

Wie viel Schutzwaldfläche ist jährlich zu pflegen?

Ueli Schmid Fachstelle für Gebirgswaldpflege (CH)
Samuel Zürcher Fachstelle für Gebirgswaldpflege (CH)*
Raphael Schwitter Fachstelle für Gebirgswaldpflege (CH)
Lukas Glanzmann Fachstelle für Gebirgswaldpflege (CH)
Riet Gordon Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden (CH)

Sowohl für die Planung als auch für das Controlling ist es wichtig, zu wissen, wie viel Waldfläche jährlich zu pflegen respektive zu bewirtschaften ist. Dies speziell im Schutzwald, wo die Kosten der Waldpflege durch die Holzerlöse meist nicht gedeckt werden können und jede Massnahme mit dem Einsatz öffentlicher Mittel verbunden ist. Die Fachstelle für Gebirgswaldpflege untersuchte diese Frage für den Kanton Graubünden mit einem einfachen Modell.

doi: 10.3188/szf.2017.0100

* Försterschule 2, CH-7304 Maienfeld, E-Mail samuel.zuercher@ibw.ch

Mit dem System «Leistungsnachweis Wald» (LeiNa) werden im Kanton Graubünden seit 2006 alle waldbaulichen Massnahmen unter anderem mit ihrer geografischen Lage und ihrer Ausdehnung zentral erfasst. Damit kann ermittelt werden, wie gross die jährlich behandelte Schutzwaldfläche ist. Zur Beurteilung der nachhaltigen Leistungserbringung des Schutzwalds ist hingegen die Frage zentral, wie viel Fläche jährlich zu pflegen ist. Mithilfe der Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (NaiS; Frehner et al 2005) kann hergeleitet werden, welcher Zielzustand anzustreben ist und ob, wie und wann ein Eingriff ausgeführt werden soll (Abbildung 1). Zumindest für Graubünden fehlte bislang jedoch die Möglichkeit, auf regionaler und kantonaler Ebene zu beurteilen, ob die ausgeführten Massnahmen in quantitativer Hinsicht ausreichend sind.

Die Fachstelle für Gebirgswaldpflege (GWP) hat im Auftrag des Amtes für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden ein praxisorientiertes Modell entwickelt, das auf Basis von Daten zum aktuellen Waldzustand und speziell erarbeiteter Bewirtschaftungsregimes eine solche Beurteilung erlaubt (Schmid et al 2016). Es basiert auf folgender Grundidee: Die

Schutzwaldfläche wird aufgrund von standörtlichen Eigenschaften und aktuellem Waldzustand in Kategorien eingeteilt, und für jede Kategorie werden gutachterlich spezifische Bewirtschaftungsregimes definiert. Kombiniert mit einem einfachen Wachstumsmodell können so die zu pflegenden Flächen, die Nutzungsmengen sowie die Vorratsentwicklung des Waldes

über einen langen Zeitraum simuliert werden. Das Ziel war, ein einfaches Modell mit wenigen «Stellschrauben» zu erarbeiten, damit die Berechnungen durchschaubar bleiben. Der Fokus liegt auf der Zielgrösse «im Minimum zu pflegende Fläche», Ergebnisse zu Nutzungsmenge und Vorratsentwicklung stehen im Hintergrund. Dies unter anderem, weil wir davon ausgehen, dass unter den heutigen ökonomischen Rahmenbedingungen die Zuwachsabschöpfung nicht Grundannahme sein kann für Aussagen zur Pflege, wie sie im Minimum zur langfristigen Erfüllung der Schutzfunktion notwendig ist.

Kategorisierung der Schutzwaldfläche

Im Schutzwaldperimeter lassen sich nicht alle Flächen bewirtschaften, und es gibt immer auch Bestände, die zur Erhaltung ihrer Schutzwirkung keine Pflege benötigen. Deshalb wurden pro Waldregion diejenigen Schutzwaldflächen ermittelt, die 1) hauptsächlich aus Felsen bestehen, 2) steiler als 130% sind oder 3) laut Standorthinweiskarte einem Standorttyp angehören, auf welchem die Waldpflege die Schutzwirkung kaum verbessern kann. Durch die Reduktion um diese Flächen ergibt sich im Kanton Graubünden ein Anteil von rund 72% des Schutzwaldperimeters, der gepflegt werden muss.

Die verbleibenden Flächen wurden anhand der Vegetationshöhenstufen (als vereinfachten Abbilds der Standorteigen-

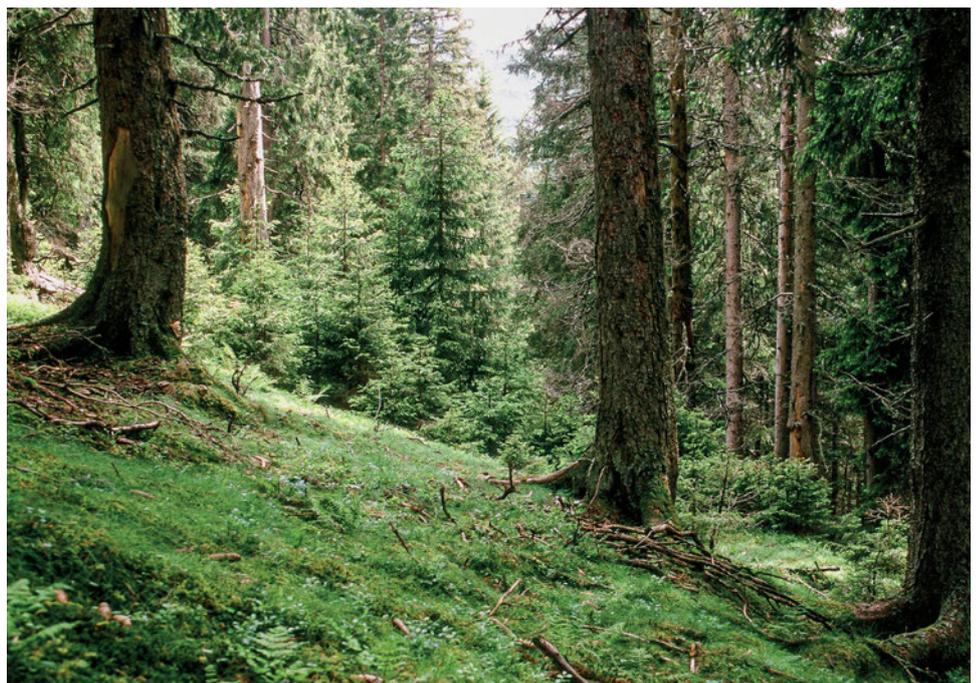


Abb 1 Neben guten waldbaulichen Entscheidungen auf der Einzelfläche ist für eine nachhaltige Funktionserfüllung der Schutzwälder auch die Frage zentral, wie viel Fläche jährlich zu behandeln ist.

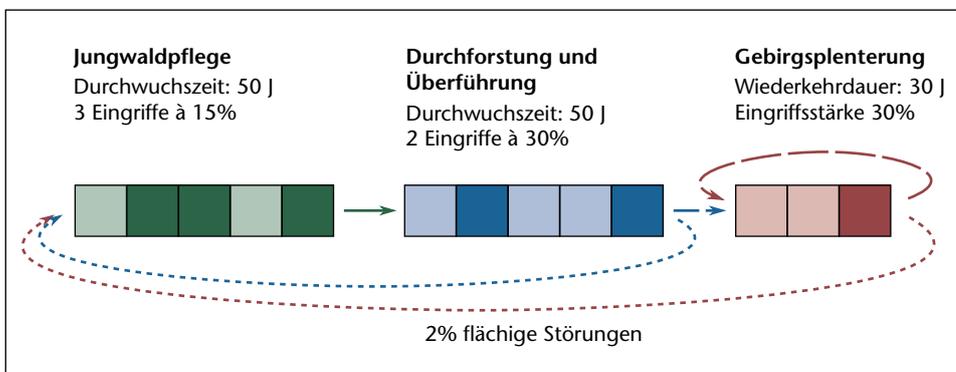


Abb 2 Schematische Darstellung des Bewirtschaftungsregimes A im hochmontanen Fichtenwald, Option «normal». Ein Quadrat repräsentiert ein Jahrzehnt, helle Farben stehen für «kein Eingriff», dunkle Farben für «Eingriff». Die Eingriffsstärke entspricht dem zu entnehmenden Anteil des stehenden Vorrates.

Höhenstufe	Phase und Option	Verteilung Optionen (%)	Dauer (J)	Anzahl Eingriffe	Wiederkehrdauer (J)	Eingriffsstärke (%)
Tannen-Fichtenwälder	Jungwaldpflege	100	50	3		15
	Überführung					
	– «extensiv»	30	40	2		15
	– «normal»	70	40	2		30
Obersubalpine Lärchen-Arvenwälder	Gebirgsplenterung					
	– «extensiv»	50			20	15
	– «normal»	50			30	30
	Jungwaldpflege	100	80	1		15
	Überführung					
	– «extensiv»	50	70	1		15
	– «normal»	50	70	1		30
	Gebirgsplenterung					
– «extensiv»	90		0		0	
– «normal»	10			40	25	

Tab 1 Beispielhafter Ausschnitt aus dem Bewirtschaftungsregime A. Pro Vegetationshöhenstufe werden gutachterlich Durchschnittswerte für die minimale Schutzwaldpflege festgelegt. Eingriffsstärke in % des Vorrats.

schaften) und der Angaben zur Entwicklungsstufe und zur Waldstruktur aus der ersten kantonalen Waldinventur (AWN 2000–2010) kategorisiert. Dabei wurden alle Objekte, sprich Stichprobenpunkte, in den Entwicklungsstufen Jungwuchs/Dickung und Stangenholz der Kategorie «Jungwald» zugeteilt. Die Kategorie «Baumholz» umfasst alle Objekte vom schwachen bis zum starken Baumholz, die eine einschichtige oder mehrschichtige Struktur aufweisen. In die Kategorie «Plenterartig» fallen die stufigen Baumhölzer sowie die Objekte mit einer plenterartigen Struktur. Es wäre auch möglich, die Kategorisierung mit anderen Datensätzen, zum Beispiel Standorttypen- und Bestandeskarten, vorzunehmen.

Bewirtschaftungsregimes

Die Bewirtschaftungsregimes bestehen aus einer Abfolge von Eingriffen, für die

einerseits der Zeitpunkt und andererseits die Stärke (in Form des zu entnehmenden Vorratsanteils) definiert sind. Es wurde bewusst darauf verzichtet, den Eingriffszeitpunkt von einem simulierten Waldzustand abhängig zu machen. Die einzige simulierte Zustandsgröße ist der Vorrat. Dieser ist jedoch unserer Meinung nach ohne Angaben zu ebenso relevanten Größen wie Struktur oder Stabilität wenig aussagekräftig. Derartige Waldzustandsattribute können nur mit erheblichem Aufwand modelliert werden, was den Rahmen dieses Projektes gesprengt hätte. Den definierten Bewirtschaftungsregimes liegen deshalb Vorstellungen über die Waldentwicklung und folgende Annahmen zugrunde:

- Die Eingriffe werden gemäss NaiS (Frehner et al 2005) ausgeführt, die Struktur und die Stabilität der Bestände entwickeln sich im erwünschten Mass.

- Die Naturverjüngung mit allen standortheimischen Baumarten ist erfolgreich, der Wilddruck ist nicht übermässig.
- Die Eingriffe werden aus waldbaulicher Sicht räumlich und zeitlich optimal verteilt, betriebswirtschaftliche Aspekte spielen keine Rolle.

Die verwendeten Bewirtschaftungsregimes verfolgen das Ziel, mit möglichst wenig Input und unter Ausnutzung der natürlichen Selbstdifferenzierung und Mortalität die Schutzfunktion nachhaltig zu gewährleisten. Die Abschöpfung des Zuwachses ist entsprechend kein Kriterium. Den langfristig noch relativ unklaren Auswirkungen des Klimawandels wird mit einem kurzen Eingriffsturnus in der Jungwaldpflege teilweise begegnet, um die Baumartenmischung entsprechend steuern zu können.

Die Bewirtschaftungsregimes sind als Durchschnittswerte zu verstehen, von denen im Einzelfall teilweise erheblich abzuweichen ist. Wir gehen davon aus, dass in einem Schutzwaldkomplex nicht uniform und gleichzeitig eingegriffen wird, sondern dass ein kleinflächiges Mosaik von Eingriffsarten und -zeitpunkten entsteht.

Für den durchschnittlichen Bestand jeder Vegetationshöhenstufe wurden Bewirtschaftungsregimes festgelegt, die in drei Phasen gegliedert sind (Abbildung 2 und Tabelle 1). Die Länge der ersten Phase der Jungwaldpflege orientiert sich an der erwarteten Durchwuchszeit bis Ende Stangenholz, die Länge der Durchforstungs- bzw. Überführungsphase an der benötigten Zeit für den Umbau eines eher gleichförmigen Bestands zu einem stufigen. Für die Gebirgsplenterungsphase wird die Durchwuchszeit als theoretisch unendlich angenommen und stattdessen die Wiederkehrdauer zwischen zwei Eingriffen definiert.

Um in den Bewirtschaftungsregimes abbilden zu können, dass die Ziele auf einem Teil der Waldflächen auch mit sehr schwachen, dafür aber eher häufigeren Eingriffen oder gar ganz ohne Massnahmen erreicht werden können, wird zudem jeweils zwischen den Optionen «extensiv» und «normal» unterschieden (Tabelle 1).

Um die mögliche Spannweite an Bewirtschaftungsoptionen im Schutzwald darzustellen, wurden in Zusammenarbeit mit weiteren Waldbauexperten zwei Bewirtschaftungsregimes erarbeitet, die auf die Situation im Kanton Graubünden ab-

gestimmt sind. Das Bewirtschaftungsregime A ist so ausgelegt, dass der Bewirtschafter eine relativ grosse Kontrolle über die Waldentwicklung hat, während im Regime B seltener und leicht schwächer eingegriffen und somit mehr natürliche Mortalität in Kauf genommen wird.

Störungen

Mit den so angelegten Bewirtschaftungsregimes befinden sich früher oder später alle Objekte in der Phase der Gebirgspletterung, was nicht realistisch ist. Deshalb wurden im Modell flächige Störungen vorgesehen, bei denen der gesamte stehende Vorrat eines Objektes entfernt wird. Danach beginnen dessen Entwicklung und Bewirtschaftung wieder mit der Jungwaldphase. Im Modell kann definiert werden, welcher Prozentsatz aller Objekte innert eines Zeitschritts von zehn Jahren von flächigen Störungen betroffen ist. Für die Anwendung auf den Kanton Graubünden wurde dieser im Hinblick auf ein sich veränderndes Störungsregime auf 2% festgelegt, was über dem Wert der vergangenen Dekaden liegt. Während der Simulation werden mit der vorgegebenen Wahrscheinlichkeit zufällig Objekte bestimmt, denen dieses Schicksal widerfährt (Abbildung 2). Zwangsnutzungen aus Streuschäden werden im Modell nicht separat ausgewiesen. Wir gehen davon aus, dass nach solchen auf derselben Fläche normalerweise kein weiterer Eingriff innerhalb der vorgesehenen Wiederkehrdauer mehr stattfindet. Somit werden die Zwangsnutzungen aus Streuschäden den Normalnutzungen gleichgestellt und in die Bewirtschaftungsregimes integriert.

Modellierung

Im Modell wird für jedes Objekt entsprechend den vorgegebenen Wahrscheinlichkeiten zwischen den Optionen «normal» und «extensiv» gewählt und ein Bewirtschaftungsregime zusammengesetzt. Aufgrund der Kategorie des Objekts wird der Startpunkt innerhalb des Regimes bestimmt und dieses in Zeitschritten von zehn Jahren durchlaufen. Findet ein Eingriff statt, wird die gesamte Objektfläche als bewirtschaftet verbucht, und die Nutzungsmenge wird registriert. In der Phase der Gebirgspletterung wird pro Eingriff zusätzlich Pflegefläche für die parallel laufende Jungwaldpflege verbucht, sodass während der Umwälzung des Vorrates die

	LeiNa 2006–2014	Simulationsresultate	
		Regime A	Regime B
Jährliche Pflegefläche*	2453 ha	3613 ha (+47%)	2819 ha (+15%)
Wiederkehrdauer			
– auf gesamter Schutzwaldfläche	50 J	34 J (–32%)	43 J (–14%)
– auf zu bewirtschaftender Schutzwaldfläche	–	24 J	31 J
Jährlicher Holzanfall	270 707 Tfm	287 509 Tfm (+6%)	254 925 Tfm (–6%)
Eingriffsstärke Normalnutzungen**	174 Tfm/ha	87 Tfm/ha (–50%)	93 Tfm/ha (–47%)

Tab 2 Simulationsresultate für den Kanton Graubünden, verglichen mit den LeiNa-Daten von 2006 bis 2014. Prozentangaben: Abweichung von LeiNa-Daten. * inkl. flächige Zwangsnutzungen, ** inkl. aufgearbeitete Streuschäden, exkl. flächige Zwangsnutzungen.

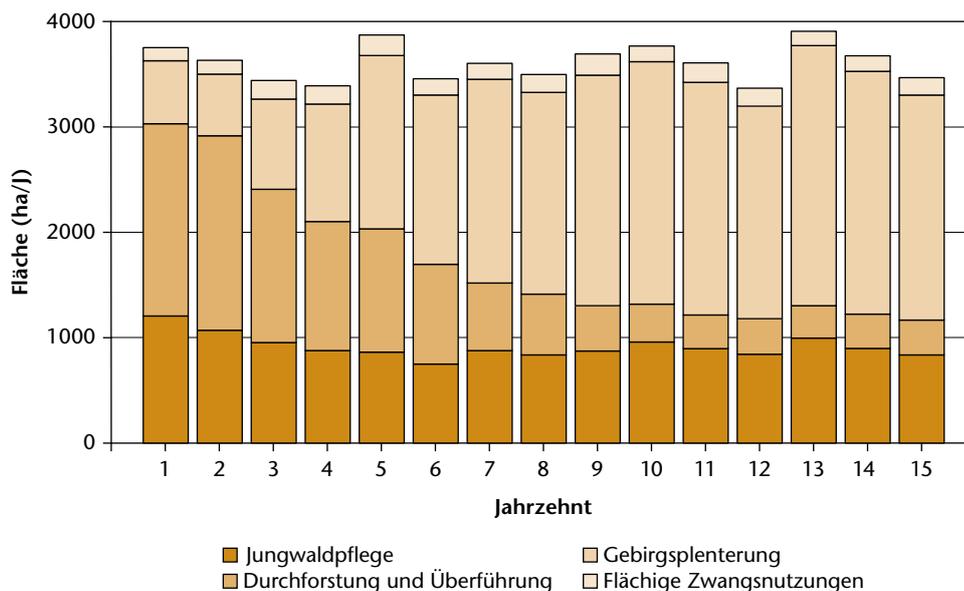


Abb 3 Zu pflegende Schutzwaldfläche pro Jahr im Kanton Graubünden gemäss Bewirtschaftungsregime A über den Simulationszeitraum von 150 Jahren, aufgeschlüsselt nach Eingriffsphasen und flächigen Zwangsnutzungen sowie nach Jahrzehnt.

gesamte Fläche zusätzlich einmal gepflegt wird. Die Vorratsentwicklung der Objekte wird mit einem sehr einfachen, statischen Wachstumsmodell berechnet:

$$Vorrat_{i+1} = Vorrat_i + Zuwachs - Mortalität - Nutzung_i \quad (1)$$

Die verwendeten Zuwachs- und Mortalitätsdaten sind höhenstufenspezifisch und stammen aus Vergleichen des ersten Schweizerischen Landesforstinventars (EAFV & BFL 1988) und der ersten kantonalen Waldinventur (AWN 2000–2010). Wir gehen davon aus, dass diese Werte in Abhängigkeit vom Waldzustand langfristig teilweise erheblich variieren. Da wir dies jedoch nicht im Wachstumsmodell abbilden können, werden sie über die Simulationsdauer als konstant angenommen.

Das Modell wurde in der Sprache R programmiert, die in der gleichnamigen, frei verfügbaren Software ausgeführt wird (R Core Team 2014).

Anwendung auf den Kanton Graubünden

Laut den Modellrechnungen sollten je nach Bewirtschaftungsregime über die gesamte Simulationsdauer von 150 Jahren relativ konstant zwischen rund 2800 und 3600 ha Schutzwald pro Jahr gepflegt werden (Tabelle 2). Auf der zu bewirtschaftenden Schutzwaldfläche entspricht dies einer durchschnittlichen Wiederkehrdauer von 24 bis 31 Jahren, im gesamten Schutzwaldperimeter einer solchen von 34 bis 43 Jahren. Demgegenüber wurde gemäss den LeiNa-Daten von 2006 bis 2014 im gesamten Schutzwald-

perimeter mit knapp 2500 ha pro Jahr eine Wiederkehrdauer von rund 50 Jahren erreicht. Der Flächenanteil der Jungwaldpflege ist in den Modellresultaten über die Zeit ziemlich konstant, während es in den ersten 80 Jahren bei den Massnahmen mit Holzanfall eine anteilmässige Verschiebung von Überführungseingriffen hin zur Gebirgsplenterung gibt (Abbildung 3).

Die beiden Bewirtschaftungsregimes führen im Modell zu einem durchschnittlichen jährlichen Holzanfall zwischen 255 000 und 288 000 Tfm, wovon beträchtliche Anteile – je nach Bringungskosten und Forstschutzaspekten – auch im Bestand verbleiben können. Die Eingriffsstärke bei Normalnutzungen (d.h. ohne flächige Zwangsnutzungen) beträgt im Modell 87 bis 93 Tfm/ha. Gemäss LeiNa-Daten wurden von 2006 bis 2014 jährlich rund 271 000 Tfm Holz geschlagen, die Normalnutzungen wiesen dabei eine Eingriffsstärke von 174 Tfm/ha auf. Der Vergleich zeigt, dass bei ungefähr gleichem Holzanfall die bewirtschaftete Schutzwaldfläche im Modell 15 bis 47% höher, die Eingriffsstärke bei Normalnutzungen jedoch 47 bis 50% tiefer liegt als in den letzten Jahren tatsächlich realisiert.

Der kantonale Durchschnittsvorrat steigt je nach Bewirtschaftungsregime innerhalb der 150 simulierten Jahre von rund 310 Tfm/ha auf 320 bzw. 370 Tfm/ha, der (bisherige) Nettozuwachs wird also nahezu abgeschöpft. Die durchschnittlichen Vorräte pro Höhenstufe bewegen sich auch am Ende der Simulationszeit noch innerhalb oder an der oberen Grenze der von Pulver (2014) hergeleiteten Gleichgewichtsvorräte für Gebirgsplenterwälder. Einzige Ausnahme bilden die Lärchen-Arvenwälder und die Waldföhrenwälder, in denen die sehr extensive Bewirtschaftung und das statische Wachstumsmodell zu unrealistischen Vorratszunahmen führen.

Fazit und Ausblick

Dass aus waldbaulicher Sicht im Schutzwald flächenmässig mehr und dafür deutlich schwächer eingegriffen werden sollte, deckt sich mit der gutachtlichen Einschätzung der GWP. Zu betonen ist, dass sich die Fragestellung des Projektes auf die im Minimum notwendige Eingriffsfläche zur langfristigen Erhaltung der Schutzwirkung

beschränkt. Das waldbauliche Optimum würde häufigere Eingriffe und entsprechend mehr jährliche Pflegefläche umfassen. Wo dies aus (betriebs)wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist, kann auch mehr Holz genutzt werden – sofern die Schutzfunktion vorrangiges Ziel bleibt. Die modellierten Werte sind in die derzeit laufende Überarbeitung des kantonalen Waldentwicklungsplans von Graubünden eingeflossen und sollen zukünftig auch für das Controlling genutzt werden.

Die Frage, wie viel Schutzwaldfläche jährlich zu pflegen ist, erachten wir als wichtig und bisher zu wenig beachtet. Das vorgestellte Modell bietet dazu einen geeigneten Beurteilungsansatz. Es weist jedoch noch viel Entwicklungspotenzial auf – auch im Hinblick auf die eng damit verbundenen Fragen nach der Priorisierung von Schutzwäldern und Pflegemassnahmen. Wichtig wäre zudem ein verbessertes Wachstumsmodell, insbesondere im Zusammenhang mit der Frage, wie sich Gebirgswälder entwickeln, wenn die Nutzung langfristig deutlich unter dem Bruttozuwachs liegt, wie dies in vielen Gebirgswäldern derzeit der Fall ist. Die erarbeiteten Bewirtschaftungsregimes sind stark erfahrungsbasiert und sollten wissenschaftlich überprüft und verbessert werden.

Die Einfachheit des Modells hat jedoch den Vorteil, dass dieses über- und durchschaubar bleibt und dass es sich einfach anpassen lässt, zum Beispiel an andere Regionen der Schweiz oder hinsichtlich der Bewirtschaftungsregimes. Anfang 2017 wird das Modell versuchsweise auch im Rahmen einer Betriebsplanung eingesetzt. Das Modell und die dazugehörigen Dokumentationen sind für die Anwendung und die Weiterentwicklung bei der GWP erhältlich. ■

Literatur

- AWN (2000–2010) Ergebnisse der Waldinventur Graubünden 1996–2009. Chur: Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden, interne Berichte.
- EAFV, BFL (1988) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986. Birmensdorf: Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes, Ber 305. 375 p.
- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Vollzug Umwelt. 564 p.

PULVER Y (2014) Optimale Holzvorräte in Gebirgsplenterwäldern. Zürich: ETH Zürich, Masterarbeit. 135 p.

R CORE TEAM (2014) R: A language and environment for statistical computing. Wien: R Foundation for Statistical Computing. www.R-project.org/ (9.2.2017).

SCHMID U, ZÜRCHER S, SCHWITTER R, GLANZMANN L (2016) Nachhaltige Schutzwaldpflege GR – Schlussbericht. Maienfeld: Fachstelle Gebirgswaldpflege. 39 p.

Combien de surface de forêt protectrice faut-il traiter annuellement?

Sur mandat du Canton des Grisons, le Centre de sylviculture de montagne a développé un modèle pour déterminer, pour le canton des Grisons, quelle serait la surface minimale de forêt protectrice qui devrait être traitée annuellement afin de préserver à long terme la fonction de protection. Tout d'abord, la surface de forêt protectrice, qui en raison de sa topographie ou des stations forestières ne peut ou ne doit pas être exploitée, a été déterminée. Les surfaces restantes ont été classées en trois catégories selon leur état de développement et leur structure, d'après les données de l'inventaire forestier cantonal. Par étage de végétation, deux régimes d'exploitation ont été définis par des experts pour chacune de ces catégories, par lesquels la période et l'intensité de l'intervention ont été définies. La surface d'intervention, les volumes exploités et le développement du matériel sur pied ont été simulés sur une période de 150 ans à l'aide d'un modèle de croissance statique et d'une approche simple pour prendre en compte les événements exceptionnels. Selon les résultats du modèle, il faudrait traiter annuellement 15 à 47% plus de surface de forêt de protection par rapport à la période de référence 2006–2014, tout en maintenant le volume de bois exploité au même niveau. Pour les interventions normales, ceci signifie, en moyenne, une réduction de l'intensité d'exploitation de presque de moitié. Un instrument de contrôle simple pourrait être réalisé avec le modèle présenté qui, d'un point de vue sylvicole, livrerait des résultats plausibles. Ce modèle pourrait être utilisé dans d'autres régions moyennant quelques petites adaptations.