

## **EIN MINIMALSTANDARD FÜR DIE DOKUMENTATION DER SCHUTZWIRKUNGEN DES WALDES IM RAHMEN DER ÖSTERREICHISCHEN "INITIATIVE SCHUTZ DURCH WALD"**

### **MINIMAL STANDARD FOR DOCUMENTATION OF PROTECTION EFFECTS OF FORESTS IN THE FRAMEWORK OF AUSTRIAN INITIATIVE PROTECTION FOREST**

Frank Perzl<sup>1</sup>

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die "Initiative Schutz durch Wald (ISDW)" ist ein österreichisches Förderprogramm zur Verbesserung der Objektschutzwirkung des Waldes. Für ISDW wurde ein bundesweit einheitlicher Standard zur Beurteilung der Schutzwirkungen des Waldes und zur Erfassung der dafür erforderlichen Daten entwickelt. Bis dahin gab es beim Österreichischen Programm zur Schutzwaldverbesserung keine einheitliche Erhebung und Bewertung von Indikatoren der Schutzwirkung des Waldes. Dadurch war die Evaluierung der Wirkung von waldbaulichen Maßnahmen im Schutzwald schwierig. Durch Literatursauswertung und Expertenbefragung wurden Indikatoren des Naturgefahrenpotenzials und der Schutzwirkung des Waldes abgeleitet und ein waldbaulicher Zielkatalog erarbeitet. Es wurden damit vergleichbare Grundlagen für die Evaluierung des ISDW-Programms und für weitere Wirkungs- und Zielanalysen geschaffen.

**Keywords:** Schutzwald, Waldbau-Ziel, Schutzwirkung

#### **ABSTRACT**

Initiative Protection Forest (ISDW) is an Austrian support program for improvement of direct protection effects of forests. For ISDW a nationwide uniform standard for forest protection assessment and for data acquisition was developed. Up to then, there were no uniform recording and evaluation of indicators of the protection effect of the forest in the Austrian program of protection forest improvement. Therefore, the evaluation of the effects of silvicultural measures in protection forests was difficult. Indicators of natural hazard potential and protection effects of forest were derived from literature and expert inquiry. A catalogue of silvicultural objectives was developed. Therewith comparable bases for the evaluation of the ISDW-program and for further effect and target analyses were created.

**Keywords:** protection forest, silvicultural target, protection effect

---

<sup>1</sup> DI Frank Perzl, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Landschaft und Naturgefahren  
Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen  
Rennweg 1, A-6020 Innsbruck

## PROBLEMSTELLUNG

Die Wirksamkeit von geförderten Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkungen des Waldes wird auf europäischer Ebene und in Österreich zunehmend hinterfragt. Die Fördergeber und die Kontrollinstanzen verlangen eine wirkungsorientierte Evaluierung der Maßnahmen der Schutzwaldverbesserung zum Zweck der Programmsteuerung und der Optimierung des Mitteleinsatzes auf Basis einheitlicher und eindeutiger Kriterien (vgl. dazu LRH-V 2005, S. 27-29; V-EG Nr. 1698, 2005; UBA 2006).

Mehrere Studien (z.B. WEISS 1999, WEISSBACHER 2003, PERZL 2005) im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) zeigten die Problemfelder bei der Evaluierung des österreichischen Programms zur Schutzwaldverbesserung auf:

- Es fehlten operationale Ziele und geeignete Dokumentations- und Bewertungsmethoden der Ausgangslage und der Zielerreichung zur Evaluierung der Programmwirkungen.
- Zur effektiven Steuerung müssen die langfristigen und komplexen Programmwirkungen im Schutzwald auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen betrachtet werden. Neben einer Gesamtbetrachtung der Entwicklung des Schutzwaldes (Makroevaluierung) ist auch ein projektbezogenes repräsentatives Monitoring notwendig.
- Ein projektbezogenes Monitoringsystem ist in Österreich nur in Tirol, sowie seit 2000 auch in Kärnten in Betrieb. Das Zielmodell dieses Monitoring entspricht aber teilweise nicht mehr dem Stand des Wissens über die Schutzwirkungen des Waldes.
- Die Datenerfassung der anderen Bundesländer erfolgte heterogen überwiegend deskriptiv und maßnahmenorientiert ohne EDV-gerechten Dokumentationsstandard.
- Es lag keine zentrale raumbezogene Datenhaltung in EDV-Systemen vor.
- Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) konnte auf Makroebene keine differenzierteren Aussagen zum Wald mit Objektschutzwirkungen zur Verfügung stellen.

Voraussetzungen für eine zweckmäßige und effiziente Schutzwaldbewirtschaftung sind ein operationales Zielmodell (der Soll-Zustand des Waldes) und zuverlässige Daten über die am Standort bedeutsamen Naturgefahren und den Waldzustand. Durch standardisierte Datenerhebung (vor und nach der Maßnahmendurchführung) kann der Waldzustand als Ergebnis der Schutzwaldpflege mit dem Soll-Zustand verglichen und bewertet werden.

Während in der Schweiz schon seit 1996 Leitlinien zur Beurteilung der Schutzwirkungen und ihrer Nachhaltigkeit existieren, und bereits in erweiterter und revidierter Form (FREHNER et al. 2005) vorliegen, gab es bislang in Österreich dafür keine einheitlichen und in das bestehende System der Instrumente der Schutzwaldverbesserung integrierbaren Grundlagen. Die Dokumentation des Schutzwaldzustandes und seiner Veränderung durch Maßnahmen erfolgte in den Bundesländern sehr unterschiedlich. Beim ÖSTERREICHISCHEN WALDDIALOG<sup>2</sup> wurde der Bedarf an Kriterien und Indikatoren zur Evaluierung der Schutzwirkungen des Waldes festgestellt, und die Erarbeitung entsprechender Grundlagen als walddpolitisches Ziel definiert.

---

<sup>2</sup> Der WALDDIALOG ist ein vom BMLFUW eingerichteter institutionalisierter Dialogprozess aller walddrelevanten Akteure in Österreich. Er dient der Abstimmung und Festlegung walddpolitischer Ziele.

In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Beurteilungsmodelle für die Schutzwirkungen des Waldes entwickelt. Aufgrund der multikriteriellen Fragestellung handelt es sich methodisch um Check-Listen oder Nutzwertanalysen erster Generation. Bei solchen Nutzwertanalysen wird die Schutzwirkung aus der gewichteten Addition ordinal bewerteter Einzelmerkmale der Waldstruktur errechnet. Eine Verfahrensevaluierung ergab, dass solche Modelle Schutzwirkungen nicht ausreichend kongruent und sensitiv abbilden, und nur schwer in den praktischen Planungsprozess in Österreich implementierbar sind.

Aus diesen Gründen wurde vom BMLFUW in Zusammenarbeit mit den Landesforstdiensten, dem Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) und dem Bundesamt und Forschungszentrum für Wald (BFW) im Rahmen des ISDW-Programms ein minimaler Schutzwald-Dokumentations- und Bewertungsstandard entwickelt.

Das ISDW-Programm – die „Initiative Schutz durch Wald“ – des BMLFUW ist eine neue Förderschiene für die Schutzwaldverbesserung im Rahmen des von der Europäischen Union mitfinanzierten Österreichischen Programms für die Ländliche Entwicklung 2007-2013 (LE 2007-2013). Programmziele sind die vorsorgende Verbesserung der Objektschutzwirkung von Wäldern gegen Naturgefahren und die Ausweitung der Aktionsflächen (Schutzwaldpflege). Durch ein begleitendes Controlling auf Basis eines Planungsstandards (Ausscheidung der Projektkulisse über den Waldentwicklungsplan (WEP), einheitliche Datenerfassung und Bewertung bei den Detailprojekten) soll eine Erfolgsanalyse und eine Steuerung des Programms ermöglicht werden. Wesentliche Anforderungen an das Planungssystem waren:

- Ein praxis- und behördengerechtes flexibles System, das in die bestehenden Methoden der Schutzwaldplanung integrierbar ist, und den umsetzenden Praktiker einbindet.
- Möglichst geringer Planungs- und Evaluierungsaufwand (Erhebungsaufwand).
- Möglichst hohe Abstimmung mit den bestehenden informationellen Instrumenten wie ÖWI, WEP, Wildeinflussmonitoring (WEM) und Tiroler Schutzwaldcontrolling.

## **DAS KONZEPT**

Um die Schutzwirkung des Waldes und die Veränderung durch waldbauliche Maßnahmen feststellen zu können, müssen folgende Sachverhalte erhoben und beurteilt werden:

- Das Gefahrenpotenzial am Waldort differenziert nach Gefahrenarten.
- Die Schutzwirkung des vorhandenen Waldbestandes in Bezug auf die relevanten Naturgefahren und ihr Gefahrenpotenzial vor und nach der Maßnahmenumsetzung.
- Die Stabilität des Schutzwaldes vor und nach der Maßnahmenumsetzung. Der Begriff Stabilität ist dabei umfassend im ökologischen und funktionalen Sinne als Zustand zu verstehen, der eine ausreichende Widerstands- und Regenerationsfähigkeit bei externen Störungen und damit die Kontinuität der Schutzwirkungen gewährleistet.
- Die zeitliche Abfolge der durchgeführten Maßnahmen, Art und Ausführungsumfang.
- Externe Störfaktoren oder Erschwernisse, welche die Maßnahmenumsetzung und Zielerreichung behindern haben.

Es gibt keine praktisch anwendbaren physikalischen und statistischen Modelle, mit denen das Gefahrenpotenzial, die Schutzwirkung und die Stabilität des Waldes in Bezug auf alle relevanten Naturgefahren mit einheitlichen Datensätzen gemessen werden können. Für einzelne Naturgefahrenarten und spezielle Teilaspekte liegen solche Modelle vor, z.B.

logistische Regressionen zur Abschätzung der Anbruchswahrscheinlichkeit von Waldlawinen oder Lawinen- und Steinschlagsimulationen. Das sind aufwändige Expertensysteme mit speziellen Datenanforderungen. Diese Modelle sind für kritische Sonderfälle und Gutachten geeignet. Für die forstbetriebliche Planungspraxis sind sie meist zu aufwändig. Bei der Bewertung von Schutzwirkungen handelt es sich um sehr komplexe multikriterielle Fragestellungen. Diese Kriterien können in der Praxis entweder nur frei gutachtlich beschreibend oder qualitativ – rangordnungsmäßig bewertet werden.

Daher wurde ein System zur Aggregation von Bewertungskennziffern des Gefahrenpotenzials und der Schutzwirkung über Präferenzmatrizen entwickelt. Eingangsgrößen sind Merkmale des Standorts oder der Waldstruktur, die auf das Gefahrenpotenzial und die Schutzwirkung des Waldes schließen lassen (Indikatoren). Die logische Kombination klassifizierter Merkmale ergibt die Bewertungskennziffern. Die Präferenzmatrix gehört in der Praxis der Umweltplanung zu den gängigsten Methoden (SCHOLLES 2004). Durch die logische Kombination ist ein solches System – im Gegensatz zu komplexen Nutzwertanalysen erster Generation – durchschaubar (vgl. Tabelle 3). Präferenzmatrizen werden z.B. auch bei der Schweizer Gefahrenzonenplanung eingesetzt. Die ISDW-Matrizen sind das Ergebnis

- von laufenden Literatúrauswertungen am BFW,
- Auswertungen der BFW-Schadlawinendatenbank,
- Diskussionen in der ISDW-Arbeitsgruppe
- und einer begleitenden Expertenbefragung (einfaches Delphi).

Dabei muss berücksichtigt werden, dass noch vieles auf Annahmen beruht und sich nur auf wenige originäre und zum Teil widersprüchliche Angaben in der Literatur stützt. Eine quantitative Angabe der Schutzwirkungen des Waldes ist oft noch nicht möglich (FREHNER 2005). Daher müssen sich waldbaulichen Leitlinien darauf beschränken, aus dem Stand des Wissens in der Literatur einen praktikablen Ansatz zusammen zu stellen. Der Stand des Wissens beruht auf oft schwer vergleichbaren Fallstudien.

Die Matrizen sind einfach gestaltet und in Form von „Merkblättern“ zusammengefasst. In diesem Rahmen ist die Darstellung aller Matrizen zu umfangreich. Daher werden hier nur die Eckpfeiler des Modells dargestellt. Es orientiert sich an den Schweizer Richtlinien für Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (kurz NaiS; FREHNER et al. 2005). Im Gegensatz zum Schweizer Modell setzt das ISDW-System am Gefahrenpotenzial an:

## **DAS MODELL**

### **Bestimmung des Gefahrenpotenzials**

Das Gefahrenpotenzial beschreibt beim ISDW-System die Grunddisposition eines Standorts für Naturgefahren. Grundsätzlich ist ein Wald unabhängig vom seinem Zustand bzw. dem Ausmaß seiner Schutzwirkung dann ein Schutzwald, wenn aufgrund standörtlicher Faktoren wie etwa der Hangneigung oder der Erodibilität des Bodens die Bereitschaft zur Auslösung gefährlicher Prozesse besteht. Standortsschutzwälder sollen den Standort (Boden) schützen (indirekter Schutz). Wälder mit Objektschutzwirkung sollen Siedlungen und Anlagen vor Elementargefahren schützen (direkter Schutz). Bei hydrologischen Gefahrenprozessen gibt es aber aufgrund der Wirkungsketten (z.B. oberflächennaher Abfluss – Erosion/Rutschung – Geschiebeakkumulation – Mure) Übergänge zwischen Standorts- und Objektschutz. Das

ISDW-Programm bezieht sich auf die Objektschutzwirkungen des Waldes. Folgende "Gefahrenarten" werden berücksichtigt:

- Lawinenanbruch,
- Steinschlag (Transit- und Auslaufzone),
- Erosion/Rutschungsauslösung,
- und Oberflächenabfluss (im Wald mit Objektschutzwirkung).

Damit beschränkt sich die Betrachtung auf jene Teilprozesse von gravitativen Naturgefahren, die durch den Waldzustand stärker beeinflusst werden können. Naturgefahren laufen in Form von Prozess- bzw. Wirkungsketten ab. Der Wald hat nur auf bestimmte Teile dieser Ketten einen deutlichen Einfluss. So besteht z.B. die Schutzwirkung gegen Wildbachprozesse in der Dämpfung des Abflusses im Einzugsgebiet und vor allem in der Verminderung des Geschiebepotenzials durch den Schutz vor Erosion und Rutschungen an Gerinnehängen.

Das Gefahrenpotenzial wird für jede Prozessart über Indikatoren der Grunddisposition mit ordinalen Kennziffern in Ampelfarben ausgedrückt, den Gefahrenstufen (Tabelle 1):

**Tab. 1:** Definition der Gefahrenstufen

**Tab. 1:** Definition of danger levels

Gefahrenstuf	Beschreibung der Gefahr (potenzielle Häufigkeit und Intensität)
0	Keine relevante Gefahr bzw. keine Bedeutung der Gefahrenart
1	Geringe Gefahr (Ereignisse treten selten und klein bei hoher variabler Disposition auf)
2	Mittlere Gefahr (Ereignisse sind groß aber selten, häufig aber klein)
3	Hohe Gefahr (Ereignisse treten häufig oder ständig auf, große Ereignisse sind häufiger)

Die Wahrscheinlichkeit und Größe der potenziellen Ereignisse in den Gefahrenstufen kann nicht exakt angegeben werden. So gibt es z.B. kein praktikables Verfahren zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit der Auslösung von Steinschlag (siehe KALBERER 2007). Es kann nur das Auftreten von Steinschlag anhand "stummer Zeugen" festgestellt werden. Die Auslösung von Naturgefahren-Ereignissen wird auch stark von zeitlich variablen Faktoren wie dem Witterungsverlauf und der Intensität der Niederschlagsereignisse bestimmt. Bei einer geringeren Gefahrenstufe weisen die Indikatoren auf eine geringere Grunddisposition und damit auf eine größere Schwelle auslösender Ereignisse hin.

Die ISDW-Gefahrenstufen haben nicht die gleiche Funktion wie die Gefahrenklassen von Gefahrenhinweiskarten oder Gefahrenzonenplänen, sondern sie berücksichtigen neben der Grunddisposition auch die präventive Bedeutung des Waldes. Die Differenzierung der Schutzwirkung nach Gefahrenstufen hat den Vorteil, dass je nach dem Ausmaß der Grunddisposition unterschiedliche, angepasste Zielvorgaben für den Waldzustand gesetzt werden können. Jeder Praktiker berücksichtigt bei der Bewirtschaftung des Schutzwaldes intuitiv, dass er z.B. in Regionen mit weniger Schnee und auf flacheren und raueren Hängen den Kronenschluss stärker unterbrechen oder größere Verjüngungsöffnungen anlegen kann als im Steilhang in den schneereichen Lagen. Auch beim Schweizer NaiS-System wurde das ansatzweise durch minimale und optimale Anforderungsprofile berücksichtigt. Beim ISDW-System werden je nach Gefahrenpotenzial geringere oder höhere Soll-Werte für die Dichte und Struktur des Waldes definiert (vgl. Tab. 6).

Das Gefahrenpotenzial hängt je nach Gefahrenart von zahlreichen Faktoren ab. Es ist nicht möglich und zu aufwändig alle Faktoren zu erfassen. Daher bestand nur die Möglichkeit

einige erhebbare Schlüsselkomponenten auszuwählen. Die Indikatoren der Grunddisposition für die einzelnen Naturgefahren sind in Tabelle 2 zusammengestellt:

**Tab. 2:** Indikatoren des Gefahrenpotenzials (der Grunddisposition für Naturgefahren)

**Tab. 2:** Indicators of hazard potential (susceptibility for natural hazards)

Indikator	Anzahl der Klassen	Lawine	Steinschlag	Erosion Rutschung	Oberflächen-Abfluss
Mittlere maximale Schneehöhe	5	x			
Mittlere Hangneigung	6	x	x		
Reliefklasse (Hanglänge)	4	x	x		
Oberflächenrauigkeit	3	x	x		
Steinschlag-Potenzial /Aktivität	4		x		
Mittlerer Durchmesser Steine	2		x		
Rutschungszeiger/Rutschungstyp	4			x	
Rutschungsintensität	3			x	
Hydrologische Bodenklasse	5		x		x
Wasserhaushalt	3				x

Die mittlere maximale Schneehöhe charakterisiert das allgemeine Niveau der Schneefälle in einem bestimmten Gebiet. Für die dynamische Bemessung von Schneebrett-Lawinen und die Lawinenwarnung sind Extremwerte der Neuschneehöhe relevant, und es müssen die kleinräumigen Unterschiede durch Wind und Relief beachtet werden. In Bezug auf Wald ist aber eine mehr statische Sichtweise erforderlich. Zur Ableitung eines groben Schätzwertes der Schneehöhe aus der Höhenlage stehen regionale Regressionen der Klimanormalperiode 1961-1990 auf der Basis der Arbeit von SCHÖNER & MOHNL (2003) zur Verfügung.

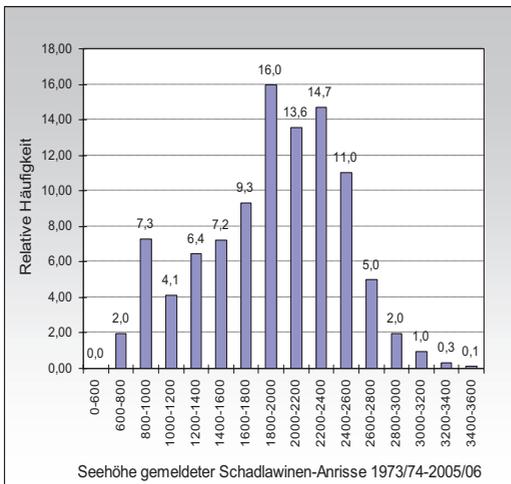


Abbildung 1 zeigt die Verteilung der gemeldeten spontanen Schadlawinen (mit Angaben zur Seehöhe) nach der Seehöhe des Anrisses (n = 1533). Anrisse wurden ab etwa 600 m Seehöhe gemeldet. Die Untergrenzen sind aber regional sehr unterschiedlich. In Vorarlberg wurde der tiefste Anriss auf 900 m, in den nordöstlichen und südlichen Kalkalpen auf 600 m Seehöhe dokumentiert. Die Seehöhe ist als Grenzwert nur bedingt geeignet, da regional bei gleicher Höhenlage – abgesehen von den schwer fassbaren lokalen Unterschieden – verschiedene Schneeverhältnisse auftreten.

**Abb. 1:** Seehöhe der Anrisszonen gemeldeter spontaner Schadlawinen-Ereignisse in Österreich (n = 1533)

**Fig. 1:** Altitude of starting zones of reported spontaneous damage avalanches in Austria

PERLA & MARTINELLI (1976) stellten fest, dass signifikante Lawinen ab 1 m Schneehöhe auftreten können. Bezogen auf die Klimanormalperiode 1961-1990 tritt ein Extremwert von 1 m in Österreich je nach Region in Lagen mit einer mittleren maximalen Schneehöhe zwischen

30 und 70 cm auf. Unabhängig von der Region wurden Schadlawinen in Höhenlagen mit einer mittleren maximalen Schneehöhe  $< 70$  cm sehr selten dokumentiert.

Die Hangneigung ist ein Indikator für die relative Häufigkeit und die Intensität von Lawinen. Eine Anbruchgefährdung besteht etwa zwischen  $25^\circ$  und  $55^\circ$  Hangneigung. In der BFW-Schadlawinen-Datenbank auf Basis der WLV-Ereignismeldungen wurden unter  $25^\circ$  Hangneigung keine Anrisse verzeichnet. Über  $55^\circ$  Grad Hangneigung gehen häufig kleine Lockerschneelawinen ab, deren Masse und Energie meist relativ gering sind. Nur 5,7 % von den insgesamt 88 in der BFW-Schadlawinen-Datenbank dokumentierten spontanen Ereignissen mit Schadensfolgen und mit Angaben zur Hangneigung brachen im Gelände mit über  $55^\circ$  Hangneigung an. Dennoch können auch kleinere Lockerschneelawinen im Gelände unterhalb des Steilhangs Sekundärereignisse auslösen. Daher wurde kein oberer Grenzwert für die Lawinengefahr definiert. Forstliche und technische Maßnahmen sind jedoch im Steilgelände über  $55^\circ$  meist nicht mehr möglich und zweckmäßig.

Die Rauigkeit der Oberfläche ist ein Faktor, der vor allem im Zusammenhang mit der Schneehöhe gesehen werden muss. Rauigkeitselemente wie Blockhalden können die Schneedecke abstützen, sofern sie nicht überschneit sind. Auf stark gegliedertem Gelände (Hanglängen  $< 50$  m) ist die Entwicklung von Anrissen zu flächigen Großlawinen reduziert.

Die Kombination von Schneehöhe, Hangneigung, Rauigkeit und Hanglänge ergibt die Gefahrenstufe für (potenziellen) Lawinenanbruch. Dabei haben die Hangneigung und die Schneehöhe den stärksten Einfluss auf die von der Expertengruppe definierte Matrix.

Im Gegensatz zur Lawine ist beim Steinschlag der Wald vor allem in der Transit- und Auslaufzone schutzwirksam. Steinschlag kann gutachtlich anhand von stummen Zeugen erkannt werden. Schwieriger ist es, die Gefahr nach Häufigkeit und Intensität zu bemessen. Es wurde daher ein Ansatz standardisierter gutachtlicher Interpretation stummer Zeugen gewählt. Die Grundüberlegungen sind einfach:

- Je flacher und rauer die Bodenoberfläche in der Transitzone ist, umso stärker wird Steinschlag bereits durch die Bodenreibung abgebremst. Bei geringerer Hangneigung und rauerer Oberfläche sind die Anforderungen an die Bestockungsdichte geringer.
- Die Häufigkeit des Steinschlags kann an stummen Zeugen grob abgeschätzt werden. Bei häufigem Steinschlag finden sich immer frische Spuren.
- Die Steinschlag-Intensität wird von der Steingröße bestimmt. Die potenzielle Steingröße ist schwer abzuschätzen. Daher wurden nur zwei Körnungsklassen definiert (Steine und Blöcke).

Ein ähnliches Konzept wurde zur Bestimmung der Gefahrenstufe von Rutschgelände entwickelt. Wo Rutschungen stattfinden, finden sich häufig Spuren älterer Ereignisse. Der Rutschungstyp (Spontane Hangrutschung, Runsenerosion und Uferrutschung, permanente Rutschung) und die Intensität der Hangbewegung (maximale Tiefe/Kubatur bei Spontan- und Uferrutschungen, Aktivität/Geschwindigkeit bei permanenter Hangbewegung) bestimmen das Gefahrenpotenzial.

Es gibt verschiedenste Rutschungstypen, die von der Expertengruppe im Hinblick auf ihre Gefährlichkeit und die Schutzwirkung des Waldes unterschiedlich eingeschätzt wurden. So treten z.B. spontane Lockergesteins-Hangrutschungen (Hangmuren) nur selten meist infolge von Starkregen ab einer Ereignis-Niederschlagsmenge von etwa 100 mm auf (RICKLI 2001).

Die meisten dieser Rutschungen sind klein und die Schadensfolgen sind daher – im Vergleich zu aktivierten permanenten Rutschungen und Muren – relativ gering. Nach dem Ereignis ist der Hang entlastet und bleibt für lange Zeit oder für „immer“ in Ruhe. Gegen solche Rutschungen ist die Schutzwirkung von intaktem Wald sehr hoch. Es treten aber vereinzelt auch im Wald auf tiefgründigem Lockergestein große Rutschungen mit entsprechend hohem Schaden auf (oft Sekundärrutschungen auf permanentem Rutschgelände). Völlig anders ist die Situation in einem Gelände mit mehr oder weniger permanenten Hangbewegungen, wie z.B. bei Sackungen, Talzuschub und Erdströmen, oder wenn spontane Rutschungen als sekundäre bzw. überlagernde Rutschungen in einem solchen Gelände auftreten. Diese tiefgründigen Phänomene können durch den Wald nicht verhindert werden. Wenn im permanenten Rutschungsgelände spontane Rutschungen oder Erosionen auftreten, bleiben sie meist aktiv oder erweitern sich. Zusätzlich tritt dann oft auch Steinschlag auf. Daher können durch eine Waldbedeckung solcher Hänge vorbeugend gefährliche Ereignisse vermindert werden. Eine Sonderform spontaner Rutschungen sind die Uferrutschungen. Runsenerosionen und Uferrutschungen schaffen Geschiebepotenziale für Muren. Als konkretes Beispiel für die Bewertung des Gefahrenpotenzials mit Präferenzmatrizen zeigt Tabelle 3 die Abschätzung des Gefahrenpotenzials durch die Expertengruppe. Zur Interpretation der stummen Zeugen wurden im Rahmen des ETAlp-Projektes Grundlagen bereitgestellt (HÜBL et al. 2003).

**Tab. 3:** Präferenzmatrix zur Bestimmung der Gefahrenstufen für Rutschungen

**Tab. 3:** preference matrix for determination of landslide danger level

Rutschungstyp (vgl. ISDW-Handbuch für Detailprojekte)		Rutschungsintensitätsstufe		
		1: klein	2: mittel	3: stark
		Gefahrenstufe gemäß Tab. 2		
Keine Anzeichen für Rutschgefahr		0	0	0
Spontane Hangrutschung und/oder Runsenerosion – Uferrutschung		1	2	3
Permanente Rutschung (mit und ohne spontaner Rutschung und/oder Runsenerosion/Uferrutschung)		2	3	3
Intensitätsstufe	Spontane Rutschung, Runsenerosion – Uferrutschung	Permanente Rutschung (Hangkriechen, Sackung, Erdstrom etc.)		
1	bis 0,5 m Tiefe (oder maximal 600 m <sup>3</sup> bei Spontanrutschungen)	Gelände schwach konkav-konvex ; keine offenen Zugrisse		
2	> 0,5 - 2 m Tiefe (oder maximal 1200 m <sup>3</sup> bei Spontanrutschungen)	Gelände deutlich konkav-konvex; keine offenen Zugrisse		
3	> 2 m Tiefe (oder > 1200 m <sup>3</sup> bei Spontanrutschungen)	Gelände deutlich konkav-konvex; offene Zugrisse		

Aufgrund der großen Schäden durch Hochwasser und der kausalen Stellung in der Wirkungskette „Hydrologischer Gefahrenprozesse“ berücksichtigt das ISDW-Modell auch den Oberflächenabfluss im Sinne einer Naturgefahr. Die Beurteilung folgt grundsätzlich dem NaIS-Konzept nach LÜSCHER & ZÜRCHER (2003). Beurteilungskriterien sind die Infiltrations- und Wasserspeicherkapazität des Bodens. Wald trägt vor allem auf Böden mäßiger Durchlässigkeit mit höherem Speicherpotenzial zur Dämpfung des Abflusses bei. Zur Beurteilung der Bodenverhältnisse wurde eine einfache Zuordnungstabelle entwickelt.

### Bestimmung der Schutzwirkung

Als Kennwert für die Schutzwirkung des vorhandenen Waldes wird die Schutzwirkungsstufe aus dem Gefahrenpotenzial und dem Waldzustand abgeleitet (Tabelle 4).

**Tab. 4:** Definition der Schutzwirkungsstufen

**Tab. 4:** Definition of protection effect levels

Schutzwirkungsstufe	Beschreibung der Schutzwirkung (der Gefahr bei vorhandener Bewaldung)
0	Keine Bedeutung der Gefahr (Gefahrenstufe = 0)
3	Sehr geringe Schutzwirkung (kritisch)
2	Verminderte, nicht ausreichende Schutzwirkung (kritisch-labil)
1	Ausreichend hohe Schutzwirkung (im Rahmen der Wald-Leistungsfähigkeit)

Je nach Gefahrenart werden verschiedene Strukturmerkmale des Waldes als Indikatoren der Schutzwirkung verwendet, die auch vom Gefahrenpotenzial bestimmt wird (Tabelle 5).

**Tab. 5:** Indikatoren der Schutzwirkung des Waldes

**Tab. 5:** Indicators of protection effect of forest

Indikator	Lawine	Steinschlag	Erosion Rutschung	Oberflächenabfluss
Gefahrenpotenzial	x	x	x	x
Deckungsgrad Gehölze (je nach Wuchsklasse)		x	x	x
Deckungsgrad Bodenvegetation				x
Deckungsgrad wintergrüner Gehölze > 2 oder 5 m	x			
Stammzahl (je nach Wuchsklasse)	x	x		
Anteil Starkholz			x	
Anteil Tiefwurzler			x	
Lückenbreite (von Stamm zu Stamm)	x		x	
Lückentiefe (von Stamm zu Stamm)		x		
Liegendes Totholz in Lücken (Querleger)	x	x		

Die schutzwirksame Waldstruktur wird über Matrizen dargestellt. Sie definiert den Soll-Zustand des Schutzwaldes und dient der Bewertung der Schutzwirkungen. Tabelle 6 zeigt vereinfacht die als schutzwirksam angenommenen Waldstrukturen (Schutzwirkungsstufe 1 - Zielvorgaben) gegen Lawinenanbruch. Je nachdem wie stark die Werte unterschritten werden, wird die Lawinenschutzwirkung gemäß Tabelle 4 als vermindert oder kritisch ausgewiesen.

**Tab. 6:** Anforderungsprofil: Schutzwirksamer Wald gegen Lawinenanbruch je nach Gefahrenstufe

**Tab. 6:** Demand values: forest of sufficient protection against avalanche release depending on danger level

Gefahrenstufe Lawinenanbruch	Merkmalskombination für ausreichende Schutzwirkung		
	Wintergrüner Deckungsgrad	Stammzahl pro Hektar je nach Wuchsklasse	Zulässige Lückenbreite je nach Hangneigung/Mischung/Querleger
3	> 65 %	---	≤ 10 bis ≤ 45 m
	> 35 - 65 %	400 - 3500	
	- 35 %	500 - 8000	
2	> 55 %	---	≤ 10 bis ≤ 55 m
	35 - 55 %	300 - 2500	
	≤ 35 %	400 - 6000	
1	> 45 %	---	
	35 - 45 %	200 - 2000	
	≤ 35 %	300 - 4000	

Beim Steinschlag werden je nach Gefahrenstufe eine ausreichende Wuchsklasse (Stangenholz oder Baumholz) und Stammzahl gefordert. In Altbeständen sollte mit abnehmender Stammzahl der Deckungsgrad von Jungwuchs im Dickungsstadium zunehmen. Ein dichter Unterwuchs fängt auch größere Steine auf, wenn die Sturzenergie von den starken

Überhältern gebrochen wurde. Je nach Gefahrenstufe und Wuchsklasse wurden mindestens 400 (Baumholz, Starkholz) oder 600 (Stangenholz) Stämme pro Hektar und bei verminderter Stammzahl zusätzlich mindestens 15 % Jungwuchs im Dickungsstadium als schutzwirksam angenommen. Eine maximale Länge der Lücken von über 40 m (Hangneigung bis 28°) oder von über 20 m (> 28°) führt zu einer Abwertung der Schutzwirkung, wenn nicht ausreichend Querleger die Lücken absichern. Die Baumartenmischung wird hier nicht berücksichtigt, da die Schutzwirkung und nicht die Stabilität bewertet wird.

Zur Struktur eines optimal schutzwirksamen Waldbestandes gegen Rutschungen gibt es wenig wissenschaftlich gesicherte Informationen, da es sehr schwierig ist, Strukturmerkmale isoliert zu analysieren und Flächen von gleichem Waldzustand nach der Rutschungsdisposition der Standorte verzerrungsfrei zu stratifizieren. Viele Annahmen sind verbreitet, wissenschaftlich aber nicht gesichert (z.B. dass ein hohes Gewicht des Bestandes Rutschungen begünstigt). Es gibt aber Hinweise darauf, dass bei "gutem" Waldzustand die Rutschungsaktivität spontaner Rutschungen geringer ist, und die standörtlichen Dispositionsfaktoren extremer sein müssen, damit es zu Rutschungen kommt (vgl. RICKLI 2001, MARKART et al. 2007). Das Modell verlangt je nach Gefahrenstufe einen Deckungsgrad (ab Dickungsstadium) zwischen 45 und 65 % und einen Deckungsgrad von Starkholz kleiner 25 % (geringer Starkholzanteil an Ufereinhängen). Bei einem Anteil von tiefwurzelnden Baumarten von mindestens 35 % werden höhere Starkholzanteile günstig bewertet. Lücken von über 25 - 35 m Breite führen zu einer Verminderung der Schutzwirkung.

Nach den bisherigen Kenntnissen ist der Oberflächenabfluss unter Wald im Verhältnis zu anderen Vegetationseinheiten mit Ausnahmen generell niedriger. Das hängt vor allem mit der guten Infiltrationsleistung des Waldbodens zusammen. Die Niederschlagsinterzeption des Waldes hat einen verhältnismäßig geringen Effekt. Bei einer Auflockerung unter bestimmte kritische Grenzwerte kann aber die Infiltrationsfähigkeit herabgesetzt werden. Mit abnehmendem Überschirmungsgrad bestimmt der Deckungsgrad der Bodenvegetation das Abflussverhalten. Außerdem wird die Transpiration vermindert, die je nach Boden Speicherkapazitäten freihalten kann. Als ungünstig gelten auch überdichte Koniferenbestände, da benetzungshemmende Streuaufgaben entstehen. Daher wurde je nach „Gefahrenstufe“ ein Deckungsgrad von Gehölzen ab Dickungsstadium von mindestens 45 bis 65 % und der Bodenvegetation (mit Jungwuchs) von mindestens 35 % als schutzwirksam bewertet.

### **Gesamtbeurteilung – Schutzwirkung und Stabilität**

Maßnahmen im Schutzwald sind nicht nur notwendig, wenn die Schutzwirkungen vermindert sind. Auch bei ausreichender Schutzwirkung müssen Maßnahmen durchgeführt werden, wenn das nachhaltige Waldwachstum gefährdet ist. Daher muss auch die Stabilität der Bestände bzw. ihre Gefährdung durch verschiedenste biotische und abiotische Faktoren beurteilt werden. Die Ansprache der Stabilität bzw. der Gefährdungen der Stabilität wie z.B. durch Käferbefall oder Windwurfgefährdung erfolgt standardisiert in groben Gruppen, aber noch weitestgehend gutachtlich. Dafür gibt es noch keine geeigneten und evaluierten praktischen Schätzhilfen, die mit vertretbarem Aufwand angewendet werden könnten. Daher ist diese Erhebung mehr ein Dokumentationsstandard und eine Check-Liste, die Hilfestellung zur vergleichbaren Beurteilung von Situationen bietet, aber kein zwingendes Bewertungs- und Entscheidungssystem. Beeinträchtigungen der Stabilität bzw. Gefährdungen des Waldbestandes werden durch eine Verminderung der Schutzwirkung berücksichtigt (Gesamtbeurteilung).

## **ANWENDUNG, ZUVERLÄSSIGKEIT UND AUSBLICK**

Das System wird derzeit beim ISDW-Programm angewendet und wurde in das Tiroler Schutzwaldcontrolling integriert. Im Gegensatz zum Schweizer Kontrollkonzept werden beim ISDW-Programm keine Beurteilungsstichproben (Weiserflächen) aufgenommen. Ähnlich wie beim Bayerischen Controlling erfolgt eine taxative Aufnahme der Indikatoren auf den Behandlungsflächen im Sinne einer Vollerhebung. Beurteilungsstichproben bergen die Gefahr der statistischen Verzerrung. Ein systematisches Stichprobensystem war beim ISDW-Programm aufgrund des Aufwands nicht möglich. Es werden nach Standort, Bestand und Einsehbarkeit homogene Einheiten im Wirkungsbereich der geplanten Maßnahmen von etwa 0,5 bis 3 ha gebildet und mit einem Merkmalschlüssel beschrieben. Der Zeitaufwand für eine Erhebung (ohne Wegzeiten, 1 Taxator) lag bei Tests im Mittel bei 20 Minuten (ANDRECS et al. 2006). In der Praxis muss mit einem mittleren Aufwand von etwa 30 Minuten und von etwa 5-10 Minuten für die Online-Dateneingabe gerechnet werden. Die Aufnahmen können beim Begang zur Planung der Maßnahmen gemacht werden.

Das System ist auf einfache praktische Umsetzbarkeit ausgerichtet, was immer zu Lasten der Datenzuverlässigkeit geht. Erste Erfahrungen zeigen eine mittlere bis hohe Zuverlässigkeit der Ansprachen (ANDRECS et al. 2006). Schwierig sind die Schätzung der Stammzahl in unregelmäßig bestockten Beständen und die Zuordnung der Reliefklasse. Auch Aspekte des Bestandesrisikos werden ohne detailliertere Richtlinie zum Teil unterschiedlich beurteilt. Ansprachen von Forstpraktikern bilden jedoch die Störungsresistenz im Allgemeinen gut ab. Letzten Endes entscheidet aber immer die Einschätzung des vor Ort Handelnden, dessen Beurteilung das System widerspiegeln soll.

Wie bei allen vergleichbaren waldbaulichen Richtlinien kann über die Validität noch nichts gesagt werden. Dazu wäre eine Zielanalyse erforderlich. Bei einer Zielanalyse wird überprüft,

- ob das Gefahrenpotenzial tatsächlich mit der Häufigkeit und Intensität von Naturgefahren-Ereignissen korreliert ist, und
- ob bei den definierten schutzoptimalen Waldstrukturen in Relation zu einem anderen Waldzustand tatsächlich weniger und kleinere Naturgefahren-Ereignisse auftreten.

Für eine Zielanalyse ist ein waldbezogenes Naturgefahren-Monitoring erforderlich. Mit der Standardisierung der Naturgefahren-Ereignisdokumentation (HÜBL et al. 2006) und der Einführung des WLV-Online-Ereignisportals wurden dafür Grundlagen geschaffen. Der waldbaulich relevante Informationsgehalt dieser Systeme ist aber gering. Für eine optimale Synergie müsste ein waldbaulicher Dokumentationsstandard integriert werden. Die Struktur des ISDW-Ansatzes begünstigt Zielanalysen, da Gefahrenpotenziale, Schutzwirkungen und die Stabilität nicht in einer Kennziffer vermischt werden. Als nächste Schritte sind eine Verbesserung des Systems durch Zielanalysen, die Abstimmung der Indikatoren mit den nationalen Waldinventuren im Alpenraum und die Konzeption von Best Practise Guidelines für Maßnahmen im Schutzwald auf Basis des ISDW-Ansatzes geplant.

## **LITERATUR**

AndreCs, P., Oberndorfer, S., Perzl, F. (2006): ILUP-ISDW 2006. Initiative Schutz durch Wald: Machbarkeitsstudie am Beispiel Ybbstal. Endbericht im Auftrag der WLV Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland. BFW. Wien, Innsbruck.

- Frehner, M. (2005): Gebirgswaldbau - vom finanziellen Rückgrat der Berggemeinden zum Risikomanagement. In: Schweiz. Z. Forstwes. 156 (2005), 12: 516 – 520.
- Frehner, M., Wasser, B., Schwitler, R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern.
- Hübl, J., Kienholz, H., Loipersberger, A. (2006): DOMODIS – Documentation of Mountain Disasters. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Schriftenreihe 1, Handbuch 1. Klagenfurt.
- Hübl, J., Bunza, G., Hafner, K., Klaus, W. (2003): ETAlp – Erosion, Transit in alpinen Systemen. „Stummer Zeugen Katalog“. Projektteam ETAlp WLVB/BMLFUW.
- Kalberer, M. (2007): Waldwirkung gegenüber Steinschlag. Untersuchungen zur Quantifizierung und Optimierung der Schutzwaldleistung. VDM Verlag. Saarbrücken.
- LRH-Vorarlberg (2005): Prüfbericht über das Forstwesen des Landes Vorarlberg. Landes-Rechnungshof Vorarlberg. Bregenz.
- Lüscher, P., Zürcher, K. (2003): Waldwirkung und Hochwasserschutz: Eine differenzierte Betrachtungsweise ist angebracht. In: Hochwasserschutz im Wald. LWF-Wissen. LWF-Bericht Nr. 40.: 30-33.
- Markart, G., Perzl, F., Kohl, B., Luzian, R., Kleemayr, K., Ess, B., Mayerl, J. (2007): 22. und 23. August 2005 – Analyse von Hochwasser- und Rutschungsereignissen in ausgewählten Gemeinden Vorarlbergs. BFW-Dokumentation 5/2007. Wien.
- Perla, R., Martinelli, M. (1976): Avalanche Handbook. Agriculture Handbook No. 489. U.S. Department of Agriculture. Forest Service.
- Perzl, F. (2005): Verbesserung der Evaluierung geförderter Schutzwaldmaßnahmen im Rahmen der VOLE auf ausgewählten Standorten unter Heranziehung aktueller Methodenentwicklungen im In- und Ausland (Vertiefende Evaluierung). Endbericht im Auftrag des BMLFUW. BFW. Wien.
- Rickli, C. (2001): Vegetationswirkungen und Rutschungen – Untersuchung zum Einfluss der Vegetation auf oberflächennahe Rutschprozesse anhand der Unwetterereignisse in Sachseln OW am 15. August 1997. Eidg. Forschungsanstalt WSL. Birmensdorf.
- Schöner, W., Mohnl, H. (2003): Schneehöhe und Schneebedeckung. In: Hydrologischer Atlas Österreichs. IWHW BOKU-Wien, BMLFUW.
- Scholles, F. (2004): Die Präferenzmatrix. In: 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.
- UBA (2006): Stellungnahme des Umweltbundesamtes als Umweltstelle des Bundes zum Umweltbericht vom 11.05.2006 zur strategischen Umweltprüfung gemäß LR 2001/42/EG für das Österreichische Programm für die Ländliche Entwicklung 2007-2013. Umweltbundesamt GmbH. Wien.
- V-EG Nr. 1698 (2005): Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raumes durch den Europäischen Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER). Amtsblatt der Europäischen Union L 277.
- Weiß, G. (1999): Die Schutzwaldpolitik in Österreich. Einsatz forstpolitischer Instrumente zum Schutz vor Naturgefahren. Schriftenreihe des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft. Band 39. BOKU Wien.
- Weißbacher, J. (2003): Österreichisches Programm zur Entwicklung des ländlichen Raumes (VOLE). Midterm-Evaluierung. Subprogramm Forstwirtschaft. Teil Schutzwaldverbesserung. Endbericht, überarbeitete Version. Im Auftrag des BFW. Wien.