

# Erfassung und Bewertung empfindlicher Bergwälder für Standortsdegradation

Bewertung der Empfindlichkeit kalkalpiner Waldstandorte über Fernerkundung und GIS

Birgit Reger, Axel Göttlein, Klaus Katzensteiner und Jörg Ewald

**Im Rahmen des INTERREG-Projektes »Wälder der Kalkalpen – Strategien für die Zukunft« (StratALP) wurde ein regelbasiertes Modell zur Abschätzung der Degradationsempfindlichkeit kalkalpiner Bergwälder entwickelt und in einem Beispielgebiet verifiziert. Hierbei wurde die Empfindlichkeit des Standortes und der Bestandsstruktur integrativ mit Hilfe von GIS und Fernerkundung beurteilt und kartografisch dargestellt. Daraus lassen sich forstliche Handlungsprioritäten ableiten, die es erlauben, die verfügbaren Mittel dort zu verwenden, wo sie die größte Wirkung entfalten.**

Die Wälder der Nördlichen Kalkalpen sind aufgrund standörtlicher Ungunst und ihrer Nutzungsgeschichte auf bedeutenden Flächen in einem forstlich unbefriedigenden Zustand. Zum Teil sind sie überaltert und weisen trotz standortgerechter Baumartenmischung im Altbestand keine ausreichende Verjüngung auf. Kritisch ist die Situation vor allem in strukturarmen, fichtendominierten Beständen auf flachgründigen Extremstandorten (Hartkalk, Dolomit, Südexposition). Hier kann es im Fall von Kalamitäten (z. B. Sturmwurf, Lawinen oder Borkenkäferbefall) zur schnellen Standortsdegradation (Nährstoffverluste, Humusschwund, Bodenverluste, abnehmende Wasserspeicherkapazität) kommen (Abbildung 1, Pröll et al. 2014). Daraus ergibt sich die Fragestellung, inwieweit sich die Empfindlichkeit der Bergwälder in den Nördlichen Kalkalpen differenzieren, räumlich darstellen und als Planungsgrundlage verwenden lässt.

Im Rahmen von StratALP (Reger et al. 2013) wurde ein Modell entwickelt, mit dem die Empfindlichkeit kalkalpiner Bergwälder

bezüglich Standortsdegradation abgeschätzt werden kann (Reger et al. 2015). Das Regelwerk wurde neben drei weiteren Gebieten in Tirol, Salzburg und Oberösterreich auch auf das bayerische Projektgebiet Grünstein der Bergwaldoffensive (BWO) des Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein angewendet.

## Das Modellkonzept

Das regelbasierte Vorgehen im Modellkonzept gliedert sich in vier Arbeitsschritte: (1) Standortdiagnose, (2) Strukturdiagnose, (3) Bewertung der Standort- und der Strukturparameter, (4) zusammenfassende Bewertung und räumliche Abgrenzung von empfindlichen Waldflächen.

### Standortdiagnose

In der Standortdiagnose wird untersucht, wo von Natur aus ungünstige, flachgründige, dürrgefährdete und nährstoffarme Standorte vorliegen. Um diese ungünstigen Waldstandorte zu identifizieren, werden die Standortparameter *Effektive Gründigkeit des Bodens*, *Nutzbare Wasserspeicherkapazität*, *Mittlere Nährstoffzahl*, *Bodentyp* und *Humusform* zur Abschätzung der Standortfaktoren Wurzelraum, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit verwendet. Für die Ableitung der Standortmerkmale wurden statistische Modelle entwickelt, welche die Standortmerkmale einer großen Zahl von im Gelände erhobenen Bodenprofilen und Vegetationsaufnahmen (Reger et al. 2012) mit flächigen Geodaten aus Substratkarten (Kolb 2012) und digitalen Geländemodellen in Beziehung setzen. Die statistischen Modelle werden dazu verwendet, um die Standortparameter räumlich darzustellen.

### Strukturdiagnose

Ziel der Strukturdiagnose ist es, ungünstige Bestandsstrukturen zu identifizieren und flächenmäßig darzustellen. So gilt es, strukturreiche Bergmischwaldbestände mit Verjüngung von überalterten, strukturarmen Bergwäldern zu unterscheiden.

Die Diagnose der Bestandsstruktur erfolgte mit Hilfe von Daten aus einer aktuellen Laserscanbefliegung. Dabei wird die Landschaft mit einem Laserstrahl abgetastet. Aus der unterschiedlichen Laufzeit der reflektierten Lichtpulse werden ein



Foto: K. Katzensteiner

Abbildung 1: Sturmwurffläche im Höllengebirge (Oberösterreich). Sobald die Vegetationsdecke fehlt, kommt es zu Nährstoffverlusten, Humusschwund, Bodenverlusten und zum Rückgang der Wasserspeicherkapazität.

Tabelle 1: Parameter und Berechnungsbeispiel für die Beurteilung der Empfindlichkeit des Standorts und der Bestandsstruktur

	Parameter	Note 1-5	Wichtungsfaktor	gewichtete Note
Standort	Effektive Gründigkeit	3	4	12
	Nutzbare Wasserspeicherkapazität	3	2	6
	Mittlere Nährstoffzahl	4	2	8
	Bodentyp	4	3	12
	Humusform	3	3	9
gewichtete Standort-Note			14	3,36
	Parameter	Note 1-5	Wichtungsfaktor	gewichtete Note
Bestandsstruktur	Überschirmungsgrad	1	9	9
	Verjüngungsanteil	5	3	15
	Stufigkeit	2	2	4
	Mischungsform	5	2	10
gewichtete Bestandsstruktur-Note			16	2,71

digitales Geländemodell (DGM; last pulse) und ein digitales Oberflächenmodell (DOM; first pulse) abgeleitet. Zur Strukturdiagnose werden für die Waldbestände die Kronenhöhen als Differenz von DOM und DGM berechnet und in die Höhenstufen etablierte Verjüngung (2–5 m), Unterschicht (5–10 m), Mittelschicht (10–25 m) und Oberschicht (> 25 m) zusammengefasst. Daraus wurden die Strukturparameter *Überschirmungsgrad*, *Verjüngungsanteil*, *Stufigkeit* und *Mischungsform* (d. h. die räumliche Verteilung der Höhenstufen) ermittelt.

### Standort- und Bestandsbewertung

Die Standort- und Strukturparameter werden nach ihrer Merkmalsausprägung mit Hilfe von Bewertungstabellen nach einem Notensystem von 1 bis 5 beurteilt. Dabei bedeutet 1 eine positive (z. B. sehr tiefgründige Standorte) und 5 eine sehr negative Merkmalsausprägung (z. B. sehr flachgründige Standorte). Wegen der unterschiedlichen Bedeutung für die Abschätzung der Standortsdegradation werden die Merkmalsausprägungen der einzelnen Parameter nach forstfachlichen Kriterien mit einem spezifischen Faktor gewichtet (Tabelle 1; siehe Göttlein et al. 2009). Aus den gewichteten Noten der Parameter ergeben sich dann die mittleren Bewertungsnoten für den Standort bzw. für die Bestandsstruktur.

### Empfindlichkeitsbewertung

Für eine Gesamtbewertung der Empfindlichkeit wurde ein Bewertungsschema nach derzeitigem Kenntnisstand erstellt (Abbildung 2), in welches die mittleren Bewertungsnoten für den Standort und für die Bestandsstruktur eingehen. Es ergeben sich vier Empfindlichkeitsstufen für die Bergwälder:

- degradierte Wälder
- Wälder mit hoher Empfindlichkeit
- Wälder mit mittlerer Empfindlichkeit
- Wälder mit geringer Empfindlichkeit

Für Flächen mit schlechten Noten bei der Standortsbewertung stehen Maßnahmen der Humuspflge im Vordergrund, während auf Flächen mit schlechten Bestandsstrukturnoten Strukturpflgemaßnahmen angesagt sind. Für unseren Beispielsbestand aus Tabelle 1 lautet das Ergebnis »Wälder mit hoher Empfindlichkeit«. Letztendlich lassen sich alle Empfindlichkeitsstufen kartografisch darstellen und mit waldbaulichen Zielen und Maßnahmen verknüpfen.

### Empfindlichkeit der Wälder

Ergebnis der Modellierung ist eine Karte der Degradationsempfindlichkeit im Maßstab 1:25.000 für das BWO-Projektgebiet Grünstein (Abbildung 3), das als typischer Ausschnitt der kalkalpinen Zone, im Gegensatz zur nördlich anschließenden, fruchtbareren Flyschzone, viele kritische Standorte aufweist. Kartografisch dargestellt werden hier die vier Stufen der Empfindlichkeit (Abbildung 2).

*Endstufen der Degradation von Waldstandorten* (z. B. nahezu waldfreie, vergaste Felshänge auf sehr flachgründigen Böden mit sehr geringer Wasserspeicherkapazität und Nährstoffversorgung) kommen derzeit im Projektgebiet nicht vor. Waldbauliches Ziel sollte hier der Aufbau der Humusaufgabe durch Humuspflge sein (z. B. Belassen von Moderholz, Etablierung von Baumgruppen an günstigen Kleinstandorten, Begründung eines Vorwaldes aus Pioniergehölzen).

*Wälder mit hoher Empfindlichkeit* sind im Projektgebiet mit einem Anteil von 47 % verbreitet und umfassen in der Regel strukturarme, einschichtige, lichte Wälder, zum Teil auch Kalamitätsflächen auf flachgründigen Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität und angespannter Nährstoffversorgung. Der Erhalt und Aufbau der Humusaufgabe und der Aufbau mehrschichtiger Dauerbestockungen mit möglichst flächig vorhan-

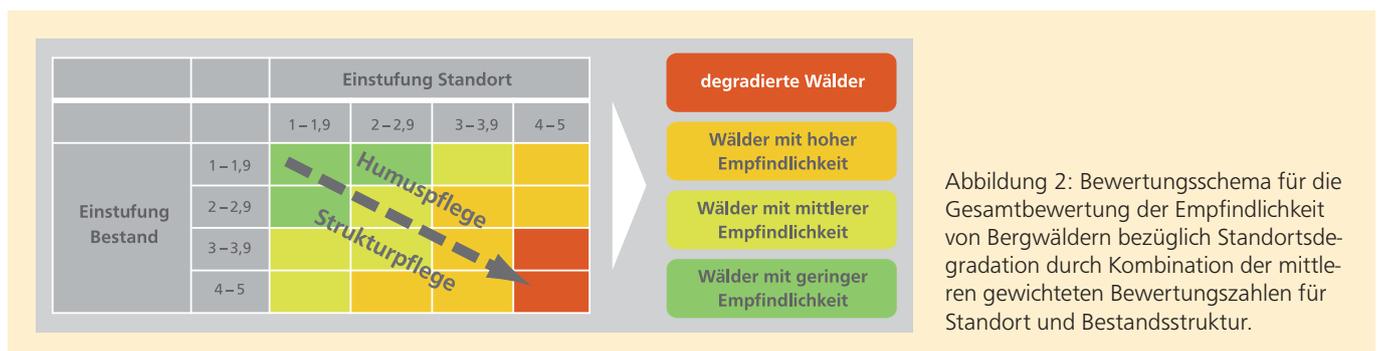


Abbildung 2: Bewertungsschema für die Gesamtbewertung der Empfindlichkeit von Bergwäldern bezüglich Standortsdegradation durch Kombination der mittleren gewichteten Bewertungszahlen für Standort und Bestandsstruktur.

dener Verjüngung sollten auf diesen Flächen angestrebt werden. Hiebsmaßnahmen sind entsprechend vorsichtig zu führen. Totholz spielt eine wichtige Rolle für den Aufbau des Humusvorrates und sollte unter Beachtung des Waldschutzes belassen werden. Die oftmals sich ausreichend ansammelnde Naturverjüngung soll sich durch ein angepasstes Jagdmanagement etablieren können, verbleibende Fehlstellen können durch Einbringen von Mischbaumarten geschlossen werden. Kalamitätsflächen sind rasch unter Nutzung von Kleinstandorten (ggf. Querleger zum Schutz der Pflanzungen) aufzuforsten.

*Wälder mit mittlerer Empfindlichkeit* stellen mit 51 % die Hälfte der Waldfläche. Hier gibt es zwei Ausprägungen: In Wäldern mit ungünstigen Standortbedingungen, aber günstiger Bestandsstruktur sollte die Humusaufgabe durch Humuspflege (z. B. unter Berücksichtigung des Waldschutzes durch Belassen des Schlagabraums, Verzicht auf Vollbaumnutzung) aufgebaut werden. Die günstige Bestandsstruktur kann durch Pflegemaßnahmen wie einzelstamm- bis gruppenweise Eingriffe und gezielte Förderung gewünschter Mischbaumarten erhalten werden. In Wäldern mit günstigen Standortbedingungen, aber ungünstiger Bestandsstruktur hingegen sollten sich Maßnahmen auf die Bestandspflege durch Struktur-Durchforstung, die Förderung der Vorausverjüngung (Nutzung von vorhandenen Bestandslücken, Einleitung der Naturverjüngung durch Plenter- und Femelhiebe, gegebenenfalls mit unterstützender Pflanzung) und ein angepasstes Jagdmanagement konzentrieren.

*Wälder mit geringer Empfindlichkeit* haben einen Anteil von 2 % und umfassen strukturreiche, mehrschichtige Wälder mit günstigen Standortbedingungen. Hier ist der Erhalt der vielfältigen, stabilen Bestandsstruktur und der funktionsfähigen Böden vorrangiges Ziel. Waldbauliche Maßnahmen der Bestandspflege sind einzelstamm- bis gruppenweise Eingriffe und eine Förderung von Mischbaumarten. Die Naturverjüngung kann gegebenenfalls durch Plenter- bis Femelhiebe eingeleitet werden.

## Anwendung in der Praxis

Das Verfahren ermöglicht es, die Empfindlichkeit der Bergwälder gegenüber Standortsdegradation abzuschätzen und daraus den forstlichen Handlungsbedarf abzuleiten. Bei beschränkter Ressourcenverfügbarkeit können so in der Forstpraxis die einzusetzenden Mittel gezielt dort verwendet werden, wo sie die größte Wirkung entfalten. Die Hinweis-karte eignet sich als Entscheidungshilfe für die Planung auf der Ebene größerer Betriebseinheiten. Die Genauigkeit der Eingangsdaten begrenzt die Karte auf den Maßstab 1:25.000. Die Beurteilung eines Einzelbestandes vor Ort für detaillierte Planungen kann sie jedoch nicht ersetzen.

## Literatur

Göttlein, A.; Baier, R.; Bockstahler, T.; Mellert, K.-H. (2009): Schutzwirkungen zuverlässig beurteilen. LWF aktuell 71, S. 19–21

Kolb, E. (2012): Interaktive Karte der Gesteinseigenschaften. LWF aktuell 87, S. 15–17

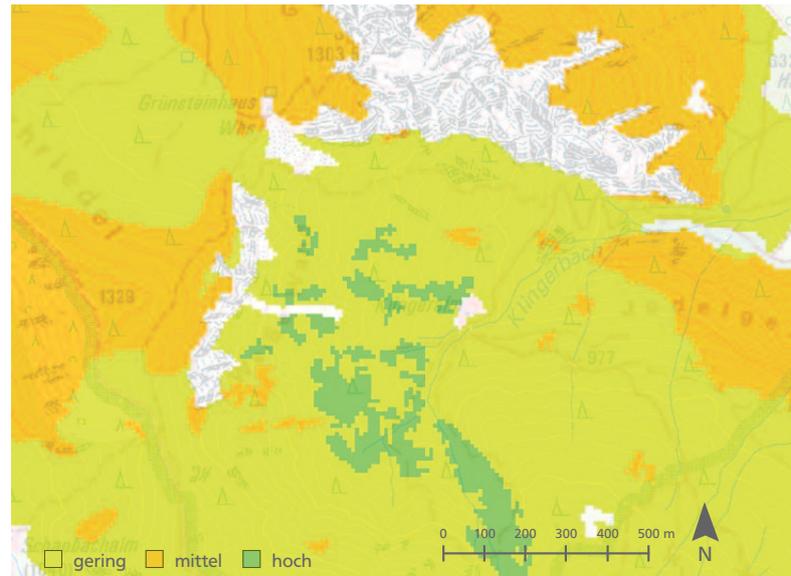


Abbildung 3: Karte mit einer farblichen Unterscheidung von Wäldern mit geringer, mittlerer und hoher Empfindlichkeit.

Pröll, G.; Delaney, C.; Etmayer, C.; Hollaus, A.; Matthews, B.; Mayer, M.; Katzensteiner, K. (2014): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Standortsicherung im Kalkalpin – SicALP (INTERREG BY/Ö J00183). Teilprojekt des Instituts für Waldökologie der Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien. Forstliche Forschungsberichte München 212, S. 93–129

Reger, B.; Katzensteiner, K.; Mayer, M.; Matthews, B.; Pröll, G.; Göttlein, A.; Kohlpaintner, M.; Weis, W.; Ewald, J. (2013): StratALP macht Bergwälder fit für die Zukunft - Internationales Forschungsprojekt gestartet. LWF aktuell 95, S. 21–22

Reger, B.; Schüpferling, R.; Beck, J.; Dietz, E.; Morovitz, D.; Schaller, R.; Wilhelm, G.; Ewald, J. (2012): WINALPecobase – ecological database of mountain forests in the Bavarian Alps. Biodiversity and Ecology 4, S. 167–171

Reger, B.; Göttlein, A.; Katzensteiner, K.; Ewald, J. (2015): Assessing the sensitivity of mountain forests to site degradation in the Northern Limestone Alps, Europe. Mountain Research and Development 35, S. 139–151

Dr. Birgit Reger von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft war wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt StratALP. [Birgit.Reger@lwf.bayern.de](mailto:birgit.reger@lwf.bayern.de)

Prof. Dr. Jörg Ewald von der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf war Projektpartner im Projekt StratALP. [Joerg.Ewald@hswt.de](mailto:Joerg.Ewald@hswt.de)

Prof. Dr. Axel Göttlein vom Fachgebiet »Waldernährung und Wasserhaushalt« der Technischen Universität München war Projektpartner im Projekt StratALP. [goettlein@forst.tu-muenchen.de](mailto:goettlein@forst.tu-muenchen.de)

Prof. Dr. Klaus Katzensteiner vom Institut für Waldökologie an der Universität für Bodenkultur Wien war Leadpartner im Projekt StratALP. [Klaus.Katzensteiner@boku.ac.at](mailto:Klaus.Katzensteiner@boku.ac.at)

Das Projekt »Wälder der Kalkalpen – Strategien für die Zukunft« (StratALP) wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen des INTERREG IV-Programms Bayern – Österreich 2007–2013 sowie aus nationalen Fördergeldern des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), der Landesregierungen von Tirol, Salzburg und Oberösterreich sowie der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf) finanziert.