

Nr. 45 - 2017

132039578 M



# BFW. Praxisinformation



## Österreichs Schutzwald: neue Grundlagen für die forstliche Raumplanung

<http://bfw.ac.at>

Bundesforschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich



Dieses Papier stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen.  
www.pefc.at

## Inhalt

KARL KLEEMAYR Die Bedeutung der Objektschutz- waldmodellierung für die Raum- planung und forstliche Praxis.....	3
FRANK PERZL, ANDREAS HUBER, REINHARD FROMM, KARL HAGEN, MONIKA RÖSSEL, JENNIFER DEN OUTER Wald mit Steinschlag- Objektschutzfunktion in Österreich.....	8
ALEXANDRA FREUDENSCHUSS, CHRISTOPH BAUERHANSL, RICHARD BÜCHSENMEISTER Die Objektschutzwirkung des Waldes – Was leisten Luftbild und Co.....	13
KLEMENS SCHADAUER, CHRISTOPH BAUERHANSL Der Wald aus luftigen Höhen – die Österreichische Waldinventur macht ihn dingfest.....	17
JANINE OETTEL, SEBASTIAN LIPP, HERFRIED STEINER, GEORG FRANK Steinschlagschutz am Beispiel des Naturwaldreservates Waben.....	20



Insgesamt sind 58 Prozent der österreichischen Landesfläche Intensivzonen des Schutzes vor alpinen Naturgefahren, welcher in vielen Alpentälern die Lebensgrundlage für den ländlichen Raum sichert. Der Wald spielt dabei eine entscheidende Rolle: Mit 20 % Schutzwaldanteil am Gesamtwald sind die Herausforderungen angesichts Klima- und Gesellschaftswandel beträchtlich.

Die touristische Nutzung der Landschaft nimmt zu, und aufgrund des stärkeren Einflusses durch den Klimawandel fällt es den Waldbewirtschaftenden und Waldbewirtschaftern immer schwerer, die Schutzleistungen zum Erhalt des Lebensraums aufrechtzuerhalten.

Objektschutzwälder übernehmen konkret den Schutz von Gebäuden oder Infrastruktureinrichtungen. Mit der räumlich expliziten Darstellung dieser Waldflächen werden wichtige Informationen zur Bewältigung dieser Herausforderung für das Waldmanagement und die Raumplanung geliefert.

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft beauftragte deshalb das BFW mit der Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung. Modelliert wurden die Waldflächen für Österreich mit Objektschutz hinsichtlich Lawinen und Steinschlag auf Maßstabebene einer Gefahrenhinweiskarte. Diese Arbeiten tragen maßgeblich zu einer effektiven Steuerung und nachhaltigen Entwicklung der Raumplanung bei.

Was Luftbilder, Satellitenbilder und Co. für den Schutzwald leisten können, werden im zweiten Themenschwerpunkt der vorliegenden BFW-Praxisinformation aufgezeigt. Um die Schutzwirksamkeit von Österreichs Wald großflächig beurteilen zu können, wird der Einsatz von modernen Fernerkundungsmethoden immer bedeutsamer. Das BFW arbeitet intensiv daran, Strukturmerkmale aus hochauflösenden Fernerkundungsdaten wie Luftbildern oder Laserscanningmessungen abzuleiten. Damit wird eine weitere wichtige Grundlage für die Klassifizierung und Bewertung der (Objekt-)Schutzwirksamkeit des Waldes geschaffen.

Das BFW möchte mit diesem Heft aufzeigen, wie wichtig ein vorausschauendes Schutzwaldmanagement ist und über neue Steuerungs- bzw. Entscheidungsgrundlagen informieren.

## Impressum

ISSN 1815-3895

© November 2017

Nachdruck nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung seitens des Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt

verantwortlich: Peter Mayer  
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8,

1131 Wien, Österreich

Tel.: +44 1 87838 0

Fax: +44 1 87838 1250

http://bfw.ac.at

Redaktion: Christian Lackner,

Karl Kleemayr

Layout: Johanna Kohl

Titelbild: berggeist007\_pixelio

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +44 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

Online-Bestellung:

http://www.bfw.ac.at/webshop

Dr. Peter Mayer

Leiter des BFW

Dr. Karl Kleemayr

Institut für Naturgefahren des BFW

## Die Bedeutung der Objektschutzwaldmodellierung für die Raumplanung und forstliche Praxis

**Mit der räumlich expliziten Darstellung von Flächen mit Objektschutzfunktion, also Flächen, auf denen der Wald konkret einen Schutz von Gebäuden oder Infrastruktureinrichtungen übernehmen soll, werden wichtige Informationen zur Bewältigung der Herausforderung für den Waldmanager und die Raumplanung geliefert.**

Das österreichische Forstgesetz versteht unter Objektschutzwald Wälder, die vor Naturgefahren schützen und eine besondere Behandlung zur Erreichung und Sicherung der Schutzwirkung benötigen. Die deutliche Zunahme der Erwartungen an den Nutzen derartiger Wälder und die Klimaveränderung erhöhen die Herausforderungen an das Waldmanagement für eine nachhaltige und konfliktfreie Nutzung und Erhaltung generell und für die Erhaltung der Schutzwirkung im Speziellen.

### Geschichte und Zukunft der Waldnutzung

Die Mehrfachnutzung des Waldes ist in unterschiedlicher Art und Intensität seit Jahrtausenden üblich (Johann, 2012).

In den letzten Jahrhunderten standen neben der Holzernte der zusätzliche Nutzen durch Jagd, Streunutzung, Waldweide oder Nahrungsmitteln im Vordergrund. Der Wald als schützendes Element wurde vor allem nach großen Ereignissen wie den Hochwasserkatastrophen von 1882 (Krajina, Kärnten) oder den Lawinenkatastrophen von 1951 und 1954 (Tirol, Vorarlberg) wahrgenommen. Entsprechend den lokalen und regionalen

Eigentumsverhältnissen entwickelte sich das für die Steuerung notwendige forstlich-rechtliche Instrumentarium.

In den letzten Jahrzehnten änderte sich die Vielfachnutzung in den Bergregionen grundlegend. Neben der klassischen Holzernte und Jagd dürfen auch die Freizeitaktivitäten im Wald nicht vernachlässigt werden. Das über Jahrzehnte mit den Wanderern aufgebaute gegenseitige Verständnis wird auf eine neue Probe gestellt: Mountainbiker, Skitourengeher, Bergläufer oder Rodler nützen den Wald in vermehrtem Maß.

Parallel dazu fordert die Gesellschaft die Sicherung von Wasserquellen, die Lieferung von Energieholz für die Bio-kraft- oder Heizanlagen oder den Erhalt des Waldes als „Naturobjekt“ oder Genpool (über nationale und europäische Richtlinien zur Erhaltung von Natur- bzw. naturnahen Schutzgebieten).

Mit der intensiven Erschließung der Alpen als Lebensraum steht jedoch der aktive Schutz des Siedlungsraums an oberster Stelle der Erwartungen. Diese Erwartungshaltung ist direkt gekoppelt mit der deutlich erhöhten Vulnerabilität: Statt einzelner Höfe und Almen prägen dicht besiedelte Ortszentren, stark befahrene Verkehrswege und hochtechnisierte Anlagen zumindest in einigen Alpentälern die Landschaft. Der Schutz dieses Lebensraums wird aktiv eingefordert und neue Informations- bzw. Entscheidungsgrundlagen sind notwendig. Und der Wald muss in das integrale Risikomanagement explizit integriert werden (Wasser, Perren, 2014).

**§21 (2) FG 1975 (2002):** Objektschutzwälder im Sinne dieses Bundesgesetzes sind Wälder, die Menschen, menschliche Siedlungen oder Anlagen oder kultivierten Boden insbesondere vor Elementargefahren oder schädigenden Umwelteinflüssen schützen und die eine besondere Behandlung zur Erreichung und Sicherung ihrer Schutzwirkung erfordern.

## Wald und Klimawandel

Solange Aussagen über den Einfluss des Klimawandels auf den Bergwald noch mit erheblicher Unsicherheit behaftet sind, bleiben konkrete Empfehlungen zur waldbaulichen Behandlung oder notwendigen Änderungen rar. Es kann vermutet werden, dass die bisherigen waldbaulichen Bewirtschaftungsverfahren auch in Zukunft nicht völlig falsch sind, aber adaptiert werden müssen (Schmid et al., 2015).

Die mit dem Klimawandel verbundenen kontinuierlichen Veränderungen des Ökosystems oder der Wuchsbedingungen sind aber vielleicht das kleinere Übel. Die wirklichen Probleme entstehen aus den spontanen, diskontinuierlichen Störungen und den möglichen großflächigen Problemen: Neben Stürmen und Windwürfen könnte die Stressintoleranz vitalitätsreduzierter Bestände leicht zu unerwünschten flächenhaften und extremen Gefahrensituationen führen. Die Verwendung von falschem Pflanzgut (zum Beispiel Tieflandfichten in den Bergen) oder der großflächige Einsatz von nicht standortgerechten Pflanzen bei der Aufforstung führen zu einer hohen Unsicherheit in der Entwicklungsbeurteilung.

Neben dem notwendigen Monitoring des Klimas und der Waldentwicklung müssen daher parallel die Waldflächen mit hoher Schutzerwartung – mit Objektschutzfunktion – bestimmt werden. Resilienz basiert auf dem ausreichenden

Wissen über mögliche Risiken und dem Vertrauen in einer effektiven Reaktion auch in Krisensituationen – wie dem Ausfall von Waldflächen mit Schutzwirkung.

## Die Modellierung des Objektschutzwaldes

Das Ziel der beiden im Auftrag des BMLFUW durchgeführten Projekte war die Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung (Perzl, Huber, 2014). Modelliert wurden die Waldflächen mit Objektschutzfunktion gegen Lawinen und Steinschlag auf Maßstabsebene einer Gefahrenhinweiskarte flächendeckend für Österreich (Perzl und Huber, 2014; Huber et al., 2015).

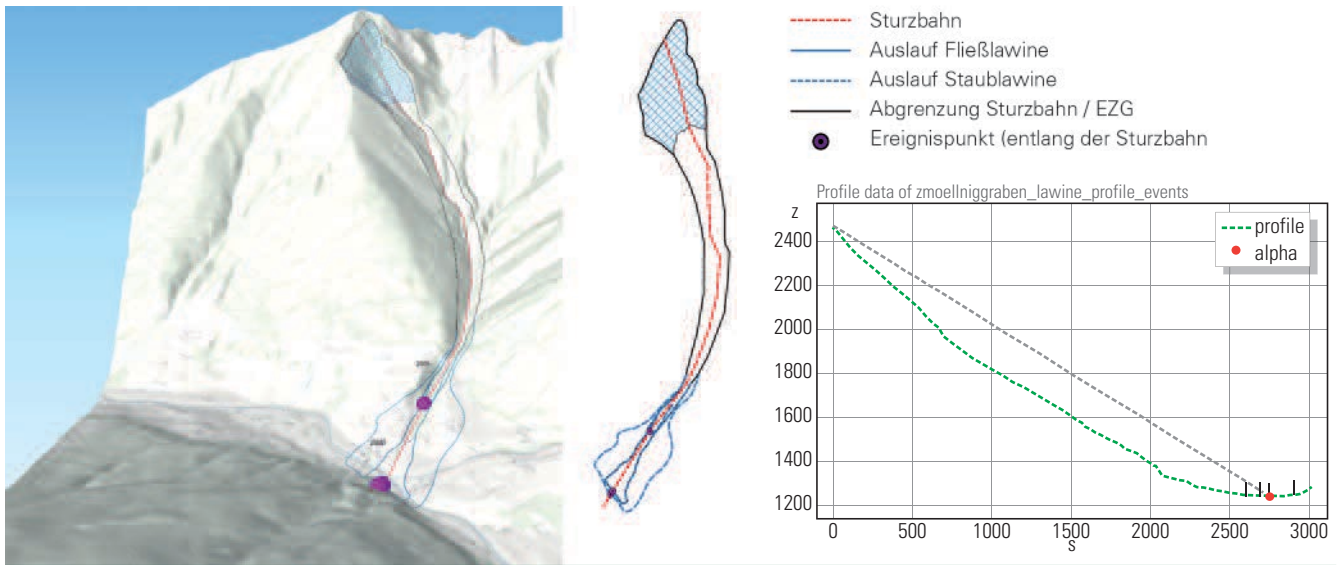
Die Berechnung des Auslaufs und der Prozessgröße erfolgte in beiden Fällen mit einem einfachen statistisch-topographischen Auslaufmodell mit 32° Pauschgefälle für den Steinschlag und 25° für Lawinen. Die Werte wurden aus den Ereignisdaten abgeleitet und an Hand von Musterereignissen auf Plausibilität geprüft.

Für beide Prozesse – Steinschlag und Lawinen – wurde entlang des steilsten Gefälles der Auslauf berechnet. Das Lawinenmodell besitzt darüber hinaus ein Ausbreitungsmodul, das die Anpassung der berechneten Gefahrenfläche an beobachtete Ausbreitungen ermöglicht.

Die Waldfunktionen wurden entsprechend der Schadenswahrscheinlich-

► **Abbildung 1:**  
**Links:** Schematische Darstellung von Prozessflächen mit und ohne Schadenspotenzial. Die Prozessflächen mit Schadenspotenzial erstrecken sich in Prozessrichtung jeweils bis zum letzten potenziell gefährdeten Objekt (deshalb wird die Fläche unterhalb der Straße als Prozessfläche ohne Schadenspotenzial gewertet); die rechte Prozesszone stellt keine potenzielle Gefährdung für ein Objekt dar und hat deshalb kein "Schadenspotenzial".  
**Rechts:** Schematische Darstellung der Waldflächen mit Objektschutzfunktion durch Verschneidung der Prozessflächen mit dem Wald.





keit (diese entspricht dem „Schutzpotenzial“) nach Objekt- und Prozessklassen bewertet.

### Unterstützung der Raumplanung

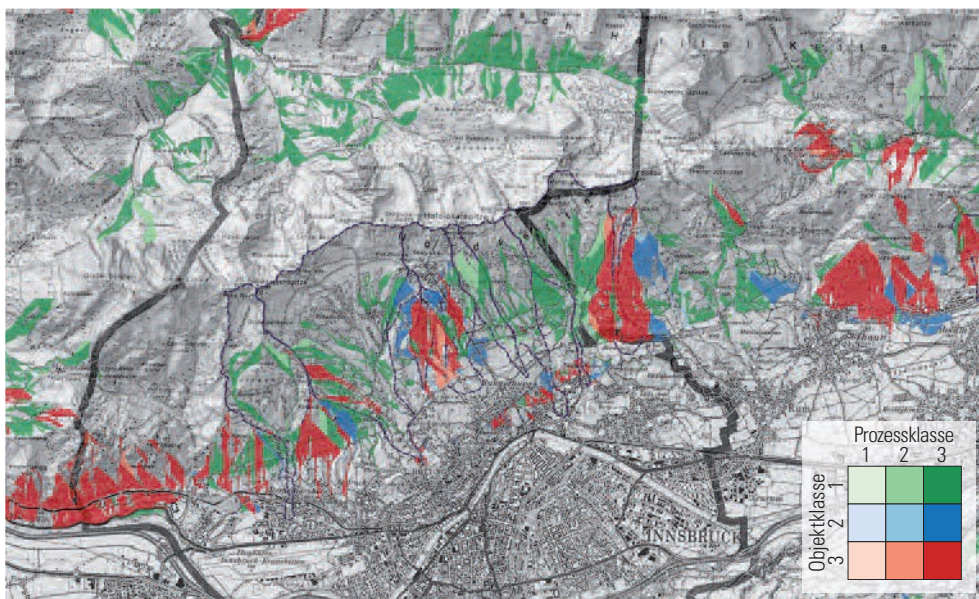
Die Ergebnisse der Objektschutzwaldmodellierung liefern zu folgenden Themenbereichen wichtige Ergänzungen:

- Einheitliche Beurteilung der Waldflächen mit Objektschutzfunktion
- Standardisierung der Ausweisung von Hinweisflächen

Die Ergebnisse können für die Ausweisung von Steinschlag-Hinweisbereichen verwendet werden.

- Ergänzung zum Gefahrenzonenplan  
Die in Österreich auf Basis des Forstgesetzes erstellten Gefahrenzonenpläne bilden die Naturgefareneinwirkung im raumrelevanten Bereich ab. Dazu werden die Prozesswirkungsbereiche nach den definierten Kriterien flächenhaft dargestellt. Die vorliegende Objektschutzwaldmodellierung stellt keine flächenhaften Informationen über Prozesswirkungsbereiche dar, um Widersprüche mit dem Gefahrenzonenplan zu vermeiden. Die berechneten Waldflächen mit Objektschutzfunktion könnten den Experten

▲  
Abbildung 2:  
Schematische Darstellung eines Prozesspfades im Gelände mit Abbruchgebiet, Sturzbahn und dokumentierten Ereignissen.



◀  
Abbildung 3:  
Darstellung der Wälder mit Objektschutzfunktion am Beispiel der Lawinen im Bereich der Stadt Innsbruck. Deutlich zu sehen sind die Begrenzung der dargestellten Funktionsklassen auf den bewaldeten Bereich. Durch die Integration in den Waldentwicklungsplan können einzelne Prozesse und Risikosituationen deutlich effektiver in der Steuerung berücksichtigt werden.

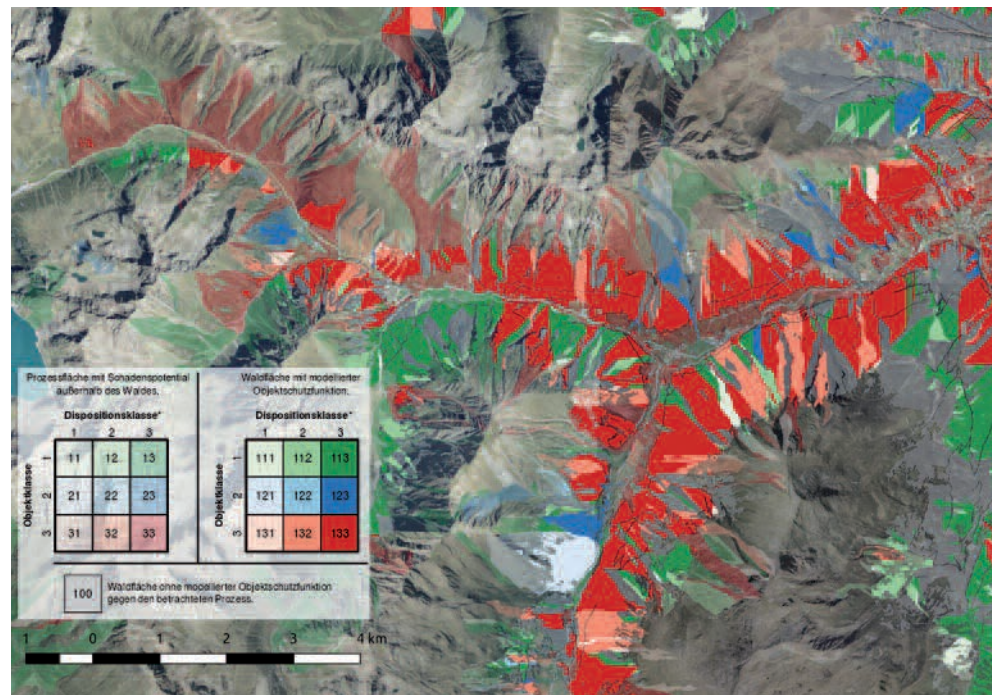
► **Abbildung 4:** Berechnung der Objektschutzfunktion am Beispiel Sellrain. In diesem Beispiel wurden neben den Anbrüchen im Wald auch die Anbrüche außerhalb des Waldes dargestellt. In der Abbildung ist zu sehen, dass sich die Darstellungen der Flächen mit Schutzfunktion nicht auf die Bereiche des Gefahrenzonenplans beschränken (der raumrelevante Bereich umfasst typischerweise die Siedlungen), sondern auch die Infrastruktureinrichtungen berücksichtigen. Im vorliegenden Fall sind die Waldflächen mit direkter Schutzfunktion für die wichtige Verbindungsstraße ins Kühtal dargestellt (Straße links oben).

#### Objektklassen

- 0 keine schützenswerten Objekte
- 1 „niederrangige“ Objekte
- 2 schützenswerte Objekte mit erhöhtem öffentlichen Interesse
- 3 "hochrangige" schützenswerte Objekte

#### Prozessklassen

- 0 kein Ereignis
- 1 kleines Ereignis mit kurzem Auslauf
- 2 mittlere Größe
- 3 groß, langer Auslauf



jedoch bei folgenden Fragen eine Unterstützung liefern:

(a) Ist ein Objekt im raumrelevanten Bereich durch Lawine oder Steinschlag gefährdet, auch wenn bisher durch die Schutzwirkung des Waldes keine Gefahren- bzw. Risikosituationen aufgetreten sind bzw. dokumentiert wurden?

(b) Gibt es Flächen im zum raumrelevanten Bereich angrenzenden Wald, die eine ausgeprägte Schutzfunktion haben und deren Schutzwirkung kritisch zu beurteilen ist oder eine kritische Entwicklung vermutet werden muss?

Auch wenn die Schutzfunktionsmodellierung keine Angaben zur Schutzwirkung (= tatsächlicher Effekt) liefert, sind aus den Karten die Flächen mit hohem „Funktionsbedarf“ ersichtlich.

- Ableitung von strategischen Flächen (Freiflächen, Naturschutzflächen) - Reduktion des Konfliktpotenzials

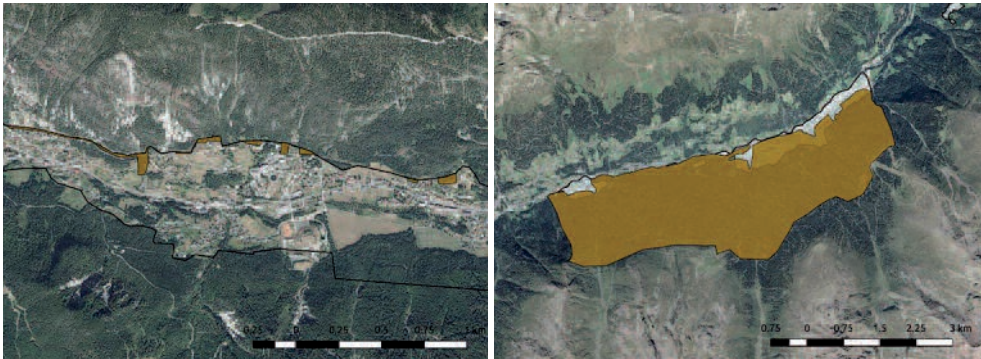
Wie in der Einleitung dargestellt, hat die Komplexität des Waldmanagements und der Raumplanung mit der sich ändernden und zunehmenden Erwartungshaltung zugenommen. Da der Schutz von Sied-

lungsraum eine hohe Bedeutung für die Gesellschaft darstellt, sind räumlich explizite und genaue Angaben über die Flächen mit hoher Schutzpriorität hilfreich bei der Findung von Lösungen und der Akzeptanz von Kompromissen.

#### Optimierung des Fördermitteleinsatzes

**Effektivitätssteigerung des Mitteleinsatzes durch Priorisierung:** Durch die Modellergebnisse und Klassifikationen können wichtige Schutzflächen von notwendigen Schutzflächen leichter unterschieden werden. Aus den Diskussionen mit den Landesforstabteilungen ist bekannt, dass auf der Basis der neuen Objektschutzwaldkarten eine Priorisierung von Erhaltungs- und Schutzmaßnahmen viel besser möglich ist, da genauer bekannt ist, welcher Wald- oder Hangbereich eine Schutzfunktion hat.

**Bestimmung der lokalen Schutzziele und des damit verbundenen Mitteleinsatzes:** Das Kartenmaterial kann auf Gemeindeebene auch dafür verwendet werden, Schutzziele räumlich genau auszuweisen



◀ **Abbildung 5:**  
Steinschlaghinweisbereich  
in zwei Gemeinden mit  
unterschiedlicher Detail-  
liertheit. Eine einheitliche  
Berechnungsmethode  
würde die teilweise  
anlass- oder ereignisbezo-  
gene Ausscheidung im  
Sinne eines Hinweises gut  
ergänzen.

und notwendige Aufwendungen zur Erreichung und Erhaltung des Schutzzieles gezielt zu verwenden.

### **Berücksichtigung des Waldes im integralen Risikomanagement**

Integrales Risikomanagement bedeutet die gleichwertige und integrierende Verwendung verschiedenster Schutzkonzepte mit dem Ziel, den nachhaltigen Schutz des Bergraums möglichst kostengünstig und umweltschonend zu erreichen. Grundsätzlich können technische, temporäre, forstliche und planerische Maßnahmen unterschieden werden. Der Wald mit seiner Schutzfunktion und Schutzwirkung wird aber bisher nicht als systematischer Teil des Risikomanagements mitgedacht, sondern nur im Pro-

blem- oder Anlassfall berücksichtigt. Die vorliegenden Schutzwaldflächen sind ein erster Schritt hin zu einer einheitlichen Integration des Waldes in das österreichische Schutzsystem.

### **Unterstützung im Rahmen der gutachterlichen Tätigkeiten**

Aus der Praxis sind zahlreiche Beispiele bekannt, in denen Beurteilungen der Schutzfunktion bzw. Schutzwirkung im Rahmen der gutachterlichen Tätigkeit notwendig sind. Die Ergebnisse ermöglichen dem Experten übersichtliche und einheitliche Beurteilungen, für welche Hang- oder Waldbereiche eine konkrete Schutzfunktion erwartet wird, was wiederum die Beurteilung von Schutzmaßnahmen unterstützt.



Dr. Karl Kleemayr,  
Bundesforschungszentrum für Wald,  
Institut für Naturgefahren,  
Hofburg, Rennweg 1,  
6020 Innsbruck  
karl.kleemayr@bfw.gv.at

### **Literatur**

- Bebi, P., Teich, M., Schwab, J., Krumm, F., Walz, A., & Grêt-Regamey, A. (2012). Entwicklung und Leistungen von Schutzwäldern unter dem Einfluss des Klimawandels. ETH Zürich.
- Huber, A., Kofler, A., Fischer J.T., Kleemayr, K. (2016). Endbericht zum Projekt DAKUMO im Auftrag des BMLFUW. BFW
- Huber, A., Perzl, F., und Fromm, R. (2015). Verbesserung der Beurteilung der Waldflächen mit direkter Objektschutzwirkung durch Modellierung von Massenbewegungsprozessen (GRAVIMOD). Projektbericht im Auftrag des BMLFUW, BFW
- Johann, E. (2012). Multifunktionale Waldbewirtschaftung – ein historischer Abriss, Vortrag bei der Tagung des Österr. Forstvereins in Raiding.
- Perzl, F., Huber, A. (2014). Verbesserung der Erfassung der Schutzwaldkulisse für die forstliche Raumplanung, Synthese und Zusammenfassung; Projektbericht im Auftrag des BMLFUW.
- Schmid, U., Bircher, N., & Bugmann, H. (2015). Naturnaher und multifunktionaler Waldbau in Zeiten des Klimawandels – eine Fallstudie. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 166(5), 314-324.
- Wasser, B., & Perren, B. (2014). Wirkung von Schutzwald gegen gravitative Naturgefahren – Protect-Bio. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 165(9), 275-283.

FRANK PERZL, ANDREAS HUBER, REINHARD FROMM, KARL HAGEN,  
MONIKA RÖSSEL, JENNIFER DEN OUTER

## Wald mit Steinschlag-Objektschutzfunktion in Österreich

**Jährlich sind 49 Schadensereignisse durch Steinschlag an Siedlungsflächen und Infrastruktur zu verzeichnen. Objektschutzwälder, die vor Steinschlag schützen sollen, stellen hohe Anforderungen an die Waldbewirtschaftung. Zur Identifikation potenzieller Schwerpunkte präventiver Maßnahmen wurde im Auftrag des BMLFUW die Waldfläche mit Steinschlag-Objektschutzfunktion für ganz Österreich modelliert.**

Die Ereignis-Dokumentationen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) und des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) weisen für Österreich im Zeitraum 2009 bis 2015 jährlich 20 bis 70 Schadensereignisse durch Steinschlag (im Durchschnitt 49) an Siedlungsflächen und der Infrastruktur aus. Zehn Personen wurden auf Siedlungsflächen und Verkehrswegen verletzt. Der Daten-

bestand umfasst auch zwei Todesfälle und drei Verletzte im Übergangsbereich zum Wander- und Bergsport (Forst-, Schauwanderwege).

Die Schutzwirkung des Waldes ist nur schwer wahrzunehmen, wenn bei spektakulären Schadensereignissen mit großen Blockvolumina die Widerstandswirkung des Waldes nicht ausreicht. Es lässt sich nicht abschätzen, wie oft es vorkommt, dass kleinere Steinschlagereignisse stattfinden, die Geröllmassen vom Wald zum Stillstand abgebremst werden und keine Schäden im Siedlungsraum auftreten (Abbildung 1).

Verschiedene Studien geben an, dass der Wald Blöcke zwischen 1 m<sup>3</sup> und 8 m<sup>3</sup> auffangen kann (Berger et al. 2002, Rickli et al. 2004, Dorren et al. 2006, Thali 2006 zit. aus Dorren et al. 2015). Beim Felssturz in Gurtellen (CH) 2006 wurden nach Thali (2006, zit. aus Dorren et al. 2015) 20 % der 20-m<sup>3</sup>-Blöcke vom Wald aufgehalten.

In der Diskussion über die Schutzwirkung des Waldes vor Steinschlag geht es derzeit vor allem um die Brems- und Auffangwirkung in der Sturzbahn. Oft sind Waldflächen aber auch Auslöseflächen von Steinschlag. Bereits Matznetter (1952) kam bei seiner Analyse des Streckennetzes der Österreichischen Bundesbahnen zum Schluss, dass Steinschlag weniger von glatten, hohen Felswänden droht, sondern dass felsdurchsetzte oder mit Blockstreu bedeckte, oft bewaldete Steilhänge ein großes, verstecktes Gefahrenpotenzial darstellen. Nach Daten der WLV und des BFW lagen bei 74 % der Schadensereignisse die Auslöseflächen im Wald.

▼  
Abbildung 1:  
Je nach Situation kann  
der Wald auch große  
Blöcke abfangen

FOTO: M. RÖSSEL





Das stellt hohe Anforderungen an die Waldbewirtschaftung. Der Wald soll stabil sein, sodass bei Störungen (zum Beispiel Windwurf) kein Stein- und Baumschlag entsteht. Er soll genügend dicht und frei von Sturzgassen sein, um Schutz vor Bodenerosion und eine hohe Brems- und Auffangwirkung in der Sturzbahn zu bieten. Der Wald soll jedoch auch ausreichend Licht für die Verjüngung sein. Bei der Holzernte muss die Gefährdung der Unterlieger beachtet werden.

Der Zustand und die Schutzwirkung des Waldes sind aber nur dort von Bedeutung, wo Steine oder Stämme die zu schützende Infrastruktur erreichen könnten. Die Steinschlag-Objektschutzfunktion des Waldes ist in vielen Fällen bekannt. Es gibt aber auch ein verstecktes Gefahrenpotenzial, da es schwierig ist, großflächig Auslösungspotenziale und das Schadenspotenzial abzuschätzen. Dabei können Prozess-Reichweitenmodelle helfen.

Zur Identifikation von Schadenspotenzialen und potenzieller Schwerpunkte

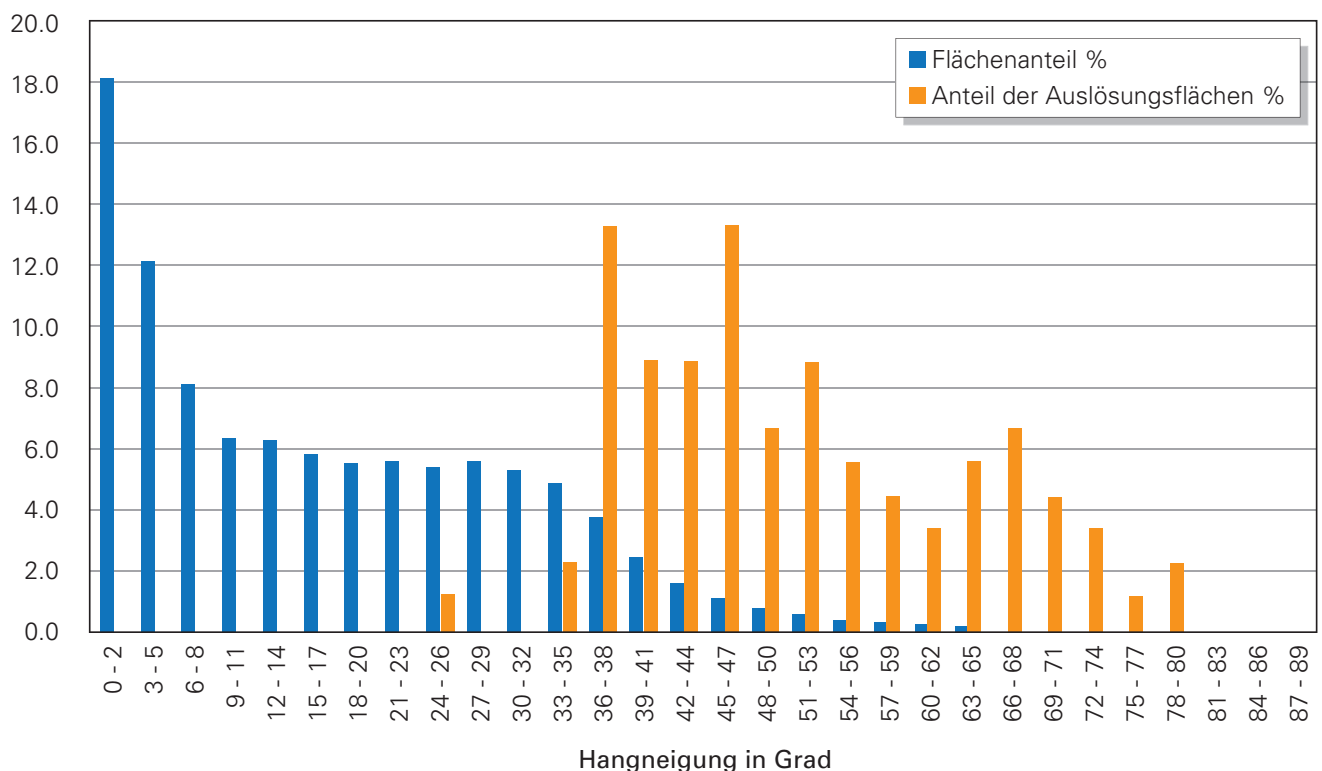
präventiver Maßnahmen wurde am BFW im Auftrag des BMLFUW die Waldfläche mit Steinschlag-Objektschutzfunktion für ganz Österreich auf Ebene einer Gefahrenhinweiskarte modelliert (Projekte GRAVIPROMOD und GRAVIPROFOR). Im Rahmen des Projekts DAKUMO (im Auftrag der WLW) wurden die Ergebnisse dieser Steinschlag-Modellierung evaluiert.

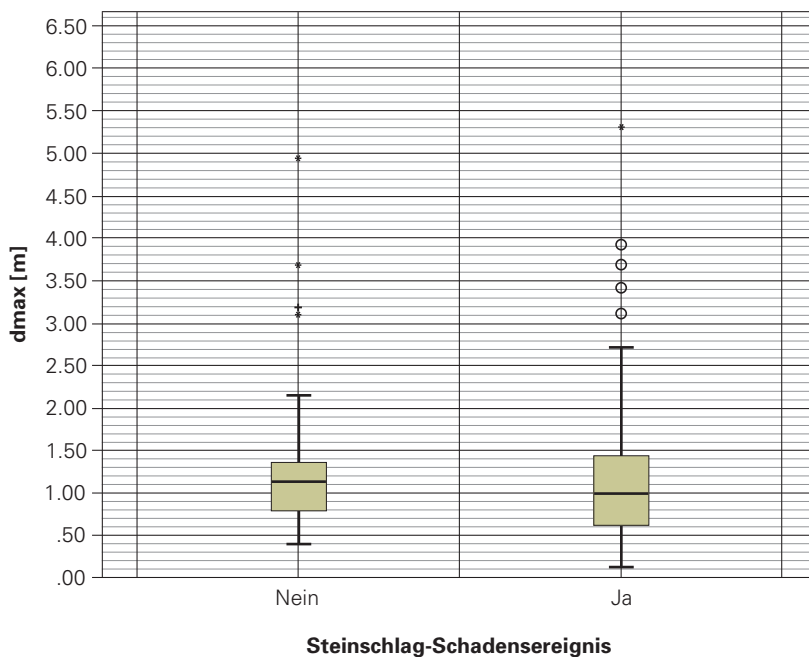
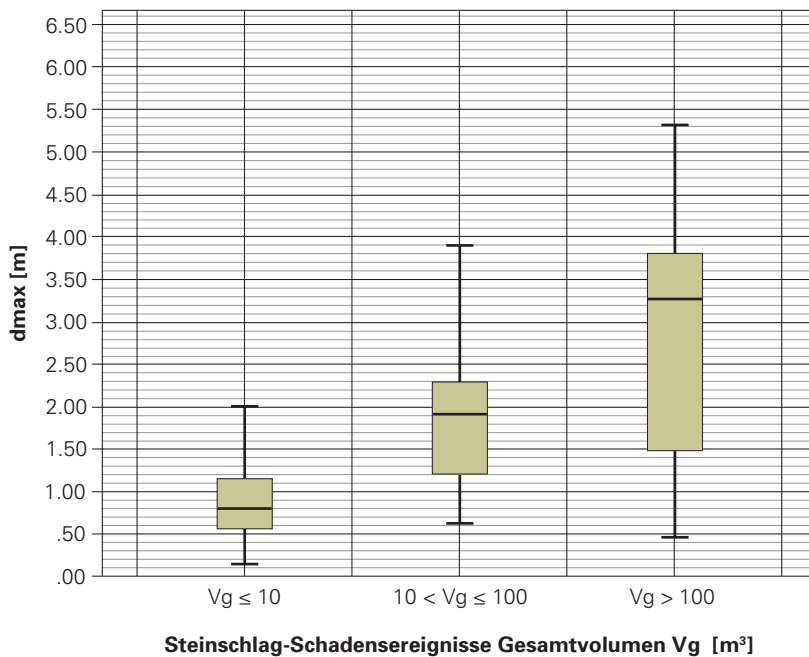
### Das Steinschlag-Auslösungspotenzial

Eine Voraussetzung für die österreichweite Studie war es, Fels, Schutt- und Geröllhalden sowie grobskelettreiche Böden zu identifizieren, von denen Stein- oder Baumschlag ausgehen könnte. Da die dafür geeigneten Kartengrundlagen, aus denen sich solche Bereiche ableiten lassen, fehlen, wurde ein Ansatz mit Grenzneigungswinkel gewählt. Dabei wird geologischen Einheiten ein unterer Grenzwert der Hangneigung zugeordnet, ab der Steine mobilisiert werden können. Über die aus einem digitalen Geländehöhenmodell abgeleitete Hangneigungen

▼  
Abbildung 2:  
Anteil der dokumentierten Steinschlag-Auslösungsflächen im Verhältnis zum Anteil des Geländes in Hangneigungsklassen

(DATENQUELLEN: WLW UND BFW; AUS DEN PROJEKTEN GRAVIPROMOD, GRAVIPROFOR UND DAKUMO)





▲  
**Abbildung 3:**  
 Über die lokal zu erwartenden Blockgrößen gibt es keine flächendeckende Information, man könnte nur „Pauschalblöcke“ ansetzen. Oben nach dem Gesamtvolumen gruppierte Durchmesser des maximalen Blocks (dmax) von Schadensereignissen (N = 98). Unten für Ereignisse mit und ohne Schaden (N = 28). Der Median des dmax von Schadensereignissen liegt bei 1 Meter.

konnten potenzielle Auslösungsflächen bestimmt werden. Für die Modellierung wurden von Proske & Bauer (2013) publizierte Grenzneigungswinkel adaptiert. Für Waldflächen wurde ein Grenzneigungswinkel von 36 Grad angesetzt. Vergleicht man die Anteile der Hangneigungsklassen des Geländes mit dem Anteil der Flächen mit Steinschlagauslösungen, zeigt sich deutlich der Anstieg ab 36 Grad (Abbildung 2).

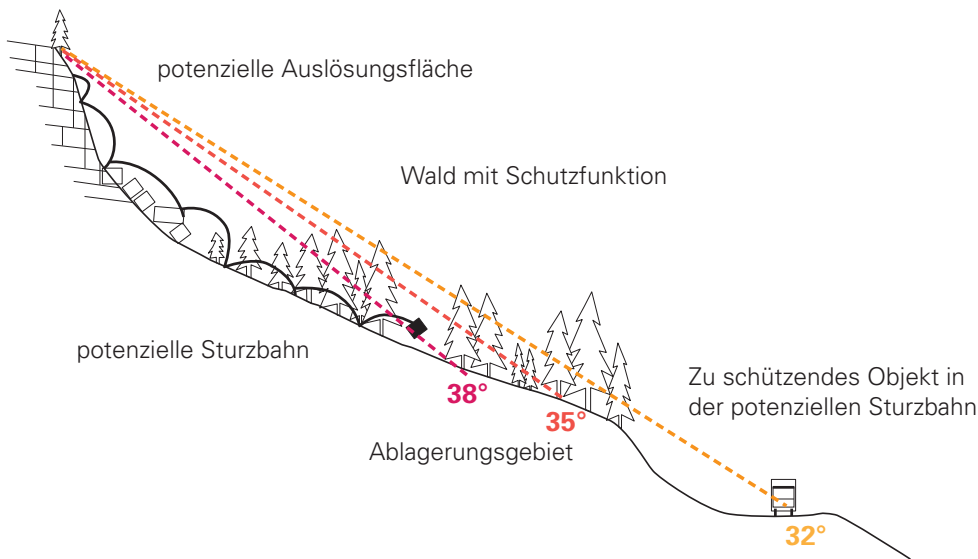
### Schutzrelevante Objekte

Um Waldflächen mit Objektschutzfunktion automatisiert feststellen zu können, müssen auch die zu schützende Siedlungsfläche und Infrastruktur digital abgebildet werden. Dazu wurden von Dienststellen des Bundes und der Bundesländer zur Verfügung gestellte Geodaten bearbeitet. Die Klassifikation erfolgte nach einem modifizierten Klassifikationschema des Waldentwicklungsplans (WEP-R, 2012).

### Modellierung der potenziellen Steinschlag-Prozesszonen

Für die Modellierung der potenziellen Steinschlag-Prozesszonen wurde ein Reichweitenmodell, das auf dem Fahrböschungsansatz (Heim, 1932) basiert, entwickelt. In einem Durchlauf wird von der potenziell von Steinschlag betroffenen Infrastruktur auf die schadensrelevante Sturzbahn zurückgerechnet. Die zu erwartende Blockgröße kann aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht berücksichtigt werden (Abbildung 3).

Das Gefahrenpotenzial wurde anhand des Ansatzes von drei Fahrböschungswinkeln von jeder potenziellen Auslösungsfläche klassifiziert (Perzl 2008, Fey 2010, Berger et al. 2012). Dadurch werden drei Zonen verschiedener Prozessintensität definiert (Abbildung 4). Aus der Kombination mit der Objektklasse ergibt sich die Einstufung der Schutzfunktion des Waldes.



◀ **Abbildung 4:**  
Zonierung des Gefahrenpotenzials über den Ansatz von drei Fahrböschungswinkeln

(ABBILDUNG NACH BRANG, AUS DUC ET AL. 2004, MODIFIZIERT)

Land	Strauch- und Waldflächen nach dem Rastermodell		Wald mit Objektschutzfunktion für					
			z. B. Forststraßen, Feldwege, Deponien, Steinbrüche, Heustadel (S1)		z.B. niederrangige Straßen, Schipisten, Golfplätze, Starkstrommasten (S2)		z.B. höherrangige Straßen, bewohnbare Gebäude, Betriebsflächen (S3)	
	[ha]	[%]*	[ha]	[%]**	[ha]	[%]**	[ha]	[%]**
Burgenland	117.802	29,7	85,5	0,1	11,6	0,0	27,9	0,0
Kärnten	499.979	52,4	53.264,0	10,7	7.094,6	1,4	6.177,0	1,2
Niederösterreich	738.872	38,5	21.703,6	2,9	4.821,8	0,7	4.710,6	0,6
Oberösterreich	458.038	38,2	20.590,3	4,5	4.178,4	0,9	5.032,7	1,1
Salzburg	347.298	48,5	25.742,4	7,4	7.659,8	2,2	7.324,9	2,1
Steiermark	929.849	56,7	51.370,0	5,5	12.609,6	1,4	10.665,4	1,2
Tirol	496.853	39,3	78.863,2	15,9	16.011,8	3,2	16.389,9	3,3
Vorarlberg	106.825	41,1	13.822,9	12,9	3.012,4	2,8	2.950,1	2,8
Wien	7.483	18,1	5,7	0,1	6,7	0,1	13,1	0,2
Österreich	3.702.999	44,2	265.447,6	7,1	55.406,7	1,5	53.291,6	1,4

\* in Prozent der Landesfläche  
\*\* in Prozent der gesamten Waldfläche pro Land; Waldfläche ohne Forststraßen (Holzboden)

### Das Ergebnis – die Waldfläche mit Steinschlag-Objektschutzfunktion

Aus der Verschneidung der klassifizierten Prozessfläche mit Schadenspotenzial mit der Waldfläche ergibt sich die Waldfläche mit Steinschlag-Objektschutzfunktion Österreichs. Damit stehen nun auf einer einheitlichen und nachvollziehbaren

Methodik beruhende Zahlen zur Verfügung (Tabelle 1).

Nach GRAVIPROMOD und GRAVI-PROFOR haben rund 2,9 % der Waldflächen (Holzboden, ohne Arrondierung) Österreichs eine Steinschlag-Objektschutzfunktion der Klassen S3 und S2 (Erklärung siehe Tabelle 1). Für die Waldbewirtschaftung bedeutsamer als die

▲ **Tabelle 1:**  
Waldfläche mit Steinschlag-Objektschutzfunktion in Österreich

Gesamtsumme ist aber die flächen-  
deckende Ausweisung von Schadenspo-  
tenzialen in einem für operative Zwecke  
geeigneten Maßstab. Dieser Gefahren-  
hinweis ermöglicht gezielte Überprü-  
fungen des Waldzustands vor Ort als  
Grundlage für präventive Maßnahmen-

planungen. Die Evaluierung der Ergeb-  
nisse ergab, dass von 145 dokumentier-  
ten Schadensereignissen 133 Fälle (91,7  
%) durch die mit diesem kostengünstigen  
Ansatz in kurzer Zeit modellierten  
Prozesszonen erfasst wurden (Huber  
et al., 2017).



### Literatur

- Berger, F.; Quetel, C.; Dorren, L.K.A. (2002): Forest: a natural protection mean against rock-falls, but with which efficiency? The objectives and methodology of the rockfor project. In: Proceedings Interpraevent, Pacific Rim, Matsumoto (Japan): 815-826
- Berger, F.; Larcher, V.; Pasquazzo, R.; Simoni, S.; Strada, C.; Zampedri, G. (2012): WP6 guidelines Rockfall and Forecast systems. Paramount improved Accessibility of Alpine transport infrastructure related to mountainous hazards in a changing climate: [http://paramount-project.eu/downloads/33\\_WP6\\_Act6.1\\_rockfall\\_guidlines\\_PP3\\_PP4\\_PP10.pdf](http://paramount-project.eu/downloads/33_WP6_Act6.1_rockfall_guidlines_PP3_PP4_PP10.pdf)
- Dorren, L.K.A.; Berger, F.; Mermin, E.; Tradif, P. (2006): Results of Real Rockfall Experiments on Forested and Non-Forested Slopes. In: Proceedings of the INTERPRAEVENT international Symposium September 25-29, 2006 in Niigata, Japan: 223-228
- Dorren, L.; Frehner, M.; Huber, M.; Kühne, K.; Métral, R.; Sandri, A.; Schwitter, R.; Thormann, J.-J.; Wasser, B. (2015): Das neue NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag. Schweiz Z Forstwes 166 (2015) 1: 16-23
- Duc, P.; Brändli, U.-B.; Brassel, P. (2004): Der Schutzwald im zweiten Schweizerischen Landesforstinventar (LF12). Forum für Wissen 2004: 7-13
- Fey, Ch. (2010): Modellierung von Steinschlag, Blockschlag und Felsstürzen auf alpinen Bergwegen – Kalibrierung und Anwendung von Sturzmodellierungsprogrammen zur sicheren Gestaltung des Hüttenzustiegweges zur Winnebachseehütte in Tirol. Diplomarbeit. Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg.
- Heim, A. (1932): Bergsturz und Menschenleben. Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich.
- Huber, A.; Kofler, A.; Fischer, J.-Th.; Kleemayr, K. (2017): Projektbericht DAKUMO. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Innsbruck. Unveröffentlicht.
- Matznetter, J. (1952): Die Trasse der Österreichischen Bundesbahnen und ihre Beziehungen zu den physisch-geographischen Elementen der durchmessenen Landschaft. I. Teil, Text, Geographisches Institut der Universität Salzburg.
- Perzl, F. (2008): Indicators of hazard potential and protective effects. Vortrag. ProAlp Consultation Meeting. 31.03.2008, Logarska, Slovenien.
- Proske, H.; Bauer, Ch. (2013): MONOE – Modellierung der Sturzprozesse. NÖ Geotage 2013. Geogene Gefahren und Raumordnung.
- Rickli, C.; Graf, F.; Gerber, W.; Frei, M.; Böll, A. (2004): Der Wald und seine Bedeutung bei Naturgefahren geologischen Ursprungs. Forum für Wissen 2004: 27-34
- 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.

ALEXANDRA FREUDENSCHUSS, CHRISTOPH BAUERHANSL, RICHARD BÜCHSENMEISTER

## Die Objektschutzwirkung des Waldes – Was leisten Luftbild und Co.

**Um die Schutzwirkbarkeit von Österreichs Wald großflächig beurteilen zu können, wird der Einsatz von modernen Fernerkundungsmethoden immer bedeutsamer. Das Institut für Waldinventur am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) arbeitet intensiv daran, Strukturmerkmale aus hochauflösenden Fernerkundungsdaten wie Luftbildern oder Laserscanningmessungen abzuleiten. Damit wird eine wichtige Grundlage für die Klassifizierung und Bewertung der (Objekt-)Schutzwirkbarkeit des Waldes geschaffen.**

Die Schutzfunktion des Waldes umfasst den Objektschutz für Mensch, Siedlungen und Anlagen sowie den Standortschutz zur Verhinderung von Bodenerosion und zur Sicherung des Bewuchses und der Wiederbewaldung. Im Rahmen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) werden seit vielen Jahrzehnten umfang-

reiche Parameter im Standortschutzwald erhoben.

Die Objektschutzfunktion kann vor Ort kaum aufgrund der häufig weiten Distanz zwischen Aufnahmepunkt und dem zu schützenden Objekt festgestellt werden. Ein Objektschutzwald kann, aber muss kein Standortschutzwald sein.

### Geländeerhebungen – eine wichtige Datengrundlage

Um die Objektschutzfunktion eines Waldes bewerten zu können, müssen zunächst die Flächen mit Objektschutzfunktion bekannt sein. Dabei stützt sich das BFW auf den GRAVIMOD-Modellansatz (siehe Perzl et al. Seite 8), der für verschiedene Gefahrenprozesse (wie etwa Lawine, Steinschlag oder Rutschung) potenzielle Objektschutzwaldflächen identifiziert.

Für eine erste, stichprobenbasierte Zustandsbewertung von Wäldern mit

FOTO: ELKE BARBARA BACHLER\_PIXELIO



Objektschutzwirkung wurden die Daten der Österreichischen Waldinventur für den Kriterienkatalog des Programmes Initiative Schutz durch Wald (ISDW) angewendet. Dafür wurde ein Bewertungstool entwickelt, das die Schutzwirkung für die unterschiedlichen Gefahrenprozesse getrennt sowie zusammenfassend in einer Bewertungszahl ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Schutzwirksamkeit für Lawine und Steinschlag relativ gut abbilden lässt, während dies für die anderen Prozesse aufgrund fehlender Daten bei der ÖWI oder methodischer Schwierigkeiten nicht möglich ist. Um eine generelle Verbesserung und flächige Beurteilung der Objektschutzwirkung zu erzielen, müssen daher die Punktinformationen der ÖWI mit neuen Methoden der Fernerkundung erweitert werden.

von Strukturmerkmalen im Wald. Zusätzlich können mithilfe von Laserscanningdaten Vegetationshöhen von Sträuchern, Bäumen und Beständen über das Gelände- und Oberflächenmodell ermittelt werden (siehe Schadauer et al. Seite 17). Werden diese Fernerkundungsdaten gemeinsam verarbeitet, lassen sich folgende Waldinformationen, die im Zusammenhang mit der Schutzwirksamkeit stehen, automatisiert ableiten:

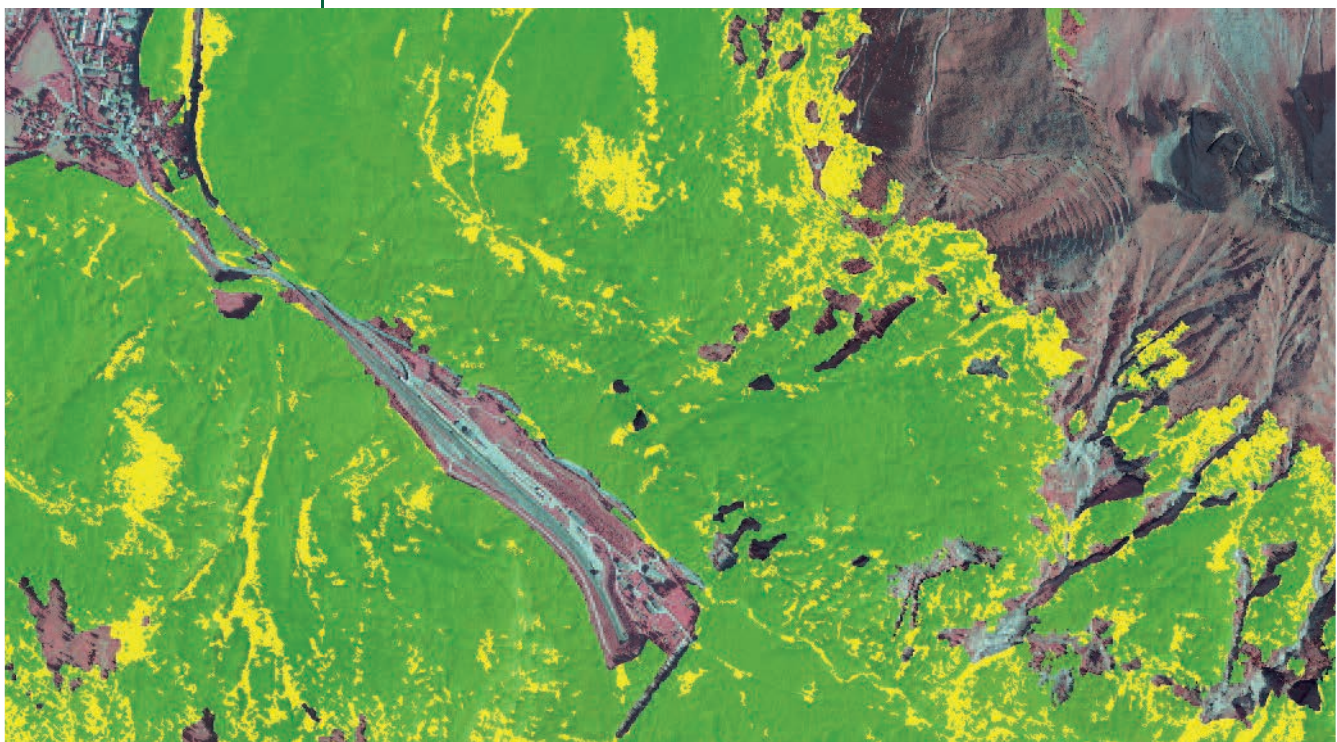
- Räumliche Lage von Wald- und Nichtwaldflächen
- Lücken und Blößen im Wald
- Überschirmungsgrad
- Baumarten (Laub-, Nadel- und Mischwald)
- Baumhöhen bzw. mittlere Bestandeshöhen
- Bestandesstruktur (große, einheitliche Bestände)
- Bodenrelief (Geländemodell)
- Mindestgröße (Breite)

### Welchen Mehrwert haben Luftbilder?

Hochauflösende Luftbilder bilden mit ihrer multispektralen Information, vor allem im nahen Infrarotbereich, eine wesentliche Grundlage für die Ableitung

Damit ist es möglich, die Schutzwaldfläche in drei Schutzwirkungsstufen (ausreichende, kritisch-labile oder kritische Objektschutzwirkung), wie sie in der

▼  
Abbildung 1:  
Automatisierte Bestimmung von Lücken im Wald, basierend auf Luftbildern



Bezirksrahmenplanung beschrieben sind, zu klassifizieren. Beispiele für die Überschilderung und die Lückendetektion aus Luftbildern verdeutlichen die Abbildungen 1 und 2. Die Überschilderung wird in Hexagonen mit einer Flächengröße von 0,25 ha und einem mittleren Überschilderungsprozent dargestellt.

Generell funktioniert die automatisierte Interpretation von Waldbeständen mittels Fernerkundungsdaten dort gut, wo größere, einheitliche Waldstrukturen vorliegen. Je kleinstrukturierter und vielfältiger die Bestände sind, desto größer sind die methodischen Herausforderungen. Hier wird es notwendig sein, den vollen Informationsgehalt der Punktwolken aus dem Image-Matching-Verfahren und der Lasertechnologie zu kombinieren. Damit können die Schwächen des Image-Matchings, wie zum Beispiel im Bereich von Schatten, genau analysiert werden (siehe Schadauer et al. Seite 17).

Auf Einzelpixelebene (20 cm Auflösung) fließt noch die Qualität der Höhen- und Farbinformation aus den Luftbilddaten mit ein, wodurch Informa-

tionen mit schlechterer Qualität weniger stark gewichtet und echte Fehler oder Artefakte erkannt und ausgeschlossen werden. Damit können komplexere Strukturen, wie sie in ungleichartigen und gemischten Wäldern vorliegen, für die Frage der Schutzwirksamkeit ausreichend genau beschrieben werden. Nachteil dieser Methoden ist jedoch der enorm hohe Rechenaufwand. Die Datenmenge liegt im Bereich von mehreren Terabytes. Für eine effizientere Form der Datenbearbeitung ist hier noch Forschungsbedarf gegeben.

### Satellitendaten bringen zusätzliche Information

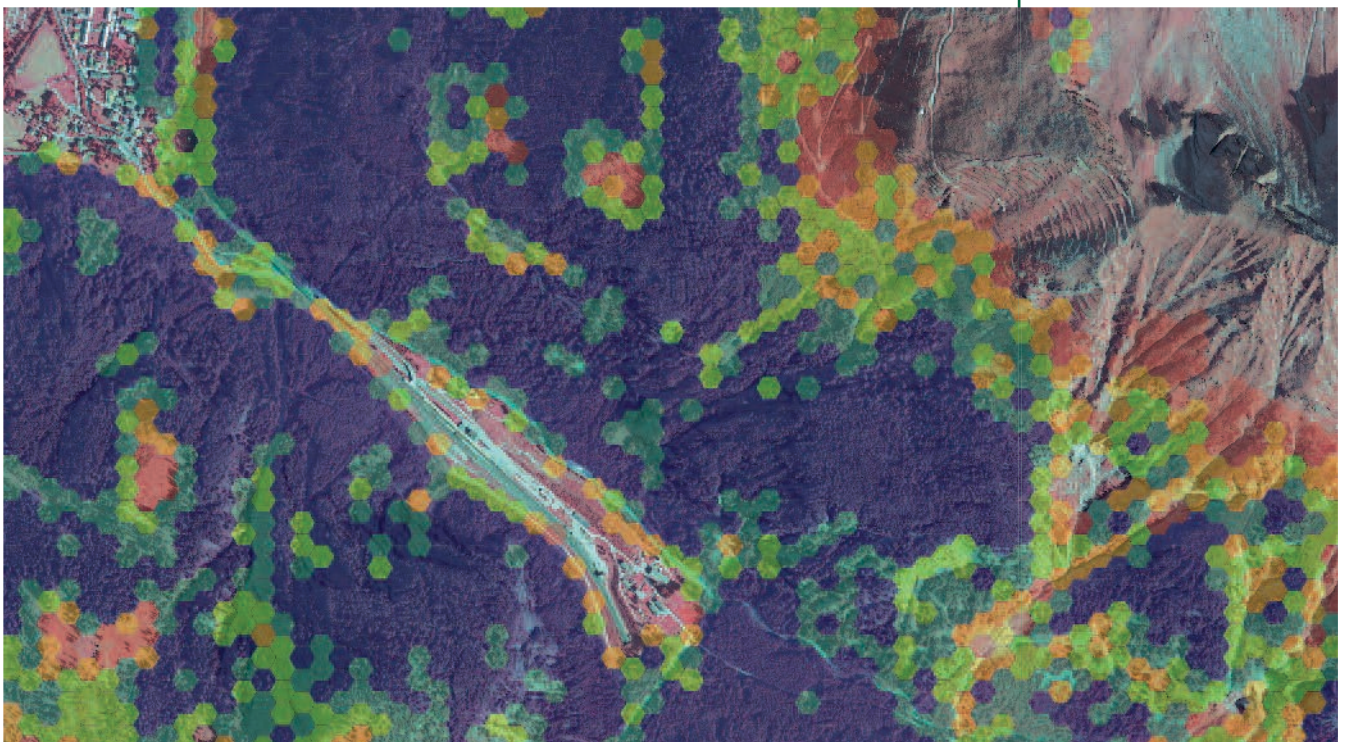
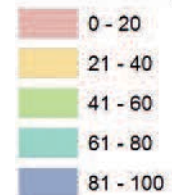
Auch Satellitendaten werden künftig die Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes gegen einzelne Gefährdungsprozesse ergänzen. Ihr Vorteil ist, dass sie im Vergleich zu Luftbildern in hoher zeitlicher Dichte zur Verfügung stehen. Zeitreihen von zehn oder mehr Bildern können im Laufe einer Vegetationsperiode gut die Phänologie von einzelnen Baumarten verfolgen. Zum Beispiel wird es möglich sein, die Lärche von anderen Nadelbaum-

1 Terabyte =  
1000 Gigabyte =  
10<sup>12</sup> Byte =  
1.000.000.000.000 Byte



Abbildung 2:  
Automatisierte Ableitung des mittleren Überschilderungsgrads der Waldfläche, dargestellt in Hexagonen (0,25 ha)

#### Überschilderung in %



arten zu trennen. Das ist deshalb wesentlich, weil die Lärche aufgrund ihrer geringeren Interzeptionswirkung in den Wintermonaten vor allem in Hochlagenbeständen eine geringere Schutzwirkung aufweist als andere Nadelbäume.

### Grenzen sind gegeben

Der Anwendbarkeit von Fernerkundungsdaten sind allerdings auch Grenzen gesetzt. Derzeit können keine Aussagen über eine Verjüngung unter zwei Metern Vegetationshöhe bzw. unter Schirm getroffen werden. Dieses für die Stabilität von Schutzwäldern sehr wesentliche Kriterium kann bis lang nur über terrestrische Erhebung erfasst werden. Das trifft auch für liegendes Totholz zu. Probleme bereitet derzeit auch noch die Abgrenzung von Strauchflächen zur restlichen Bestandesvegetation oder immer dort, wo Schatteneffekte eine Interpretation der Vegetationshöhe und -art unmöglich machen. Hier könnte in

Zukunft eine spezielle ALS-Technologie (Airborne Laser Scanning), das sogenannte „Full Wave“-Format, weiterhelfen. Dabei werden nicht nur Bodenkpunkte und die Oberfläche der Vegetation extrahiert, sondern auch Informationen über die dazwischenliegenden Objekte geliefert. Diese Verfahren müssen für einen operationalen Einsatz allerdings erst entwickelt werden. Derzeit ist es auch noch ungewiss, wann ALS-Daten in dieser Form österreichweit zur Verfügung stehen werden.

Durch die Kombination unterschiedlicher Fernerkundungsdaten lässt sich jedoch die Beschaffenheit des Waldes bereits jetzt in guter Qualität darstellen. Ziel der Fernerkundungstätigkeit am BFW ist, die Ableitung der Datengrundlagen für eine österreichweite Beurteilung der Objektschutzwirkung weiter voranzutreiben und eine erste flächendeckende Bewertung des Objektschutzwaldes durchzuführen.



Dipl.-Ing.<sup>in</sup> Alexandra Freudenschuß,  
Dipl.-Ing. Christoph Bauerhansl,  
Dipl.-Ing. Richard Büchsenmeister,  
Bundesforschungszentrum für Wald,  
Institut für Waldinventur,  
Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
1131 Wien,  
alexandra.freudenschuss@bfw.gv.at



## Der Boden Ein unbekanntes Wesen?

### Analog und gut – Bestimmungsfächer für Waldböden

Wir haben ein breit gefächertes Wissen über die Vielfalt der Böden für Ihren Aufenthalt im Wald ins Taschenbuchformat gebracht. Sei es, dass Sie als Waldbewirtschafter eine Basis für die nächsten Entscheidungen brauchen, gerade in Schule, praktischer Ausbildung oder Studium sind oder dass Sie im Wald Erholung suchen und an den verschiedenen Böden und deren Eigenschaften interessiert sind – dieser Bodenfächer bietet kompakte Information. Das Beobachten, Erkennen und Verstehen sind die Basis dafür, den Waldboden optimal zu nutzen und zu schützen.

€ 14,--  
(exklusive Versand)  
2. Auflage

**Bestellung:**  
Bundesforschungszentrum für Wald (BFW)  
Bibliothek, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien  
Tel.: 01/878 38-1216, bibliothek@bfw.gv.at

[www.bfw.ac.at/webshop](http://www.bfw.ac.at/webshop)



## Der Wald aus luftigen Höhen – die Österreichische Waldinventur macht ihn dingfest

**Das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) hat immer wieder über Entwicklungen der Fernerkundung für die Österreichische Waldinventur (ÖWI) berichtet. Das alte Dilemma: Will man richtig hochauflösende Daten nutzen, so sind die Wiederholungszeiträume leider groß. Braucht man Daten in kurzen Zeitabständen, dann ist oft die räumliche Auflösung zu gering. Daher wird es immer wichtiger, die verschiedenen Datenquellen bestmöglich zu kombinieren.**

Die Möglichkeiten zur fachgerechten und hochautomatisierten Interpretation von Luftbild und Co. wachsen laufend. Diese liefern für den Wald im Allgemeinen, für den Schutzwald oder die Kampfzone des Waldes im Speziellen sowie für andere Landnutzungen umfassende Datengrundlagen. Der Detaillierungsgrad der Information ist jetzt schon so hoch, dass wir für die ÖWI auch über kleinste Strukturen präzise Aussagen herausarbeiten können.

### **Im Zentrum steht das Luftbild**

Für den forstlichen Nutzer von Luftbildinformationen ist das Orthophoto üblicherweise das einzige wertvolle Produkt. Es ist im Gegensatz zum ursprünglichen Luftbild „entzerrt“, hat damit einen einheitlichen Bildmaßstab und kann wie eine Karte gelesen werden. Daher verwenden wir auch manchmal den Begriff „Luftbildkarte“. Bei der Herstellung der Orthophotos muss die ursprüngliche 3D-Information auf 2D reduziert – plattgedrückt – werden. Damit geht die Tiefen-

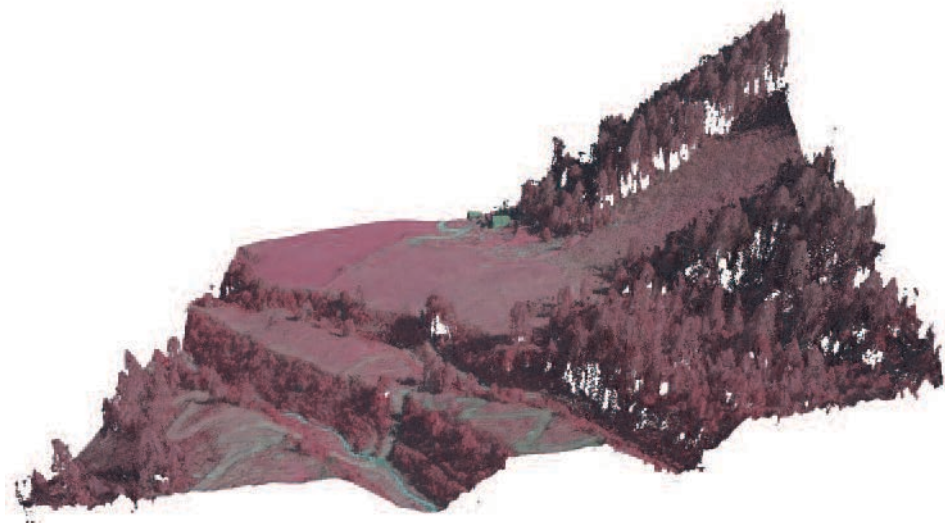
information verloren, die ursprünglich in den Luftbildern enthalten war.

Wie erhält man 3D-Information aus den Luftbildern? Der Mensch kann nur mit zwei Augen räumlich sehen und das gilt auch für das Luftbild: 3D benötigt immer zwei Bilder aus einem leicht unterschiedlichen Blickwinkel. Deshalb werden die digitalen Luftbilder heutzutage in Österreich mit einer Überlappung von bis zu 90 % erstellt. Mit speziellen Auswertegeräten können wir zwei Luftbilder zugleich ansehen – das linke Luftbild mit dem linken Auge, das rechte Bild mit dem rechten Auge und schon sehen wir 3D. Das funktioniert bei den 3D-Filmen im Kino übrigens genauso. Die „manuelle“ 3D-Luftbildauswertung gab es sogar schon vor dem Beginn der ÖWI in den 60er Jahren.

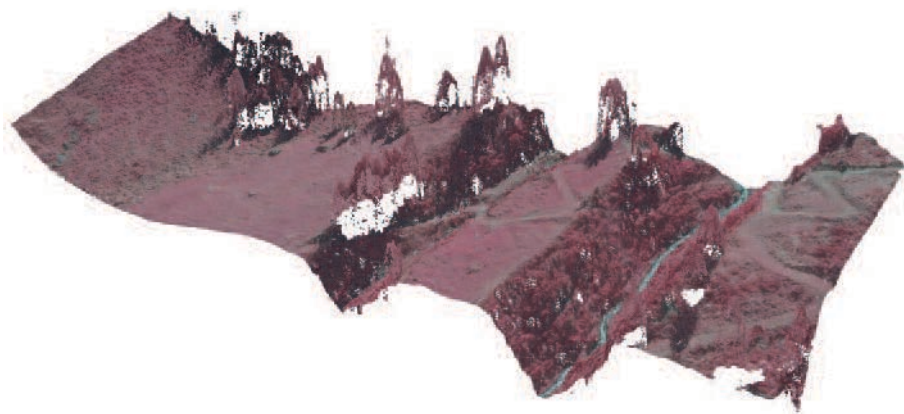
### **Bildmatching – eine Art Memory-Spiel**

Im letzten Jahrzehnt wurde nun eine operationale, großflächig einsetzbare Methode entwickelt, um diesen Vorgang dem Computer anzuvertrauen. Dieses Verfahren wird „Bildmatching“ genannt. Das Kunststück, das der Computer dabei vollbringen muss, ist, in zwei überlagerten Bildern idente Pixel zu finden. Das bedeutet, dass zu jedem Pixel im linken Bild das ihm entsprechende Pixel im rechten Bild gefunden werden muss. Die Algorithmen dafür sind sehr kompliziert und bei einer Auflösung von 20 cm ist das eine langwierige Aufgabe. Programme, die das bewältigen, sind entsprechend teuer und benötigen trotz der am BFW vorhandenen großen Rechen-

Eine Matching-3D-Punkt-  
wolke im Infrarotkanal.



Höhere Einzelbäume  
entlang von Bächen sind  
sehr detailliert erfasst.  
Das gilt für alle Objekte,  
soweit sie von der Sonne  
ausreichend beleuchtet  
sind.



kapazität viel Zeit, um die Ergebnisse zu  
produzieren. Für ganz Österreich sind  
das zirka zwei Jahre Rechenzeit.

Das Ergebnis ist jedoch beeindruckend:  
Für jedes 20 x 20 cm Pixel in Österreich  
gibt es dann X-, Y- und Z-Koordinaten,  
die den Punkt im Raum genau festlegen.  
Welche Information liefert diese Punkt-  
wolke aus Luftbildern genau? Naturge-  
mäß liegen Teile der Luftbilder im  
Schatten. Dort arbeitet das Bildmatching  
weniger genau oder versucht, sich  
anhand der besser beleuchteten Bildteile  
zu orientieren. Die Punktwolke reicht  
auch nicht unter die Bäume. Daher kann  
zumindest bei dichter Bedeckung durch  
Vegetation kein digitales Geländemodell

(DGM) abgeleitet werden und die 3D-  
Punktwolke aus dem Matching bildet  
immer nur die Oberfläche der Vegetation  
ab. Diese Daten erzeugen also das digi-  
tale Oberflächenmodell (DOM).

### **Das Licht aus dem Dunkel holen**

In den Daten der Punktwolke ist nicht  
nur die genaue Lage im Raum, sondern  
auch die Farbinformation gespeichert.  
Wie beim Orthophoto stehen die vier  
Kanäle (Rot, Grün, Blau und Infrarot) zur  
Verfügung, hier aber in 3D. Diese sehr  
wertvolle Kombination aus Lage im Raum  
und Farbinformation ist für gematchte  
Luftbilder einmalig und bislang in der  
Wissenschaft noch gar nicht umfassend

genutzt. Das BFW strebt daher in laufenden und geplanten Projekten an, die gesamte Informationsfülle zu nutzen.

Eine wichtige Frage dabei wird der Schatten spielen, denn dieser ist der Schwachpunkt bei der Luftbildverarbeitung. Es gibt verschiedene Intensitäten von Schatten, die es zu trennen gilt. Nur im hundertprozentig schwarzen Schatten können wir die gewünschte Information gar nicht herausholen. In der 3D-Punktwolke kann er mit all seinen feinen Nuancen analysiert werden, um zusätzlich eine bessere Beurteilung der beleuchteten Bildteile zu ermöglichen.

### Die richtige Mischung

Luftbilder haben für sich alleine schon eine enorme Informationskraft. Trotzdem ist es wichtig, sie gemeinsam mit anderen Fernerkundungsmethoden anzuwenden, um eine fachgerechte Information in guter Qualität zu erhalten. Das digitale Oberflächenmodell aus den Luftbildern mit dem ebenfalls sehr genauen digitalen Geländemodell zusammenzubringen, ist dabei der wichtigste Schritt. Dafür bietet eine alternative Fernerkundungstechnik, das Airborne Laser Scanning (ALS), eine hervorragende Grundlage. Anders als bei den Luftbildern ist es nicht auf Reflexionen des Sonnenlichtes angewiesen. Der Laserstrahl durchdringt zu einem gewissen Anteil die Vegetation bis auf den Waldboden und wird von dort auch reflektiert. Spezielle Filtertechniken erlauben die Trennung von Bodenpunkten von allen anderen, womit ein Geländemodell auch im Bestandesschluss berechnet werden kann. Wenn wir das digitale Geländemodell aus dem ALS vom digitalen Oberflächenmodell aus den Luftbildern abziehen (Oberfläche minus

Gelände), erhalten wir die Vegetationshöhen.

Leider ist das ALS deutlich teurer als die Luftbildbefliegung und kann daher nicht so oft flächendeckend für ganz Österreich durchgeführt werden. Luftbilder werden derzeit alle drei Jahre geflogen, für ALS gibt es noch keinen festen Wiederholungszyklus. Österreich ist aber ein Mal vollständig erfasst und viele Regionen werden gerade ein zweites Mal beflogen. Da sich aber die Vegetation durch Wachstum, Nutzungen und Kalamitäten viel rascher verändert als das darunter liegende Gelände, sind diese verschiedenen Wiederholungszyklen für die Aussagekraft des gemeinsamen Produktes nicht sehr störend.

### Satelliten runden das Bild ab

Seit dem Jahr 2017 stellt der Sentinel 2-Satellit operational Bilder von der Erdoberfläche zur Verfügung. Er ist wie die Luftbildkameras mit optischen Sensoren ausgestattet und liefert mit großer zeitlicher Dichte (theoretisch alle fünf Tage) Bilder von ganz Österreich. Voraussetzung dafür ist aber, dass keine Wolken die Erdoberfläche verdecken. Die Pixelgröße ist mit 10 Meter 2.500 mal so groß wie die der Luftbilder. Trotzdem lässt sich auch diese Information mit den Informationen aus dem digitalen Oberflächenmodell und Geländemodell gewinnbringend verbinden. Derzeit arbeitet das BFW an einem Verfahren, um Waldschäden, wie sie heuer beispielsweise vom Borkenkäfer verursacht werden, möglichst rasch zu erkennen. Die Arbeiten haben gerade begonnen und erste Ergebnisse sind bis Jahresende zu erwarten.



Dr. Klemens Schadauer,  
Dipl.-Ing. Christoph Bauerhansl,  
Bundesforschungszentrum für Wald,  
Institut für Waldinventur,  
Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
1131 Wien,  
klemens.schadauer@bfw.gv.at

## Steinschlagschutz am Beispiel des Naturwaldreservates Waben

Das Forstgesetz unterscheidet zwischen Standortschutzwald und Objektschutzwald (§ 21 ForstG).

**Der Schneeheide-Rotföhrenwald im Naturwaldreservat Waben (Dobratsch bei Villach) wird im Hinblick auf seine Schutzwirkung gegenüber Steinschlag untersucht. Mit einem Simulationsprogramm lässt sich gut einschätzen, inwieweit der aktuelle Bestand von der optimalen Schutzwirkung abweicht.**

Naturwaldreservate (NWR) sind Waldflächen, die mit Hilfe einer vertraglichen Vereinbarung ihrer natürlichen Entwicklung überlassen werden, das heißt, es findet keine forstliche Bewirtschaftung statt. Zur Eignung eines Waldbestandes als NWR wird unter anderem geprüft, ob es sich um Wald mit Schutzfunktion handelt.

Dient ein Wald dem Schutz von „Objekten“ (Menschen, Bauwerken oder

Siedlungen), kann er nicht in das Naturwaldreservate-Programm aufgenommen werden, da dies mit einer Außer-nutzungsstellung nicht vereinbar ist. Standortschutzwälder hingegen dienen dem Schutz des Standorts, welcher durch die abtragenden Kräfte von Wind, Wasser oder Schwerkraft gefährdet ist. Viele NWR befinden sich auf Standorten, die dieser Definition entsprechen. Das Forstgesetz definiert sechs Kategorien von Standortschutzwäldern (siehe Box unten).

Die Richtlinie des Waldentwicklungsplanes (WEP) als forstliches Planungsinstrument konkretisiert die sechs Kategorien des „Standortschutzwaldes“ (BMLFUW, 2012). Laut WEP gelten beispielsweise Standorte dann als felsig, wenn mehr als ein Viertel der Oberfläche anstehender Fels ist. Seichtgründig sind



### Die 6 Kategorien von Standortschutzwäldern (§ 21 ForstG):

- Wälder auf Flugsand- oder Flugerdeböden,
- Wälder auf zur Verkarstung neigenden oder stark erosionsgefährdeten Standorten,
- **Wälder in felsigen, seichtgründigen oder schroffen Lagen, wenn ihre Wiederbewaldung nur unter schwierigen Bedingungen möglich ist,**
- Wälder auf Hängen, wo gefährliche Abrutschungen zu befürchten sind,
- der Bewuchs in der Kampfzone des Waldes,
- der an die Kampfzone unmittelbar angrenzende Waldgürtel.

## Das Naturwaldreservat Waben am Südfall des Dobratsch

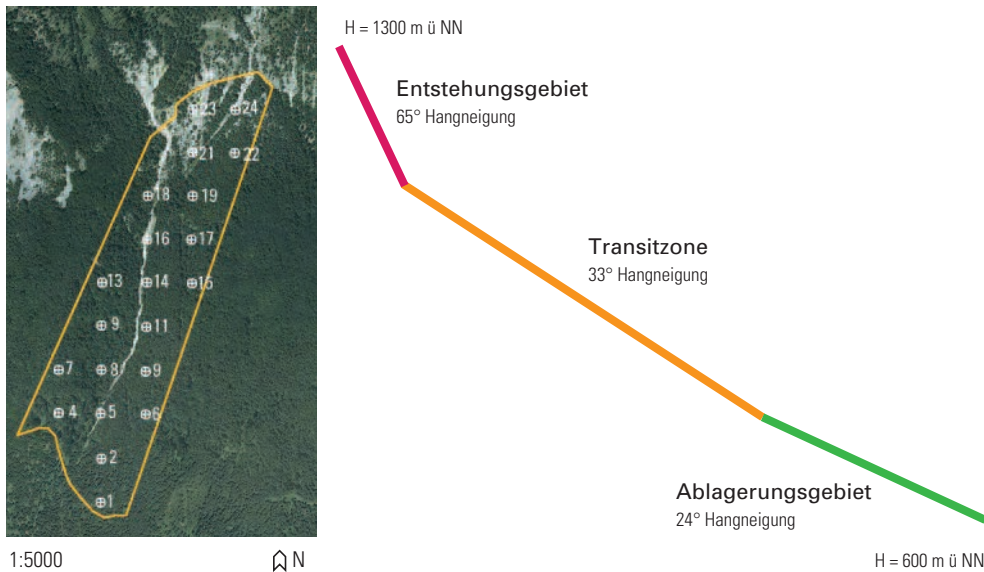


Abbildung 1:  
Karte des NWR Waben  
mit WZP-Punkten sowie  
einem Höhenprofil mit  
einer Unterteilung in  
Entstehungs-, Transit-  
und Ablagerungsbereich

Böden mit 0–20 cm Mächtigkeit und als schroff bezeichnet man Standorte, die steiler als 60 % sind (30°). Eine schwierige Wiederbewaldung wird ebenfalls mit weiteren Kriterien spezifiziert. Unter anderem werden hier Standorte mit aktuellem Steinschlag genannt.

Als Steinschlag wird das Stürzen von Steinen und deren Interaktion mit der Umgebung verstanden. Der Prozess findet in den drei Teilräumen Entstehungs-, Transit- und Auslauf-/Ablagerungsgebiet statt. Oft überschneiden sich diese (Frehner, Wasser & Schwitter, 2005).

Ein Gelände gilt dann als Steinschlag geeignet, wenn

- ein sehr steiles Entstehungsgebiet (Hangneigung weit über 30° [60 %]), oft mit anstehendem Fels,
- ein Transitgebiet mit einer Hangneigung von über 30° und
- ein Auslauf- und Ablagerungsgebiet (Hangneigung unter 30°) vorhanden sind.

Im Entstehungsgebiet wirken sich weiterhin geologische Trennflächen, hangparallel verlaufende Gesteinsschichten oder Bäume über 20 m Höhe sowie

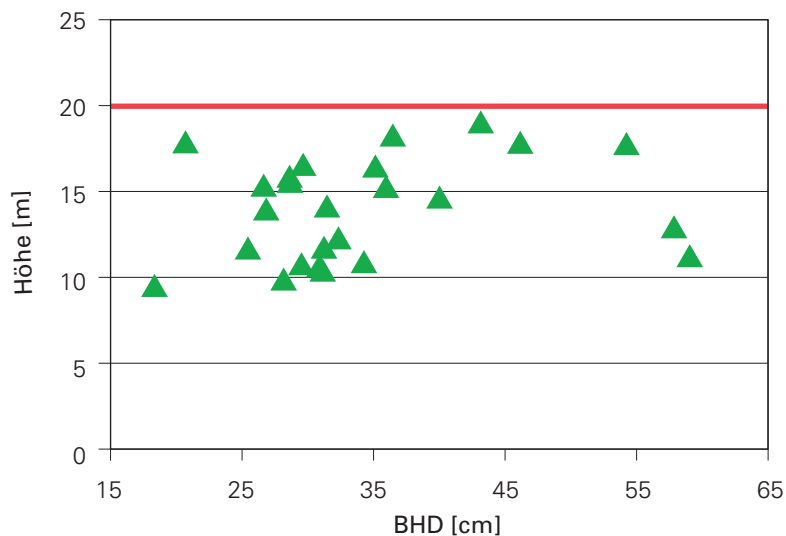
umfallende Bäume positiv auf die Entstehung von Steinschlägen aus (Frehner, Wasser & Schwitter, 2005).

### Schutzfunktion und -wirkung im Naturwaldreservat Waben

Grundsätzlich hat ein Baumbestand, der auf einem Standort stockt, von dem eine Naturgefahr ausgeht, eine *Schutzfunktion* gegenüber dieser Gefahr inne. Inwieweit er imstande ist, diese zu erfüllen, hängt von seinem aktuellen Bestandaufbau ab. Dies wird als *Schutzwirkung* bezeichnet.

Die in den NWR vorkommenden Waldgesellschaften wurden von Lipp et al. (2016) im Hinblick auf ihre jeweilige Disposition für Standortschutz untersucht. Der Schneeheide-Rotföhrenwald (*Erico-Pinetum sylvestris*) stellt dabei ein Beispiel für eine Waldgesellschaft dar, die unter anderem auf potenziell felsigen, schroffen oder seichtgründigen Standorten vorkommt.

Im NWR Waben ist diese Waldgesellschaft auf einer Fläche von 16 ha vorzufinden. Das NWR befindet sich in der Schütt am Südfall des Dobratsch. Mit einer Gesamtgröße von 25 ha erstreckt



kommt dem dort stockenden Schneeheide-Rotföhrenwald eine Steinschlag-schutzfunktion zu.

Eine Untersuchung der Steinschlag begünstigenden Faktoren des Entstehungsgebiets im Winkelzählproben (WZP)-Rasternetz ergibt, dass sämtliche Bäume weniger als 20 m hoch sind (Abbildung 2). Auch sind keine instabilen Stämme vorhanden, die im Zerfallsprozess Steinschlag auslösen könnten.

Im Zuge von waldwachstumskundlichen Erhebungen im Jahr 2014 wurden an den Bäumen der WZP Schäden erfasst, mit Hilfe derer sich die Steinschlag-Schutzwirkung der einzelnen Zonen auswerten lässt. So weisen 32 % der Bäume in der Entstehungszone, 3 % in der Transitzone und keine Bäume in der Ablagerungszone Steinschlag-Schäden auf.

Eine detaillierte Untersuchung der Steinschlag-Schutzwirkung der Waldgesellschaft im NWR wird mit Hilfe des Simulationsmodells „Rockfor<sup>NET</sup>“ [Berger & Dorren, 2007] durchgeführt. Das

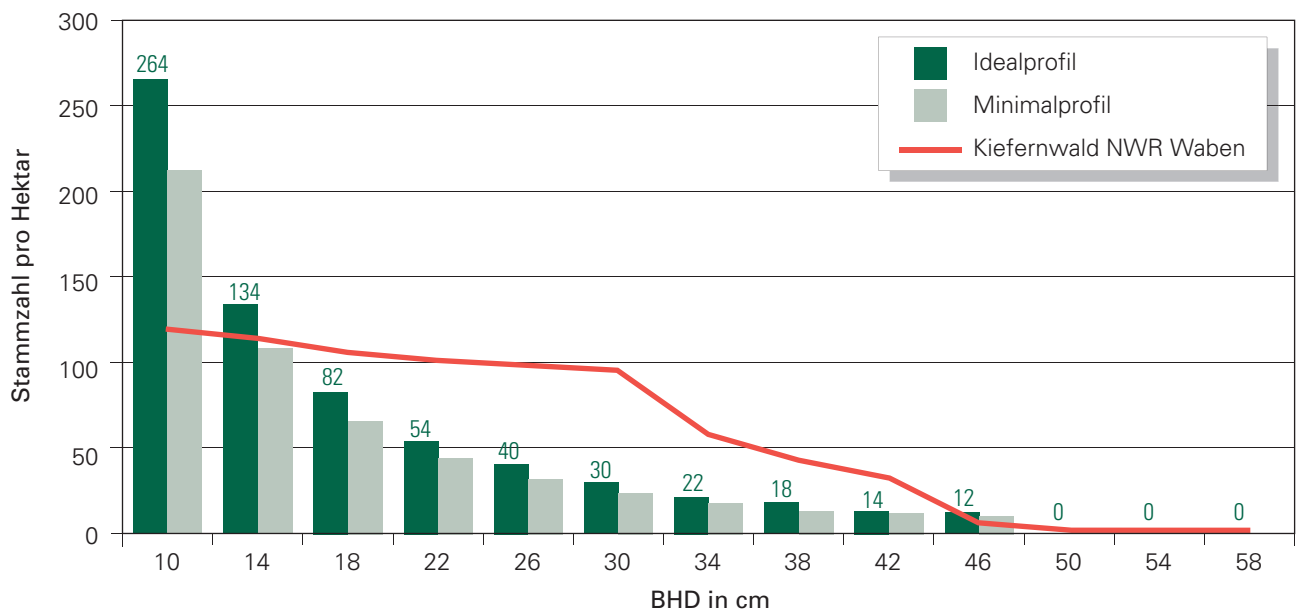
▲ **Abbildung 2:** Diagramm der Baumhöhen und -durchmesser im Steinschlag-Entstehungsgebiet des Reservates.

► **Schneeheide-Rotföhrenwald mit Steinschlag-schutz-Funktion im NWR Waben**

es sich auf einer Seehöhe von 600-1100 m. An der bergseitigen Reservatgrenze befinden sich ein Schuttkegel und mehrere Felsanbrüche.

Unter Zuhilfenahme eines Höhenprofils wird der Standort auf seine Schutzfunktion hin untersucht. Das NWR hat Anteil an Entstehungs-, Transit- und Ablagerungszone. Dementsprechend





Modell berechnet ein Anforderungsprofil (minimal und ideal) und gibt vor, inwieweit der Zustand des aktuellen Bestandes von der optimalen Schutzwirkung abweicht (Idealprofil). Eingangparameter sind unter anderem Gesteinsparameter (Größe, Dichte, Form), Hangneigung, Baumarten- und Stammzahlverteilung. Das Minimalprofil dient als Mindestmaß für die Schutzerfüllung.

Laut Abbildung 3 liegt die Stammzahl pro Hektar im oberen BHD-Bereich über dem Idealprofil (BHD > 18 cm), das heißt die Schutzwirkung ist „übererfüllt“. Im BHD-Bereich von 14 cm liegt der Wert zwischen der Ideal- und der Minimalkurve. In der untersten Klasse (BHD=10 cm) jedoch sinkt die Stammzahl unter den Wert des Minimalprofils.

### Schlussfolgerung

Die Waldgesellschaft Schneeheide-Rotföhrenwald im NWR Waben kommt dem Idealprofil der Schutzwirkung gegenüber Steinschlag zwar teilweise nahe, jedoch ist die Stammzahl vor allem im schwachen BHD-Bereich zu gering.

Eine Begründung lässt sich im physiognomischen Aufbau der einschichtigen Karbonat-Föhrenwälder der Schütt finden. Ein intensiver Wildverbiss verhindert die Etablierung einer Unterschicht aus Baumarten, wie Rotföhre, Mannaesche und Mehlbeere.

Für eine optimale Schutzerfüllung ist eine Wildstandsreduktion und wären darüber hinaus auch waldbauliche Eingriffe notwendig, um die Bildung einer Unterschicht zu fördern.



Abbildung 3: Soll-Stammzahlverteilung für ideale Steinschlagschutzwirkung (grün) und tatsächliche Stammzahlverteilung des Karbonat-Kiefernwaldes im NWR Waben (rot)

Janine Oettel MSc.,  
DDI Sebastian Lipp,  
Mag. Herfried Steiner,  
Dr. Georg Frank,  
Bundesforschungszentrum für Wald,  
Institut für Waldwachstum  
und Waldbau,  
Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
1131 Wien,  
janine.oettel@bfw.gv.at

### Literatur

- Berger, F., Dorren, L. (2007): Principles of the tool Rockfor.net for quantifying the rockfall hazard below a protection forest. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen: 2007|6, Vol. 158, Nr. 6, Seiten 157-165.
- BMLFUW (2012): Richtlinie-Waldentwicklungsplan, Auflage III. Wien: Sektion IV.
- Frehner, M., Wasser, B., & Schwitter, R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Lipp, S., Steiner, H., Oettel, J., Frank, G. (2016): Standortsschutzwald in Österreich - Eine Studie zur Begriffsbestimmung und den Zuordnungskriterien am Beispiel der Naturwaldreservate. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald, BFW-Bericht 150, 79 Seiten

# BFW-Praxistag 2018

## Borkenkäfer, Esche und Co. Unsere Antworten auf Fragen der Zukunft

Eine wichtige Aufgabe des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) ist es, gemeinsam mit und für die Forstpraxis an Problemlösungen zu arbeiten. Der jährliche BFW-Praxistag hat sich als Plattform zum gegenseitigen Austausch bewährt und thematisiert aktuelle Herausforderungen.

### Termine

#### 17. Jänner 2018

**Veranstaltungsort:**

Bundesforschungszentrum für Wald  
Seckendorff-Gudent Weg 8, 1130 Wien

**Anmeldung:**

Sylvia Stadler  
Tel.: +43 (0)1/878 38 1217  
E-Mail: [sylvia.stadler@bfw.gv.at](mailto:sylvia.stadler@bfw.gv.at)

<http://bfw.ac.at>

#### 18. Jänner 2018

**Veranstaltungsort:**

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach  
9570 Ossiach 21

**Anmeldung:**

Tel.: +43 (0)4243/2245-0  
E-Mail: [fastossiach@bfw.gv.at](mailto:fastossiach@bfw.gv.at)

[www.fastossiach.at](http://www.fastossiach.at)

#### 24. Jänner 2018

**Veranstaltungsort:**

BFW - Innsbruck  
Hofburg, Rennweg 1, 6020 Innsbruck,  
Seminarraum des Institutes für  
Naturgefahren

**Anmeldung:**

Tel.: +43 (0)512/573933-5100  
E-Mail: [simone.willburger@bfw.ac.at](mailto:simone.willburger@bfw.ac.at)

<http://bfw.ac.at>

#### 25. Februar 2018

**Veranstaltungsort:**

Forstliche Ausbildungsstätte Ort  
Johann-Orth-Allee 16, 4810 Gmunden

**Anmeldung:**

Tel.: +43 (0)7612/64 419-0  
E-Mail: [fastort@bfw.gv.at](mailto:fastort@bfw.gv.at)

[www.fastort.at](http://www.fastort.at)

Der Dauerbrenner aus Forstschutzsicht sind sicher die Borkenkäfer, beim BFW-Praxistag bringen Sie Expertinnen und Experten auf den aktuellen Stand und versuchen einen Ausblick auf das Borkenkäferjahr 2018. Darüber hinaus wird die aktuelle Forstschutzsituation vorgestellt, aus genetischer Sicht werden verschiedene pathologische Probleme diskutiert.

Die Globalisierung mit all ihren Vor- und Nachteilen beschäftigt vermehrt das BFW. Sei es die Verpackungsholzkontrolle oder die EU-Holzhandelsverordnung und das FLEGT-Genehmigungssystem, die das Problem des illegalen Holzeinschlags und des damit verbundenen Handels bekämpfen sollen. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Bundesamtes für Wald stellen aktuelle Fragestellungen des Pflanzenschutzes auf europäischer Ebene vor.

#### Neue Möglichkeiten der Fernerkundung und des Waldbaus

In den letzten Jahren hat sich technologisch viel im Bereich der Fernerkundung getan. Die Auflösung wurde immer genauer, die Daten sind vermehrt flächendeckend und in regelmäßigen Intervallen vorhanden. Was die Waldinventur mit Hilfe von Satellitendaten, Laserscanning und Luftbildern leisten kann, wird beim Praxistag aufgezeigt. Den Abschluss liefern Vorträge über die Möglichkeiten des Waldbaus im Umgang mit den künftigen Herausforderungen aus Sicht eines Forstpraktikers und eines Experten des BFW.

