Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Jahrgang 2006

Frank Perzl

Vertiefende Evaluierung der Wirkung geförderter Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkungen des Waldes

Österreich führte 2005 ein freiwilliges Update der verpflichtenden Halbzeitbewertung 2003 des Förderungsprogramms 2000-2006 auf Grundlage der "Verordnung ländliche Entwicklung" (VOLE) durch, um das Programm vorausschauend problem- und maßnahmenorientiert steuern zu können, und um die Effizienz des Einsatzes der von der Europäischen Gemeinschaft (EG) kofinanzierten Mittel zu optimieren. Im Rahmen dieses Updates wurde in einer vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) beauftragten Studie am Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) in Zusammenarbeit mit der Landesforstdirektion Tirol (LFDT) der Teilbereich "Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung der Schutzwirkungen des Waldes" im Hinblick auf eine Optimierung des Kontrolldesigns und der Wirksamkeit der Maßnahmen evaluiert. Die Studie verfolgte zwei Schwerpunkte:

- Verfahrensevaluierung: Dieser Teil der Untersuchung beschäftigte sich mit den methodischen Grundlagen der Erfolgskontrolle im Schutzwald und den Projektsfragestellungen zum Kontrolldesign. Dabei wurden Grundlagen zur Abgleichung, Integration und Verbesserung der Informationssysteme über den Zustand und die Schutzwirkung des Waldes sowie deren Veränderung durch Maßnahmen erarbeitet und die methodischen Ansätze der Schutzwaldevaluierung erweitert. Derzeit sind die Basisdatenerhebung und die Bewertungsmethodik (Ist- und Sollzustand des Schutzwaldes, Rahmenbedingungen der Schutzwaldbewirtschaftung) in Österreich nicht bundesweit einheitlich und vergleichbar. Es wurde auch untersucht, wieweit die für die Erfolgskontrolle relevanten Daten im Zuge der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) miterfasst werden können.
- Programmevaluierung – Wirkungsanalyse: Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Verfahrensevaluierung wurde die Veränderung der Schutzwirkungen des Waldes auf Flächen untersucht, auf denen geförderte Maßnahmen umgesetzt wurden (Maßnahmenflächen).

Verfahrensevaluierung

Die Verfahrensevaluierung (Methodenevaluierung) bearbeitete folgende Grundfragen zum Design der Erfolgskontrolle:

- Mit welcher Zuverlässigkeit können mit den erhobenen Bestandesparametern tatsächliche Veränderungen der Waldstrukturen und die Verbesserung des Schutzerfüllungsgrades festgestellt werden?
- Sind die erforderlichen Bestandesparameter auch im Zuge von großräumigen Stichprobenerhebungen wie der ÖWI für Aussagen zur Veränderung des Schutzerfüllungsgrades einsetzbar?

Die Erfolgskontrolle ist der Kernbereich einer Programmevaluierung und umfasst nach der Kontrolltypologie von MARTI & STUTZ (1993) folgende wesentliche Teilbereiche:

- Vollzugskontrolle: Dabei wird untersucht, ob Maßnahmen wie geplant ausgeführt worden sind bzw. wird die Art der Umsetzung von Maßnahmen dokumentiert. Die Vollzugskontrolle ist Voraussetzung für eine spätere Wirkungskontrolle.
- Zielerreichungskontrolle: Sie untersucht, ob die gesteckten Ziele erreicht werden konnten. Sie gibt aber nicht an, ob die Maßnahmen Ursache der Zielerreichung sind. Bei der Schutzwaldplanung besteht das Problem, dass es aufgrund methodischer Unsicherheiten und noch fehlender Grundlagenforschung bislang kein einheitliches System der Zieldefinition gab, somit konkret definierte Ziele in den meisten Fällen fehlen (vgl. WEISS 1999, S 162-163). Verfahren zur Erfolgskontrolle legen daher diese Ziele in einem sogenannten Zielsystem im nachhinein fest. Es werden in Abhängigkeit von den Kenntnissen über solche Zusammenhänge bestimmte Waldzustände definiert, die Schutzwirkungen vermutlich optimal erfüllen und dann mit dem erreichten Waldzustand verglichen.
- Wirkungskontrolle: Sie soll aufzeigen, inwieweit die Zielerreichung auf die Maßnahmen zurückgeführt werden kann.
- Zielanalyse: Sie untersucht, ob die definierten Ziele überhaupt sinnvoll waren, um den Zweck des Programmes (die Verminderung des Auftretens und der Wirkung von Naturgefahren) zu erfüllen. Eine Zielanalyse kann nur sehr langfristig durch waldbezogene Naturgefahren-Beobachtung erfolgen. Bei Programmen mit kurzer Laufzeit ist das nicht möglich. Über methodische Evaluierungen der Zieldefinitionen des Kontrollverfahrens kann aber eine laufende Anpassung der Waldbau-Ziele und somit auch der Waldbehandlungsmethoden an neuere wissenschaftliche Erkenntnisse über Schutzwirkungen erfolgen.

Während die Vollzugskontrolle als Aufgabengebiet des lokalen Forstdienstes nur während und unmittelbar nach der Durchführung der Maßnahmen sinnvoll ist, erfordert die Zielerreichungs- und Wirkungskontrolle sowie die Zielanalyse im Schutzwald aufgrund der langsamen Entwicklung der Waldvegetation in Bergregionen den zeitlichen Vergleich von Schutzwald-Zuständen bzw. der Schutzwirkungen in längeren Zeitabschnitten nach der Maßnahmenumsetzung (Ex-Post-Evaluierung) im Rahmen eines längerfristigen Beobachtungssystems. Für solche Systeme werden heute häufig die englischen Begriffe "Monitoring" und "Controlling" verwendet. Unter "Monitoring" wird eine sehr langfristige (über viele Jahrzehnte erfolgende) passive Waldbeobachtung als Basis für strategische waldpolitische Entscheidungen verstanden. "Controlling" meint mehr eine begleitende, aktiv steuernde Beobachtung der Effekte von laufend im Rahmen mittelfristiger Programme durchgeführten Maßnahmen. Nicht zielgerechte Abweichungen bei der Durchführung, vor allem aber bei der Wirkung von Maßnahmen sollen dadurch frühzeitig erkannt und rechtzeitig korrigiert werden können. Auf Stichprobeninventuren beruhende Controlling-Verfahren sind für die Erfassung und den temporären Vergleich von Zuständen (Schutzwirkungen) des Waldes hinsichtlich größerer Befundeinheiten der flächendeckenden Taxation (Anschätzung) weit überlegen (vgl. dazu SEKOT 1993, S 108).

Eine systematische Beobachtung des Österreichischen Schutzwaldes auf der Grundlage wiederholter Stichproben erfolgt im Rahmen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) und durch das Tiroler Schutzwald-Controlling (TSC).

Die bundesweit einheitlich durchgeführte ÖWI kann aufgrund ihrer Stichprobendichte und mit den erfassten Merkmalen strukturelle Aussagen zum allgemeinen Schutzwaldzustand und seiner Veränderung machen (z.B. Waldfläche, Alterklassenverteilung, Baumartenzusammensetzung). Zur Programmsteuerung der Schutzwaldverbesserung ebenfalls notwendige Informationen wie die Veränderung des Schutzerfüllungsgrades aufgrund geförderter Maßnahmen (Zielerreichungskontrolle) oder der Zielbezug bzw. Zielbeitrag einzelner Maßnahmen (Wirkungskontrolle, -analyse) lassen sich aber zur Zeit aus den ÖWI-Daten nicht ableiten, da die durchgeführten (geförderten) Maßnahmen nicht erhoben bzw. diese Maßnahmenflächen nicht mit ausreichendem Stichprobenumfang erfasst werden. Das Design der ÖWI ist nicht auf die Bewertung von räumlichen Schutzwirkungen lokaler Maßnahmen ausgelegt, sondern dient der Erfassung von Durchschnittswerten allgemeiner Zustandsparameter für große räumliche Befundeinheiten (Staatsgebiet, Bundesländer, große Bezirke). Entsprechende Modelle zur Bewertung der Schutzwirkung von Waldbeständen auf der Basis

von ÖWI-Daten im Hinblick auf bestimmte Naturgefahren wie Steinschlag und Lawinenanbruch fehlen (vgl. PITTERLE & PERZL 2001), da bislang andere Fragestellungen im Vordergrund standen und geeignete Beurteilungsverfahren für diese Aspekte erst in jüngerer Zeit entwickelt wurden.

Zur laufenden Kontrolle und Steuerung der Umsetzung von geförderten Maßnahmen der Schutzwaldverbesserung hat das Land Tirol als einziges Bundesland ein spezielles projektbezogenes Controlling (Tiroler Schutzwald Controlling TSC) in Form einer wiederholten Stichprobeninventur entwickelt, das seit 1995 in Tirol und seit 2000 auch in Kärnten durchgeführt wird. Verschiedene andere überwiegend taxative (auf Schätzungen beruhende) Schutzwald-Aufnahme- und Bewertungssysteme wurden in Österreich nur in Form von Pilotprojekten einmalig angewendet. Diese Verfahren und ihre Daten können nicht für die systematische Erfolgskontrolle eingesetzt werden.

Da das TSC das einzige speziell für die Erfassung der maßnahmenbedingten Veränderung der Schutzwirkungen des Waldes entwickelte und eingeführte Controlling-Modell in Österreich ist, und längerfristige Zeitschnitte für zahlreiche Schutzwaldprojekte in einem Bundesland mit hohem Schutzwaldanteil vorliegen, wurde die Programmevaluierung mit TSC-Daten aus Tirol durchgeführt. Dieses Verfahren wurde in der Studie einer umfangreichen Verfahrensevaluierung unterzogen, um

- den Effekt des Controlling-Verfahrens auf die Aussagen der Erfolgskontrolle abschätzen zu können
- Vorschläge zur Verbesserung der Erfolgskontrolle zu erarbeiten (die LFDT bereitet zur Effizienzsteigerung eine Überarbeitung des Controlling-Systems vor; die Verfahrensevaluierung im Rahmen dieser Studie hatte daher einen optimalen Synergieeffekt)
- die erforderlichen Parameter in die ÖWI integrieren bzw. mit dem TSC abgleichen zu können
- die folgende Programmevaluierung mit validierten (auf Zuverlässigkeit und Gültigkeit geprüften) Methoden und Daten durchführen zu können.

Die Verfahrensevaluierung beruhte im Wesentlichen auf folgenden Methoden und Grundlagen (vgl. dazu SEKOT & SCHWARZBAUER 1995, S 25-27; FÜRST & SCHOLLES 2004):

- Untersuchung der Gültigkeit der Aussage der aus den erhobenen Standorts- und Bestandesstrukturmerkmalen abgeleiteten Bewertungskriterien des Schutzwaldzustandes. Dazu wurde die Methodik der repetitiven und externen Validierung angewendet, also die Aussage der Kriterien und Indikatoren für vergleichbare Fälle und mit den Aussagen und Bewertungen anderer Verfahren verglichen.
- Untersuchung der Zuverlässigkeit (Genauigkeit) der Merkmalserhebung. Dazu wurden Vergleichsverfahren der analytischen Statistik angewendet. Eine weitere wichtige Grundlage bildete der Qualitätssicherungsbericht zur Merkmalserhebung der LFDT (die LFDT führt auch eine begleitende Überprüfung der beim Controlling erhobenen Waldmerkmale zur Sicherstellung der Qualität durch; vgl. LFDT 2002).

Zusammenfassend ergaben sich folgende Hauptergebnisse der Verfahrensevaluierung:

- Das TSC ist ein umfassendes, vollständiges System zur Bedarfs-, Vollzugs-, Zielerreichungs- und Wirkungskontrolle von Schutzwaldverbesserungsmaßnahmen auf der Basis einer objektivierten projektbezogenen Datenerfassung durch Stichprobeninventur. Es ermöglicht einen Vergleich zwischen (gefördert) behandelten und unbehandelten Flächen. Neben ihrer Bedeutung für die Steuerung der Schutzwaldverbesserung sind das Verfahren, die Daten und die begleitende Qualitätskontrolle wichtige und für Österreich einzigartige Grundlagen für wissenschaftliche Fragestellungen und die Methodenentwicklung.
- Von besonderer Qualität ist das Zielsystem des TSC auf Ebene der Zielkriterien. Das nutzwertanalytische Zielsystem (die Nutzwertanalyse ist eine Bewertungsmethodik für multikriterielle Fragestellungen) bildet die für eine Evaluierung des Maßnahmenerfolgs notwendigen Informationen einschließlich aller wichtigen Rahmenbedingungen der Zielerreichbarkeit (Standortserschwernisse, Hinderungsgründe) in Form ordinaler Bewertungskennziffern ab, die eine stratifizierte Auswertung der Zielerreichung und die Aufdeckung von Umsetzungsproblemen ermöglichen. Die ÖWI kann sich bei der Erfassung und Analyse der Schutzwirkungen des Waldes und ihrer Veränderung künftig an diesem Zielsystem orientieren.
- Das Bewertungsmodell des TSC hat Schwächen bei der Feststellung der tatsächlichen Veränderung des Schutzerfüllungsgrades. Das Verfahren ist nicht optimal sensitiv und kongruent. Diese Schwächen resultieren aus dem bei der Entwicklung gewählten nutzwertanalytischen Bewertungsansatz, der damals dem methodischen Stand entsprach, heute aber für solche Fragestellungen als nur teilweise tauglich erkannt wurde. Durch die große Zahl einbezogener Indikatoren und ihre Verknüpfungsart kommt

es teilweise zu Nivellierungseffekten, die Unterschiede abschwächen. In der Studie wurden zahlreiche detaillierte Vorschläge zur Verbesserung des Bewertungsmodells nach neuesten Erkenntnissen der Schutzwaldforschung erarbeitet.

- Das TSC-Verfahren und die ÖWI erheben sehr umfangreiche Merkmalssätze zur Beurteilung der Schutzwirkungen des Waldes. Beide Verfahren stoßen dabei an die aufnahmetechnisch möglichen Grenzen. Beim TSC-Verfahren werden keine für die Beurteilung der Schutzwirkung erforderlichen Parameter erhoben, die nicht andere Systeme wie die ÖWI in irgendeiner Form auch aufnehmen. Bei beiden Systemen fehlen jedoch einige Standorts- und Bestandesmerkmale, die zur Beurteilung bestimmter Aspekte der Schutzwirkung erforderlich sind. Es gibt auch Merkmale deren Definition und Erfassungsart verbessert werden kann. Diese Merkmale wurden in der Studie herausgearbeitet. Besonders wertvoll ist beim TSC-Verfahren die Dokumentation der Maßnahmen nach Art und Zeitpunkt, die bei der ÖWI fehlt. Das gilt vor allem für die Verjüngungseinleitung. Dadurch ist es möglich, die Verjüngungsentwicklung in Abhängigkeit vom Verjüngungsverfahren und anderen Einflussfaktoren zu verfolgen, und die Intensität der Umsetzung der zentralen Maßnahme "Verjüngungseinleitung" zu steuern. Eine Erhebung der Durchführung (geförderter) Maßnahmen, vor allem des Zeitpunktes der Verjüngungseinleitung und der Umsetzungsart, wäre aber im Rahmen der ÖWI schwierig und nur dann möglich, wenn eine zentrale, laufend aktualisierte Verwaltung (geförderter) Maßnahmen bzw. Maßnahmenflächen in einem GIS bei hoher Verortungsgenauigkeit und eine Verdichtung des Stichprobennetzes durchgeführt würde.
- Durch eine Harmonisierung von Merkmalsdefinitionen (Schutzwaldkategorien, Gefahrenindikatoren, Wald- und Bestandestypen) und Erhebungsverfahren können sich die Systeme optimal ergänzen, in dem die ÖWI im Sinne eines Monitorings die Makroebene der Schutzwaldfragen abdeckt, und das TSC die Maßnahmeneffekte auf Projektsebene untersucht.

Programmevaluierung

Im Rahmen der Programmevaluierung wurden folgende für die Programmsteuerung relevanten Fragen untersucht:

- Wurde bei Projekten mit ausreichend langer Laufzeit die angestrebte Erhöhung des Schutzerfüllungsgrades erreicht? Dabei wurde eine Differenzierung nach Gefahrenarten angestrebt.

- Kann bei kurzen Projektlaufzeiten mit den bisher festgestellten Veränderungen des Waldzustandes die angestrebte Erhöhung des Schutzerfüllungsgrades erreicht werden?
- Welche Maßnahmen haben besonders zur Verbesserung des Schutzerfüllungsgrades beigetragen und welche Kosten waren damit verbunden?

Es wurde mit einfachen, auf zuverlässigen TSC-Daten aufbauenden Indikatoren ein Bewertungsmodell für ausgewählte, wichtige Gefahrenarten bzw. Schutzwirkungen nach dem Konzept der Indexbildung aufgebaut und zur Untersuchung der Veränderung des Schutzerfüllungsgrades eingesetzt. Diese Gefahrenarten sind:

- Lawinenanbruch
- Steinschlagtransit
- Hydrologische Gefahren.

Für die Evaluierung wurden die Daten von 10 VOLE-Projekten und von 4 Flächenwirtschaftlichen Projekten (FWP) herangezogen, die nicht aus VOLE-Mitteln finanziert werden.

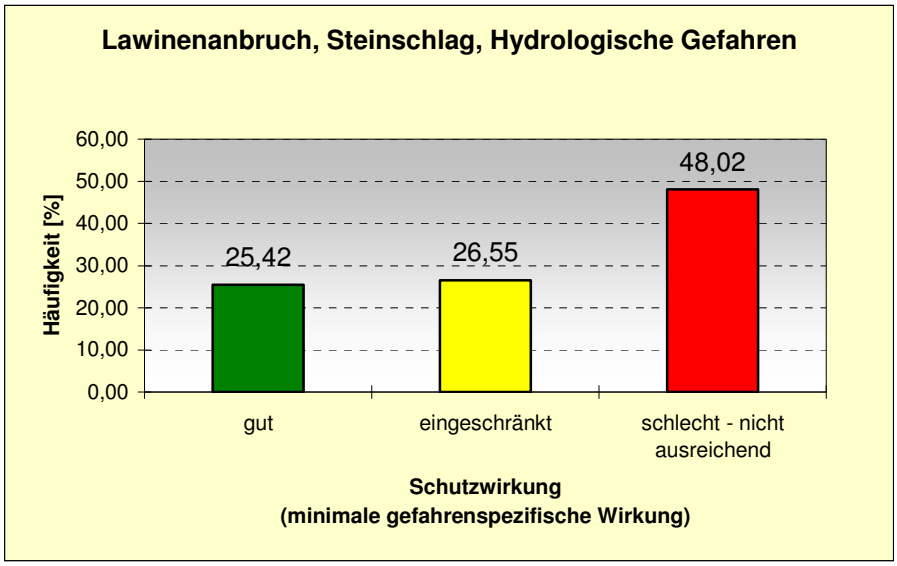
Es wurden ein Querschnittsvergleich der Gefahrenpotenziale (Bedarfsanalyse) und der Schutzwirkungen (Zielerreichungsanalyse) unbehandelter und behandelter Flächen sowie ein Zeitschnittvergleich auf behandelten Einheiten durchgeführt.

Bei der Bedarfsanalyse geht es um die Fragestellung, ob auch ein Bedarf an geförderten Maßnahmen bestand, die Schutzwirkung des Waldes also besonders schlecht war. Die Bedarfsanalyse ist bei Ex-Post-Evaluierungen mit teilweise unbekanntem Ausgangszustand eine Vorstufe der Zielerreichungsanalyse, die nach dem Ausmaß der Naturgefahr (dem Gefahrenpotenzial) aufgegliedert durchgeführt werden muss. Im zeitlichen Verlauf der Schutzwald-Verbesserungsmaßnahmen könnte es auch zu einer Verlagerung der Maßnahmenschwerpunkte auf Flächen ohne erhöhtes Gefahrenpotenzial gekommen sein. Dadurch wäre eine weitere Untersuchung der Verbesserung des Schutzerfüllungsgrades unergiebig. Denn auf Flächen mit geringem Gefahrenpotenzial ist eine verbesserte Schutzwirkung leichter erzielbar, aber weniger wichtig.

Die Analyse der Schutzwirkungen ergab, dass in den Frühstadien der Projekte auf 75 % der Waldflächen mindestens eine der Schutzwirkungen unzureichend und auf 48 % sehr

schlecht erfüllt war (Abbildung 1). Auf 25 % der unbehandelten Flächen waren alle drei Schutzwirkungen ausreichend erfüllt.

Abbildung 1: die Schutzwirkung auf unbehandelten Flächen



Die unbehandelten Flächen hatten im Verhältnis zu den Maßnahmenflächen ein statistisch gesichertes geringfügig geringeres Gefahrenpotenzial für Lawinenanbruch, aber ebenso ein deutlich höheres Gefahrenpotenzial für Steinschlag. Bei den hydrologischen Gefahren bestand kein deutlicher Unterschied. Der Anteil an schutzunwirksamen und instabilen Althölzern an den unbehandelten Einheiten war mit 49 % sehr groß und lässt, bezogen auf die gesamte Projektskulisse, auf einen noch wesentlich höheren Anteil von Flächen mit verminderter Schutzwirkung oder gefährdeter Nachhaltigkeit der Schutzwirkung des Waldes zum Zeitpunkt der Projektseinleitungen schließen. Die Maßnahmen wurden also tendenziell überwiegend auf Flächen mit erhöhtem Bedarf aufgrund der Gefahrenpotenziale, der Schutzwirkungen und der Stabilität der Bestände durchgeführt. Die Notwendigkeit von Schutzwald-Verbesserungsmaßnahmen war dringlichst gegeben.

Die Zielerreichungs- und Wirkungskontrolle in Bezug auf die Schutzwirkung vor Lawinenanbruch ergab das folgende Ergebnis:

- Die Schutzwirkung war auf 28 % der unbehandelten Flächen nicht ausreichend.
- Im Vergleich mit den unbehandelten Flächen sank die Schutzwirkung der Bestockung durch die Verjüngungseinleitung im Querschnitt über verschieden alte Maßnahmenflächen stark ab. Die Lawinenschutzwirkung ist von der Höhenentwicklung abhängig und stellt sich erst dann ein, wenn die Jungbäume so hoch sind, dass sie die Schneedecke durchdringen.
- Durch die Verjüngungseinleitungen als wichtigste waldbauliche Maßnahme im Schutzwald nahm die Schutzwirkung der Bestockung für einen Zeitraum bis etwa 15 Jahre stark ab, der durch temporäre technische Maßnahmen überbrückt werden kann.

Tabelle 1: Verteilung der Verjüngungsverfahren auf Flächen mit Lawinenanbruchsgefahr

Verjüngungsverfahren	**Anteil 1 [%]**	**Anteil 2 [%]**
Stichprobenumfang	49	24
Kahlschlag	49,0	45,8
Saumschlag	0,0	0,0
Femelschlag	4,1	0,0
Lichtung	16,3	4,2
Plenterung	0,0	0,0
Einzelstammnutzung	2,0	0,0
Jungwuchsfreistellung	0,0	0,0
Neuaufforstung	14,3	0,0
sonstige	14,3	29,2
Kleinkahlschlag	0,0	20,8

Anteil 1: Anteil der Verjüngungsverfahren an den Verjüngungseinleitungen des 1. Controlling die maximal 20 Jahre zurückliegen.

Anteil 2: Anteil der Verjüngungsverfahren an den neuen Verjüngungseinleitungen des 2. Controlling die maximal 10 Jahre zurückliegen, also während des Controllings eingeleitet wurden.

- In all diesen Fällen mit starker Absenkung der Schutzwirkung durch die Verjüngungseinleitung war das Gefahrenpotenzial relativ gering, sodass auch durch die überwiegend angewandten Kahlschläge (vgl. Tabelle 1) keine große Gefährdung entstand.
- Nach etwa 15 Jahren nimmt die Schutzwirkung stark zu und dürfte nach etwa durchschnittlich 30 Jahren ein höheres Niveau erreichen als auf unbehandelten Flächen. D.h., mittel- bis langfristig ist im Verhältnis zu unbehandelten Flächen eine Verbesserung der Schutzwirkung zu erwarten. Das wirkt sich aber nur dann auf den "Schnitt" über die Projektskulissen aus, wenn kleinflächiger verjüngt wird. Denn Naturverjüngungsverfahren (inklusive Kleinkahlschläge) haben bei vergleichbarem Entwicklungszeitraum tendenziell eine bessere und damit "schnellere" Schutzwirkung als Kahlschläge. Die Größe der Verjüngungsfläche (Lückenlänge, Lückenbreite) zur Verhinderung des Abbruchrisikos hängt von zahlreichen Faktoren ab (Schneehöhe, Hangneigung, Rauigkeit, Baum-

artenzusammensetzung). Ab 30° Hangneigung sollte in subalpinen und hochmontanen Nadelwäldern die Lückenbreite kleiner 15 m sein (vgl. NAIS 2005, Anhang 1).

– Durch vermehrten Einsatz von kleinflächigen Verjüngungsverfahren kann künftig der schutzunwirksame Zeitraum vermindert, und schneller eine höhere Schutzwirkung auf der einzelnen Maßnahmenfläche erreicht werden (vgl. Tabelle 2). Die durchschnittliche Schutzwirkung bzw. das Niveau der Schutzwirkung auf den Maßnahmenflächen über die gesamte Projektskulisse wird sich nur dann deutlich verbessern, wenn bei neuen Verjüngungseinleitungen vermehrt kleinflächige Verfahren zum Einsatz kommen.

Tabelle 2: Vergleich der Schutzwirkung gegen Lawinenanbruch: Kahlschlag und kleinflächige Verjüngungsverfahren nach maximal 20 Jahren Entwicklungszeit

	Kahlschläge		**kleinflächige Verjüngungsverfahren**	
Dispersionsparameter	**Entwicklungs-dauer in Jahren**	**Schutzwirkungsindex 0 (schlecht) – 1 (gut)**	**Entwicklungs-dauer in Jahren**	**Schutzwirkungsindex 0 (schlecht) – 1 (gut)**
gültige Fälle	20		11	
Mittelwert	9,4	0,22	7,27	0,38
Minimum	6	0,001	6	0,01
Maximum	20	1	11	1
Spannweite	14	1	5	0,99
10. Perzentil	6	0,01	6	0,01
25. Perzentil	7	0,01	6	0,02
Median	**9**	**0,06**	**7**	**0,24**
75. Perzentil	10,75	0,25	7	1
90. Perzentil	13,9	1	10,6	1

Zur Beurteilung der Steinschlag-Schutzwirkung wurde ein an das Konzept der "Mittleren Baumfreien Strecke" nach GSTEIGER (1989) angelehntes Verfahren angewendet und ein pauschaler Blockdurchmesser von 20 cm unterstellt. Bei diesem Verfahren wird die Steinschlagschutzwirkung in Abhängigkeit von der Dichte des Bestandes bzw. der Stammzahl bewertet. Zudem wurde auch von einer gewissen Schutzwirkung der Strauchschicht bzw. Verjüngung ausgegangen und der Einfluss des Geländes (der Hangneigung) auf die Steinschlagbremsung mitberücksichtigt. Strauchflächen bzw. Dickungen können besonders bei kleineren Sturzkomponenten guten Steinschlagschutz bieten. Daher ist es schutztechnisch und ökologisch besonders sinnvoll, den unteren Rand von Lehnenwäldern am Übergang zur offenen Flur des Siedlungsraumes als Waldmantel mit dichtem Strauchsaum auszubilden. Das bestätigen auch die Untersuchungen von BAUMGARTNER (2002). Die Stämme im

Wald brechen die Energie, der Strauchsaum fängt die Steine auf. Der dichte "Unterwuchs" ist vor allem zum Auffangen kleinerer Steine wichtig. Die Auswertungen zeigen in Bezug auf die Steinschlagschutzwirkung folgendes:

- Das Gefahrenpotenzial ist auf den Maßnahmenflächen deutlich höher als auf den unbehandelten Flächen.
- Die Schutzwirkung war auf 10 % der unbehandelten Flächen unzureichend; aufgrund des höheren Gefahrenpotenzials der behandelten Flächen war vermutlich der Anteil mit unzureichender Schutzwirkung auf ihnen höher als 10 %.
- Im Vergleich mit den unbehandelten Flächen sinkt die Schutzwirkung der Bestockung im Schnitt über alle Maßnahmenflächen nicht wie beim Lawinenschutz ab, sondern hat sich, jedoch nicht signifikant, erhöht; die Steinschlagschutzwirkung ist weniger stark von der Höhenentwicklung, sondern mehr von der Bestandesdichte abhängig und stellt sich daher früher ein; eine Erhöhung der Bestandesdichte ist nur durch Verjüngung möglich.
- Durch die Verjüngungseinleitungen als wichtigste waldbauliche Maßnahme im Schutzwald nimmt die Schutzwirkung der Bestockung für einen Zeitraum bis etwa 6 Jahre stark ab; im Mittel wurde bereits nach 8 Jahren eine ausreichende Schutzwirkung (gegen Steinschlag – nicht gegen Blockschlag) erzielt; sodass im Vergleich zum Lawinenschutz bezogen auf die gesamte Projektskulisse eine höhere Schutzwirkung erzielt wurde.
- In den Fällen mit starker Absenkung der Schutzwirkung durch die Verjüngungseinleitung infolge von Kahlschlag war das Gefahrenpotenzial nicht niedriger als auf anderen Steinschlagflächen, sodass durch die Kahlschläge lokale, temporäre Sicherheitslücken entstanden; inwieweit diese auch wirklich relevant, also siedlungsgefährdend waren, kann nicht gesagt werden.
- In Steinschlagzonen sollten vermehrt kleinflächige Naturverjüngungsverfahren zum Einsatz kommen, da nur durch diese Verfahren optimale Waldstrukturen für den Steinschlagschutz entstehen (plenterartige oder zweischichtige Bestockungen mit dichtem Unterwuchs und starken Überhältern).

Diese Ergebnisse zur Veränderung der Schutzwirkung gegenüber Steinschlag gelten jedoch nur in Bezug auf den unterstellten Blockdurchmesser von 20 cm, wenn man davon ausgeht, dass solche Komponenten von älteren Jungwüchsen und Dickungen (der Strauchschicht) im Waldgelände mit hoher Rauigkeit der Bodenoberfläche (Stöcke) noch aufgefangen werden. Die Berücksichtigung der Strauchschicht stellt aber noch eine methodische Unsicherheit der Beurteilung der Steinschlag-Schutzwirkung dar. In Bezug auf größere Blöcke nimmt die

Schutzwirkung auf Maßnahmenflächen und besonders bei Kahlschlägen wie beim Lawinenschutz für 10 bis 20 Jahre stark ab. Es sollten daher ausreichend viele stärkere Bäume verbleiben, wie das bei den kleinflächigen Naturverjüngungsverfahren der Fall ist.

Diese Ergebnisse bestätigen insgesamt eine bessere Schutzwirkung kleinflächiger Verjüngungsverfahren gegenüber dem Kahlhieb. Kleinflächige Verjüngungsverfahren haben aber auch ökologische und wirtschaftliche Vorteile (vgl. dazu LOIDL & REIMOSER 1980). Die Nachteile des Kahlhiebs sind so groß, dass er deshalb nur dort und dann immer nur kleinflächig angewendet werden sollte, wo Standort und Vorbestand keine waldbauliche Alternative zulassen (BURSCHEL & HUSS 1987, S 89). Die Dominanz flächiger Verjüngungsverfahren wurde von der LFDT durch das Schutzwald-Controlling erkannt und daher bereits 2004 eine Änderung der Förderungsrichtlinie für Seilkrannutzungen durchgeführt, die 2005 nochmals adaptiert wurde. Dadurch werden nun großflächige Verjüngungsverfahren weniger oder gar nicht mehr gefördert.

Die Beurteilung der Schutzwirkung gegen hydrologische Gefahren (Hochwasser, Rutschung, Mure, Erosion) ist wegen der komplexen Kausalbeziehungen zwischen Niederschlag-Boden-Abfluss-Erosion sehr schwierig. Der Einfluss des Waldes auf diese Bereiche ist nach Wirkungsmechanismus und Größe sehr unterschiedlich. Auch der Effekt von waldbaulichen Maßnahmen lässt sich nur schwer ermitteln. Grundsätzlich sind jedoch Abflusssteigerungen umso größer je mehr Biomasse entnommen wird (vgl. MARKART et al. 2004, S 18) und im bewaldeten bzw. bestockten Gelände treten Rutschungen mit weniger Masse oder nur bei höheren Hangneigungen auf (vgl. RICKLI 2001, ANDRECS et al. 2002). Taugliche bzw. allgemeingültige und praktikable Modelle zur Bemessung der komplexen Schutzwirkungen gab es bislang nicht. Auch die vorhandenen Methoden zur Dedektion dieser Naturgefahren (Expertensysteme) waren nicht verwendbar, da sie auf eine jeweils eigene Parametrisierung bzw. Datenbasis ausgerichtet sind, die nicht zur Verfügung stand.

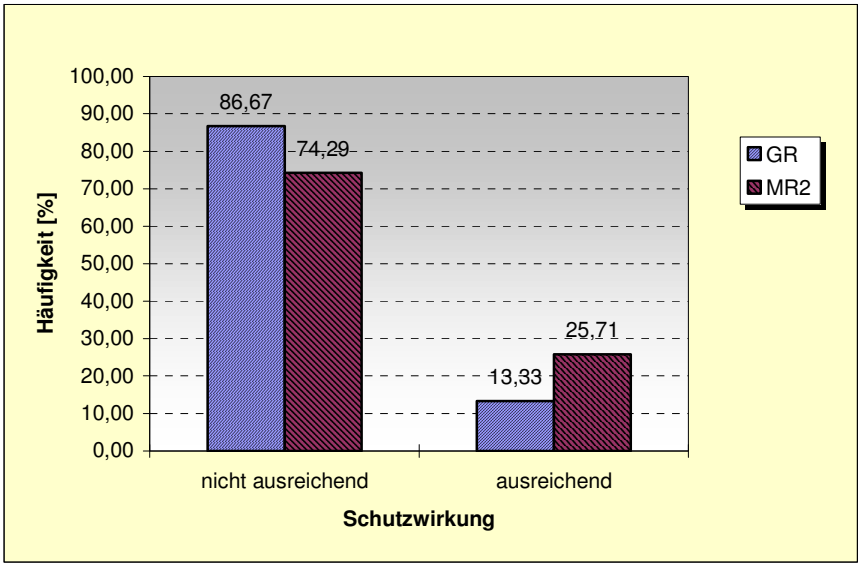
Daher wurde ein sehr einfacher Ansatz zur Beurteilung des Gefahrenpotenzials gewählt, in dem drei zentrale Indikatoren (Wasserhaushaltsklasse, mineralische Feinbodenart, Grobskelettanteil) nach dem Konzept des Minimumfaktor geprüft wurden.

Die Untersuchungen ergaben, dass durch die Maßnahmen grundsätzlich das Verhältnis zwischen der "Auflast" der Bestände und den "hydrologisch positiven Merkmalen" wie Ab-

deckung des Bodens (~ Erosionsschutz), Zuwachs (~ Wasserverbrauch-Entwässerung) sowie Stufigkeit (~ Bodendurchwurzelung) auf den Maßnahmenflächen im Verhältnis zu den anderen Flächen zum Zeitpunkt des 1. Controlling verbessert bzw. der Schutzwirkungsindex leicht erhöht wurde. Das kann allerdings, bezogen auf Flächen mit erhöhter Relevanz dieser Gefahrenpotenziale im eigentlichen Sinne nicht festgestellt, aber auch nicht ausgeschlossen werden, da in diesem Fall Repräsentationsfehler der ausgewählten Projekte vorliegen dürften.

Betrachtet man nur jene Flächen, auf denen ein Gefahrenpotenzial für die untersuchten Naturgefahren besteht, dann liegt der Anteil der Flächen mit ausreichender Erfüllung aller Schutzwirkungen bei den unbehandelten Flächen bei 13 %, und bei den Maßnahmenflächen bei 26 % (Abbildung 2). Dieser höhere Anteil von Flächen mit ausreichender Schutzwirkung in Bezug auf alle Naturgefahren ist allerdings statistisch noch nicht abgesichert. Insgesamt hat sich also auf den Maßnahmenflächen im Verhältnis zu den unbehandelten Flächen die Schutzwirkung tendenziell, aber nicht signifikant verbessert.

Abbildung 2: Vergleich der Erfüllung der Schutzwirkungen auf unbehandelten Flächen (GR) und Maßnahmenflächen (MR)



Bei der Beurteilung der Effekte von waldbaulichen Maßnahmen im Schutzwald muss beachtet werden, dass nur ein geringer Teil dieser Maßnahmen geplant und durchgeführt wird, um unmittelbar oder ausschließlich die Schutzwirkung zu verbessern bzw. eine nicht vorhandene Schutzwirkung herzustellen. Der Hauptteil der Maßnahmen wird durchgeführt,

um rechtzeitig vor einem Abfall der Schutzwirkungen die Waldverjüngung einzuleiten, sodass die nächste Baumgeneration die Schutzwirkungen übernehmen kann, ohne dass die Kontinuität der Schutzwirkungen unterbrochen wird. Es stellt sich damit die Frage, ob im Verhältnis zur verjüngungsnotwendigen Fläche die Verjüngung ausreichend in Angriff genommen wurde.

Für die Beantwortung wurden zwei einfache Ansätze zur Ermittlung der Soll-Verjüngungsfläche angewendet, die mit der Ist-Verjüngungsfläche verglichen wurde. Dieser Vergleich ergab, dass die bisherige Verjüngungsfläche erheblich unter den Soll-Werten liegt und je nach Ansatz und unter Berücksichtigung der bisherigen Verjüngungsrückstände die jährliche Verjüngungseinleitung um das vier- bis achtfache gesteigert werden sollte, um den Überhang an instabilen und eingeschränkt schutzwirksamen Beständen abzubauen.

Abbildung 3: Anteile der Wildökologischen Bestandestypen (Wuchsklassen) in den untersuchten Projektsgebieten auf unbehandelten Einheiten

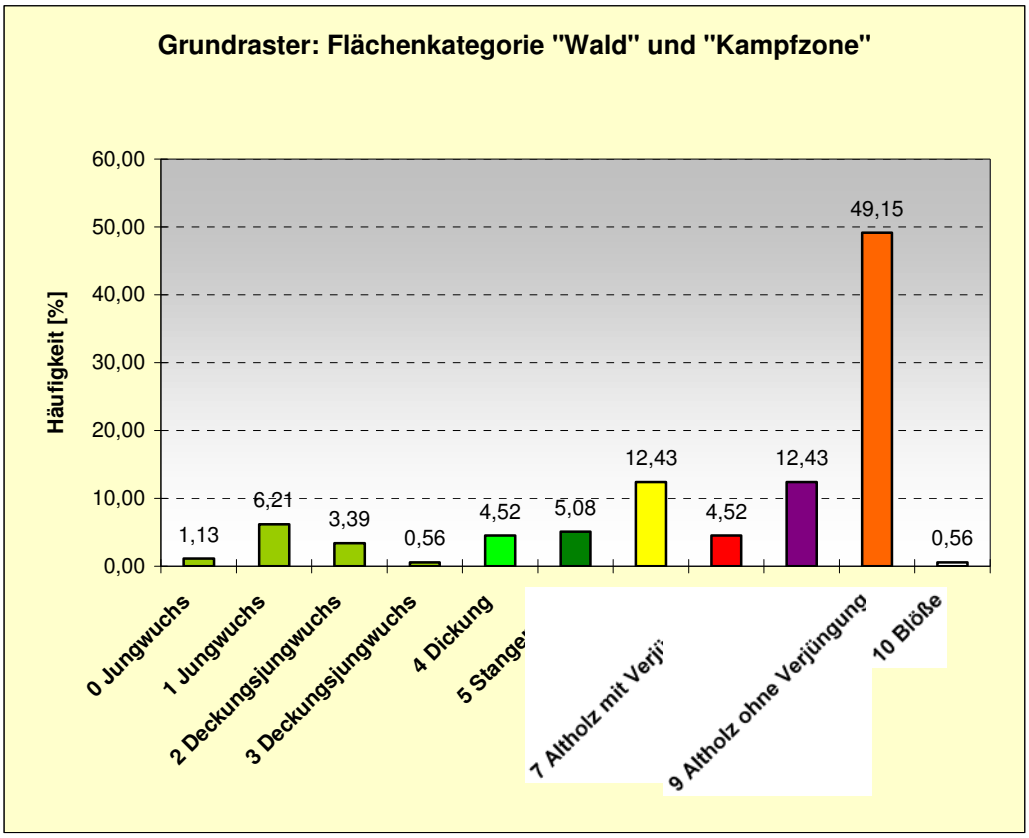
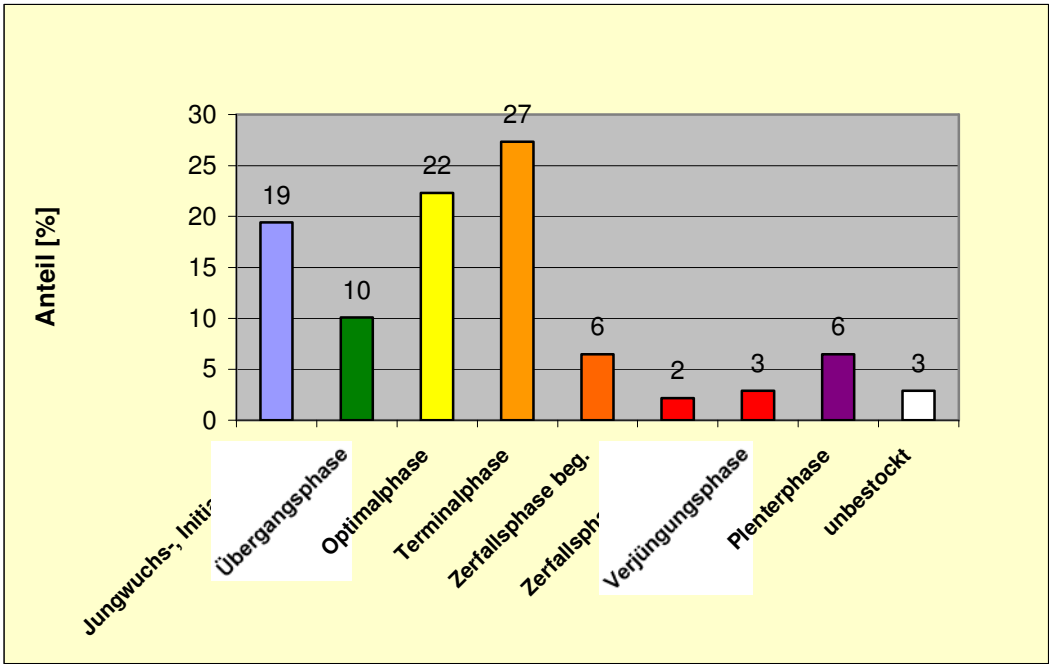


Abbildung 3 zeigt den erheblichen Altholzüberhang auf den unbehandelten Flächen in den untersuchten Projektsgebieten. Dieser noch vorhandene Überhang wird tendenziell auch durch die Ergebnisse der ÖWI 2000-2002 für den gesamten begehbaren Schutzwald in Tirol bestätigt (Abbildung 4), ist aber auf den Projektsflächen noch stärker ausgeprägt.

Abbildung 4: Entwicklungsstadien im gesamten begehbaren Schutzwald in Tirol (ohne Latsche, Grünerle); die Terminalphase und die beginnende Zerfallsphase entsprechen etwa einem Altholz ohne Verjüngung, fortgeschrittene Zerfalls- und Verjüngungsphasen einem Altholz mit Verjüngung (Quelle: ÖWI 2000 – 2002)



Zusammenfassung

Das Tiroler Schutzwald-Controlling (TSC) wurde einer umfassenden Verfahrensevaluierung unterzogen, um die Schutzwald-Erhebungssysteme in Österreich aufeinander abstimmen zu können. Dabei wurden auch Vorschläge für die von der Landesforstdirektion Tirol geplanten Überarbeitung des TSC-Bewertungsmodells gemacht. Für die nationale Waldinventur ist besonders das Zielmodell des TSC von Bedeutung.

Im Rahmen einer Programmevaluierung der VOLE-Maßnahmen anhand einiger Projektsflächen wurde die Wirksamkeit der Maßnahmen bzw. die Veränderung des Schutzerfüllungsgrades untersucht.

Auf den Maßnahmenflächen ist es im Verhältnis zu den unbehandelten Einheiten zu einer nicht signifikanten, aber tendenziellen Verbesserung der Schutzwirkungen gekommen. Der Anteil an Flächen mit ausreichender Schutzwirkung gegen alle Naturgefahren ist auf Maßnahmenflächen um 12 % höher.

Da die Maßnahmenflächen nach durchschnittlich 10 Jahren Projektslaufzeit nur einen geringen Teil der Projektsflächen abdecken und die Verjüngungseinleitung weit unter der aus schutztechnischen Gründen erforderlichen Soll-Fläche der Verjüngungseinleitung liegt, konnte eine Erhöhung des Schutzerfüllungsgrades bezogen auf die gesamte Projektskulisse bislang wahrscheinlich nicht erreicht werden. Die bisherige Intensität der Verjüngungseinleitung war im Verhältnis zur aus schutztechnischer Sicht notwendigen Verjüngungsfläche viel zu gering. Zur Erreichung einer nachhaltigen Schutzwirkung und zum Abbau von Verjüngungsrückständen ist eine erhebliche Steigerung der jährlichen Verjüngungseinleitung bzw. der waldbaulichen Aktivität erforderlich.

Eine Aussage über die Effektivität einzelner Maßnahmenarten und damit der Kosten besonders effektiver Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkungen ist nicht möglich. Das hängt vor allem mit der Art der Maßnahmendokumentation, mit der starken räumlichen, zeitlichen und inhaltlichen Durchmischung der Maßnahmen und der Stratifizierungs- und Verknüpfungsmöglichkeit der Daten zusammen. Es konnte aber festgestellt werden, dass bei kleinflächigen Naturverjüngungsverfahren im Verhältnis zum Kahlschlag wesentlich früher eine höhere Schutzwirkung erzielt werden kann.

Die Zielerreichung bzw. Verbesserung des Schutzerfüllungsgrades über die gesamte Projektskulisse ist eine Frage der künftig angewendeten Verjüngungsverfahren, des Ausmaßes der Verjüngungseinleitung und der Verjüngungsentwicklung. Eine Verbesserung der Schutzwirkung kann nur dann eintreten, wenn die jährliche Verjüngungseinleitung erheblich ausgeweitet wird und künftig vermehrt kleinflächige Verjüngungsverfahren zum Einsatz kommen. Daher wurden 2004 und 2005 von der LFDT die Förderungsrichtlinien für Seilkrannutzungen geändert. Es werden nur mehr kleinflächige Verjungungsverfahren gefördert.

Literaturverzeichnis:

- ANDRECS et al. 2002: Untersuchung der Rutschungsprozesse vom Mai 1999 im Laternsertal (Vorarlberg). In: Beiträge zur Wildbachforschung. BFW-Berichte 127 (2002). Bundesamt und Forschungszentrum für Wald. Wien.
- BAUMGARTNER M. 2002. Detaillierte Ersterhebungen in einem steinschlaggeschädigten Wald im Diemtigtal. Diplomarbeit. Geographisches Institut der Universität Bern.
- BURSCHEL P. & HUSS J. 1987. Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey. Hamburg, Berlin.
- FÜRST D. & SCHOLLES F. 2004. Handbuch Theorien + Methoden der Raum- und Umweltplanung. Hzu – Handbücher zum Umweltschutz. Band 4. Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, Dortmund.
- GSTEIGER P. 1989. Steinschlag – Wald – Relief. Empirische Grundlagen zur Steinschlagmodellierung. Diplomarbeit. Universität Bern.
- LFDT 2002. Qualitätssicherung Schutzwaldcontrolling. Abschlussbericht. Landesforstdirektion Tirol. Innsbruck.
- LOIDL W. & REIMOSER F. 1980: Waldbaulich-betriebswirtschaftliche Beurteilung des alternativen Kunst- und Naturverjüngungsbetriebes in einem fichtenreichen Gebirgsrevier. In: Centralblatt für das gesamte Forstwesen 97 (1980), 3, S 151-171.
- MARKART et al. 2004: Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (Version 1.0). BFW-Dokumentation 3 (2004). Bundesamt und Forschungszentrum für Wald. Wien.
- MARTI F. & STUTZ H. P. 1993. Zur Erfolgskontrolle im Naturschutz. Literaturgrundlagen und Vorschläge für ein Rahmenkonzept. Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Nr. 336. Birmensdorf.
- NAIS 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- ÖWI 2000–2002. Online-Ergebnisse der Österreichischen Waldinventur 2000–2002. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien. URL: http://bfw.ac.at

- PITTERLE A. & PERZL F. 2001. Schutzwaldinventur – Methodenvergleich. Vergleich des ÖWI-Verfahrens mit der FOMUMIIS-Bewertungsmethodik. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Waldbau-Institut. BOKU-Wien
- RICKLI C. (Red.) 2001. Vegetationswirkungen und Rutschungen. Untersuchung zum Einfluss der Vegetation auf oberflächennahe Rutschprozesse anhand der Unwetterereignisse in Sachseln OW am 15. August 1997. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft; Birmensdorf. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Bern.
- SEKOT W. 1993. Studienunterlagen zur Forsteinrichtung. Schriftenreihe des Institutes für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 19. BOKU Wien.
- SEKOT W. & SCHWARZBAUER P. 1995. Methodische Ansätze zur Bewertung der infrastrukturellen Leistungen der Forstwirtschaft. Projektsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft. Schriftenreihe des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 25. BOKU Wien.
- WEISS G. 1999. Die Schutzwaldpolitik in Österreich. Einsatz forstpolitischer Instrumente zum Schutz vor Naturgefahren. Schriftenreihe des Institutes für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 39. BOKU Wien.

Autor:

DI Frank Perzl

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen

Rennweg 1, A-6020 Innsbruck