

# Schutzwirkungen zuverlässig beurteilen

## Risikobasiertes Klassifikationsmodell für das Schutzwaldmanagement

Axel Göttlein, Roland Baier, Tabea Bockstahler und Karl-Heinz Mellert

Das Fachgebiet Waldernährung der TU München entwickelte ein risikobasiertes Klassifikationsmodell zur Beurteilung der Schutzwirkungen von Gebirgswäldern, das den heutigen Kenntnisstand zu Waldstrukturen und Standortseigenschaften in ein praxistaugliches Bewertungsschema umsetzt. Dabei werden die Objektschutzfunktion, das aktuelle Schutzerfüllungspotential und Entwicklungstendenzen integrativ beurteilt. Das Verfahren bewertet mit einfachen Mitteln und einem angemessenen Zeitbedarf die Pflegedringlichkeit von Waldbeständen mit Schutzfunktion. Die zukünftige Integration fernerkundungsgestützter Risikomodelle wird das operationale Schutzwaldmanagement entscheidend beeinflussen und die jeweiligen Stärken terrestrischer und fernerkundungsgestützter Datenerhebung synergistisch verknüpfen.

Für eine Pilotstudie wurde der »Ettaler Berg« als Testgebiet ausgewählt, ein 300 Hektar großes Waldgebiet im Distrikt »Kienbergeck« des Forstbetriebes Oberammergau. Eine hohe Objektschutzfunktion (Gemeinde Oberau, Lkr. Garmisch-Partenkirchen und Bundesstraße B23) zeichnet dieses Gebiet aus. Zusätzlich besteht in vielen Beständen des Sanierungsgebietes »Ettaler Berg« dringender Pflegebedarf, um die aktuelle Schutzfunktion des Bergwaldes zu erhalten.

### Das Klassifikationsverfahren

Das auf der Grundlage der Diplomarbeit von Bockstahler (2006) weiterentwickelte Klassifikationsverfahren gliedert sich in vier Arbeitsschritte.

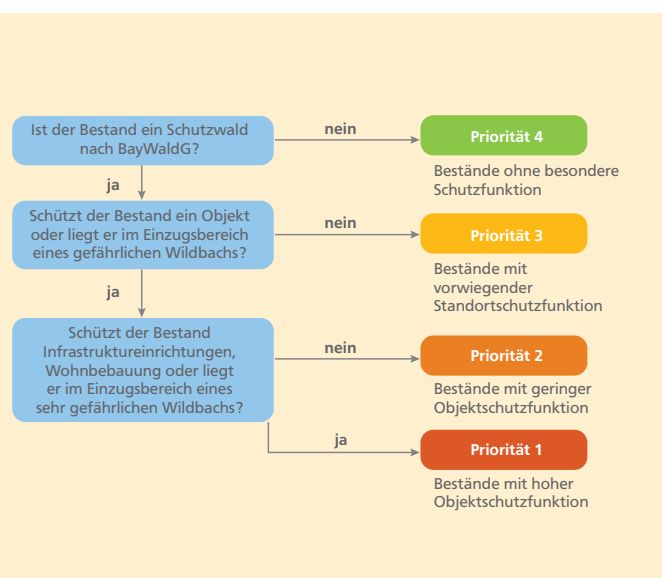


Abbildung 1: Schema zur Herleitung der Prioritäten

Prioritäten der Bestände am Ettaler Berg

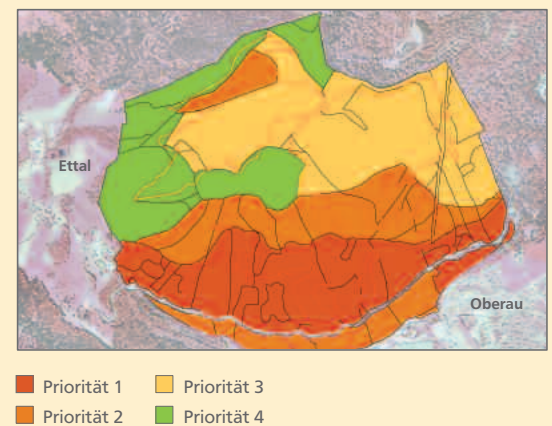


Abbildung 2: Verteilung der Prioritäten im Bereich des Ettaler Berges

### Verfahrensschritt 1 – Schutzfunktion ja/nein ?

Bei diesem Bewertungsschritt ist ausschließlich die Lage der Waldfläche zu einem potentiell zu schützenden Gut entscheidend und nicht der Zustand des aufstockenden Bestandes. Jedem Bestand wird eine Priorität (1 bis 4) zugeordnet, die sich aus den potentiell von seiner Fläche ausgehenden Naturgefahren für schützenswerte Güter erklärt (Abbildung 1). Die Prioritäten der Bestände sind dauerhaft, so lange nicht neue, schützenswerte Güter unterhalb der Bestände errichtet werden. Grundlage für die Einwertung sind im Wesentlichen folgende Unterlagen: frühere Planungskarten für die Schutzwaldsanierung, Hangabilitätskarte, Informationssystem Alpiner Naturgefahren, Forstbetriebskarte, digitale Orthophotos und Luftbildaufnahmen. Die Karte der Prioritäten für das Testgebiet »Ettaler Berg« ist in Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 1: Merkmale zur Beurteilung der aktuellen Schutzerfüllung und ihr Wichtungsfaktor

Merkmale	Wichtungsfaktor
Beschirmungsgrad	9
Verjüngungsanteil	3
Baumartenzusammensetzung des herrschenden Bestandes	2
Mischungsform	2
Stufigkeit des Bestandes	2
aktueller schutzwirksamer Bodenzustand	3
Bodenrauigkeit, Mikrorelief	2

### Verfahrensschritt 2 – Bewertungstabellen

Die Bewertung der aktuellen Schutzfunktion und der zeitlichen Entwicklung der Bergwaldbestände bei einem Flächenbegang bildet das Kernstück des Verfahrens. Ausgehend vom bisherigen Kenntnisstand zu Soll-Waldstrukturen in idealen Wäldern mit Schutzfunktion werden ausgewählte Bestandesparameter anhand von Bewertungstabellen angesprochen. Diese standardisierte Vorgehensweise ermöglicht einen Vergleich der Bestände untereinander. Die Bewertungstabellen sind so aufgebaut, dass jedes Merkmal nach einem Notensystem von 1 bis 5 beurteilt wird (1 = sehr gute Merkmalsausprägung bzw. optimaler Beitrag des Merkmals zur Gesamtschutzerfüllung; 5 = ungenügende Merkmalsausprägung bzw. ungenügender Beitrag des Merkmals zur Gesamtschutzerfüllung). Dabei werden für Karbonat- und Hauptdolomitstandorte nach Höhenstufen getrennt zwei Aufnahmebögen zur Verfügung gestellt (montane Stufe unter circa 1.400 Metern für Carbonat-Bergmischwald; subalpine Stufe über 1.400 Metern für subalpinen Carbonat-Fichtenwald). Auch für karbonatfreie Flyschstandorte, die für die Schutzwaldsanierung derzeit weniger problematisch sind, liegen getrennt für die montane und subalpine Höhenstufe Aufnahmebögen mit spezifischen Merkmalsbeschreibungen vor.

Zur Beurteilung der aktuellen Schutzerfüllung der Bestände werden sieben Parameter im Gelände gewertet (Tabelle 1). Wegen der unterschiedlichen Bedeutung der Bestandeseigenschaften für die Schutzerfüllung werden diese individuell gewichtet. Die Wichtungsfaktoren wurden aus Literaturanalysen und Expertenbefragungen abgeleitet.

Bei der Beurteilung der Bestände wird darüber hinaus versucht, ihre zukünftige Entwicklung anhand von Bewertungskriterien einzuschätzen. Auch hier werden wieder die einzelnen Merkmale forstfachlich gewichtet (Tabelle 2).

### Verfahrensschritt 3 – Pflegedringlichkeit

Die Addition der gewichteten Bewertungen und anschließende Division durch die Summe der Bewertungsfaktoren ergibt die Gesamtbewertung der Bestände. Man erhält so eine mittlere gewichtete Bewertungszahl (Leistungsziffer) für Schutzerfüllungsgrad und zeitliche Entwicklung der Bestände.

Tabelle 2: Merkmale zur Beurteilung der zeitlichen Entwicklung und ihr Wichtungsfaktor

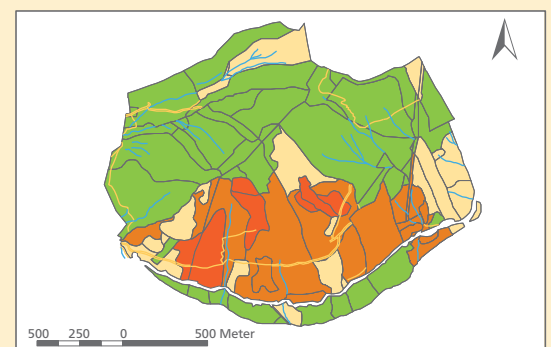
Merkmale	Wichtungsfaktor
Risikoeinwertung des Bestandes anhand der Weiserbaumart Fichte	1
Vitalität des Bestandes	1
Baumartenzusammensetzung der Verjüngung	2
Entwicklungstendenz der Verjüngung	2
Bestandesstabilität	1
Tendenz der Bodeneigenschaften	2

Diese Leistungsziffern werden nun für die vergleichende Bewertung der Bestände herangezogen, sowohl nach Schutzerfüllung und zeitlicher Entwicklung getrennt oder in Kombination durch Mittelung der beiden Leistungsziffern. Die kombinierte Bewertung wird für die Festlegung der Pflegedringlichkeit verwendet. Die Pflegedringlichkeit beschreibt jedoch nur den Zustand des Waldes, unabhängig von seiner Priorität auf Grund der Lage zu einem schützenswerten Objekt. Wälder mit Standortschutzfunktion in schlechtem Zustand werden als genauso dringlich zu pflegen dargestellt wie Wälder mit Objektschutzfunktion in schlechtem Zustand.

### Verfahrensschritt 4 – Maßnahmendringlichkeit

Um eine Reihung der Bestände hinsichtlich ihrer Maßnahmendringlichkeit zu entwickeln bzw. um begrenzte Fördermittel zu den am dringlichsten zu pflegenden Flächen zu lenken, muss die Pflegedringlichkeit der Bestände mit der zugeordneten Priorität kombiniert werden. Dafür wird die Pflegedringlichkeitsziffer des Bestandes auf eine Dezimalstelle gerundet und von der Priorität abgezogen. Die entstandene Reihungs-

Maßnahmendringlichkeit



- Gräben
- Steignetz
- nicht dringlich zu behandeln: RZ 3 bis -1
- zu beobachten: RZ -1,1 bis -2
- dringlich zu behandeln: RZ -2,1 bis -3
- vordringlich zu behandeln: RZ -3,1 bis -4

Abbildung 3: Bewertung der Bestände am Ettaler Berg nach Maßnahmendringlichkeit; RZ = Reihungsziffer

ziffer gibt die Dringlichkeit von Maßnahmen an. Dies bedeutet, dass ein Bestand mit z. B. mittlerer Leistungsziffer bei wichtigerer Priorität eine negativere Reihungsziffer erhält, was auf eine größere Dringlichkeit der Behandlung hin weist. Auch innerhalb der in Abbildung 3 aufgeführten Dringlichkeitsstufen können nochmals Abstufungen vorgenommen werden, da ein Bestand mit der kleineren (negativeren) Reihungsziffer vor einem Bestand mit der höheren Reihungsziffer zu behandeln wäre.

### Voraussage der terrestrischen Klassifikation mittels Fernerkundung

Für die bereits terrestrisch bewertete Fläche am »Ettaler Berg« wurde eine gezielt auf das oben skizzierte Verfahren abgestimmte Auswertung aktueller Laserscannerdaten durchgeführt (Rücker et al. 2009). Beim Laserscanning (auch LIDAR genannt: Light Induced Detection and Ranging) wird die Landschaft mit einem Laserstrahl abgetastet. Aus der unterschiedlichen Laufzeit der Lichtpulse kann die Höhe der Landschaftsoberfläche (Abbildung 4, first pulse) und die Geländehöhe (Abbildung 4, last pulse) abgeleitet werden. Bei unbedecktem Boden fallen Geländehöhe und Oberfläche zusammen (d.h. last pulse = first pulse). Zur Strukturdiagnose werden diese Daten weiterverarbeitet und daraus Strukturparameter der Bestände wie Beschirmung und Bestandeshöhenverteilung abgeleitet.

Der Beschirmungsgrad sowie die vertikale Stufung und Verjüngung des Bestandes sind auf Grund ihrer hohen Wichtigkeitsfaktoren die entscheidenden Parameter zur Schätzung des Schutzerfüllungsgrades. Da zwischen den terrestrischen Schätzungen und den aus den Laserscannerdaten abgeleiteten Bestandeshöhenhistogrammen für die beiden genannten Parameter eine hinreichend gute Korrelation besteht, wurden Regressionsmodelle getestet, um den Schutzerfüllungsgrad der Bestände am Ettaler Berg aus Fernerkundungsdaten zutreffend zu charakterisieren. Bereits mit einem einfachen Modell, das nur die Beschirmungsgrade der Höhenklassen über und unter zehn Meter verwendet, lassen sich auf 72 Prozent der Fläche die Schutzerfüllungsgrade der Bestände korrekt vorhersagen.

### Ausblick

Die entwickelten Ansätze zur Klassifikation des Schutzerfüllungsgrades von Wäldern bieten den Einstieg in ein umfassendes System, das einerseits auf Expertenwissen und andererseits auf hochaufgelöster Geoinformation beruht. Das Begangungsverfahren zeigt sich bei allen Parametern überlegen, die sich mit LIDAR kaum oder gar nicht erfassen lassen. Dies gilt für aktuelle Bestandesschäden und besonders für die Erfassung des Bodenzustandes und der aufkommenden Verjüngung. Die Fernerkundung ist vor allem bei der Erfassung der Bestandesstruktur deutlich überlegen. Ein weiterer Vorteil der Fernerkundungsdaten liegt in ihrer flächigen Modellier- und



Abbildung 4: Schematischer Ablauf einer Laserscanner-Auswertung von Schutzwaldbeständen

Aktualisierbarkeit. Daher bietet es sich an, beide Verfahren – die terrestrische Bewertung durch einen Forstexperten und das fernerkundungsgestützte Modell – nicht unabhängig voneinander, sondern gemeinsam weiter zu entwickeln und integral in einem geografischen Informationssystem (GIS) zusammenzuführen. Auf diese Weise kann die vorgeschaltete Auswertung von Fernerkundungsdaten den zeitaufwendigen und zum Teil auch gefährlichen Begang auf die kritischen Teilflächen konzentrieren. Ferner bildet ein GIS-gestütztes System eine praxistaugliche und auch finanzierbare Grundlage für die Dauerbeobachtung von Waldbeständen mit Schutzfunktion.

### Literatur

Bockstahler, T. (2006): Ein Verfahren zur Klassifikation von Schutzwäldern auf Hauptdolomitstandorten der Bayerischen Alpen. Diplomarbeit TU München, 142. S

Rücker, G.; Mellert, K.H.; Göttlein, A. (2009): Strukturdiagnose von Schutzwäldern mit Laserscannerdaten. Beitrag zum Tagungsband der LWF-Fachtagung »Der gepixelte Wald« am 25.01.2008 in Freising, Forstliche Forschungsberichte München (im Druck)

Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein leitet das Fachgebiet »Waldernährung und Wasserhaushalt« der TU München.

[goettlein@forst.tu-muenchen.de](mailto:goettlein@forst.tu-muenchen.de)

Dr. Roland Baier, Tabea Bockstahler und Karl-Heinz Mellert waren Projektbearbeiter der vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Projekte »Weiterentwicklung eines Klassifikationsverfahrens für Schutzwälder als Planungs- und Kontrollinstrument für das Schutzwaldmanagement« (ST 182) und »Pilotstudie zur Entwicklung eines Klassifikators zur Strukturdiagnose des Schutzwaldes am Ettaler Berg auf der Basis von Laserscanner-Daten« (ST 209).