung" stattfinden.

Des Weiteren werden der Betrieb von [www.planfor.ch](http://www.planfor.ch) sowie das Infoblatt weitergeführt, die nächste Ausgabe erscheint Ende Juni 2016.

*Die AG WaPlaMa erlebte die beiden Bewirtschaftungsformen des Kastanienwaldes: Nach der Exkursion im dichten Stockausschlagbestand des Niederwaldes stand in der lichten Selve ein wunderbarer Aperó mit gerösteten Kastanien und einem Glas Rotwein bereit. Vielen Dank!  
(Fotos Beate Hasspacher)*



## Veranstaltungen 2017

### Kurs "Werkzeugkiste für die betriebliche Planung"

Im Seminar wird am Beispiel des Forstbetriebes der Burgergemeinde Bern ein Planungssystem für die Optimierung der biologischen Produktion im Wald vorgestellt, das eine zielgerichtete, effiziente und flexible Waldbewirtschaftung unterstützt. Dabei werden allgemein verfügbare Fernerkundungsdaten und an der HAFL entwickelte moderne Instrumente eingesetzt. Zur Dokumentation und Kontrolle der waldbaulichen Eingriffe werden zudem permanente "waldbauliche Weiserflächen" eingerichtet.

Referierende: Christian Rosset, Berner Fachhochschule HAFL, und Mitarbeitende

Ort: Bern  
Datum: Mittwoch, 26. April 2017

*weitere Informationen erscheinen auf [www.fowala.ch](http://www.fowala.ch)*

### Kurs "Kombination von Kontrollstichproben und Fernerkundung"

Heute stehen neben den terrestrischen Kontrollstichproben (KSP) immer mehr flächendeckende Fernerkundungsdaten zur Verfügung.

Das Thema des Montagskolloquiums vom 9. Januar lautet "Ist die Kombination der KSP mit Fernerkundungsdaten das perfekte Duo für die Bereitstellung von Waldinformationen im 21. Jahrhundert?"

Das folgende Methodenseminar dient der praktischen Vertiefung. Die Teilnehmenden werden anhand eines Workflows von der Aufbereitung der Geodaten bis hin zur statistischen Auswertung an die Thematik herangeführt.

Die Teilnehmenden arbeiten direkt am Computer anhand eines Beispieldatensatzes (ArcGIS, Statistiksoftware R). Der Workflow ist als mögliches Grundgerüst für die systematische Kombination von KSP- und Fernerkundungs-Daten zu verstehen. Er steht im Anschluss der Veranstaltung zur eigenen Weiterentwicklung zur Verfügung.

Der abschliessenden Diskussion wird ein grosser Stellenwert beigemessen.

Die Teilnehmenden

- lernen das generelle Vorgehen der Bestimmung von statistischen Beziehungen zwischen KSP und Fernerkundungsdaten kennen

- wenden das Gelernte am Beispiel des Waldparameters Vorrat an (Generieren einer Vorratskarte, Durchführen von Vorratsschätzungen für Managementeinheiten verschiedener Skalen)
- die Teilnehmenden entwickeln anhand der Umsetzung und dem Erfahren von Zusammenhängen die eigene Urteilsfähigkeit zu Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der Methoden.

Referierende:

Dr. Jochen Breschan und Andreas Hill, Institut für Terrestrische Ökosysteme (ITES), ETH Zürich  
Christian Ginzler, WSL

Ort: Zürich, ETHZ  
Datum: Donnerstag, 22. Juni 2017

*weitere Informationen erscheinen auf [www.fowala.ch](http://www.fowala.ch)*

### Jahrestagung "Betriebliche Planung im Gebirge"

Ort: Maienfeld  
Datum: Donnerstag, 19. Oktober 2017

## 3. Konferenz Waldplanung 2017

Die "Konferenz Waldplanung Schweiz" ist ein Forum für den Wissens- und Erfahrungsaustausch sowie für die systematische Weiterentwicklung des Wissens zur Waldplanung, welches periodisch von der AG WaPlaMa organisiert wird. Sie hat strategische Bedeutung für die Weiterentwicklung und die nationale und internationale Vernetzung.

Die dritte WaPlaMa-Konferenz Waldplanung wird sich dem Thema der nachhaltigen Waldverjüngung aus der Optik der Planung annehmen: Was wissen wir? Welche Grundlagen, Informationen und Erhebungsmethoden verwenden wir? Welche Informationen benötigen wir in der Waldplanung? Ausgehend von Erkenntnissen und Beispielen aus Forschung und Praxis aus dem In- und Ausland werden der aktuelle Ist-Zustand beurteilt und Planungsgrundsätze zur Waldverjüngung erarbeitet.

Titel: Nachhaltige Waldverjüngung:  
Was wir wissen. Planungsgrundsätze zur natürlichen Waldverjüngung.  
Ort: Grangeneuve (FR)  
Datum: Donnerstag, 23. November 2017

## Planfor: nouveau depuis juin 2016

*Iris Caillard, Abteilung Waldwissenschaften, Berner  
Fachhochschule HAFL*

Le site internet [www.planfor.ch](http://www.planfor.ch) comptera bientôt une rubrique supplémentaire. En plus des contenus déjà présents (résumés de publications, calendrier, supports des formations, annuaires de bureaux d'ingénieurs et autres), Planfor offrira à ses visiteurs un catalogue des outils développés pour la planification forestière. Financée par l'OFEV, cette rubrique "Outils" présentera les différents instruments de planification disponibles, ainsi que des cas d'utilisation concrets et des retours d'expérience. Les professionnels de la pratique seront ainsi en mesure d'estimer l'utilité des outils portés à leur connaissance grâce au site. Nous recevons aussi avec plaisir toute manifestation d'intérêt à participer au développement de cette nouvelle fonctionnalité via le formulaire de contact du site.

Depuis juin 2016, pas moins de 62 résumés d'articles ont été publiés sur [planfor.ch](http://planfor.ch).

Vous trouvez ci-après une sélection de trois résumés illustrant la diversité des thématiques traitées et le caractère transfrontalier de Planfor. N'hésitez pas à nous signaler des articles intéressants, des événements ou toute proposition d'amélioration !

*Deines T (2016). "Baustelle" Waldarbeit ? AFZ-Der Wald, 3, 43-45*

Heutzutage wird es immer wichtiger, eine gute Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit zu haben, die oftmals der Forstarbeit kritisch gegenübersteht. Um Konflikte zu vermeiden und Aufklärungsarbeit zu leisten, kann Kommunikation direkt am Ort des Geschehens geleistet werden, also direkt im Wald. Diesen Weg geht auch der Landesbetriebs ForstBW in Deutschland. Der Artikel stellt das entsprechende Kommunikationskonzept für eine erfolgreiche Waldkommunikation vor, wobei "Baustellenschilder" eine wichtige Rolle haben.

*Vanwijnsberghe S, Colson V, Granet A-M (2016). Pour une prise en compte raisonnée de la fonction récréative des massifs forestiers et des espaces naturels. Forêt Nature, 138, 46-55.*

L'article propose une méthode de planification de projets à vocation de loisir qui considère et hiérarchise les différents services écosystémiques et qui intègre la population par son aspect participatif. Les quatre phases de gestion d'un tel projet (phase d'analyses, de décision, de mise en œuvre et d'évaluation) sont détaillées et le concept de zonage récréatif est expliqué.

*Bürgi P, Thomas M (2016). Grundlagen zur Betriebsanalyse und Strategieentwicklung für Schweizer Forstbetriebe. Abschlussbericht.*

Um die vielfältigen gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald in einem dynamischen wirtschaftlichen Umfeld nachhaltig zu erfüllen, ist eine durchdachte Betriebsstrategie eine wichtige Voraussetzung. Eine mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt von der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften erarbeitete Studie liefert hierzu Grundlagen und Anwendungsbeispiele.

## Von der Ertragstafel bis zum Modell SiWaWa<sup>1</sup>: Wichtige Hilfsmittel zur Schätzung ertragskundlicher Kenngrößen für die forstliche Praxis

Jean-Philippe Schütz, emeritierter Professor für Waldbau ETHZ, Christian Rosset, HAFL, Zollikofen  
Denise Lüthy, Abteilung Wald ZH

### Entwicklungsgeschichte der aktuell gebräuchlichen Ertragstafeln

Das noch heute in der Praxis verwendete Ertragstafelwerk für die vier Baumarten Fichte, Buche, Tanne, Lärche entstand Ende der sechziger Jahre. Prof. Alfred Kurth beauftragte den damaligen Leiter der Gruppe Ertragskunde, Dr. Eric Badoux, moderne Ertragstafeln auszuarbeiten, um die Ertragstafeln von Flury (1907) zu ersetzen. Grund dafür war die Umstellung der Schweizer Waldbewirtschaftung Ende der 40er Jahre von der schwachen Niederdurchforstung zur Hoch- bzw. Auslesedurchforstung nach den Vorstellungen der Waldbaulehre von Schädelin (1934). Für die neue waldbauliche Behandlungsart der Hochdurchforstung gab es in ganz Europa noch kein Ertragstafelwerk. Das um 1900 eingerichtete Netz ertragskundlicher Versuchsfelder der WSL (ehemals EAFV), welche wiederholt aufgenommen und ebenfalls von der Niederdurchforstung auf Hochdurchforstung umgestellt wurden, lieferte mittlerweile eine genügend grosse Datenbasis, um ein solches Vorhaben zu realisieren.

Zur Ermittlung wichtiger Grundfunktionen, wie beispielsweise jener von Oberhöhe / Alter, wendete Badoux graphische Ausgleichsmethoden an. Die Oberhöhe  $h_{dom}$  wurde erstmals als Eingangsgröße in einer Ertragstafel benützt. Die Stammzahl- und Grundflächenhaltung richtete er an den Vorstellungen der Hochdurchforstung aus.

Für die Berechnung des Zuwachses ist die Funktion der Gesamtwuchsleistung relevant, sie enthält u.a. die Eingangsgröße Durchmesser des Grundflächenmittelstammes  $d_g$ .

Die dazumal benutzten Gesamtwuchsleistungskurven für den Gebirgswald und für mittlere Höhenlagen wurden zusammengelegt. Als weitere Neuerung enthielten die Badoux'schen Ertragstafeln die Verteilung der Stammzahlen nach Durchmesserstufen. Da u.a. Durchschnittswerte pro Stufe ermittelt wurden, verläuft die Stammzahlverteilung breiter als in Wirklichkeit. Hierzu darf als Referenz das Wuchsmodell SiWaWa herangezogen werden (vgl. Abb. 1), welches auf robusten statistischen Funktionen beruht (siehe Erklärungen weiter unten).

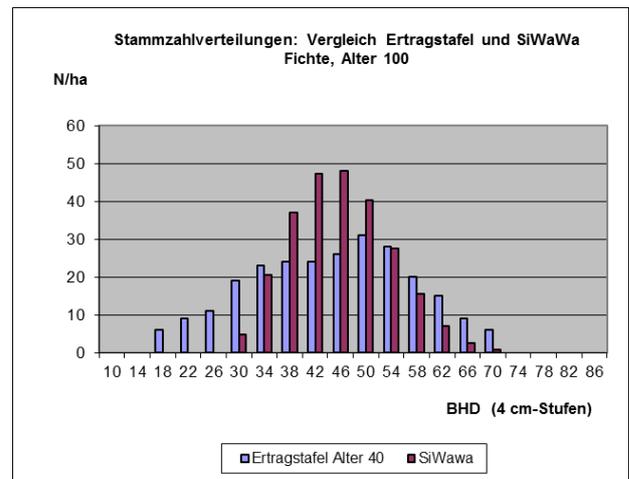


Abb. 1: Vergleich der Stammzahlverteilung nach 4cm-Durchmesserstufen für Fichte im Alter 100 in der Badoux-Ertragstafel und im SiWaWa-Wuchsmodell

Die Ertragstafeln waren damals modern. Neben der Anpassung an die aktuellen Behandlungsformen (Auslesedurchforstung) enthielten sie auch Elemente für die Betriebsprognose (Stammzahlverteilungen). Allerdings stützten sie sich u.a. auf Datenmaterial aus alter Bewirtschaftungstradition (Niederdurchforstung), so dass sie gewisse Unschärfen enthalten. Dies ist praktisch für jedes Ertragstafelwerk der Fall. Badoux selbst war sich der Schwächen in seinem Werk bewusst. Er war etwas überrascht und fast überrumpelt von der Gutgläubigkeit der Anwender.

Zum Ertragstafelwerk von Badoux sind keine detaillierteren Angaben bekannt. Überliefert ist uns hierzu lediglich eine sehr allgemeine Publikation (Badoux 1969).

<sup>1</sup> SiWaWa: Simulation WaldWachstum

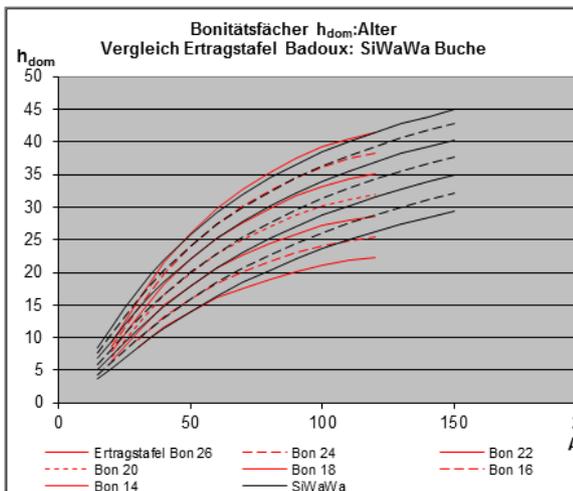
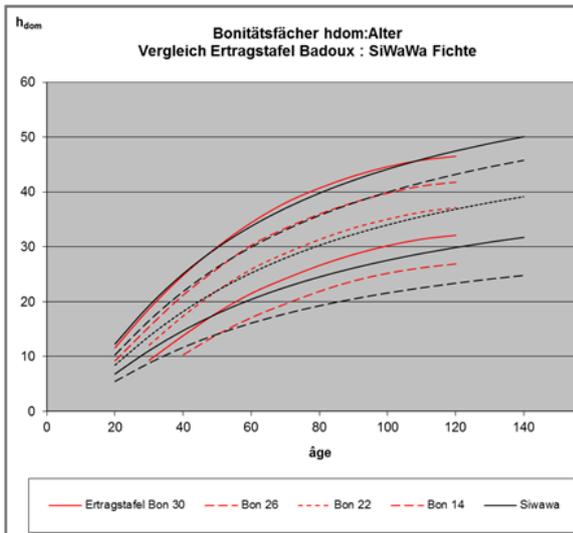


Abbildung 2: Bonitätsfächer bei Fichte (oben) und Buche (unten). Vergleich der Badoux-Ertragstafel (rot) mit dem SiWaWa- Wuchsmodell (schwarz).

Aus heutiger Sicht sind die Ertragstafeln von Badoux wie folgt zu beurteilen:

- Die Datenbasis der Ertragstafeln für Tanne und Lärche ist sehr klein, die Aussagen demnach unsicher. Für Fichte und Buche genügt die Datenbasis einigermaßen, allerdings mit Vorbehalten für die Altersklassen über 90 -100 Jahren.
- Die Bonitierungsfächer verlaufen zu flach im rechten Diagrammbereich (siehe Abb. 2). Allerdings ist diesbezüglich noch unklar, ob sich hier bereits Zuwachsveränderungen auswirken.
- Die Stammzahlverteilungskurve verläuft für die Fichte deutlich tiefer als in Beständen, in denen die Auslesedurchforstung praktiziert wird. Erst ab Alter 80 ist sie ziemlich korrekt (vgl. Abb. 3). Bei der Buche ist die Übereinstimmung sehr gut.

- Die Zusammenlegung der Gesamtwuchsleistungskurven der Flury-Ertragstafeln führt zu einer Unterschätzung der Zuwächse für Gebirgsverhältnisse.
- Die Abstufung der Grundflächen nach Alter und Bonität ist fraglich bzw. nicht korrekt.
- Die Zuwachsangaben sind unsicher, weil mittlerweile die Zuwächse infolge der Klimaerwärmung und der Standortseutrophierung gesamteuropäisch zugenommen haben.
- Das Ertragsniveau, d.h. die Abweichung der vorhandenen Grundfläche bzw. des vorhandenen Zuwachses von den Grundflächen- bzw. den Zuwachs-Mittelwerten, ist nicht berücksichtigt. Es ist inzwischen bekannt, dass das Ertragsniveau um  $\pm 20\%$  variieren kann. Um verlässliche Prognosen mit den Ertragstafelwerten durchführen zu können, ist eine korrekte Ermittlung des Ertragsniveaus unerlässlich.
- Es fehlen Angaben über die maximale Bestockungsdichte.
- Die Ertragskenngrößen stehen nicht in Relation zu den Bestockungsdichten. Aufgrund des Bestockungsgrades können zwar Korrekturfaktoren ermittelt werden, diese sollten aber, streng genommen, nur auf den Gesamtwuchs angewendet werden.

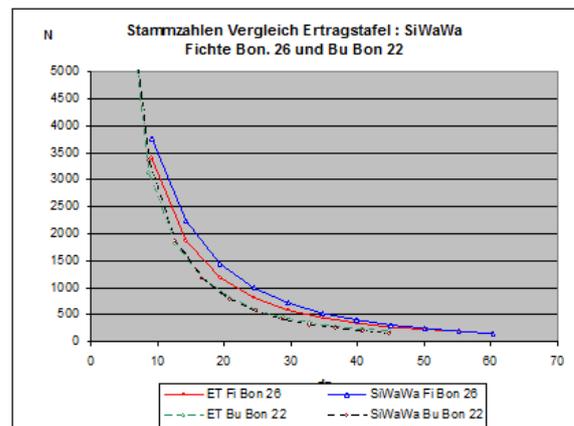


Abb 3: Vergleich der Stammzahlhaltung für Fichte Bonität 26 und Buche Bonität 22 in der Badoux-Ertragstafel und im SiWaWa-Auslesedurchforstungs-Wuchsmodell. Die SiWaWa-Kurve basiert auf Daten der Professur für Waldbau der ETH, welche in Studenten-Übungen und in beispielhaften Altbeständen des ETH-Lehrwaldes erhoben wurden und die die heutige Hochdurchforstungspraxis wiedergeben. (X-Achse: Grundflächenmittelstammes dg)

## **Wozu Ertragstafeln: ihr Zweck und Nutzen für die Praxis**

Wozu braucht die Praxis Ertragstafeln beziehungsweise Wachstumsmodelle? Es sind zwei grundsätzlich unterschiedliche Fälle zu betrachten: Will man damit verlässliche Ertragskenngrößen über grossräumige Waldflächen herleiten oder wirklichkeitsnahe Angaben zu Ertragsgrößen einzelner Waldbestände daraus entnehmen?

Gilt die erste Frage, dann erfüllen die klassischen Ertragstafeln das Ziel weitgehend. Auf Bestandesebene ist dies hingegen weniger der Fall, da die Werte des Einzelbestandes vom Durchschnittswert aus der Ertragstafel erheblich abweichen können.

Um diese Schwierigkeit zu umgehen bzw. um genauere Angaben auf Bestandesebene zu erhalten, wird in der Praxis oft mit Betriebsinventuren auf der Basis permanenter Stichproben gearbeitet. Diese Aufnahmen und ihre Auswertung sind jedoch aufwendig und komplex. Die ermittelten Ertragskennwerte beziehen sich auch in diesem Fall auf einen Zusammenschluss von Probeständen mit ähnlichen Bestandesmerkmalen, sogenannten Aussageeinheiten, und nicht auf Einzelbestände.

Gäbe es demnach Wachstumsmodelle, welche auf die konkreten Eigenschaften des Einzelbestandes abgestimmt sind, könnte man je nach Betrachtungsebene und Fragestellung auf Stichprobenerhebungen verzichten oder wenigstens auf einen Grossteil davon. Die Kopplung von bestandesbezogenen Wachstumsmodellen mit aktualisierten Bestandeskarten dürfte den Bedarf an betrieblichen Planungs- und Entscheidungsgrundlagen genügend gut abdecken.

## **Herausforderung Alter und Oberhöhe, Fokus auf die Grundfläche**

Im Gegensatz zu Nachbarländern mit Altersklassenwald ist in der Schweiz das Alter der Bestände meistens nicht (gut) bekannt. Das Alter ist daher für ein Waldwachstumsmodell keine geeignete Eingangsgrösse. Die Oberhöhe, als zweitwichtigste Eingangsgrösse, ist immer noch schwer zu erfassen und daher oft ungenau. Aus diesem Grund und basierend auf der Tatsache, dass das Verhältnis von Stammzahl zu Grundfläche (ausgedrückt als  $d_g$ ) praktisch unabhängig von der Oberhöhe verläuft, muss die klassische Bonitierung auf der Basis von  $h_{dom}$ : Alter grundsätzlich kritisch beurteilt werden.

Ein effizienterer Lösungsansatz zur Bestimmung der Zuwachsverhältnisse bzw. zur Beschreibung des Ertragsniveaus liegt in der Erfassung der Grundfläche.

## **Herausforderung Zuwachs und Nutzung**

Zuwachsaussagen sind im Allgemeinen schwierig. Einerseits hat der Zuwachs im Durchschnitt infolge Eutrophierung und Klimaänderungen überall zugenommen. Andererseits hängt der periodische Zuwachs von der Witterung während des betrachteten Zeitabschnittes ab. Die Abweichungen vom Zuwachsmittelwert aus den Ertragstafeln können bis über  $\pm 40\%$  betragen. Eine Prognose des Zuwachses macht daher nur für mittelfristige Zeithorizonte von mindestens 10 Jahren Sinn und unter der Voraussetzung, dass die Grössenordnung der Zuwachszunahme bekannt ist.

Auch die Schätzung der Nutzung wirft grundsätzliche Probleme auf. Die Art der Waldbehandlung kann während eines Waldlebenszyklus ändern. Nutzungsinformationen aus früheren Erhebungen dürfen daher nur bedingt fortgeschrieben und verwendet werden. Gute Nutzungsprognosen sind damit schwer zu erstellen, sind zu wenig an die aktuelle Waldbewirtschaftungsform angepasst und berücksichtigen zu wenig den persönlichen "touch" der waldbaulichen Eingriffe des Praktikers.

## **Das Wachstumsmodell SiWaWa: die ertragskundliche Grundlage dritter Generation**

Die heutige Computertechnik erlaubt eine ganz andere Handhabung von Wachstumsmodellen als dies mit den bisherigen Ertragstafeln möglich war. Wachstumsmodelle bauen auf statistisch nachvollziehbaren mathematischen Funktionen auf, mit denen die Ertragsgrößen verschiedener waldbaulicher Eingriffsvarianten berechnet werden. Als implementierte Computerprogramme ermöglichen sie dem Anwender des Wachstumsmodells, verschiedene Varianten einer Bestandesentwicklung interaktiv zu simulieren.

Die ertragskundliche Grundlage des Wuchssimulators SiWaWa entstand als logische Reaktion auf die eingangs erläuterten Analyse. Nachfolgend werden die methodischen Hintergründe für die wichtigsten ertragskundlichen Kenngrößen von SiWaWa zusammenfassend erläutert.

### **Grundfläche und Stammzahl:**

Der Quantensprung von SiWaWa liegt in der Verwendung der Eingangsgrößen Grundfläche und Stammzahl anstelle von Alter und Oberhöhenbonität.

Die Verwendung der Grundfläche bringt den Vorteil, dass mit einer groben Schätzung der Oberhöhenbonität trotzdem eine recht verlässliche Schätzung des Stehendvorrates möglich ist. Eine Fehleinschätzung der Höhenbonität um eine Bonitätsklasse (2m im Alter 50) beeinflusst die Vorratsschätzung um nur 10-12%. Die Schätzgenauigkeit lässt daher zu, die Oberhöhenbonität aus Bonitätsschlüsseln pflanzensoziologischer Vegetationskartierungen oder aus anderen Datenquellen der Forsteinrichtung herzuleiten.

Die Stammzahlverteilung wird in SiWaWa aufgrund der Weibull-Verteilungsfunktion und drei eigens entwickelten Schätzparametern modelliert. Die Zuverlässigkeit dieser Schätzung ist verblüffend gut. Beispielsweise beträgt die durchschnittliche Abweichung für den Vorrat aus SiWaWa-Schätzungen im Vergleich mit ertragskundlichen Daten für 813 Inventuren von Fichten-Versuchsflächen der WSL weniger als  $\pm 5\%$ . Werden zusätzlich die Durchmesser  $d_{\max}$  und  $d_{\min}$  des Bestandes als Eingangsgrößen verwendet, so reduziert sich der Fehler auf  $\pm 1-2\%$ . SiWaWa eignet sich damit vorzüglich zur Schätzung ertragskundlicher Hauptkenngrößen und als Grundlage für kostengünstige Inventurmethode.

### **Bestockungsdichte:**

Streng genommen dürften die vorgestellten Ertrags- tafelformelle nur für Bestände angewendet werden, die nach dem Prinzip der Auslesedurchforstung bewirtschaftet werden und homogene Bestockungsdichten aufweisen.

Damit ein funktionales Wachstumsmodell wie SiWaWa bei sehr variablen Schlussgradverhältnissen die Ertragskenngrößen korrekt schätzen kann, sind nachvollziehbare Referenzwerte zur Charakterisierung der Bestockungsdichten nötig. Hierzu eignet sich die maximale Grundfläche  $G_{\max}$ . Diese gibt an, ab welcher Grundfläche aufgrund zu hoher Bestandesdichte die Mortalität eintritt. Der Bestockungsgrad (SDI: Stand Density Index) entspricht dem Verhältnis der vorhandenen Grundfläche zu  $G_{\max}$ .

Reineke wies 1933 durch Analysen von nichtbewirtschafteten Wäldern und Urwäldern nach, dass ein bonitätsunabhängiger, ziemlich enger Zusammenhang zwischen der Stammzahl pro Flächeneinheit und  $G_{\max}$  besteht. Basierend auf dieser Gesetzmässigkeit konnten baumartenspezifische  $G_{\max}$ -Funktionen für Fichte, Buche, Esche, Föhre und Douglasie berechnet werden. Dafür wurde Datenmaterial aus der Schweiz und aus dem Ausland verwendet. Inzwischen hat sich gezeigt, dass  $G_{\max}$  je nach Ertragsniveau stark variieren kann und deshalb bestimmt werden sollte. Mit dem Datenmaterial aus zahlreichen Durchforstungsversuchsreihen wurde ein **ertragsniveaugerechtes  $G_{\max}$ -Modell** entwickelt und in SiWaWa implementiert.

### **Zuwachs:**

Um den Stehendvorrat abzuschätzen, muss das Ertragsniveau nicht bestimmt werden. Für die Zuwachsbestimmung ist jedoch der Bestockungsgrad (SDI) als Ausdruck des Verhältnisses von Grundfläche und  $G_{\max}$  notwendig. Aus einer Gegenüberstellung der Jahrringbreiten herrschender Bäume und dem SDI der ertragskundlichen Fichten-Versuchsflächen der WSL konnte nachgewiesen werden, dass die Stärke der waldbaulichen Eingriffe die Jahrringbreiten beeinflusst und daher eine direkte Abhängigkeit zwischen der Bestockungsdichte (SDI) und dem Zuwachs besteht.

Mit dem Modell SiWaWa wird ein Durchmesserzuwachs  $i_d$  zugewiesen, aufgrund der vorhandenen Bestockungsgrade und der sozialen Stellung der Bäume innerhalb eines Bestandes. Da es sich um einen durchschnittlichen Zuwachs handelt, ist er von witterungsabhängigen Variationen der Jahrringbreiten weitgehend befreit.

Mit den empirischen Daten aus denjenigen WSL-Versuchsflächen, in denen keine Eingriffe vorgenommen wurden, wurde die Verteilung der natürlich absterbenden Bäume bestimmt. Die Erfahrung zeigt tatsächlich, dass auf natürliche Weise von den schwächsten Bäumen nicht alle absterben, sondern nach einem bestimmten Verteilungsmuster. Die natürliche Mortalität konnte daher modelliert und in SiWaWa implementiert werden.

Auf dieser Grundlage kann SiWaWa die voraussichtliche Entwicklung eines Bestandes während der nächsten 30 Jahre (siehe Beispiel in Abb. 4) berechnen. Vorgesehene Durchforstungseingriffe können

damit simuliert und für die Entscheidungsunterstützung verwendet werden.



Abb. 4.: Bildschirmauszug von SiWaWa.02 (für Smartphone) einer Simulation der Grundflächenentwicklung eines Fichten-Bestandes mit  $G = 42 \text{ m}^2$  und  $N = 2480 \text{ Stk/ha}$  während 30 Jahren.

Dargestellt sind zwei wichtige Referenzlinien der Grundflächenentwicklung des Bestandes: die  $G_{\text{max}}$ -Kurve und die empfohlene  $G_{\text{WB}}$ -Kurve. Letztere bildet den idealen Verlauf der Bestockungsdichte gemäss Auslesedurchforstung nach ETH-Waldbaulehre ab. Der Benutzer kann somit die Dringlichkeit zukünftiger Eingriffe, je nach Abweichung des  $G_{\text{Bestand}}$ -Verlaufes zur  $G_{\text{WB}}$ -Ideallinie bzw. Annäherung an die maximale Bestockungsdichte  $G_{\text{max}}$ , visuell beurteilen. Der Verlauf der natürlichen Mortalität  $G_{\text{Mortalität}}$  wird ebenfalls dargestellt, wenn die maximale Bestockungsgrenze  $G_{\text{max}}$  überschritten wird.

### Personalisierte, vom Benutzer angepasste waldbauliche Eingriffe:

Die bisherigen Ertragstafeln sehen Eingriffe in 10-Jahresabschnitten vor. Dies entspricht nicht mehr der heutigen waldbaulichen Praxis, wonach Eingriffe je nach persönlicher Vorstellung des Waldbewirtschafters nach Eingriffsart, -Stärke und -Turnus stark variieren können. Moderne Wuchssimulatoren können dies nun abbilden.

In SiWaWa können die Eingriffe in beliebigen Zeitabständen eingegeben werden. Dabei können sie als

"normale" Eingriffe nach Waldbaulehre oder als personalisierte Eingriffe des Modellbenutzers nach Eingriffsart und -Stärke definiert werden. Damit ist es möglich, die persönliche "Handschrift" des Waldbewirtschafters abzubilden.

Die **Eingriffsart** lässt sich auf Grund der Verteilungsform der Baumdurchmesser mit drei entscheidenden Referenzgrössen relativ gut modellieren: mittlerer Durchmesser  $d_{g\text{Eingriff}}$ , maximaler Durchmesser  $d_{\text{maxe}}$  und minimaler Durchmesser  $d_{\text{mine}}$  der zu nutzenden Bäume. Die aufgeführten Referenzgrössen wurden in der Grundausrüstung von SiWaWa aufgrund empirischer Daten aus Standarddurchforstungen ermittelt.

Zur Charakterisierung der Eingriffsart spielt der sogenannte Hiley-Faktor bzw. der Indikator  $d_{g\text{Bestand}}/d_{g\text{Eingriff}}$  eine wichtige Rolle. Mit der Eingabe der Werte aus Probezeichnungen oder aus Anzeichnungsprotokollen für die zwei Indikator-Variablen, kann der Benutzer seinen eigenen Hiley-Indikator selber bestimmen und damit seine persönliche Eingriffsart charakterisieren.

Falls die Eingriffsart stark von der Auslesedurchforstungspraxis abweicht, z.B. wenn die Eingriffe situativ im Sinne der biologischen Rationalisierung erfolgen, so kann die Durchmesserverteilung über die Referenzgrössen  $d_{\text{maxe}}$  und insbesondere  $d_{\text{mine}}$  in SiWaWa zusätzlich gesteuert werden.

SiWaWa schlägt standardmässig vor, eine mittlere **Eingriffsstärke** von 15% zu wählen. Dies entspricht einem durchschnittlichen Eingriff für einen **Eingriffsturnus** von 5 Jahren. Will man aufgrund der vorhandenen Bestockungsverhältnisse und der angestrebten waldbaulichen Eingriffsstrategie von diesen Werten abweichen, so können Eingriffsprozent und -zeitpunkt direkt in SiWaWa eingegeben werden.

### Wieweit eignen sich Wachstumsmodelle für Mischbestände?

Aufgrund des ertragskundlichen Datenmaterials, mit dem das SiWaWa-Modell wie auch andere Modelle (z.B. die Ertragstafeln von Badoux) parametrisiert wurden, dürften diese – strikt genommen – nur auf gleichaltrige Bestände oder Auswerteeinheiten derselben Baumart angewendet werden.

Eigentlich gibt es noch keine Wachstumsmodelle, die spezifisch auf Baumarten-Mischungen ausgerichtet

sind. Baumarten können sich sowohl räumlich, wie in ihrer sozialen Stellung sehr unterschiedlich vermischen. Um solche komplexen Verhältnisse parametrisieren und in ein einfaches Modell bringen zu können, bedarf es einer schätzungsweise 10 Mal grösseren Datenbasis.

Die ertragskundliche Forschung vereinfachte bisher diese Komplexität, indem sie gleichförmige Bestände gleicher Baumarten bildete. Möchte man aber mehr über das Wachstum von Mischbeständen in Erfahrung bringen, so wären Versuche mit einer Flächenausdehnung von mehreren ha notwendig. Dies zeigen bereits Beispiele mit lediglich zwei Mischbaumarten in sogenannten bi-klinalen Versuchen. Eine weitere grosse Herausforderung stellt die Modellierung komplexer Mischungsverhältnisse dar. Es ist uns ein einziges Modell aus den Appalachen (USA) bekannt, welches in dieser Richtung und, analog zu SiWaWa, ebenfalls mit Weibull-Verteilungen arbeitet. Dieses lieferte bisher aber noch keine brauchbaren Ergebnisse.

Vorausgesetzt, dass sozial gleichgestellte Mischungen in Baumarten-Unterkollektive (Horst, Gruppe, Klein-Gruppe) zerlegt werden können, sind die vorgestellten Wachstumsmodelle generell anwendbar. Diese Mischungsverhältnisse findet man bei uns oft vor. Für feinere Mischungen kann SiWaWa für Erstein-schätzungen benutzt werden; dies bedingt aber, dass die Eingangsgrößen G, N sowie die Durchmesser  $d_{max}$ ,  $d_{min}$  für alle Mischbaumarten innerhalb des Bestandes oder der Auswerteeinheit aufgenommen werden.

Abschliessend ist darauf hinzuweisen, dass die implementierten Funktionen in den beschriebenen Wachstumsmodellen zwar Nachbarschaftsverhältnisse berücksichtigen, jedoch noch keine artspezifischen Reaktionsmuster auf Beschattung enthalten.

### **SiWaWa-Versionen**

Die erste SiWaWa-Version.01 wurde für PC und Tablet für die Baumarten Fichte, Buche und Esche erstellt. Parametrisiert wurden die Ergebnisse aus den Datenreihen ertragskundlicher Versuchsflächen, davon 810 Inventuraufnahmen für Fichte (WSL-Versuchsflächen), 670 für Buche und 70 für Esche.

Die zweite SiWaWa-Version.02 ist mit den Baumarten Föhre (510 Aufnahmen), Eiche (220 Aufnahmen) und Douglasie (230 Aufnahmen) ergänzt worden.

Weitere Informationen zu SiWaWa: siehe [www.siwawa.org](http://www.siwawa.org)

Kontakt: Jean-Philippe Schütz, [jph.s@bluewin.ch](mailto:jph.s@bluewin.ch)

### LITERATUR

- BADOUX, E., 1969: LES TABLES DE PRODUCTION. LA FORÊT 23, 9 : 30-35.
- FLURY, PH., 1907: ERTRAGSTAFELN FÜR DIE FICHTE UND BUCHE DER SCHWEIZ. MITT. SCHWEIZ. CENTRAL-ANST. F. D. FORSTLICHE VERSUCHSWESEN, 9. 290 S. + ANH.
- ROSSET, C. 2005: LE WIS-2, UN INSTRUMENT INFORMATIQUE PERFORMANT POUR UNE GESTION EFFICIENTE ET CIBLÉE DES ECOSYSTEMS FORESTIERS. SCHWEIZ. Z. FORSTWES. 156: 406-509.
- SCHÄDELIN, W. 1934 : DIE DURCHFÖRSTUNG ALS AUSLESE- UND VEREDLUNGSBETRIEB HÖCHSTER WERTLEISTUNG. P. HAUPT, BERN-LEIPZIG 96 S.1934
- SCHÜTZ, J.P. 2003: DIE SITUATIVE DURCHFÖRSTUNG EIN AN DER EXTENSIVIERUNG DER KOSTEN ORIENTIERTES DURCHFÖRSTUNGSKONZEPT. IN: BIOLOGISCHE RATIONALISIERUNG IM WALDBAU. P. BRANG (ED). TAGUNGSBAND JAHRESTAGUNG DER SEKTION WALDBAU IM DEUTSCHEN VERBAND FORSTL. FORSCHUNGSANST., BIRMENS DORF 10-12 SEPTEMBER 2003: 4-13.

## Paul Schmid-Haas

Paul Schmid (Schmid-Haas) ist am 28. November 2016 im Alter von 86 Jahren verstorben.



*Bild: St. Galler Tagblatt 2008*

Der "Vater der Kontrollstichprobe" erwarb 1957 den Dokortitel in Mathematik an der ETH mit einer Arbeit über mathematische Grundlagen der Stichprobenerhebung.

Danach widmete sich Paul Schmid systematisch und ausdauernd der Entwicklung der Grundlagen der Kontrollstichprobe und der dazu notwendigen Werkzeuge für die Praxis. In der Schweiz war der Erfolg der Kontrollstichprobe durchschlagend und nachhaltig. Das von Paul Schmid geleitete Team an der EAFV versorgte die Praxis nach und nach mit allen Werkzeugen, welche zur Durchführung von Betriebsinventuren notwendig waren: Instrumente und Verfahren für die Datenerhebungen im Wald, lokale Modelle zur Bestimmung des Schaftholzvolumens von Einzelbäumen, Software zur Auswertung der Inventurdaten, inklusive Analyse von Veränderungen, und nicht zuletzt eine ganze Generation von Fachleuten, welche die Inventurmethode in ihren Herkunftskantonen und -ländern (etwa Slowenien, Iran, Polen, Bulgarien) selbstständig umsetzen und, falls notwendig, weiterentwickeln konnten.

*Die vielfältigen Verdienste von Paul Schmid-Haas werden in einer späteren Ausgabe noch ausführlicher gewürdigt.*

## AUS DEM LFI

### LFI-Umfragen 2017/18

*Urs-Beat Brändli, Landesforstinventar LFI,  
Eidg. Forschungsanstalt WSL*

Das Landesforstinventar LFI basiert auf Daten aus Luftbildern, terrestrischen Erhebungen und Umfragen beim Forstdienst. Im Rahmen des laufenden vierten LFI (LFI4, 2009-17) sind zwei weitere Umfragen geplant, die eine im Zeitraum von März 2017 bis März 2018 bei den Revierförstern und die zweite im Januar 2018 bei den Fachleuten der Kantone zum Stand der Waldplanung per Ende 2017.

Die beiden Umfragen sind inhaltlich identisch mit jenen von 2013/14 und beziehen sich auf jene Probestflächen, die in den Jahren 2014-2017 terrestrisch erhoben wurden. Eine Nachführung der Walder-schliessung findet dagegen erst im Rahmen des LFI5 in den Jahren 2022/23 statt.

Die Umfragen bei den Revierförstern werden durch Feldmitarbeitende des LFI durchgeführt. Diese kontaktieren in der Regel vorgängig die zuständigen Kreisförster, um anschliessend die Förster individuell zu befragen. Je nach Grösse des Forstreviers dauert eine Befragung 1 bis 2 Stunden. Es ist geplant, die Umfragen 2017 im Mittelland und Jura primär im Frühjahr und Sommer, jene im Alpenraum primär im Herbst und Winter durchzuführen.

Mit näheren Informationen wenden wir uns jeweils vor den beiden Umfragen direkt an die in den Kantonen zuständigen Fachleute für Waldplanung.

*Kontakt: Urs-Beat Brändli,  
urs-beat.braendli@wsl.ch, +41 44 739 23 43*

## Methodenvergleich Totholzaufnahmen:

### Kantonale Inventur (Kanton ZG) – LFI

Raphaela Tinner, Priska Müller, Amt für Wald und Wild, Zug

Lea Grass, Hasspacher&Iseli GmbH, Olten

Rund ein Viertel der im Wald lebenden Tier- und Pflanzenarten ist auf Totholz angewiesen. Das Bundesamt für Umwelt hat in der Waldpolitik 2020 Zielwerte für das Totholzvolumen bestimmt: Für Jura, Mittelland und Alpensüdseite 20 m<sup>3</sup>/ha, für Voralpen und Alpen 25 m<sup>3</sup>/ha (nach Definition LFI). In diesen Zielwerten ist das Mindestvolumen an Totholz berücksichtigt, das für die Erhaltung verschiedener spezialisierter totholzbewohnender Arten nötig ist.

#### Totholz im Kanton Zug

Im Kanton Zug wird das Totholz als Teil der Kantonalinventur alle 15 Jahre erfasst. Es bestehen Totholzdaten aus zwei Stichprobeninventuren. Das Totholz wird nach einer eigenen kantonalen Methode aufgenommen (erweiterte Inventurmethode nach Schmid-Haas), welche sich von der LFI-Methode unterscheidet. Ein Vergleich der Zuger Totholzdaten mit den Zielwerten des Bundes ist nur bedingt möglich, da die geringe Anzahl LFI-Stichproben im Kanton Zug keine aussagekräftige Auswertung zulässt.

#### Die Idee einer Test-Erhebung

Der Kanton Zug will seine Inventurzeitreihen weiterführen, neue Daten sollen auch künftig mit den alten Daten vergleichbar sein. Gleichzeitig soll mit neuen Daten auch ein Vergleich mit LFI-Daten, respektive den Zielwerten des BAFU, möglich sein.

So kann beurteilt werden, ob im Kanton Zug die angestrebten Totholzzielwerte erreicht werden oder ob zusätzliche Fördermassnahmen notwendig sind.

Im Rahmen einer Testerhebung sollte das Totholz auf ausgewählten Stichprobenflächen sowohl nach der Zuger- als auch nach der LFI-Methode aufgenommen werden (siehe Tabelle 1). Die Erhebung bezweckt, die Resultate der zwei Aufnahmemethoden miteinander zu vergleichen und bestenfalls einen Umrechnungsfaktor daraus abzuleiten. Zudem sollten separate Aussagen zur Totholzmenge in den zwei Straten (Auswerteeinheiten) innerhalb und ausserhalb von Wäldern mit besonderer Naturschutzfunktion gemacht werden können. Dies für eine kantonsinterne Kontrolle, ob es in Wäldern mit besonderer Naturschutzfunktion mehr Totholz hat als ausserhalb.

Die Resultate der Testerhebung und deren Diskussion sollen mithelfen, die Methode der zukünftigen Kontrollstichprobeninventur allenfalls anzupassen und die entsprechenden Zeitreihen weiterführen.

#### Feldaufnahmen und Methoden

Im Herbst 2015 führte das Büro Hasspacher&Iseli innerhalb von 10 verschiedenen Waldgebieten verteilt über den ganzen Kanton jeweils auf 5 Probeflächen Totholzerhebungen durch. Somit ergaben sich total 50 Probeflächen, wovon je 25 in den zwei Straten innerhalb und ausserhalb Wald mit besonderer Naturschutzfunktion aufgenommen wurden. Auf jeder Probefläche wurde das Totholz nach der Zuger- und nach der LFI-Methode erhoben.

Es wurden drei Totholzkategorien ausgewertet (siehe Tabelle 1): Das Totholzvolumen nach LFI, die Totholzmenge nach LFI sowie das Totholzvorkommen nach Zuger-Methode. Das **Totholzvolumen nach LFI** setzt sich aus allen stehenden und liegenden Totholzstücken auf der Probekreisfläche zusammen. Die in dieser Testerhebung berechnete **Totholzmenge nach LFI** besteht aus dem liegenden

Kategorien:	<u>Liegendes</u> Totholz im <u>LFI</u> -Kreis	<u>Stehendes</u> Totholz im <u>LFI</u> -Kreis	Totholz auf Transekten nach LFI	<u>Stehendes</u> Totholz im <u>Zuger</u> -Kreis
Totholzvolumen LFI	X	X		
Totholzmenge LFI		X	X	
Totholzvorkommen Zug				X

Tabelle 1: Zusammensetzung der Totholzkategorien. Für alle drei Kategorien gilt die Einheit [m<sup>3</sup>/ha].

Totholz auf den Transekten und dem stehenden Totholz aus der LFI-Probekreisfläche. Das **Totholz-vorkommen nach Zuger-Methode** besteht aus allen stehenden toten Bäumen innerhalb des Zuger Probekreises (keine quantitative Aussage zu liegendem Totholz möglich, da die liegenden toten Bäume nur gezählt wurden).

Zusätzlich wurden diese drei Kategorien nach den zwei unterschiedlichen Straten ausgewertet.

### Ergebnisse

Für jede Probefläche wurde mit den drei unterschiedlichen Methoden ein Totholzwert pro Hektare berechnet. Die Mittelwerte über alle 50 Probeflächen gemäss Instruktion des Kantons Zug zeigten die tiefsten, das aktuell im LFI angewendete Verfahren mit Transekten die höchsten Werte. Die Probeflächen in den Wäldern mit besonderer Naturschutzfunktion zeigten deutlich höhere Totholzwerte als jene ohne besondere Naturschutzfunktion.

Die statistische Analyse zeigt jedoch relativ hohe Standardfehler-Werte: Bei den LFI-Verfahren in der Grössenordnung von ca. 1/3 der Mittelwerte, beim Verfahren des Kantons Zug von mehr als 50% der Mittelwerte. Somit ergibt sich zwischen den Straten (mit/ohne Naturschutzfunktion) wie auch zwischen den verschiedenen Aufnahmemethoden unter Einbezug der Standardfehler eine Überlagerung der Mittelwertbereiche (Mittelwerte +/- Standardfehler).

Da die Probeflächen auf sehr verschiedenen Standorten und in verschiedenen Waldstrukturen liegen, ist die Stichprobe dieser Testerhebung sehr inhomogen und weist daher eine hohe Varianz (Streuung) auf. Diese wirkt sich zusammen mit der relativ kleinen Anzahl Probeflächen (25 je Stratum) auch auf die Werte der statistischen Standardfehler aus.

Obwohl bei den Mittelwerten die Erhebung "Totholzmenge LFI" eindeutig die höchsten Werte ergibt, gibt es durchaus auch Probeflächen, bei welchen die beiden anderen Erhebungsverfahren zu höheren Werten führen. Deutlich wird die Auswirkung der Zufälligkeit bei kleiner Probeflächenzahl beim Verfahren des Kantons Zug: Während erwartungsgemäss nur in wenigen Probeflächen stehendes Totholz auftritt, gibt es vereinzelt auftretende grosse Bäume, welche den Mittelwert ganz ausgeprägt beeinflussen. Abbildung 1 visualisiert die Varianz der Ergebnisse.

Ein verlässlicher Umrechnungsfaktor (Totholzwerte LFI im Vergleich mit Zuger-Methode) lässt sich aus der Testerhebung nicht ableiten. Auch der Unterschied der Totholzmengen zwischen den 2 Straten (innerhalb und ausserhalb Wald mit besonderer Naturschutzfunktion) ist nicht gesichert. Es lässt sich aber vermuten, dass die Zusammenhänge, wie sie sich in den ermittelten Mittelwerten zeigen, zumindest in der Tendenz der Wirklichkeit entsprechen.

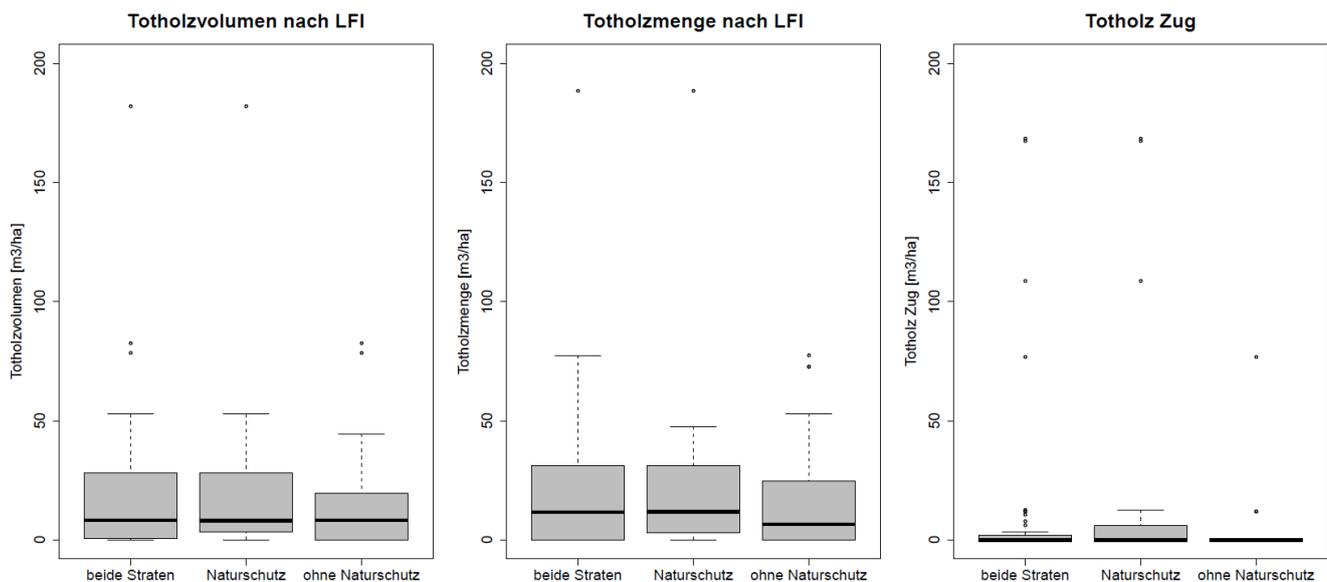


Abbildung 1: Vergleich der Totholzwerte zwischen den drei Aufnahmemethoden und zwischen den Straten. Die schwarze horizontale Linie in der grauen Box markiert den Median (Mittelwert), der graue Bereich das obere, respektive das untere Quartil. Zwischen den vertikalen Linien über resp. unter der Box liegen 95% der ausgewerteten Werte. Die Punkte darüber sind Ausreisser.

## Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die erhobenen Totholzwerke je nach Definition, welche einer bestimmten Erhebungsmethode zugrunde liegt, sehr unterschiedlich sein können. Im Umgang mit Totholzdaten, insbesondere bei der Formulierung von Zielwerten und bei der Publikation und Interpretation von Inventurdaten und Vergleichen ist es wichtig, sich nicht nur der verwendeten Erhebungsmethode, sondern auch der dahinter stehenden Definitionen bewusst zu sein (Kriterien: Totholz stehend/liegend, Stämme ganz/abgebrochen, Minimaldurchmesser, etc.). Totholzdaten können je nach Definition stark variieren, sie gelten somit nur für eine bestimmte Definition des Begriffes Totholz. Die Vergleichbarkeit mit gegebenen nationalen und regionalen Zielwerten ist somit für jede Zielgrösse zu verifizieren.

## Wie geht es weiter?

Für den Nachhaltigkeitsbericht werden allenfalls Vergleichsgössen angepasst und die kantonalen Totholzziele neu definiert.

Etwa 2021 ist die nächste kantonale Kontrollstichprobeninventur in Zug vorgesehen. Für diese Inventur wird die bisherige Aufnahmemethode evaluiert und eventuell so angepasst, dass nur die nötigen Parameter für die gewünschten Aussagen aufgenommen sowie die Zeitreihen der vorgängigen Inventuren weitergeführt werden. Die Testerhebung dient dabei als Methoden- und Vergleichbarkeitsevaluation.

*Lea Grass, Hasspacher&Iseli GmbH, Olten  
lg@hasspacher-iseli.ch, 062 212 82 81*

## Désigner des arbres-habitats : un marteloscope pour s'y entraîner

*Anabelle Reber*

*Direction générale de l'environnement (DGE)*

*Inspection cantonale des forêts VD*

Un marteloscope est un outil de formation installé dans une surface forestière d'un hectare, dans laquelle tous les arbres sont numérotés, reportés sur une carte et dont les caractéristiques (essence, mesures, etc...) sont enregistrées. Les participants parcourent la surface et pratiquent un martelage virtuel en reportant sur la carte ou dans un logiciel les arbres qu'ils choisissent d'abattre ou de conserver. Leurs choix sont analysés en fin d'exercice et ils reçoivent une évaluation commentée de leur travail. L'exercice peut se pratiquer selon différents scénarios, imposés ou choisis par les participants, ce qui permettra, par exemple, de comparer différentes approches. De par sa nature virtuelle, la formation dans un marteloscope peut être suivie par un large panel de participants, y compris de non forestiers, ce qui favorise les échanges et améliore la compréhension mutuelle entre les différents acteurs du territoire (forestiers, propriétaires, politiciens, ONG, ingénieurs, biologistes ou toute autre personne intéressée,...).

Mis en place en 2010, le marteloscope de Goumoens (du nom de la commune propriétaire et territoriale) a pour vocation de sensibiliser aux arbres-habitats lors du martelage. Désigner un arbre-habitat ? Rien de plus facile me direz-vous ! Trouvez un vieil arbre, tordu, cassé, porteur de cavités ou de particularités hospitalières pour la faune et la flore et le tour est joué ! Et pourtant, une fois au pied de l'arbre, de nombreuses questions peuvent se poser quant à sa valeur économique actuelle et future, au rapport coût/bénéfice de son abattage ou à la plus-value écologique qu'il y aurait à le laisser. A l'heure où tout arbre représente au minimum une valeur marchande équivalente à son pouvoir calorifique, les vénérables ancêtres de nos forêts regagnent un poids économique qui pourrait bien leur être fatal !

Dans le marteloscope de Goumoens, une valeur économique et écologique a été calculée pour chaque

arbre. La première est basée sur le volume, la qualité du tronc et le prix local de vente des bois. La seconde est mesurée sur la base des dendro-microhabitats (voir définition plus bas) qu'il porte, en tenant compte de leur rareté et de leur temps de formation. Ces valeurs sont communiquées aux participants ce qui leur permet notamment d'entraîner leur oeil à reconnaître les arbres ayant une forte valeur écologique, mais aussi ceux dont les intérêts économiques et écologiques s'opposent. Outre les arbres à abattre, le participant reporte sur son plan les arbres qu'il souhaite marquer comme arbre-habitat, c'est à dire, laisser accomplir un cycle de vie complet, jusqu'à sa mort et son effondrement sur place. Le marteloscope permet ainsi de s'exercer à peser les intérêts et améliorer les prises de décisions concernant la prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière.



Figure 1 Arbre-habitat arborant plusieurs types de dendro-microhabitats (crédit photo Nicolas Vial)

### Mais pourquoi désigner des arbres-habitats ?

Dès leur plus jeune âge, les arbres servent d'abri, temporaire ou permanent, à toutes sortes d'espèces

animales et végétales. Pendant les 80 à 100 premières années de leurs vies, ils abriteront essentiellement des espèces peu spécialisées qui profitent des branches, du tronc et du feuillage comme d'un support ou d'un abri contre leurs prédateurs. Mais au fur et à mesure de leur croissance, la forme des arbres se complexifie, ils grossissent, se tordent, se fendent, pourrissent par endroit et forment des rejets à d'autres. Ils vont aussi connaître divers incidents, phénomènes mécaniques, climatiques et autres dynamiques, naturelles ou liées à l'activité humaine, qui laisseront marques, blessures, cavités et branches cassées derrière eux.



Figure 2: Arbre avec un décollement d'écorce, un abri de choix pour les chauves-souris forestières (crédit photo Rita Bütler)

Chacune de ces particularités forme une " mini-niche " écologique, aux conditions hydriques et physico-chimiques bien particulières. Ces milieux de vie de petite taille portés par les arbres sont appelés " dendro-microhabitats " (en abrégé : " dmh ") et ils ont la particularité d'accueillir des espèces parfois hautement spécialisées sur un type de dmh. Ces espèces sont souvent rares et menacées, du fait de la rareté de leur habitat de prédilection. En effet, dans les forêts gérées, les arbres sont généralement récoltés

avant d'avoir pu développer des "imperfections". De plus, certains dmh, comme les cavités à terreau, se forment extrêmement lentement (plusieurs dizaines d'années) et sont par conséquent très rares, même en forêt naturelle.

De nombreux dmh accueillent des espèces dépendant du bois mort pour tout ou une partie de leur cycle de vie. Ces espèces "saprophytiques" sont très utiles à l'écosystème forestier car elles favorisent sa régénération en décomposant le bois mort, ce qui recycle la matière organique et enrichit le sol. Les arbres-habitats peuvent aussi abriter des espèces prédatrices des parasites des arbres et aider ainsi à lutter contre les épidémies. Les arbres-habitats sont également une source irremplaçable d'hétérogénéité dans la structure forestière, tant en terme de diversité d'habitats que de pyramide des âges ou de structure verticale. Or la diversité forestière, qu'elle soit spécifique ou structurelle, contribue grandement à la capacité de résilience des forêts face aux perturbations climatiques ou aux attaques parasitaires. Enfin, les arbres-habitats servent de relais entre les aires protégées, permettant aux espèces de se déplacer à travers les peuplements pour coloniser de nouveaux habitats ou rencontrer des partenaires non-apparentés pour se reproduire.

Afin de bénéficier de tous les avantages offerts par les arbres-habitats et leurs hôtes, il est nécessaire de veiller non seulement à laisser quelques arbres accomplir leur cycle de vie entier dans les forêts gérées, mais aussi à les désigner de manière à maintenir la plus grande diversité possible de dendro-microhabitats et donc d'espèces associées. Dans le marteloscope de Goumoens on peut observer 15 types différents de dmh, ce qui représente environ 70% de tous les types de dmh existant. Les cours dispensés par le centre de formation professionnelle du Mont-sur-Lausanne dans le marteloscope de Goumoens offrent donc une excellente opportunité de les découvrir et de s'entraîner à les reconnaître.

### **Integrate +, un vaste réseau de marteloscopes consacrés à la biodiversité en forêt gérée**

Le marteloscope de Goumoens fait partie du réseau Integrate + (<http://www.integrateplus.org/>), qui rassemble des marteloscopes dédiés aux arbres-habitats et à la biodiversité en forêt gérée à travers toute l'Europe. Les sites sont situés dans une grande variété de types de forêts et incluent des peuplements de différents âges, structures ou modes de gestion.

Le projet soutient la mise en place de marteloscopes en mettant à disposition des outils décrivant la manière de les établir sur le terrain ou d'y animer des formations. Un logiciel permettant de rentrer, analyser et partager les données a été développé pour les appareils mobiles (téléphones et ordinateurs portables, tablettes,...). Ces données permettent aussi bien de donner un retour aux participants d'une formation que de suivre et analyser la dynamique du peuplement sur plusieurs années ou de comparer les pratiques et les résultats sur différents types de forêts ou de gestion à travers l'Europe.

#### Le marteloscope de Goumoens:

- Altitude: 630 mètres
- Pente: plat, légère pente est
- Précipitations: env. 1000mm
- Température moyenne: env. 8Co
- Période de végétation: env. 200 jours
- Association végétale: Hêtraie à gouet humide et hêtraie à aspérule
- Sol: Profond, humide et fertile
- Volume sur pied: 540 sv
- Essences: 86% feuillus, dominé par le chêne
- Type de peuplement: Vieille forêt régulière mixte
- Nombre d'arbres d'un dhp >50 cm: env. 75%

*Anabelle Reber*

*anabelle.reber@vd.ch, 021 316 61 60*

## Verwendung von Laserscanning Daten in der Waldplanung im Kanton Graubünden – eine Beurteilung des Nutzens

Riet Gordon, Amt für Wald und Naturgefahren  
Graubünden

Die Beschaffung von Informationen über den Waldzustand und die Waldentwicklung ist eine der Hauptaufgaben der Waldplanung. Die benötigten Informationen können entweder über eine klassische Inventur mittels Stichproben, über eine flächige Erfassung von Bestandesmerkmalen im Gelände oder mit Hilfe von Fernerkundungsdaten erfasst werden. Seit fast 10 Jahren setzt die Waldplanung grosse Hoffnungen in Laserscanning Daten (LiDAR). Wie sieht die Situation heute aus, konnten die Erwartungen erfüllt werden? Ich möchte mit den folgenden Ausführungen versuchen dies aus der persönlichen Sicht eines Waldplaners in einem Gebirgswaldkanton zu beurteilen.

In den Jahren 2000 bis 2008 hat swisstopo die ganze Schweiz in sechs Etappen befliegen und aus den LiDAR (Airborne) Daten ein digitales Terrainmodell (DTM) und ein digitales Oberflächenmodell (DOM) erstellt. Damit war es zum ersten Mal möglich, über die ganze Schweiz Daten zur Vegetationshöhe zu erhalten. Die Qualität der Daten ist aber sehr heterogen, da die Punktdichte im Mittel nur 1 Pkt/m<sup>2</sup> mit einer Streuung von 0.5 (Aufnahmen 2000) - bis 10 Pkt/m<sup>2</sup> (Aufnahmen ab 2006) beträgt. Die Kosten wurden mit Fr. 540.-/km<sup>2</sup> angegeben. Die Daten (Rohdaten, DOM und DTM) stehen dem Forstdienst in den meisten Kantonen gratis zur Verfügung (in <http://www.planfor.ch/de/content/anwendung-von-lidar>, R. Artuso, swisstopo).

Mit der Verfügbarkeit der Daten stieg das Interesse am Einsatz von LiDAR-Daten in der Waldplanung. Das BAFU organisierte 2010 in Luzern eine Tagung zum Thema "Einsatz von LiDAR in der Praxis". In den vorgestellten Forschungs- und Pilotprojekten wurden folgende Vorteile und Möglichkeiten des Einsatzes von LiDAR in der Waldplanung besonders hervorgehoben.

- Ermöglicht durch den Wald zu schauen
- Waldbestände und Einzelbäume können beschrieben werden

- Geländebegehungen und -aufnahmen werden vereinfacht

Für die Waldplanung sollten mit Hilfe von LiDAR-Daten folgende Informationen kostengünstiger und rascher erfasst werden können:

- Bestandeskartierung
- Vorrat
- Waldstruktur / Textur
- Holzerntekonzepte / Holznutzungsplanung
- Schutzwaldtauglichkeit
- Einzelbaummerkmale (Identifizierung, Baumhöhe, Kronenlänge, Kronenbreite, Holzvolumen)

In den letzten Jahren haben verschiedene Kantone eigene LIDAR-Datensätze aufgebaut (S. Pochon, *Aperçu de l'utilisation des données LIDAR dans les cantons suisses*, 2015 auf [www.planfor](http://www.planfor)). Der Kanton Graubünden gehört nicht dazu. Für verschiedene kleinere Perimeter im Kanton (Klosters, Dischmavos, Churer Rheintal-Schanfigg) sind jedoch hochaufgelöste LiDAR Datensätze vorhanden, welche vor allem zu Forschungszwecken verwendet werden. Zudem steht das Vegetationshöhenmodell des LFI (Ginzler Ch., Hobi M.: *Das aktuelle Vegetationshöhenmodell der Schweiz*, SZF Schweiz Z Forstwes 167 (2016) 3: 128–135)) zur Verfügung.

### Vorrat

Im Gebiet "Klosters" hat das Institut für Terrestrische Oekosysteme der ETH (J. Breschan, A. Hill, D. Mandallaz u. a.) verschiedene Methoden untersucht um für die Waldplanung im Kanton Graubünden wichtige Informationen automatisiert aus den LiDAR Daten herleiten zu können. Anschliessend hat das Büro Gadola im Auftrag des AWN einen Vergleich der konventionellen Erhebungsmethode (Luftbild, Bestandesbeschreibungen im Feld) mit den Auswertungen der hochaufgelösten LiDAR-Daten durch die ETH und den Auswertungen der swisstopo LiDAR-Daten durch die HAFL gemacht.

Beim Vorrat auf Bestandesebene kommen die Autoren zum Schluss, dass die Bandbreite der verschiedenen Resultate pro Bestand mit durchschnittlich beinahe 300 Tfm/ha sehr gross ist (Abbildung 1). Nur vereinzelt lagen sämtliche Schätzungen innerhalb 100Tfm/ha. Die tatsächlichen Vorräte wurden nicht ermittelt. Es muss betont werden, dass auf-

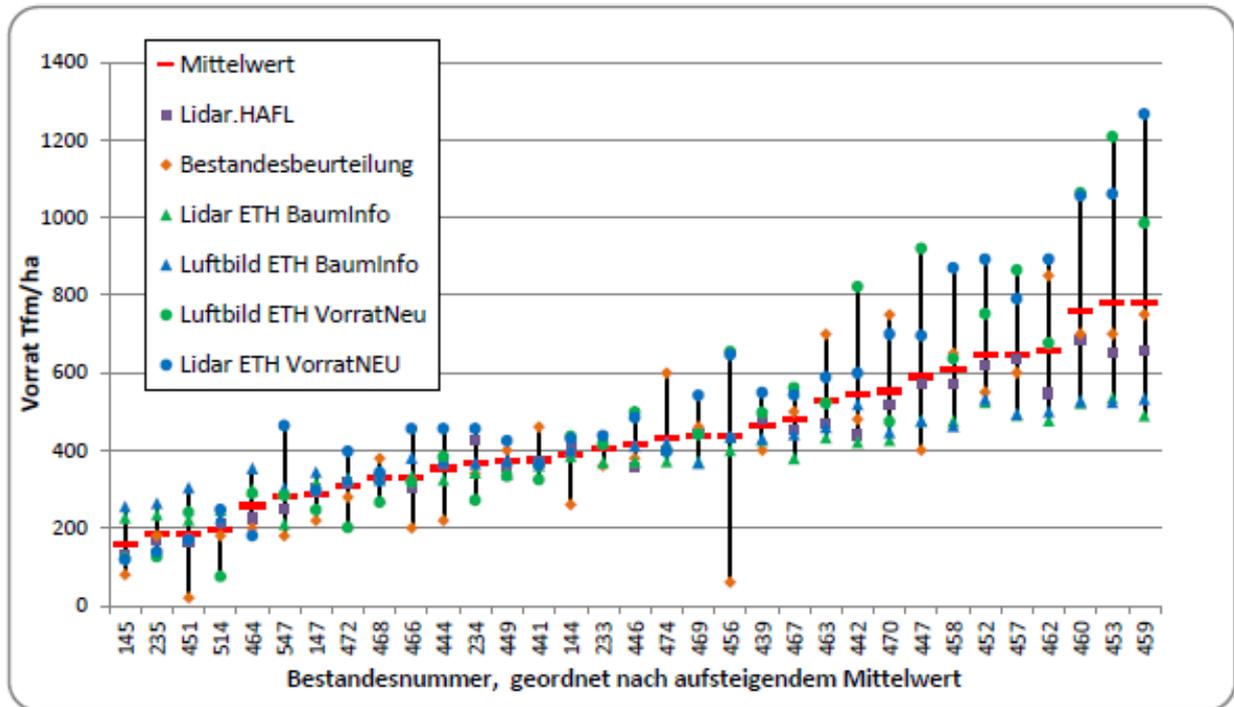


Abbildung 1: Vorratsvergleich nach Bestand

grund der kleinen Stichprobe und der Erfassungsmethode die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind. Trotzdem wage ich die Behauptung, dass eine automatisierte Herleitung des Vorrats ausschliesslich aus LiDAR-Daten im Gebirgsland heute noch zu ungenaue Resultate und für den Betriebsleiter keinen Mehrwert liefert.

Bessere Ergebnisse zum Vorrat lieferte die Auswertung des Vegetationshöhenmodells des LFI in Kombination mit den Resultaten der Stichprobeninventur GR (LFI Aufnahmen auf einem 500 m Netz). Die WSL hat für einen 25m Rasterdatensatz (625 m<sup>2</sup>) jeweils den Vorrat berechnet. Der Raster wurde zuerst auf 156 m<sup>2</sup> verfeinert. Mit einer GIS Analyse wurde der Rasterdatensatz mit der über den ganzen Kanton bestehenden Bestandeskarte verschnitten und mit der Extension "Statistical Analyst" der Durchschnittsvorrat pro Bestand ermittelt. Eine systematische Beurteilung der Resultate haben wir noch nicht vorgenommen, aber die Rückmeldungen aus der Praxis zeigen, dass dieser Datensatz für die Förster brauchbare Werte liefert. Für den einzelnen Bestand können die Vorräte noch immer stark von der Realität abweichen, für grössere Einheiten (Betriebsklassen, Betriebe) sind die Resultate aber in den meisten Fällen sehr plausibel. Momentan ist die WSL (Ch. Ginzler, Bronwyn Price) daran, die Methode noch zu verbessern.

### Waldstrukturen, Bestandesausscheidung

Der Bestand ist bisher die kleinste Einheit, um den Waldzustand zu beurteilen und Massnahmen festzulegen. Im Gebirgswald müssen oft "künstliche" Grenzen gezogen werden, da klare Grenzen eher die Ausnahme sind. Trotzdem ist es die bisher (einzige?) gute Möglichkeit den Wald auch kleinflächig beschreiben zu können.

Bestandesmerkmal	LiDAR Merkmal
Waldform	Kann aus LiDAR alleine nicht ermittelt werden
Baumartenmischung	Kann aus LiDAR alleine nicht ermittelt werden
Struktur	Flächenausdehnung mit ähnlicher durchschnittlicher Vegetationshöhe
Deckungsgrad	Anhand der Höhen - Verteilung der LiDAR-Datenpunkte
Entwicklungsstufe	Höhe der Einzelbäume oder durchschnittliche Höhe der Bäume.

Tabelle 1: Merkmale für die Bestandesausscheidung

Ein Bestand wird im Kanton Graubünden charakterisiert durch die Waldform, die Struktur, die Entwicklungsstufe, den Deckungsgrad und die Baumartenmischung. Einige dieser Merkmale sollten indirekt auch aus LiDAR-Daten abgeleitet werden können, andere können kaum aus LiDAR-Daten abgeleitet werden (Tabelle 1).

Durch eine Kombination der aus LiDAR abgeleiteten Merkmale sollte damit die Bestandausscheidung automatisch erstellt werden können. Im Testgebiet Klosters wurde dies ebenfalls versucht. Der Vergleich mit der konventionell ausgeschiedenen Bestandskarte zeigte aber eine eher schlechte Übereinstimmung. In einer Masterarbeit der ETH im Testgebiet Klosters/Davos (Mitgel Noldin, 2015) kommt der Autor zum Schluss dass

*"...es möglich ist, die Bestandesstruktur von Gebirgswäldern anhand von LiDAR-Daten einzuschätzen. Das bedeutet nicht, dass die herkömmlichen terrestrischen Methoden einen Bestand anzusprechen, komplett durch die Auswertung von LiDAR-Daten ersetzt werden können. Die generelle Stärke der LiDAR-Technologie ist die Möglichkeit eine grosse Fläche schnell erfassen zu können..... Für den Einsatz in der Forstpraxis zeigt die in dieser Arbeit entwickelte Methode, dass zumindest eine erste Einschätzung der Bestandesstruktur von Gebirgsnadelwäldern anhand von LiDAR-Daten möglich ist. Aufgrund dieser Einschätzung könnten terrestrische Aufnahmen gezielter auf auffällige Flächenbereiche konzentriert werden."*

Aus meiner Sicht ist es heute wirtschaftlicher eine Bestandausscheidung konventionell zu erstellen, als automatisch aus LiDAR Daten. Ein Interpret kann im Zweifelsfall wesentlich praxistauglichere Grenzen ziehen als dies automatisch möglich ist. Zudem können gleichzeitig mit der Bestandausscheidung auch Bestandesmerkmale erfasst werden (Waldform, Baumartenmischung, Textur) welche aus LiDAR-Daten nicht abgeleitet werden können. Ein direkter Kostenvergleich einer konventionellen Bestandausscheidung und -beschreibung im Luftbild mit einer Bestandausscheidung mittels LiDAR-Daten ist leider nicht möglich, da in den LiDAR Publikationen die Kosten in der Regel kein Thema sind.

Grundsätzlich könnte man nun das Planungssystem im Gebirgswald so umstellen, dass die Bestandausscheidung nicht mehr benötigt wird. Anstatt alle Informationen auf Bestandesebene zu erfassen,

könnte man für jedes einzelne Merkmal - welches sich genügend genau mit LiDAR herleiten lässt - einen eigenen Datensatz mit unterschiedlichen Grenzen oder als Raster erstellen. Mit Hilfe des GIS könnte man die Merkmale verarbeiten und kombinieren, so dass schliesslich die für die Planung erwünschten Informationen vorliegen würden. Dieser Ansatz ist sicher eine Alternative zur heutigen Bestandskartierung. Aus meiner Sicht allerdings erst, wenn Methoden vorhanden sind, um wichtige Merkmale wie Verjüngung und Struktur flächendeckend zu erheben ohne auf den Bestand als relativ homogene Beurteilungseinheit angewiesen zu sein.

### **Schutzwaldtauglichkeit**

Für die Beurteilung der Schutzwaldtauglichkeit sind insbesondere die mechanische Stabilität, die Verjüngungssituation und Lücken im Wald von Bedeutung.

Die Verjüngungssituation im Gebirgswald kann heute mit den vorhandenen Methoden kaum aus LiDAR-Daten ermittelt werden. Zwar finden erste Versuche mit terrestrischen Laserscannern (TLS) statt, bis die Methode aber praktisch einsetzbar und ökonomisch konkurrenzfähig ist, wird es wahrscheinlich noch einige Zeit brauchen – wenn dies je der Fall sein wird.

Stabilitätsmerkmale können indirekt bereits aus LiDAR-Daten ermittelt werden (z.B. Bedrängungsgrad, Abbildung 2), aber auch hier hat sich meines Wissens noch keine praxistaugliche Methode herauskristallisiert.

Waldlücken können gemäss verschiedenen Untersuchungen mit LiDAR sehr gut automatisch erfasst werden. Allerdings braucht es auch hier eine manuelle Nachbeurteilung durch eine Fachperson, da die Lückengrösse und -ausrichtung alleine noch keine Aussage über die Funktionstauglichkeit zulässt, sondern nur Hinweise liefert.

LiDAR-Daten können für die Beurteilung der Schutzwaldtauglichkeit ein Hilfsmittel sein, aber es braucht weitere Informationsquellen. Die Beurteilung im Luftbild durch eine Fachperson liefert mehr Informationen als eine automatische Auswertung von LiDAR Daten. Kann man die Luftbildsprache im gleichen Arbeitsgang wie die Bestandausscheidung vornehmen, so sind auch allfällige Kostenunterschiede wahrscheinlich nicht mehr relevant.

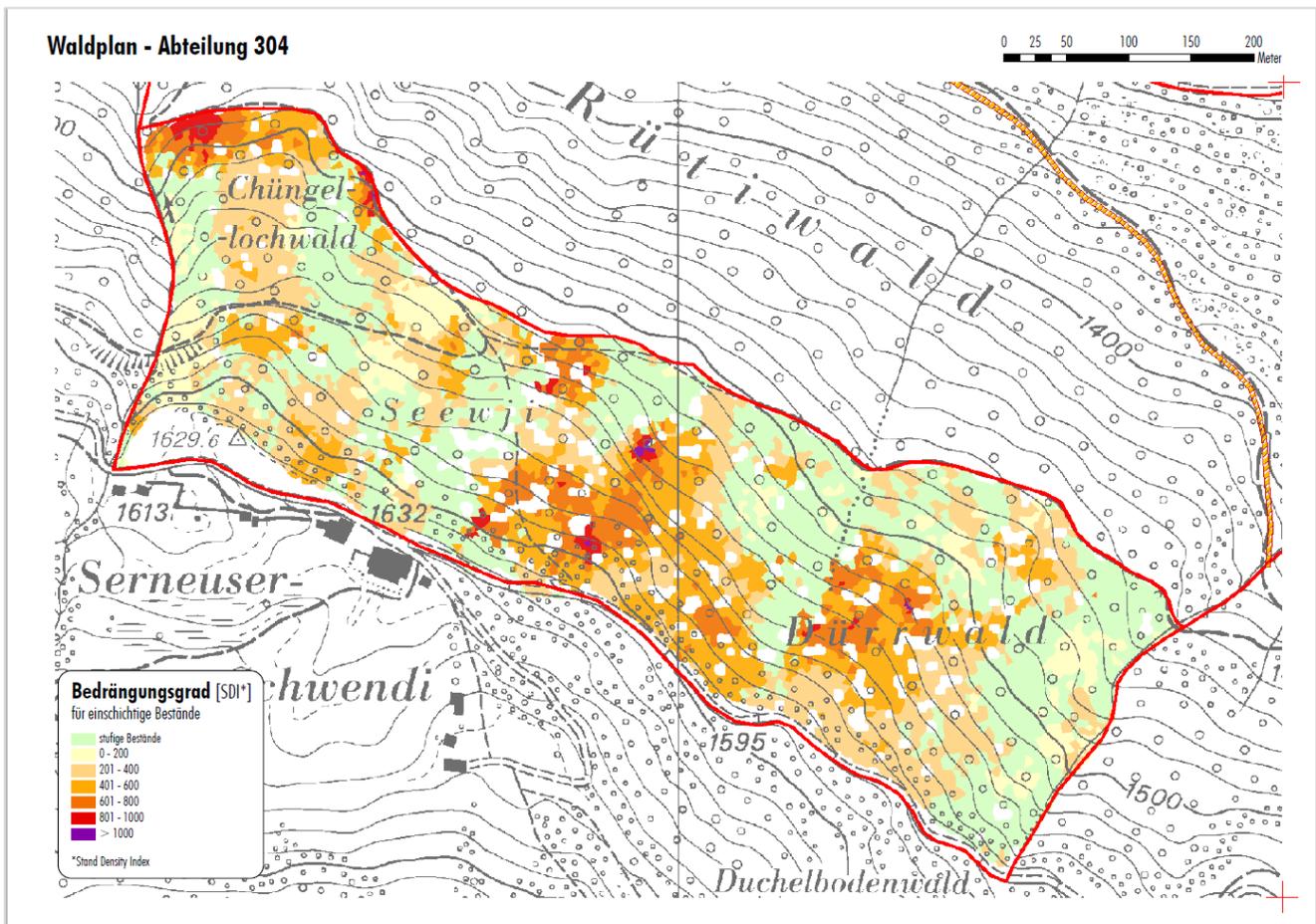


Abbildung 2. Bedrängungsgrad aus den Untersuchungen durch das Institut für Terrestrische Ökosysteme der ETH (J. Breschan)

### Holzerntekonzepte / Holznutzungsplanung

Um die Holznutzungsplanung in Nichtschutzwäldern zu optimieren, das heisst Seillinien so anzulegen, dass möglichst vorratsreiche Gebiete erschlossen werden, liefern LiDAR-Daten gute Entscheidungsgrundlagen. Aus der Punktdichte, welche die Vegetation trifft, kombiniert mit der Vegetationshöhe können die Vorratsverhältnisse (relativer Vorrat) als Raster dargestellt werden. Dieser Datensatz kann automatisiert und sehr günstig erstellt werden, wenn DOM und DTM vorliegen.

Allerdings sollte man im Gebirgswald die Seillinien auf ein Feinerschlussungskonzept ausrichten und sich weniger von aktuellen Vorratsverhältnissen leiten lassen. Das mögliche Angebot an Informationen entspricht nicht immer dem Bedarf an notwendigen Informationen – dies gilt auch für aus LiDAR-Daten abgeleitete Grössen.

### Einzelbaummerkmale

Die Identifizierung der Einzelbäume im Bestand und ihre Charakterisierung mittels verschiedener Merkmale (z. B. Höhe, Kronenform und -länge, Holzvolumen, BHD) aus LiDAR-Daten ist ein grosser Wunsch der Planer. Damit würden wahrscheinlich viele Planungsprozesse stark beeinflusst und ganz neue Möglichkeiten für die Planung geschaffen.

In Forschungsprojekten wurde schon mehrmals das Potential aufgezeigt, welches dafür in den LiDAR-Daten steckt (Abbildung 3). Aktuell handelt es sich aber meistens um Pilotprojekte, in denen es darum geht, methodische Fortschritte zu erzielen, um die erhofften Informationen herleiten zu können. Der zeitliche und der finanzielle Aufwand sowie die Praxistauglichkeit der Methode sind noch kein Kriterium. Aus diesem Grund werden die Methoden grossflächig auch kaum in der Praxis umgesetzt.

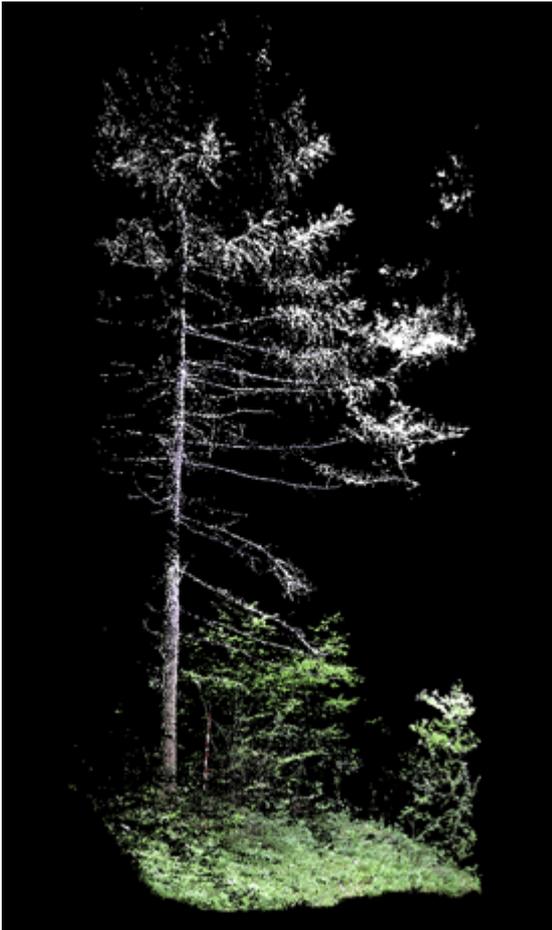


Abbildung 3: Ausschnitt aus einer Punktwolke, die mittels Laserscanner (TLS) im LFI Projekt "Beurteilung von Schutzwäldern mittels Fernerkundung" aufgenommen wurde. ([https://www.lfi.ch/lfi/projekte/schutzwald\\_fernerkundung.php](https://www.lfi.ch/lfi/projekte/schutzwald_fernerkundung.php))

## Fazit

Die Anzahl Forschungs- und Pilotprojekte, welche sich mit LiDAR befassen, ist sehr gross und für "Nichtforscher" kaum überblickbar. In den Publikationen und Vorträgen werden oft wirklich spektakuläre Bilder von Einzelbäumen und Waldbeständen vorgestellt, welche jedem Praktiker das Wasser im Munde zusammenlaufen lassen und zu Ideen führen, wie man die Waldplanung mit Hilfe dieser Daten revolutionieren könnte. Meistens bleibt es aber bei den Ideen, denn zu oft zeigt es sich, dass man mit LiDAR sehr vieles machen kann, dass sich aber sehr viele Anwendungsmöglichkeiten heute kaum für den alltäglichen Gebrauch eignen, da sie zu aufwändig sind, die methodischen Knacknüsse nur durch (teure) Spezialisten gelöst werden können, oder die Daten nicht flächendeckend günstig zur Verfügung stehen. Weitere Forschungsarbeiten sind sicher sehr wertvoll. Allerdings würde ich es als wünschenswert erachten, wenn vermehrt Erfahrungen aus Pilotprojekten zu praxistauglichen Verfahren weiter bearbeitet würden, anstatt immer nur neue Fragestellungen anzugehen.

Dort wo LiDAR-Daten auch ausserhalb des Waldes benötigt und eingesetzt werden und der Forstdienst diese sehr günstig oder gratis zur Verfügung hat, ist es sehr sinnvoll, diese Informationen zu nutzen und sie in bestehende Planungskonzepte einzubauen. Eine Neuausrichtung der Planungskonzepte und -verfahren im Gebirgswald ist aus meiner Sicht aber erst sinnvoll, wenn

- LiDAR-Daten über den gesamten Wald günstig zur Verfügung stehen
- LiDAR-Daten regelmässig aktualisiert werden
- Die Methoden für die Ableitung der Informationen so weit entwickelt sind, dass sie von der Praxis - und dazu gehören auch die Ingenieurbüros - kostengünstig verwendet werden können.

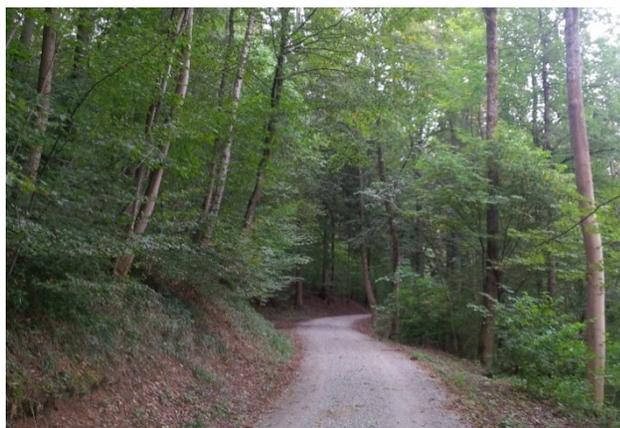
Im Moment scheint mir dies, auch nach 15 Jahren Forschung, nicht der Fall zu sein.

*Kontakt: Riet Gordon,*  
riet.gordon@awn.gr.ch, +41 81 257 3855

### Aktuelle Informationen

Kontakt BAFU: Roberto Bolgè,  
roberto.bolge@bafu.admin.ch

#### **Ergänzung Waldgesetz und Erschliessung ausserhalb Schutzwald: Gesamtkonzepte sind gefragt**



Die Programmvereinbarungen der laufenden Programmperiode zwischen Bund und Kantonen wurden im Hinblick auf das Inkrafttreten der Gesetzesrevision bereits frühzeitig ergänzt: neu können auch forstliches Vermehrungsgut, Arbeitssicherheitskurse für Waldarbeiter und Waldarbeiterinnen, die praktische Ausbildung von Waldfachleuten sowie Massnahmen gegen Schadorganismen ausserhalb des Schutzwaldes finanziell unterstützt werden.

Neu wird im Rahmen der Programmvereinbarung Waldbewirtschaftung ab 2017 auch die Förderung der Walderschliessung ausserhalb des Schutzwaldes möglich. Eine wichtige Voraussetzung für diese neue Förderungsmöglichkeit sind Gesamtkonzepte. Darunter ist gemäss aktualisiertem Handbuch der Programmvereinbarungen die überbetriebliche oder eigentumsübergreifende Optimierung der Erschliessung (regionale Stufe – mindestens Waldkomplexe bzw. Geländekammern umfassend) unter Federführung des Kantons zu verstehen, welche an erster Stelle die Anpassung des bestehenden Wegnetzes an die neuen Holzernteverfahren (inkl. Seilkran) beinhaltet. Auf Basis eines ökonomischen und verfahrenstechnischen Bestverfahrens wird eine optimale Erschliessungsplanung erstellt, die den Bedarf an Ausbau, Wiederinstandstellung, Stilllegung

und Rückbau sowie den Bedarf an Seillinien ausweist. Das Gesamtkonzept ist entweder Teil einer übergeordneten Planung (Richtplan, WEP) oder hat als eigenständige Planung diese Instrumente entsprechend zu berücksichtigen und die Erschliessung mit weiteren Landnutzungsformen abzustimmen (beispielsweise Alp-/Landwirtschaft, Werke). Die Eingliederung des Gesamtkonzepts in die Instrumente der Waldplanung und das entsprechende Verfahren richten sich nach den kantonalen Vorgaben und bilden die Grundlage für das Baubewilligungsverfahren (Ausnahme: Förderung von Seillinien).

Weitere Informationen: *Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich*, Fachspezifische Erläuterungen zur Programmvereinbarung im Bereich Waldbewirtschaftung.

#### **Forststatistik 2015: Frankenstärke fordert Schweizer Waldbewirtschaftung heraus**

Die Aufhebung des Mindestkurses durch die Schweizerische Nationalbank im Januar 2015 hat sich auf den Schweizer Holzmarkt ausgewirkt. Dies geht aus der Forststatistik sowie dem forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetz 2015 der Bundesämter für Umwelt BAFU und für Statistik BFS hervor. In der Schweiz wurden 2015 rund 7% weniger Holz geerntet als im Vorjahr. Bei einer Holzernte von 4,6 Millionen Kubikmetern betrug die Abnahme rund 350'000 m<sup>3</sup> Holz. Am stärksten von der Abnahme betroffen ist das mengen- und ertragsmässig wichtigste Sortiment, das Stammholz mit 2'313'000 m<sup>3</sup> (-264'000 m<sup>3</sup>, bzw. -10%). Auch beim Industrieholz mit 488'000 m<sup>3</sup> (-7%) und beim Energieholz mit 1'734'000 m<sup>3</sup> (-4%) wurde weniger geerntet. Die Sägereien hingegen verarbeiteten 2015 mit rund 1.82 Millionen Kubikmeter lediglich 2.5% weniger Holz. Das Holz aus den Schweizer Wäldern wurde primär im Inland vermarktet, es konnte eine deutliche Abnahme der Exporte von Rohholz festgestellt werden.

Weiter Daten unter: *Medienmitteilung und dossier*.

## Projekte im Bereich Waldplanung

Kontakt BAFU: Roberto Bolgè,  
roberto.bolge@bafu.admin.ch

Das BAFU hat Projekte im Bereich der Waldplanung in Auftrag gegeben und mitfinanziert. Im Folgenden ein Überblick über diese Arbeiten:

### Betriebliche Planung im Gebirgswald

Das Projekt ist nun auf der Zielgeraden. Die Berichterstattung und die Redaktion des Betriebsplanes befinden sich in der Schlussphase. Die entsprechenden Entwürfe liegen vor und werden bis Januar 2017 definitiv bereinigt. Für die Präsentation der Projektergebnisse planen die AG WaPlaMa und das ibW Bildungszentrum Wald Maienfeld eine Weiterbildungsveranstaltung im Jahr 2017.

### Automatisierte Seillinienlayout-Planung, Fallstudie Gotschna

**Ausgangslage:** Im Projekt "Betriebliche Planung im Gebirgswald" wurde die zunehmende Verwendung von Fernerkundungsdaten mittels GIS-Anwendungen festgestellt. Eine Tendenz, die bereits im Rahmen des Kurses "Praxiseinsatz von LiDAR und Oberflächenmodellen in der Waldplanung" deutlich gezeigt wurde. Das ETH Departement D-USYS, Professur für Forstliches Ingenieurwesen, ist (unter anderen) eine wichtige Forschungseinrichtung zur Entwicklung von GIS-Lösungen für die Unterstützung der Waldplanungsarbeiten. Hier wurden bereits einige Experimente im Gebirgswald durchgeführt, die zeigen, wie Seillinien zum Holztransport aufgrund von Fernerkundungsdaten automatisch berechnet werden können (Dissertation von Leo Bont). Nun soll der verbesserte Prototyp Ausgangspunkt für Überlegungen sein, die Methodik für ein grösseres Publikum nutzbar zu machen (Anwendung in der Praxis).

Die Seillinienplanung ist ein wichtiges Element zur Organisation der Waldpflege im Gebirge. Sie muss dabei verschiedenen Kriterien wie Minimierung der Kosten und Vermeidung von Naturgefahren (Waldlawinen und Erosion) genügen. Zusätzlich muss die Intensität der Holznutzung berücksichtigt werden. Die Nutzung der neuen Technologien wie GIS und Mathematische Optimierungsmethoden für Planungsarbeiten unterstützt die Identifikation einer optimalen Feinerschliessung im steilen Gelände. Es

ist zu erwarten, dass damit eine effektive und effiziente Holzernte unter Berücksichtigung des Aspekts Naturgefahren ermöglicht wird. Die Automatisierung erleichtert zudem ein Studium verschiedener Szenarien innert vernünftiger Zeit.

**Forschungsfrage:** Anhand eines Fallbeispiels aufzeigen, wie aufgrund von Fernerkundungsdaten automatisiert ein Layout von technisch machbaren Seillinien für vordefinierte Eingriffsflächen berechnet werden kann.

**Erwartete Ergebnisse:** Das Projekt im Januar abgeschlossen sein und im neuen Jahr wird die Berichterstattung stattfinden. Zur weiteren Bearbeitung der Resultate in der Forschung und in der Praxis sind alle allfälligen Inputs, Informationen oder Resultate aus anderen ähnlichen Projekten jederzeit willkommen.

### SiWaWa 2.0 et placette permanente de suivi sylvicole (PPSS)

Le projet réalisé par la Haute école spécialisée HAFL de Zollikofen, dans le groupe recherche Forêt et société, sous la direction de Christian Rosset, a progressé avec des résultats très encourageant (voir aussi article détaillé sur SiWaWa). Le projet se poursuivra en 2017 avec trois lots de travaux principaux :

- L1 : assurer la pérennité de SiWaWa ;
- L2 : validation de SiWaWa au moyen de données externes.
- L3 : méthodes et techniques pour les PPSS.

### Instrumente der Waldplanung

In der 2. Hälfte des Jahres wurde ein neues Projekt mit der HAFL: "Stand und Entwicklung der Instrumente der Waldplanung" gestartet. Zweck des Projektes ist die Erfassung der aktuell eingesetzten Waldplanungs-Instrumente in der Schweiz sowie deren Weiterentwicklung mit dem Ziel der Vernetzung bzw. Integration der unterschiedlichen Facetten der nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Die konkreten Ziele des Projektes sind:

1. Übersicht über die Praxis der Waldplanung in den Kantonen; daraus die unterschiedlichen Herangehensweisen und Lösungsansätze mit Beispielen von positiven Erfahrungen aufzeigen;
2. Die Resultate zum Zustand der Waldplanung in den Kantonen (Methoden und Produkte) auf der Web-Plattform [www.planfor.ch](http://www.planfor.ch) zur Verfügung stellen;

3. Einen Katalog der Instrumente (Tools) für die Planung der Waldbewirtschaftung bereitstellen und auf der Web-Plattform [www.planfor.ch](http://www.planfor.ch) für die Praktiker aufschalten;
4. Die Palette der Instrumente der Waldplanung mit neuen Werkzeugen zur Integration von dendrometrischen Aufnahmen, Modelle der Waldentwicklung, Waldbau und Waldplanung erweitern.

Das Projekt wird bis Ende 2017 dauern.

### **Infrastruktur- und Waldplanung**

Die Erkenntnisse im Rahmen des Projektes "Betriebliche Planung im Gebirgswald" zeigen einen wichtigen Mangel in Bezug auf das Infrastrukturmanagement auf. Es fehlen standardisierte Prozesse und Instrumente zur Planung des Unterhalts von Infrastrukturen wie Strassen, Kunstbauten, Verbauungen zum Schutz gegen Naturgefahren, Werkhöfe usw. Um das Infrastrukturmanagement in das System der Waldplanung einzubetten, ist es nötig, die entsprechenden Grundlagen zu sichten und in den Kontext zu stellen. In der ersten Hälfte 2017 wird eine Grundlagenstudie dazu durchgeführt.

### **Revision der Richtlinien zur Waldwertschätzung**

Das Projekt wird unter der Trägerschaft des Schweizerischen Forstvereins abgewickelt. Dieser hat eine Arbeitsgemeinschaft von erfahrenen Büros beauftragt und eine Begleitgruppe mit Vertretern von WaldSchweiz, Kantonsforstamt Schwyz, ibW Bildungszentrum Wald Maienfeld und BAFU eingesetzt. Für die Redaktion einzelner Kapitel werden ebenfalls weitere Fachexperten involviert. Das Vorgehen entspricht dem im Vorprojekt umschriebenen Ablauf und den dort festgesetzten Meilensteinen. Ausgewählte wesentliche Arbeiten und Ergebnisse (Stand per November 2016) sind hier aufgelistet:

- Klärung der Rahmenbedingungen und Aufbau Struktur Richtlinien.
- Erarbeitung erster Kapitel (Anwendungsfälle und Grundlagenteil).
- Verschiedene Kontaktnahmen im Inland (Wald Schweiz, Agriexpert, Schätzkammer, weitere) und im Ausland (Schätzexperten angrenzendes Ausland).
- 12 Anwendungen sind abgeschlossen oder teilweise noch in Bearbeitung.

- Die vertiefte Zusammenarbeit mit SAGW/Scnat zum Thema Ökosystemleistung wurde in die Wege geleitet und die ersten Arbeiten ausgeführt.

Das Projekt wird planmässig im Jahr 2017 weitergeführt und abgeschlossen werden.

### **25 Jahre Neukonzeption Waldplanung Schweiz**

Im Waldgesetz vom 4. Oktober 1991 wurden die Bewirtschaftungsgrundsätze für den Wald neu formuliert (siehe Art. 20 WaG). In diesem Zusammenhang wurde auch die forstliche Planung einer grundlegenden Revision unterzogen.

Im Jahr 1992 organisierte die ehemalige Professur für Forsteinrichtung der ETH eine Konferenz zur forstlichen Planung auf dem Monte Verità oberhalb Ascona (Kanton TI), die ein Jahr später zu einem Ergebnisbericht mit mehr als 400 Seiten führte.

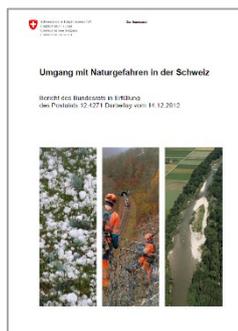
Angesichts dieser Ausgangslage (25 Jahre Neukonzeption der Waldplanung) und verschiedenen aktuellen Herausforderungen sollte das damals zusammengetragene Wissen über die Waldplanung zusammengefasst und im Lichte der heutigen Planungsbedürfnisse reflektiert werden.

Gestützt auf einen Analyseraster wurden die damaligen Eckwerte der Waldplanung untersucht und geprüft, ob und inwieweit sich die vor 25 Jahren vorgenommenen Änderungen durchgesetzt und bewährt haben. Im Rahmen eines sogenannten Fokusgruppen-Workshops wurden im November 2016 erste Resultate der Aufarbeitung diskutiert und validiert. Im ersten Quartal 2017 wird der Projektbericht vorliegen, die Resultate werden im Rahmen der WaPlaMa-Aktivitäten verbreitet und als Grundlage zur Weiterentwicklung der Waldplanung dienen.

### **Personelles**

Ende Juli hat Bruno Rösli das BAFU verlassen, um im Kanton Luzern als Chef der Abteilung Wald eine neue Herausforderung anzunehmen. Anfang Oktober hat Anja Herren, eine Juristin mit Erfahrung in politischen Prozessen, die Nachfolge von Bruno Rösli als Sektionschefin Walderhaltung und Waldpolitik angetreten. Matthias Kläy hat die Stellvertretung von Rolf Manser übernommen.

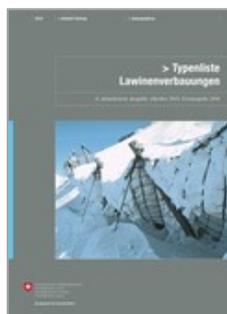
## PUBLIKATIONEN



### **Bericht Naturgefahren Schweiz**

Der Bericht umschreibt die wesentlichen Massnahmen für den künftigen Umgang mit Naturgefahren. Der Schutz vor diesen Gefahren ist eine gemeinsame Aufgabe von Bund, Kantonen, Gemeinden, Institutionen der Privatwirtschaft und der Bevölkerung.

Der Bericht umschreibt die wesentlichen Massnahmen für den künftigen Umgang mit Naturgefahren. Der Schutz vor diesen Gefahren ist eine gemeinsame Aufgabe von Bund, Kantonen, Gemeinden, Institutionen der Privatwirtschaft und der Bevölkerung.



### **Typenliste Lawinerverbauungen. 7. aktualisierte Ausgabe. 2016**

Werden für Lawinerverbauungen Subventionen des Bundes beansprucht, so dürfen in diesen Verbauungen nur offiziell geprüfte und zugelassene Werktypen verwendet werden. Die freigegebenen Werktypen werden in einer Typenliste geführt.

Werden für Lawinerverbauungen Subventionen des Bundes beansprucht, so dürfen in diesen Verbauungen nur offiziell geprüfte und zugelassene Werktypen verwendet werden. Die freigegebenen Werktypen werden in einer Typenliste geführt.



### **Vollzugshilfe. Schutz vor Massenbewegungsgefahren**

Die Vollzugshilfe erläutert den Umgang mit Rutschungen, Hangmuren und Sturzprozessen. Diese Naturgefahren werden mit modernen Methoden lokalisiert und beurteilt. Bei der Erstellung der Gefahrenkarte werden die Kriterien der Eintretenswahrscheinlichkeit und der Intensität bestimmt. Die Beurteilung von Risiken, die Festlegung von Schutzziele und von Massnahmenzielen sowie die Ermittlung des Handlungsbedarfs sind bei der Planung notwendig. Das Vorgehen bei der Optimierung von Massnahmen umfasst die Überprüfung aller Handlungsoptionen. Dazu gehören raumplanerische, biologische, bauliche und organisatorische Massnahmen. Die Bewertung der Massnahmen berücksichtigt technische, ökonomische, ökologische und soziale Kriterien.

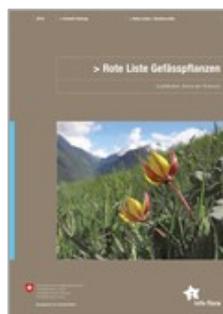
Die Vollzugshilfe erläutert den Umgang mit Rutschungen, Hangmuren und Sturzprozessen. Diese Naturgefahren werden mit modernen Methoden lokalisiert und beurteilt. Bei der Erstellung der Gefahrenkarte werden die Kriterien der Eintretenswahrscheinlichkeit und der Intensität bestimmt. Die Beurteilung von Risiken, die Festlegung von Schutzziele und von Massnahmenzielen sowie die Ermittlung des Handlungsbedarfs sind bei der Planung notwendig. Das Vorgehen bei der Optimierung von Massnahmen umfasst die Überprüfung aller Handlungsoptionen. Dazu gehören raumplanerische, biologische, bauliche und organisatorische Massnahmen. Die Bewertung der Massnahmen berücksichtigt technische, ökonomische, ökologische und soziale Kriterien.



### **Den Landschaftswandel gestalten. Überblick über landschaftspolitische Instrumente.**

Die Landschaftspolitik stützt sich auf eine reiche Anzahl von Instrumenten verschiedener Politikbereiche, die zum Ziel haben, den Landschaftswandel zu gestalten und dabei eine möglichst hohe Landschaftsqualität zu erzielen. Die Publikation gibt eine Einführung in die gesetzlichen Rahmenbedingungen der Landschaftspolitik und bietet eine Übersicht über die landschaftspolitischen Instrumente auf den verschiedenen staatlichen Ebenen der Schweiz. Porträts der einzelnen Instrumente zeigen deren Einsatzbereich. Sie enthalten Hinweise auf die gesetzlichen Grundlagen und weiterführende Literatur. Fallbeispiele aus den verschiedenen Landesgegenden illustrieren, wie die Instrumente lokal und regional eingesetzt werden und welche Chancen sich bieten, Synergien zu nutzen.

Die Landschaftspolitik stützt sich auf eine reiche Anzahl von Instrumenten verschiedener Politikbereiche, die zum Ziel haben, den Landschaftswandel zu gestalten und dabei eine möglichst hohe Landschaftsqualität zu erzielen. Die Publikation gibt eine Einführung in die gesetzlichen Rahmenbedingungen der Landschaftspolitik und bietet eine Übersicht über die landschaftspolitischen Instrumente auf den verschiedenen staatlichen Ebenen der Schweiz. Porträts der einzelnen Instrumente zeigen deren Einsatzbereich. Sie enthalten Hinweise auf die gesetzlichen Grundlagen und weiterführende Literatur. Fallbeispiele aus den verschiedenen Landesgegenden illustrieren, wie die Instrumente lokal und regional eingesetzt werden und welche Chancen sich bieten, Synergien zu nutzen.



### **Rote Liste Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz**

Die Rote Liste der Gefässpflanzen der Schweiz wurde von Info Flora gemäss den Richtlinien der IUCN nach 14 Jahren revidiert und ersetzt damit die Ausgabe 2002. Von den 2613 bewerteten Arten und Unterarten (Taxa) gelten 725 (28%) als gefährdet oder ausgestorben und zusätzlich 415 (16%) als potenziell gefährdet. Im Vergleich zur Evaluation vor 14 Jahren ist der Rote Liste-Anteil zwar leicht gesunken, aber der Rote Liste-Index hat sich verschlechtert. Die Gründe dafür liegen in der Zunahme an verschwundenen Arten und in der starken Zunahme der potenziell gefährdeten Arten. Bei etwa 20% der Taxa hat sich die Einstufung verändert. Die Lebensräume mit den höchsten Anteilen gefährdeter Arten sind die Gewässer, Ufer, Moore, Trockenwiesen, Äcker und Weinberge.

Die Rote Liste der Gefässpflanzen der Schweiz wurde von Info Flora gemäss den Richtlinien der IUCN nach 14 Jahren revidiert und ersetzt damit die Ausgabe 2002. Von den 2613 bewerteten Arten und Unterarten (Taxa) gelten 725 (28%) als gefährdet oder ausgestorben und zusätzlich 415 (16%) als potenziell gefährdet. Im Vergleich zur Evaluation vor 14 Jahren ist der Rote Liste-Anteil zwar leicht gesunken, aber der Rote Liste-Index hat sich verschlechtert. Die Gründe dafür liegen in der Zunahme an verschwundenen Arten und in der starken Zunahme der potenziell gefährdeten Arten. Bei etwa 20% der Taxa hat sich die Einstufung verändert. Die Lebensräume mit den höchsten Anteilen gefährdeter Arten sind die Gewässer, Ufer, Moore, Trockenwiesen, Äcker und Weinberge.



### **Rote Liste der Prachtkäfer, Bockkäfer, Rosenkäfer und Schröter. Gefährdete Arten der Schweiz**

Von den 256 bewerteten Arten der Prachtkäfer, Bockkäfer, Rosenkäfer und Schröter befinden sich 118 (46%) gemäss IUCN-Kriterien auf der Roten

Liste und 47 (18%) werden als potentiell gefährdet (NT) eingestuft. Mit der vorliegenden Roten Liste werden die behandelten Käferfamilien zum ersten Mal bewertet. Die meisten Arten dieser Kategorien leben in Auen- und Laubwäldern tiefer Lagen und ihren Waldrändern (Mantel und Saum). Die vorliegende Rote Liste informiert Förster, Landwirte und Grünflächenmanager in Siedlungen über die zur Verfügung stehenden Instrumente für die Erhaltung und Revitalisierung der biologischen Vielfalt von natürlichen und naturnahen Gehölzlebensräumen.



**Impressum**

Herausgeber:  
Arbeitsgruppe Waldplanung und -management des SFV  
[www.forstverein.ch/arbeitsgruppen/waldplanung-und-management/](http://www.forstverein.ch/arbeitsgruppen/waldplanung-und-management/)

Leiterin der Arbeitsgruppe:  
Dr. Denise Lüthy  
ALN Abteilung Wald  
Weinbergstrasse 15  
8090 Zürich  
Tel. 043 259 43 05  
denise.luethy@bd.zh.ch

Redaktion:  
Beate Hasspacher  
Hasspacher&Iseli GmbH  
Tel. 062 212 82 81  
[hp@hasspacher-iseli.ch](mailto:hp@hasspacher-iseli.ch)

Weiterverteilung erwünscht.  
Das nächste Infoblatt erscheint voraussichtlich Ende Juni 2017.

## VERANSTALTUNGEN

### Termine 2017 der AG WaPlaMa

Aktuelles Jahresprogramm 2017 Fortbildung Wald und Landschaft Fowala

Datum/Date	Titel / Titre
24. März (Fowala)	Neue Wege in der Waldkommunikation – Wie erreichen wir Zielgruppen, die wir nicht kennen? <i>Nouveaux canaux de communication – comment atteindre les groupes cibles que nous ne connaissons pas ?</i>
26. April (Fowala)	Werkzeugkiste für die betriebliche Planung <i>Boîte à outils pour la planification opérationnelle</i>
22 Juni (Fowala)	Kombination von Kontrollstichproben und Fernerkundung <i>Combinaison entre l'échantillonnage de contrôle et la télédétection</i>
18. August (Fowala)	Waldbau für Fachleute ohne forstliche Ausbildung <i>Sylviculture pour non forestiers</i>
24./25. August	Jahresversammlung des SFV in Liestal BL
14. September (Fowala)	<i>Coûts des loisirs en forêt</i> Kosten der Erholung im Wald
5. Oktober (Fowala)	<i>Après la conférence de Paris, quels enjeux climatiques pour la forêt suisse?</i> Nach der Klimakonferenz von Paris: Was sind die Herausforderungen für den Schweizer Wald ?
19. Oktober	Jahresversammlung AG WaPlaMa Betriebliche Planung im Gebirge / Maienfeld
November (Fowala)	Landschaft 2050 <i>Paysage 2050</i>
16. November (Fowala)	<i>Comment contrôler l'efficacité des mesures en faveur de la biodiversité?</i> Wie kann man die Effizienz von Massnahmen zugunsten der Biodiversität kontrollieren?
23. November	Konferenz Waldplanung: Nachhaltige Waldverjüngung: Was wir wissen. Planungsgrundsätze zur natürlichen Waldverjüngung; FR

Details und Anmeldung Fowalal Kurse unter [www.fowala.ch](http://www.fowala.ch)