

Donnerstag 20. Oktober 2016

12:00-12:30

## Schutzwaldmodellierung als Basis für eine nachhaltige Raumentwicklung

Karl Kleemayr, Frank Perzl, Andreas Huber, Reinhard Fromm, Jennifer den Outer, Monika Rössel

*BFW – Bundesforschungszentrum für Wald, Innsbruck*

### 1. Einleitung

Vitale und in geeigneter Weise bewirtschaftete Wälder sind ein wichtiger Bestandteil der integralen Naturgefahrenprävention in Österreich. Insbesondere Wälder mit direkter Objektschutzwirkung leisten einen wichtigen Beitrag zum nachhaltigen Schutz vor Naturgefahren (Lawinen, Steinschlag, Hangrutschungen, etc.). Für die effiziente Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Bewirtschaftung, Pflege und – sofern nötig – Wiederinstandsetzung der Schutzwirkung ist das Wissen über die Lage und Ausdehnung dieser Waldbestände von besonderem Interesse.



**Abb. 1:** Vergleichender Kartenausschnitt: Links die Waldbedeckung, rechts die generalisierte Darstellung der Funktionen im WEP (Rot: Schutzfunktion).

Der bestehende Waldentwicklungsplan liefert zwar wichtige Informationen über die Leitfunktionen, die Darstellung ist aber – geschichtlich bedingt – generalisiert.

Im Zuge der Projekte GRAVIPROMOD und GRAVIPROFOR wurde deshalb eine Methode für eine möglichst objektive und weitgehend automatisierte Identifizierung von Waldflächen mit **direkter** Objektschutzwirkung gegenüber Steinschlag und Lawine entwickelt. Die modellierten Flächen, die für ganz Österreich zur Verfügung stehen, können als ergänzende Information zu den bestehenden forstlichen Raumplänen verwendet werden und dienen als Hilfsmittel für die Ausweisung von Waldflächen mit direkter Objektschutzwirkung.

Waldflächen haben eine direkte Schutzfunktion gegenüber Naturgefahren, wenn ein direkter räumlicher Zusammenhang zwischen der Gefahrenquelle, den betrachteten Waldflächen und den zu schützenden Objekten besteht. Dieser Zusammenhang kann am Beispiel eines Lawinenschutzwaldes oberhalb von Verkehrswegen oder besiedeltem Gebiet veranschaulicht werden. Bestehende Waldflächen können einerseits dem Anbruch von Schneemassen entgegenwirken, andererseits kann ein Bestand durch seine

mögliche Bremswirkung die Auslauflängen von Lawinen vermindern, und so die Wahrscheinlichkeit für Schäden an darunterliegenden Objekten herabsetzen.

Zur Unterstützung der Planung, Umsetzung und Evaluierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Objektschutzwirkung sind Informationen über die genaue Lage von Wäldern mit direkter Objektschutzfunktion erforderlich. Diese Informationen können derzeit aus den forstlichen Raumplänen nicht mit der nötigen Genauigkeit entnommen werden. Daher wurden Schneelawinen- und Steinschlagprozesse für ganz Österreich modelliert und die Waldflächen mit Objektschutzfunktion ausgewiesen. Als besonders aufwändig erwies sich dabei die Ausweisung und Bewertung der vom Wald zu schützenden Siedlungsflächen und Infrastrukturanlagen mit den vorhandenen Geodaten. Die zur Verfügung stehenden Geodaten sind je nach Bundesland unterschiedlich strukturiert. Selbst formal bundesweit einheitlich vorliegende Datensätze erwiesen sich als heterogen, sodass umfangreiche Bearbeitungen zur Homogenisierung durchgeführt werden mussten. Zur Modellierung des Gefahren- und Schadenpotenzials wurden aufgrund des großen Rechenaufwands relativ einfache Modellansätze entwickelt und umgesetzt. Dennoch ist die erzeugte Karte des Waldes mit Objektschutzfunktion, vor allem für den Prozess Steinschlag, eine gute Grundlage für die forstliche Raumplanung.

## **2. Ausgangslage**

Seit der Forstgesetz-Novelle 2002 unterscheidet die forstliche Raumplanung in Österreich zwei Funktionstypen von Wäldern mit Schutzfunktion: Wälder mit Standortschutzfunktion und Wälder mit Objektschutzfunktion. Ein Standortschutzwald nach § 21 Abs. 1 FG 1975 i.d.F 2002 stockt auf Standorten mit ungünstigen Boden- und Klimabedingungen. Er schützt den eigenen Standort zur Erhaltung der Bodenfunktionen und des Waldwachstums. Ein Objektschutzwald nach § 21 Abs. 2 FG 1975 i.d.F 2002 hat die Aufgabe Menschen und ihre Sachgüter vor den schädigenden Auswirkungen von Naturgefahren zu schützen. Die Standortschutzfunktion des Waldes lässt sich mit Hilfe von Standortmerkmalen (Klima, Relief, Boden) des Waldes beschreiben. Die Kartierung der Objektschutzfunktion des Waldes erfordert die Feststellung des Schadenspotenzials an der zu schützenden Infrastruktur (den Objekten), und somit den Blick über den Wald hinaus. Eine direkte Objektschutzfunktion des Waldes besteht dann, wenn die Waldfläche in der potenziellen Prozesszone (Start-, Transit- und/oder Auslaufzone) einer Naturgefahr liegt, und der Gefahrenprozess ein zu schützendes Objekt auch erreichen könnte. Die Schutzwirkung des Waldes wird dabei nicht berücksichtigt, da sie vom sich ändernden Zustand des Waldes abhängig ist. Mit den vorhandenen forstlichen Raumplänen Waldentwicklungsplan (WEP) und Gefahrenzonenplan (GZP) in der derzeitigen Form lässt sich nur bedingt feststellen, ob eine Waldfläche eine Objektschutzfunktion hat. Der WEP generalisiert die Objektschutzfunktion stark, da nur die Anteile der Objektschutzfunktionsfläche an der Waldfunktionsfläche statistisch, aber nicht kartografisch ausgewiesen werden. Der GZP liefert vor allem Informationen über Bereiche mit akuten Gefahrensituationen bei nicht mehr ausreichender Schutzwirkung des Waldes. Eine vorbeugende Pflege und Bewirtschaftung von Waldflächen zum Schutz von Siedlungen und Infrastrukturanlagen erfordert aber eine kartografische Ausweisung des Gefahren- und Schadenspotenzials aus Waldflächen. Es ist oft sehr schwer festzustellen, ob z. B. eine in einem Wald nach der Schlägerung anbrechende Lawine auch die darunterliegende Straße erreichen könnte, wenn das aufgrund der bisher guten Schutzwirkung des geschlossenen Waldes noch nie passiert ist.

Daher wurde das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) beauftragt, von Waldflächen ausgehenden Gefahren- und Schadenspotenziale an Siedlungsflächen und Infrastrukturanlagen durch Schneelawinen und Steinschlag (den Wald mit Objektschutzfunktion) zu modellieren.

Die Modellierung beruht auf dem Konzept zur Beurteilung der Objektschutzfunktion des Waldes nach der WEP-Richtlinie (WEP-R, 2012). Das WEP-Konzept sieht eine Einteilung der Schutzwaldkulisse in drei Bedeutungsstufen der Schutzfunktion vor, die sich einerseits aus dem Gefahrenpotenzial und andererseits aus einer dreistufigen Wertung der potenziell bedrohten Objekte ergibt. Zur Beurteilung des Gefahrenpotenzials wurde das ISDW-Konzept ("Initiative Schutz durch Wald") des BMLFUW (Perzl, 2008) adaptiert und verbessert.

Die Modellierung erfolgte im Rastermodell mit einer Auflösung von 10 x 10 m. Sie erforderte ein digitales Geländemodell, digitale Geodaten über die zu schützenden Objekte und die Waldfläche.

### **3. Datenaufbereitung**

#### **3.1. Das digitale Geländemodell (DGM)**

Die Bundesländer haben in den letzten Jahren genaue digitale Geländemodelle durch Airborne Laser Scanning (ALS) erstellt. Da aber während der Projektlaufzeit noch kein Modell für ganz Österreich existierte, und noch kleine Teilbereiche fehlten, wurde aus den Teilmodellen der Bundesländer, ergänzt durch das Geländemodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV), ein Modell für ganz Österreich mit einer Auflösung von 10 m erstellt.

#### **3.2. Der Objektlayer**

Zur automatisierten Feststellung des Schadenpotenzials an den Siedlungsflächen und der Infrastruktur sind Geodaten über die Lage und Art dieser Objekte erforderlich. Sie werden nach dem Schutzfunktions-Bewertungskonzept der WEP-R in drei Stufen des öffentlichen Interesses (in drei Objektklassen, OKL) eingeteilt. Die höchste OKL III enthält z. B. bewohnte Gebäude, Betriebsanlagen, Haupt- und Nebenbahnen sowie alle öffentlichen Straßen. In der OKL II sind Anlagen wie Erholungsfreiflächen (Schipisten, Golfplätze), Almgebäude, Forststraßen, Feldwege und Wanderwege. Objekte wie unbebautes Bauland, landwirtschaftliche Kulturen und Grünland sind zu schützende Objekte der OKL I.

Die Objektklassifikation nach der WEP-Richtlinie ist aus zwei Gründen für die Modellierung der Objektschutzfunktion nicht in jedem Punkt geeignet: (1) sie ist nicht mit den verfügbaren Geodaten abgestimmt, und (2) die Bewertungen der Objekttypen sind aus risikoanalytischer Sicht nicht immer optimal. Daher wurde die Objektklassifikation modifiziert und auf die verfügbaren Geodaten ausgerichtet. Der Objektlayer wurde aus Daten über den Bestand an Siedlungsflächen und Infrastruktur sowie aus der digitalen Flächenwidmung generiert.

Aufgrund der unterschiedlichen Datenverfügbarkeit wurden drei Ebenen der Erfassung der vom Wald zu schützenden Objekte definiert. Je nach Datenverfügbarkeit wurde für jede Gemeinde die jeweils höchste (vollständigste) Ebene umgesetzt. Die höchste Ebene kombiniert den Realbestand und die Flächenwidmung als Interessensgebiet der Raumentwicklung.

### 3.2.1. Objektbestand

Da es in Österreich kein einheitliches, für Risikoanalysen geeignetes digitales Landschaftsmodell gibt, musste die Information über den Objektbestand aus zahlreichen, heterogenen Geodatenbeständen des Bundes und der Länder zusammengesetzt werden. Die Geodaten weisen in Bezug auf Risikofragen konzeptionelle Schwächen der Datenmodelle auf. Der Flut von digitalen Geodaten steht keine zentrale inhaltliche Gesamtkoordination gegenüber. Obwohl einige Geodatenätze von guter Qualität sind, prägen immer noch nicht befriedigende Vollständigkeit (Aktualität), ungenügender Informationsgehalt und vor allem die fehlende Standardisierung die Geodateninfrastruktur (vgl. dazu auch Gissing 2003, Dollinger 2008, Belada 2008, Banko & Riedl 2010). Auch Geodaten, die grundsätzlich für das gesamte Bundesgebiet einheitlich erstellt werden, wie z. B. das niederrangige Straßennetz der GraphenIntegrationsPlattform (GIP) und die Nutzungsebene der digitalen Katastermappe (DKM), haben sich als heterogen erwiesen. Daher waren einerseits umfangreiche Bearbeitungen und Ergänzungen dieser Daten und andererseits Modifikationen der Objektklassifikation erforderlich. Probleme verursachte vor allem das ländliche Straßennetz, da die Informationen über die Lage und Verkehrsbedeutung der Straßen (z. B. der Status "Forststraße") in den verschiedenen Geodatenbeständen nicht übereinstimmen (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Die Lage einer Zufahrtsstraße zu einem Haus nach der DKM (in Gelb), nach dem Flächenwidmungsplan (in Violett), nach dem Straßenachsenlayer (orange Achsenlinie) der Bundesländer und die tatsächliche Lage nach dem ALS-Reliefmodell als rote Achsenlinie (aus Perzl et al. 2014 a, Orthofoto: WMS-Dienst des LFRZ).

### **3.2.2. Die Flächenwidmung**

Die Flächenwidmungsplanung ist die Schnittstelle zwischen der Raumordnung (Raumplanung) und dem Naturgefahrenmanagement. Sie bestimmt die Raumnutzung und -entwicklung. Daher sollten die Informations- und Planungsinstrumente der allgemeinen Raumplanung und der forstlichen Raumplanung bzw. die entsprechenden Planungsrichtlinien aufeinander abgestimmt werden. Da in Österreich die Flächenwidmung in der Kompetenz der Bundesländer liegt, gibt es neun verschiedene Datenschnittstellen der digitalen Flächenwidmungsplanung. Die Qualität der digitalen Flächenwidmungspläne ist in Bezug auf die Datenmodelle bzw. -struktur sehr unterschiedlich. Es wird kein einheitlicher Standard verwendet.

Im Rahmen des Projektes wurden die verfügbaren Widmungseinheiten der Widmungshüllen und der Flächenwidmungspläne als Interessensgebiete der Raumentwicklung berücksichtigt und wie der Realbestand dreistufig klassifiziert.

### **3.3. Der Waldlayer**

Es gibt für Österreich keine einheitlich erstellte, aktuelle amtliche Waldkarte. Die in der Nutzungsebene der DKM ausgewiesene Waldfläche ist nicht aktuell und entspricht oft nicht der forstgesetzlichen Walddefinition. Die Forstdienste der Bundesländer verwenden verschiedene Waldkarten. Die Waldflächen dieser Karten stimmen nicht mit der Waldfläche nach der DKM überein. Es wurde daher eine Waldkarte aus verschiedenen, jeweils auf Empfehlung der Landesforstdienste am besten geeigneten Waldkarten und aus der DKM generiert.

## **4. Die Grunddispositionsmodelle**

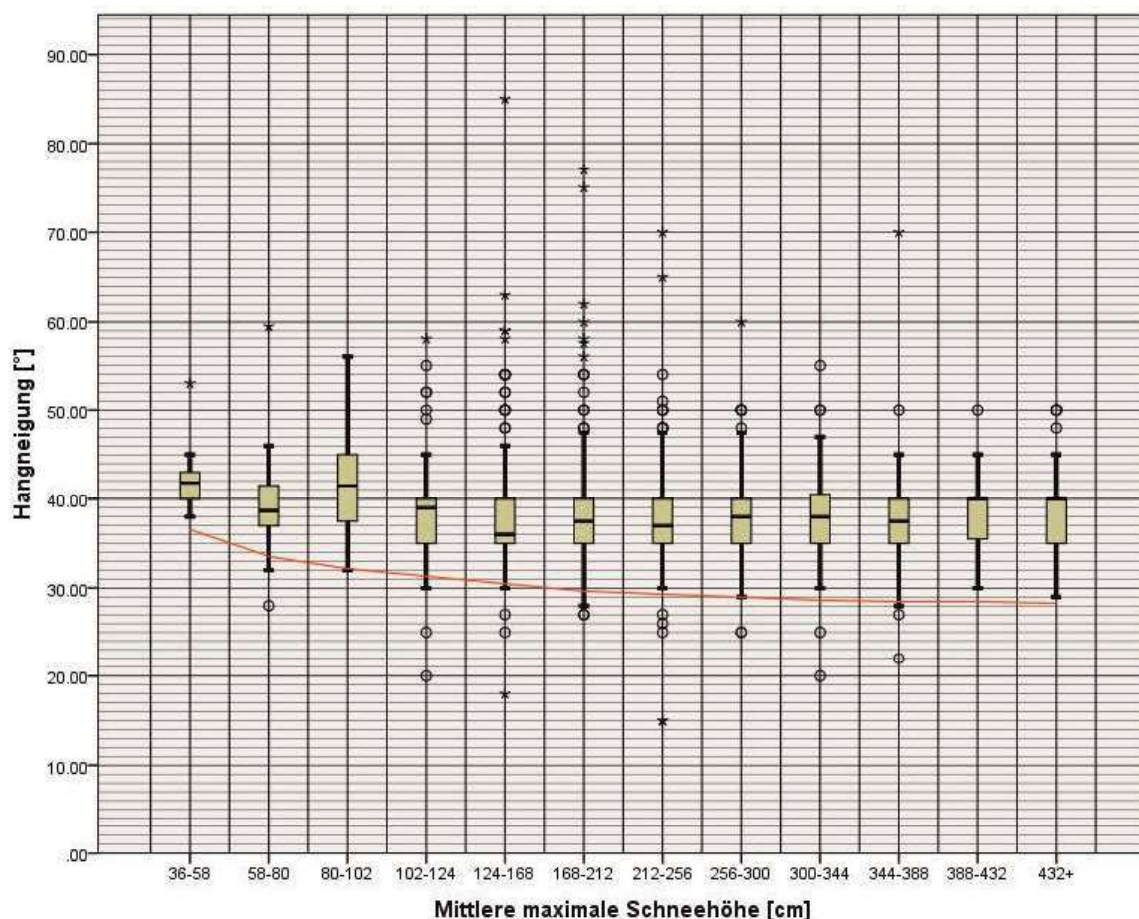
Zur Bestimmung von Schadenspotenzialen aus dem Wald müssen die potenziellen Herkunftsflächen (Auslösungsflächen) von Schneelawinen und Steinschlag im Wald und außerhalb des Waldes bestimmt und klassifiziert werden. Die Grunddispositionsmodelle beruhen auf dem ISDW-Konzept (Initiative Schutz durch Wald) des BMLFUW. Das ISDW-Konzept ist aber auf terrestrische Erhebungen und nicht auf flächendeckende Modellierungen ausgelegt. Es wurde daher entsprechend angepasst und verbessert. Der entscheidende Dispositionsfaktor ist die aus dem DGM abgeleitete Hangneigung.

Das Steinschlag-Grunddispositionsmodell ist darauf ausgerichtet Felsflächen, Schutt- und Geröllhalden sowie grobskelettreiche Böden zu identifizieren, von denen durch verschiedene natürliche Auslösungsprozesse Steinschlag ausgehen könnte. Auf Waldflächen wird auch die Auslösung von Steinschlag durch Entwurzelung von Bäumen infolge von Windwurf und Schneedruck sowie durch die Waldbewirtschaftung berücksichtigt. Zur Bestimmung potenzieller Steinschlag-Auslösungsflächen wurden nach geologischen Einheiten der geologischen Übersichtskarte 1:500.000 (GBA 2013, nach Weber 1997) differenzierte Grenzneigungswinkel der Hangneigung auf Basis der Angaben von Proske & Bauer (2013) verwendet. Die Grenzneigungswinkel der Einheiten wurden räumlich interpoliert. Flächen mit einer Hangneigung gleich oder größer dem Grenzneigungswinkel wurden als potenzielle Steinschlagauslösungsflächen ausgewiesen. Im Gegensatz zum Lawinenmodell wurde die Wahrscheinlichkeit und Intensität einer Steinschlagauslösung nicht berücksichtigt. Dazu fehlen geeignete Daten. Das Steinschlag-Gefahrenpotenzial wurde über drei Reichweitzenszenarien ermittelt.

Die potenziellen Anbruchflächen von Lawinen wurden über Grenzfunktionen der Hangneigung in Abhängigkeit von der mittleren maximalen Schneehöhe bestimmt. Der bei ISDW unterstellte



Zusammenhang zwischen der klimatischen Schneehöhe und der Hangneigung, bei der Lawinen anbrechen können, konnte als Funktion abgebildet werden (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Der Zusammenhang zwischen der mittleren maximalen Schneehöhe 1961-1990 und der mittleren Hangneigung von Lawinenanbruchsflächen (Perzl et al., 2014 b). Die kleinste mittlere Hangneigung, die kein statistischer Ausreißer (Kreis- und Sternsymbol) ist, wird durch eine hyperbolische Funktion (rote Linie) der mittleren maximalen Schneehöhe beschrieben.

Die obere aktuelle Waldgrenze liegt überwiegend bei einer mittleren maximalen Schneehöhe von ca. 150 bis maximal 250 cm. Die für die Auslösung von Lawinen erforderliche Hangneigung ist von der Schneehöhe abhängig und nimmt von 36° in den Tieflagen auf 28° in den Hochlagen nicht linear ab (Abbildung 2). Mit Hilfe eines Modells der mittleren maximalen Schneehöhe (Perzl & Kammerlander 2010, Perzl & Walter 2012) konnte für jede Fläche bzw. Rasterzelle die Hangneigung mit Lawinen-Auslösungspotenzial bestimmt werden.

Viele ähnliche Modelle verwenden auch die Wölbung des Geländes zur Bestimmung der Grunddisposition und zur Trennung von Anbruchsflächen (z. B. Gruber 2001, Maggioni & Gruber 2003, Klebinder et al. 2009, Biskupič & Barka 2011, Suk & Klimánek 2011, Simea 2012, Pistocchi & Notarnicola 2013). Das vorhandene Datenmaterial erlaubte jedoch keine statistische Absicherung von Grenzwerten der Wölbung.

Daher wurden zur Trennung von Anbruchszonen nur die Kamm- und Rückenlinien mit einem Flow-Accumulation-Ansatz bestimmt. Zur Klassifikation des Gefahrenpotenzials wurde die Verteilung beobachteter Lawinen über die Schneehöhe gruppiert nach Lawinengefahrenstufen und die Verteilung der Hangneigung der Anbruchflächen gruppiert nach Schneehöhenstufen verwendet.

### 5. Die Modellierung des Schadenpotenzials

Um das Schadenspotenzial bestimmen zu können, wurde ausgehend von den modellierten Herkunftsflächen die potenzielle Reichweite der Prozesse bestimmt. Dazu wurde ein empirisch-topografisches Prozessmodell entwickelt, dass bei einem potenziellen Treffer an einem zu schützenden Objekt auch auf die relevante Sturzbahn bis zur Herkunftsfläche zurück rechnet, und der Sturzbahn die höchste betroffene Objektklasse zuordnet. Diese für die Modellierung von Wald mit Objektschutzfunktion erforderliche Funktion fehlt allen anderen verfügbaren Reichweitenmodellen. Es werden hydrologische Ersatzmethoden verwendet, die dafür nur bedingt geeignet sind (Perzl et al., 2011). Das Modell bestimmt die Reichweite nach dem Pauschalneigungsansatz. Ein komplexerer Ansatz war aufgrund des damit verbundenen erhöhten Rechenaufwands nicht möglich. Das Modell kann im D8- (geeignet für Steinschlag) und Multiple-Flow-Betrieb (für Lawine) eingesetzt werden.

### 6. Das Ergebnis – die Schutzwaldkulisse

Zur Bestimmung der Schutzwaldkulisse (Wald mit Objektschutzfunktion) wurden die Lawinen- und Steinschlag-Prozesszonen mit Schadenspotenzial mit der Waldfläche verschnitten und nach dem modifizierten WEP-Ansatz klassifiziert (Abbildung 3).

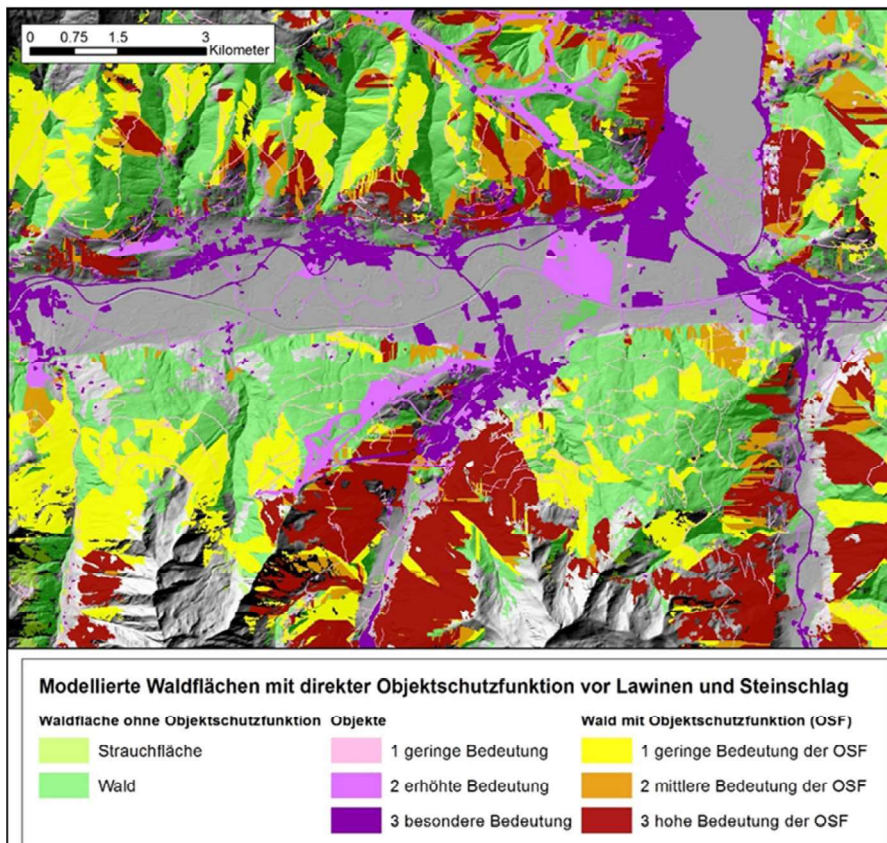


Abbildung 3: Ausschnitt aus der Karte der Waldfläche mit Objektschutzfunktion

### **6.1. Die Zuverlässigkeit der Abbildung der Schutzwaldkulisse**

Die Ergebnisse sind für die Prozesse Steinschlag und Lawine unterschiedlich. Das verwendete Reichweitenmodell ist für Steinschlag besser geeignet als für Lawinen.

Von 102 dokumentierten und verorteten Steinschlagereignissen mit Schäden an Objekten in den letzten fünf Jahren liegen 100 in der modellierten Prozesszone. Die nicht erfassten Ereignisse sind Sonderfälle, die mit einem solchen Fließmodell nicht abgebildet werden können. Es konnten auch die Prozesszonen von Steinschlag-Ereignissen durch Erosion und Fällungen identifiziert werden. Die Fläche mit einem Steinschlagschadenspotenzial eine plausible Größe. Das Ergebnis ist ein sehr gutes Hilfsmittel für die Ausweisung von Wald mit Steinschlag-Objektschutzfunktion.

Das Reichweitenmodell ist aber nur bedingt für die Abbildung von großen Lawinen, die meist oberhalb der Waldgrenze anbrechen, tauglich. Daher sollten vor allem bei der Kartierung des Waldes mit Lawinen-Objektschutzfunktion zusätzliche Informationen wie der Lawinenkataster und der GZP herangezogen werden.

Unschärfen gibt es auch aufgrund der Geodaten über die Objekte und die Waldfläche. Nicht jedes Gebäude und jede Straße wurde bereits lagegenau digitalisiert und laufend werden neue Anlagen errichtet. Durch die Einbeziehung der Widmungsflächen konnte aber ein hohes Maß an Aktualität erzielt werden.

### **5.2. Anwendungsmöglichkeiten**

Mit der Karte von Waldflächen mit einem Gefahren- und Schadenspotenzial für darunterliegende Objekte können Schwerpunkte der vorbeugenden Schutzwaldpflege in einer räumlichen Auflösung identifiziert werden, die bisher für ganz Österreich nicht zur Verfügung stand, oder alternativ nur durch sehr aufwändige Erhebungen im Gelände möglich wäre. Außerdem können die Daten für das Waldmonitoring der Österreichischen Waldinventur und die Evaluierung der Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkung des Waldes herangezogen werden.

### **5.3. Entwicklungsoptionen für die Raumplanung**

Die Auseinandersetzung mit der Geodateninfrastruktur und der WEP-Richtlinie ergab folgende Ansätze zur Verbesserung der Effizienz der Raumplanung:

- 1) Die WEP-Richtlinie sollte in einigen Punkten überarbeitet werden. Vor allem die Beurteilungsmatrix und die Klassifikation (Bewertung) der Objekttypen könnte stärker nach risikoanalytischen Überlegungen und in Bezug auf die verfügbaren Geodaten modifiziert werden. Außerdem fehlen einheitliche Kriterien zur Beurteilung des Gefahrenpotenzials. Die Modellierung im Rahmen des Projekts zeigt dafür Ansätze auf.
- 2) Es wäre in Zukunft zweckmäßig, wenn die Flächenwidmung in Abstimmung mit der forstlichen Raumplanung den vom Wald vor Naturgefahren zu schützenden Raum festlegt und bereits bei der Widmung nach Vulnerabilitätskriterien klassifiziert. Eine künftige Möglichkeit zur Harmonisierung der Flächenwidmungsplanung als Schnittstelle zum Naturgefahrenmanagement auf Bundesebene wären auch Widmungshüllen nach einem einheitlichen Standard für ganz Österreich.



Entsprechende Muster von hoher Qualität sind die Widmungshüllen der Flächenwidmung in Niederösterreich und im Burgenland.

- 3) Es ist eine stärkere und bessere Abstimmung der österreichischen Geodaten unter Beachtung des risikoanalytischen und landschaftsökologischen Informationsbedarfs erforderlich.
- 4) Durch die Modellierung von Naturgefahrenprozessen können erhebliche Verbesserungen der Qualität und Effizienz der Raumplanung als Steuerungsinstrument des Naturgefahren- und Schutzwaldmanagements erreicht werden.

Beauftragung und Unterstützung:

Die Modellierung erfolgte im Rahmen der Technischen Hilfe des österreichischen Programms LE 07-13 mit Unterstützung von Bund, Ländern und der Europäischen Union im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). Die Geodaten wurden von den Bundesländern (Abteilungen für Forstwesen, Raumordnung und Geoinformation), vom Land-, Forst- & Wasserwirtschaftlichen Rechenzentrum (LFRZ), vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (bmwfw) und von der AUSTRIAN POWER GRID (APG) zur Verfügung gestellt.

## Literatur

- Banko, G.; Riedl, M. [2010]: LISA – Land Information System Austria. Ziele, Inhalte, Aufbau. ÖROK-FFG Workshop 22.11.2010
- Belada, P. [2008]: Eine Österreichische Geodateninfrastruktur? Österreichische Gemeinde-Zeitung 74, 6: 28-30
- Biskupič, M.; Barka, I. [2011]: Spatial modelling of snow avalanche run-outs using GIS. GIS Ostrava 2010.
- Dollinger, K. [2008]: Die Richtlinie 2007/2/EG zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE) und weitere rechtliche Aspekte zur Führung öffentlicher Geodateninfrastrukturen. Diplomarbeit Rechtswissenschaftliche Fakultät der Universität Salzburg, Salzburg.
- GBA (Geologische Bundesanstalt) [2013]: Kartographisches Modell 1:500.000 Austria – Geologie. Geologische Bundesanstalt.
- Gissing, R. [2003]: Geodatenpolitik in Österreich. Herausforderungen für Politik und öffentliche Verwaltung. In: Schrenk, M. (2003) CORP 2003. Computergestützte Raumplanung. Beiträge zum 8. Symposium zur Rolle der Informationstechnologie in der und für die Raumplanung 25.02. bis 01.03.2003. TU, Wien: 131-134
- Gruber, U. [2001]: Using GIS for avalanche hazard mapping in Switzerland. ESRI International User Conference, San Diego, USA.
- Klebinder, K.; Fromm, R.; Perzl, F. [2009]: Ausweisung von Lawinenschutzwald mittels GIS und einfachen Modellrechnungen. In: Strobl, Blaschke, Griesebner [Hrsg.]: Angewandte Geoinformatik 2009. Beiträge zum 21. AGIT- Symposium, Salzburg; Heidelberg: 94-103
- Maggioni, M.; Gruber, U. [2003]: The influence of topographic parameters on avalanche release dimension and frequency. In: Cold Regions Science and Technology 37: 407-419

- Perzl, F. [2008]: Ein Minimalstandard für die Dokumentation der Schutzwirkungen des Waldes im Rahmen der Österreichischen "Initiative Schutz durch Wald". In: Conference Proceedings - Internationales Symposium Interpraevent 2008, Dornbirn, (2): 551-562
- Perzl, F.; Kammerlander J. [2010]: Schneehöhe und Lawinengefahr einst und im Jahre Schnee? BFW-Praxisinformation 23: 8-10
- Perzl, F.; Bauerhansl, Ch.; Walter, D. [2011]: Endbericht zu "Standardisierte Ermittlung von Wald mit Objektschutzwirkung" im Rahmen des European Territorial Cooperation South East Space Project MONITOR II, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Institut für Naturgefahren, Institut für Waldinventur, Innsbruck.
- Perzl, F.; Walter, D. [2012]: Die Lawinen-Schutzwirkung des Waldes im Klimawandel. AlpineSPACE Projekt MANFRED: Management strategies to adapt Alpine Space forests to climate change risks, Deliverables.
- Perzl, F.; Den Outer, J; Rössel, M. [2014 a]: GRAVIPROFOR. Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung. Methodik – Datengrundlagen für die Modellierung von Waldflächen mit Lawinen- und Steinschlag-Objektschutzfunktion. Technische Hilfe im Rahmen des österreichischen Programms LE 07-13. Projektbericht, Projekt-Teilbericht im Auftrag des BMLFUW. Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Innsbruck.
- Perzl, F.; Huber, A.; Fromm, R. [2014 b]: GRAVIPROFOR. Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung. Methodik - Prozessmodellierung Schneelawine. Technische Hilfe im Rahmen des österreichischen Programms LE 07-13. Projektbericht, Projekt-Teilbericht im Auftrag des BMLFUW. Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Innsbruck.
- Pistocchi, A; Notarnicola, C. [2013]: Data driven mapping of avalanche release areas: a case study in South Tyrol, Italy. Natural Hazards (2013) 65: 1313-1330
- Prose, H.; Bauer, Ch. [2013]: MONOE – Modellierung der Sturzprozesse. NÖ Geotage 2013. Geogene Gefahren und Raumordnung.
- Simea, I. [2012]: Using GIS for avalanche susceptibility mapping in Rodnei Mountains. Riscuri și Catastrofe. An Xi, Vol. 10, Nr. 1/2012: 83-88
- Suk, P; Klimánek, M. [2011]: Creation of the snow avalanche susceptibility map of the Krkonoše mountains using GIS. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunnensis 28, 5 (2011): 237-245
- Weber, L. [1997]: Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. Archiv für Lagerstättenforschung 19. Wien.
- WEP-R [2012]: Waldentwicklungsplan. Richtlinie über Inhalt und Ausgestaltung – Fassung 2012. Erstellung: Singer, F.; Starsich, A.; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien.