

## Schutzwälder zuverlässig beurteilen

# Risikobasiertes Klassifikationsmodell für das Management von Schutzwäldern

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

Die bisherigen im bayerischen Alpenraum mit großem Einsatz getätigten Maßnahmen zur Sicherung der Schutzfunktionen der Wälder zielen auf die Schutzwaldpflege sowie auf die Wiederbewaldung bereits degraderter Flächen (Schutzwaldsanierung) ab. Regelbasierte Konzepte, die die Pflegedringlichkeit von Wäldern beurteilen, um eine Degradation zu vermeiden, werden bislang nicht angewendet. Daher wurde am Fachgebiet für Waldernährung der TU München ein risikobasiertes Klassifikationsmodell für Wälder mit Schutzfunktion entwickelt und in ein praxistaugliches Bewertungsschema umgesetzt. Hierbei werden Objektschutzfunktion, aktuelles Schutzerfüllungspotenzial und Entwicklungstendenzen integrativ beurteilt. Mit einfachen Mitteln und angemessenem Zeitbedarf wird die Pflegedringlichkeit von Wäldern mit Schutzfunktion beurteilt. Die Integration fernerkundungsgestützter Risikomodelle wurde teilweise schon in diesem Stadium getestet. Diese synergistische Verknüpfung der jeweiligen Stärken terrestrischer und fernerkundungsgestützter Datenerhebung wird das operationale Schutzwaldmanagement entscheidend beeinflussen.

## Das Klassifikationsverfahren

Das in vier Arbeitsschritte gegliederte Klassifikationsverfahren wurde in eine einfach zu handhabende Tabellenkalkulation überführt.<sup>1)</sup> In dieses Kalkulationsblatt können Daten von Beispielbeständen eingegeben und die Ergebnisse verglichen werden.

### Verfahrensschritt 1: Wälder mit Schutzfunktion ja/nein ?

Im ersten Bewertungsschritt ist nur die Lage der Waldfläche zu einem potenziell zu schützenden Gut entscheidend und nicht der Zustand des aufstockenden Bestandes. Daher sind die Prioritäten der Bestände dauerhaft, solange nicht neue, schützenswerte Güter unterhalb der Bestände errichtet werden. Jedem Waldbestand wird eine Priorität (1 bis 4) zugeordnet, die sich aus den potenziell von seiner Fläche ausgehenden Naturgefahren für schützenswerte Güter erklärt (Abb. 1). Grundlage für die Einwertung sind im Wesentlichen folgende Unterlagen: frühere Planungskarten für die Schutzwaldsanierung, Hanglabilitätskarte, Informationssystem Alpiner Naturgefahren, Forstbetriebskar-

<sup>1)</sup> Die Tabellenkalkulation kann kostenfrei abgerufen werden unter [www.waern.wzw.tum.de/index.php?id=4](http://www.waern.wzw.tum.de/index.php?id=4).

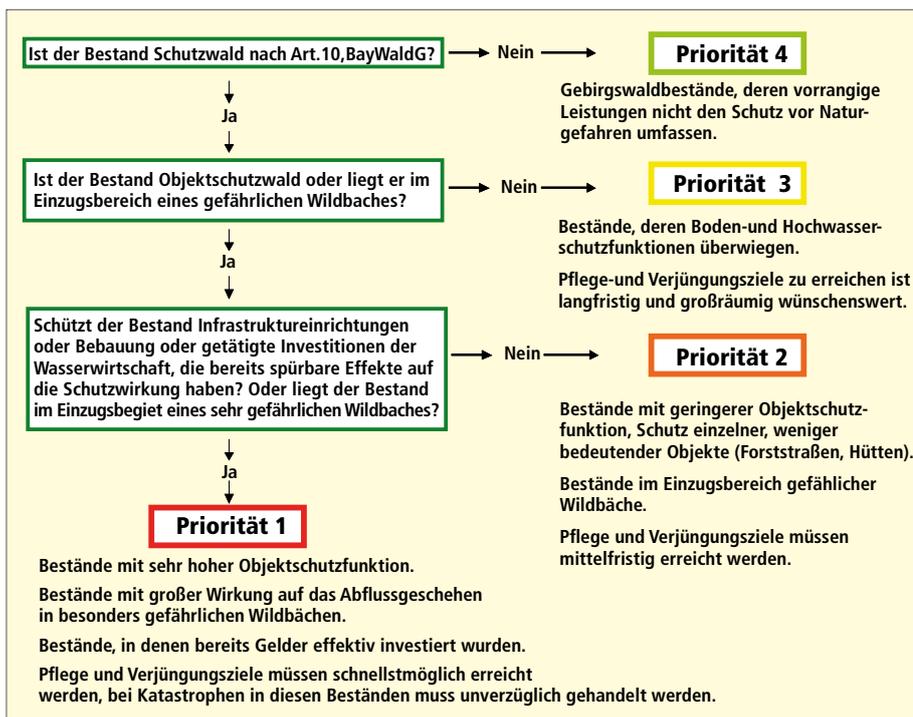


Abb. 1: Schema zur Herleitung der Prioritäten

A. Göttlein leitet das Fachgebiet „Waldernährung und Wasserhaushalt“ der TU München.

E. Kolb ist dort wissenschaftlicher Assistent.

R. Baier war Mitarbeiter des Fachgebiets und ist heute stellvertretender Leiter des Nationalparks Berchtesgaden.

T. Bockstahler und K.-H. 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).

**Axel Göttlein**

goettlein@forst.tu-muenchen.de

## Bayern:

Die bisher mit großem Einsatz getätigten Maßnahmen in der Schutzwaldsanierung in Bayern zielen vor allem auf die Wiederherstellung bereits degradierter Flächen und die Wiederbewaldung von Flächen mit offensichtlich hohen Schutzwirkungen. Zudem existieren seit längerer Zeit spezielle Fördertatbestände zur Sicherung der Schutzwälder durch waldbauliche Pflegemaßnahmen. Allerdings liegen bislang keine regelbasierten Konzepte für eine Reihung der Pflegeflächen anhand ihrer Behandlungspriorität vor. Die Sanierungsgebiete und -flächen in Bayern werden aktuell in zwei Dringlichkeitsstufen eingeteilt (dringlich und vordringlich).

Auch in den Nachbarländern sollen die bisher ausschließlich kurativen Maßnahmen nun um vorausschauende, integrale Behandlungen unter Bildung von Prioritäten ergänzt werden [1]. Neue Ansätze der alpinen Bergwaldforschung wenden sich eher ab von statischen und sektoralen Betrachtungen der Probleme und ersetzen diese häufig durch dynamische Modellierungs- und Bewertungsansätze [2].

Trotz der noch bestehenden großen Wissenslücken ist es wichtig, die bis heute neu gewonnenen Erkenntnisse in praktische Planungsinstrumente zu übertragen, um dem komplizierten und dynamischen Ökosystem Bergwald gerecht zu werden. Sollen die heutigen wissenschaftlichen Erkenntnisse in einem einzigen Bewertungsschema zusammengefasst werden, um die vielfältigen Schutzwirkungen des Bergwaldes zu erfassen, muss ein Kompromiss eingegangen werden zwischen

praktischer Anwendbarkeit und wissenschaftlichem Anspruch. Außerdem sind Bewertungsansätze zu bevorzugen, die sehr einfach an neue Erkenntnisse angepasst und auch erweitert werden können.

## Schweiz

In den Schutzwäldern der Schweiz ist eine ähnliche Problematik zu beobachten wie in Bayern. In der Zweitaufnahme des Landesforstinventars (LFI2) 1999 wird der Nachholbedarf an Schutzwaldpflege in Wäldern, die direkt vor Naturgefahren schützen, auf 150 000 ha geschätzt. Mit dem Ziel, nicht mehr die Kosten von Maßnahmen zu subventionieren, sondern deren Ergebnisse, werden den Waldbesitzern Pflegemaßnahmen vorgeschrieben und bei zufriedenstellender Ausführung entlohnt.

Ein wichtiger Schritt zu einem vereinheitlichten, gesamtschweizerischen Schutzniveau ist die Konzeption „Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald“ (NaiS), die die zentrale „Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion“ der Schweiz darstellt. Die Wegleitung orientiert sich am Standort. Erfolgskontrollen erfolgen durch Zielanalysen der Anforderungsprofile, durch regelmäßige Wiederholungen der Wirkungsanalysen auf den Weiserflächen, durch die Vollzugskontrolle der durchgeführten Maßnahmen sowie Zielerreichungskontrollen der behandelten Schutzwälder.

## Österreich

Im Bundesland Tirol, welches innerhalb Österreichs bezüglich der Entwicklung von Manage-

ment und Controllingssystemen als führend gilt, sind 2/3 der Wälder als Schutzwälder kategorisiert. Hierbei werden folgende Schutzwaldkategorien ausgewiesen: Standortschutzwald, Objektschutzwald und Bannwald. Objektschutzwirkung und Gefährdungspotenzial werden hierbei gesondert ausgewiesen. Eine Verschneidung beider Erhebungen zeigt den Handlungsbedarf in drei Dringlichkeitsstufen auf. Ein regelmäßig durchgeführtes Controlling ermöglicht, abgeschätzte Entwicklungstendenzen mit empirischen Daten zu hinterlegen. Hierbei gehen Standortparameter, Bestandesparameter und eine Verjüngungsanalyse in unterschiedlicher Wichtung ein.

## Bedarf für spezielles Planungsinstrument

Maßnahmen zur Schutzwaldpflege und Schutzwaldsanierung sind arbeits- und kostenintensiv. Um Maßnahmen zielgerichtet steuern zu können, wurde ein Planungsinstrument entwickelt, das den Bewirtschaftern und Planern Hilfestellung für die Bewertung der Pflegebedürftigkeit von Schutzwäldern geben kann.

Für eine Pilotstudie zur Klassifikation von Wäldern mit Schutzfunktion wurde der „Ettaler Berg“ als Testgebiet ausgewählt, ein 300 ha großes Waldgebiet im Distrikt „Kienbergeck“ des Forstbetriebes Oberammergau [3]. 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.

te, digitale Orthofotos und Luftbilddaufnahmen.

Das Ergebnis ist als Karte für das Testgebiet Ettaler Berg in Abb. 3 dargestellt.

## Verfahrensschritt 2:

### Auswahl der Bewertungstabellen

Ein Flächenbegang zur Bewertung der aktuellen Schutzfunktion und der zeitlichen Entwicklung der Bergwaldbestände bildet das Kernstück des Verfahrens. Es werden ausgewählte Bestandesparameter anhand von Bewertungstabellen angesprochen und ausgehend vom bisherigen Kenntnisstand im Vergleich zu Soll-Waldstrukturen in idealen Schutzwäldern bewertet. Diese standardisierte Vorgehensweise erlaubt einen objektiven Vergleich der Bestände untereinander. Die Bewertungstabellen arbeiten nach einem Schulnotensystem von 1 bis 5 (1 = sehr gute Merkmalsausprägung bzw. optimaler Beitrag des Merkmals zur Gesamtschutzerfüllung; 5 = ungenügende Merkmalsausprägung bzw. ungenügender Beitrag des Merkmals zur Gesamtschutzerfüllung).

Da die Soll-Waldstrukturen standörtlich unterschiedlich sind, müssen diese auch unterschiedlich bewertet werden. Dabei werden für Kalk- und Dolomitstandorte

nach Höhenstufen getrennt zwei Aufnahmebögen zur Verfügung gestellt (montane Stufe unter 1 400 m ü.NN für Carbonat-Bergmischwald; subalpine Stufe über 1 400 m ü.NN für subalpinen Carbonat-Fichtenwald). Auch für mergelig-sandige Flyschstandorte, die für die Schutzwaldsanierung derzeit weniger problematisch sind, liegen getrennt für die montane und subalpine Höhenstufe Aufnahmebögen mit spezifischen Merkmalsbeschreibungen vor. Schließlich gibt es zusätzlich für die montane Stufe Aufnahmebögen für feuchte Böden mit Tannenmischwäldern (Abb. 2).

## Verfahrensschritt 3:

### Bewertung der Pflegedringlichkeit

Für die Beurteilung der Pflegedringlichkeit wird zwischen der aktuellen Schutzerfüllung (Tab. 1) und der zeitlichen Entwicklung unterschieden (Tab. 2). So kann beispielsweise ein Wald aktuell seine Schutzfunktion gut erfüllen, könnte aber mangels ausreichender entwicklungsfähiger Verjüngung, Humusschwund und vergrastem Boden bei Unterlassung erforderlicher Maßnahmen zukünftig ein Problemstandort werden. Ein frühzeitiges Erkennen und Eingreifen dürfte langfristig die ökonomischere Variante sein. ▶

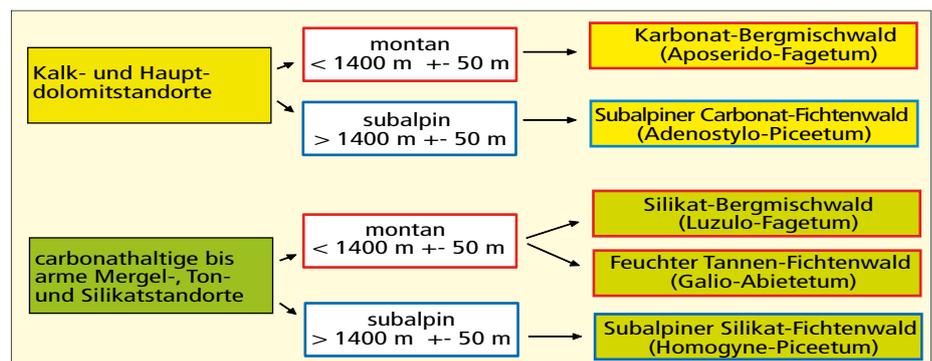


Abb. 3: Schema zur Herleitung der Aufnahmeformulare für den zu bewertenden Standort

**Tab. 1: Einwertungskriterien der aktuellen Schutzerfüllung und deren Wichtigkeit für das Beispiel Carbonat-Bergmischwälder der montanen Stufe**

Merkmal und (Wichtung)	sehr gut: 1	gut: 2	ausreichend: 3	mangelhaft: 4	ungenügend: 5
Beschirmungsgrad (9)	≥0,9	<0,9 - 0,8	<0,8 - 0,7	<0,7 - 0,5	<0,5
Verjüngungsanteil (3)	>60 %	>50 %	>30 %	>10 %	<10 %
Baumartenzusammensetzung (2)	bis 40 % Laubholzanteil + Lärche	bis 50 % Laubholzanteil + Lärche	bis 60 % Laubholzanteil + Lärche	bis 70 % Laubholzanteil + Lärche	über 70 % Laubholzanteil + Lärche
Mischungsform (2)	einzeln	einzeln - trupp/horstweise	trupp-gruppenweise/ einzeln flächig	horstweise flächig	flächig ungemischt
Stufigkeit des Bestandes (2)	mehrschichtig	dreischichtig	zweischichtig	ein-/zweischichtig	einschichtig
Bodenzustand (3)	Böden ohne Aushagerungsmerkmale	Böden mit leichtem Humusschwund	Böden mit schleichendem Humusschwund	Böden mit starkem Humusschwund	Böden mit extremem Humusschwund
Bodenrauigkeit/Mikrorelief (2)	sehr rau	rau	mittelmäßig strukturiert	glatt	sehr glatt
Abschlag für Beschirmungsgrad					
	-0,1		-0,2		-0,2
	> 1 Bestandslücke > 25 m * 5 m		> 2 Bestandslücke > 25 m * 5 m		Baumabstand > 10m

**Tab. 2: Einwertungskriterien der zeitlichen Entwicklung des Bestandes und deren Wichtigkeit für das Beispiel Carbonat-Bergmischwälder der montanen Stufe**

Merkmal und (Wichtung)	sehr gut: 1	gut: 2	ausreichend: 3	mangelhaft: 4	ungenügend: 5
Risikoeinschätzung des Bestandes (Fichte) (1)	< 30 - 40 %, wenn labil oder < 50 %, wenn stabil/mäßig	40 - 50 %, wenn labil oder 50 - 60 % wenn stabil/mäßig	50 - 60 %, wenn labil oder 60 - 70 % wenn stabil/mäßig	60 - 70 %, wenn labil oder 70 - 80 % wenn stabil/mäßig	> 70 %, wenn labil oder > 80 %, wenn stabil/mäßig
Vitalität des Bestandes anhand von Schäden (1)	sehr vital, < 5% geschädigt	vital, <15% geschädigt	mittelmäßig vital, <30% geschädigt	kränkelnd, <50% geschädigt	abgängig, > 50% geschädigt
Baumartenzusammensetzung der VJ (2)	> 25 % Tanne (bis 50 % Fi, bis 40 % Lbh + Lärche)	> 15 % Tanne (bis 60 % Fi, bis 50 % Lbh + Lärche)	> 5 % Tanne, (bis 70 % Fi, bis 60 % Lbh+Lärche)	0 % Tanne (bis 70 % Fi, bis 70 % Lbh+Lärche)	> 70 % Lbh; > 70 % Fichte > 70 % Kie/Lä; >90 % o. VJ
Zerfallsneigung des Bestandes (1)	Bestand nicht anfällig, einzelne Bäume	Bestand nicht anfällig, < 5 % der Bäume	Bestand leicht anfällig, <1 0 % der Bäume	Bestand anfällig, < 15 % der Bäume	Bestand sehr anfällig, > 15 % der Bäume
entwicklungsfähige/ gesicherte Verjüngung (2)	VJ in jeder Bestandeslücke > 15 % Gesamtfläche	VJ mind. jeder 2. Bestandeslücke > 5 % der Gesamtfläche	VJ mind. jeder 2. Bestandeslücke kaum gesicherte VJ	VJ in einigen Bestandeslücken oder gering wüchsig	Keine VJ
Tendenz des Bodens, die nächsten 15 Jahre (2)	Humusaufbau Bestand geschlossen Vergrasung < 15 %	natürl. Humusform vorh. Bestand geschlossen Vergrasung < 25 %	Humusschwund auf Teilfl. Bestand geschlossen Vergrasung < 50 %	großflächig. Humusschw. Wälder verlichtet Vergrasung > 50 %	extremer Humusabbau flächige Störungen
Abschlag für Leistungsziffer (Beurteilt aktuelle Schutzerfüllung und zeitliche Entwicklung)					
	- 1,0	- 0,5	- 0,5	- 0,5	
räuml. Konzentration Altbest.	Lawi-schutzw.: >80% Laubholz	Jungbest.: Überhalt < 0,2 oder s.konzentriert	Jungbest.: <60% m. BHD < 15 cm	Lawi-schutzw.: mit großen Altbuchen	

• Zur Beurteilung der **aktuellen Schutzerfüllung** der Bestände werden sechs (subalpin) bis sieben (montan) Parameter gewertet. Wegen der unterschiedlichen Bedeutung der Bestandseigenschaften für die Schutzerfüllung werden diese individuell gewichtet. Die Wichtungsfaktoren wurden aus Literaturanalysen und Expertenbefragungen abgeleitet. Der hohe Nadelbaumanteil in der Baumartenzusammensetzung ist wichtig für die stärkere Schneeeinterzeption sowie die ausgeprägtere Strukturierung der Schneedecke durch abfallende Schneemassen.

Das Ergebnis ist am Beispiel des Ettaler Berges als Karte Abb. 4 dargestellt.

• Für die Beurteilung der **zukünftigen Entwicklung** der Bestände werden vier (subalpin) bis sechs (montan) Parameter forstfachlich bewertet und gewichtet (Tab. 2).

Das Ergebnis ist am Beispiel des Ettaler Berges als Karte Abb. 5 dargestellt.

• Die Bestände können nun **beurteilt** werden, indem ihre gewichteten Bewertungen addiert und anschließend durch die Summe der Bewertungsfaktoren dividiert werden. Mit dieser mittleren gewichteten Bewertungszahl (Leistungsziffer) können sowohl die aktuellen Schutzer-

füllungsgrade wie auch die zukünftigen Entwicklungstendenzen der Bestände wertend verglichen werden. Durch Mittelung beider Leistungsziffern können beide Beurteilungen kombiniert werden. Dies ist die Maßzahl für die Pflegedringlichkeit. Die Pflegedringlichkeit beschreibt den Zustand des Waldes mit Schutzfunktion aufgrund der Lage zu schützenswerten Objekten, unabhängig von seiner Priorität. Das vorgestellte Bewertungsschema entkoppelt hierdurch die Bewertung des aktuellen und zukünftigen Waldzustands vom Wert des zu schützenden Gutes.

#### Verfahrensschritt 4: Maßnahmendringlichkeit

Um bei begrenzten Ressourcen eine Reihung der Bestände hinsichtlich ihrer Maßnahmendringlichkeit zu entwickeln, muss die Pflegedringlichkeit der Bestände mit der zugeordneten Priorität (Verfahrensschritt 1) kombiniert werden. Dafür wird die Pflegedringlichkeitsziffer des Bestandes auf eine Dezimalstelle gerundet und von der Priorität abgezogen. Die entstandene Reihungsziffer gibt die Dringlichkeit von Maßnahmen an (Abb. 6). Dies bedeutet, dass ein Bestand bei gleicher Leistungsziffer, aber höherer Priorität eine

negativere Reihungsziffer erhält, was die größere Dringlichkeit der Behandlung anzeigt. Auch innerhalb der Dringlichkeitsstufen können Abstufungen vorgenommen werden, wenn die Nachkommastelle mit berücksichtigt wird.

#### Ausblick

Zur Validierung des Klassifikationsmodells wurde die Übertragbarkeit des Verfahrens an Beispielsbeständen im Mangfallgebirge (Kreuth, je ein Süd- bzw. Nordhang) sowie in den Berchtesgadener Alpen (Schneitzelreuth) getestet. Die Übertragbarkeit erwies sich als sehr zufriedenstellend [4]. Unterscheiden sich aber Waldzusammensetzung oder geologische Ausgangssubstrate stärker von den bisher erhobenen Testgebieten, so ist nicht auszuschließen, dass beispielsweise die Grenzen der Einwertungskriterien (Tab. 1 und 2), evtl. auch die Einwertungskriterien selbst verändert werden müssen. Dies könnte bei kieferndominierten Beständen oder fluviatilen Lockersedimenten in steiler Lage der Fall sein, und sollte für diese flächenmäßig weniger bedeutsamen Straten überprüft werden.

Um den Arbeitsaufwand für die Geländebegänge zu minimieren, können viele

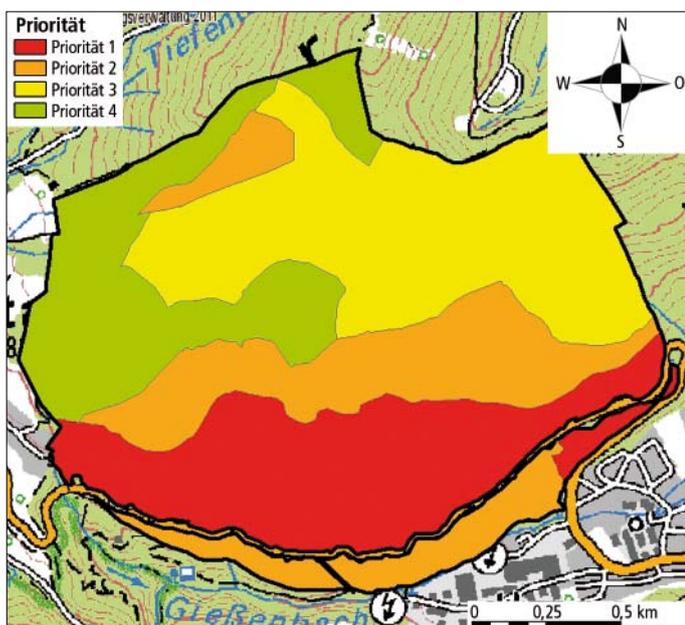


Abb. 3: Verteilung der Prioritäten im Bereich des Ettaler Berges

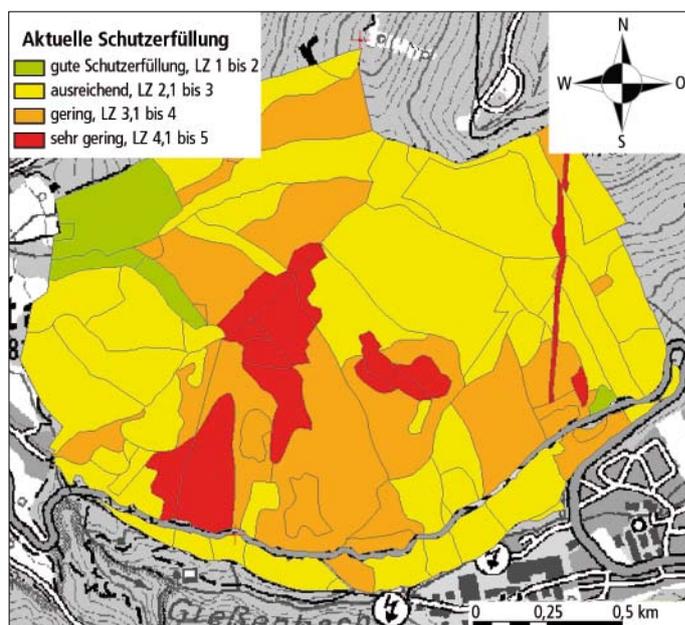


Abb. 4: Aktuelle Schutzerfüllung der Bestände am Beispiel des Ettaler Berges; LZ = Leistungsziffer

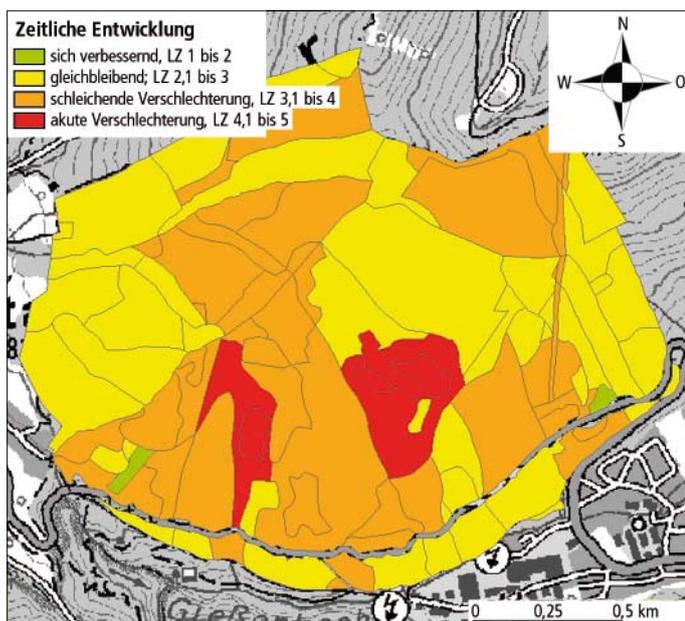


Abb. 5: Zeitliche Entwicklung der Bestände am Beispiel des Ettaler Berges; LZ = Leistungsziffer

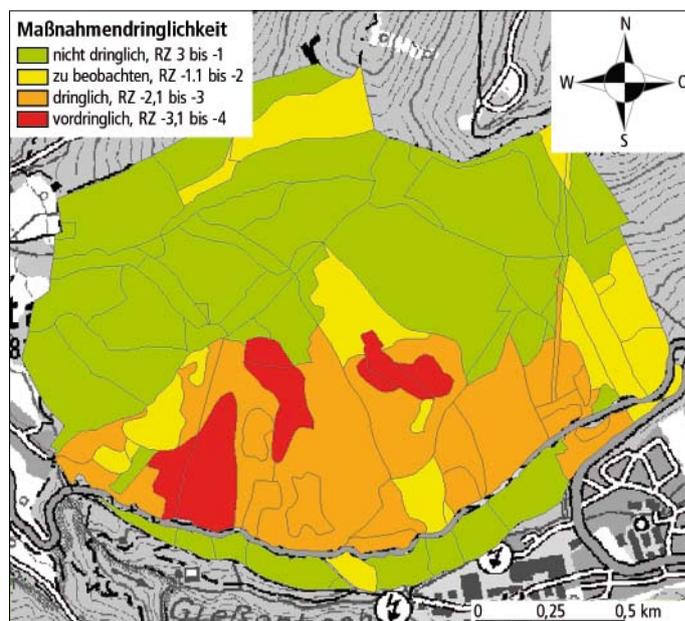


Abb. 6: Bewertung der Bestände am Ettaler Berg nach Maßnahmendringlichkeit; RZ = Reihungsziffer

der notwendigen Strukturdaten mit Laserscanningmethoden erhoben und ausgewertet werden. Terrestrische Begehungen sind dann nur noch auf einem Teil der Fläche notwendig. Dieses kombinierte Verfahren wurde am „Ettaler Berg“ bereits getestet [5].

Die entwickelten Ansätze zur Klassifikation der Wälder mit Schutzfunktion bieten den Einstieg in ein umfassendes System, das einerseits auf Expertenwissen und andererseits auf hoch aufgelöster Geoinformation beruht. Ein GIS-gestütztes System stellt eine praxistaugliche und auch finanzierbare Grundlage für die Dauerbeobachtung von Waldbeständen mit Schutzfunktion dar.

Ein nächster notwendiger Schritt liegt in der Beurteilung der Maßnahmeneffek-

tivität von Schutzwäldern. Die Bewertung der Maßnahmendringlichkeit berücksichtigt nämlich noch nicht, ob bei begrenzten Ressourcen an Kapital und Arbeitskraft eine Maßnahme auch effektiv ist. Beispielsweise kann eine Maßnahme in einem Wald mit Schutzfunktion mit sehr ungünstiger Struktur und Bodenzustand sowie sehr ungünstiger Prognose für die weitere Entwicklung sowie hoher Schutzpriorität trotzdem nicht empfehlenswert sein, wenn das Beharrungsvermögen in diesem schlechten Zustand sehr groß ist (stabiles Pessimum). Ist zum Beispiel fast kein Bodensolum über dem anstehenden Fels vorhanden, wäre der Aufwand über lange Zeit sehr hoch. Das Geld und die Arbeitskraft könnten in einem Bestand mit günstigeren Strukturen besser angelegt sein,

wenn dieser kurz vor einem Absinken in einen sehr ungünstigen Zustand liegt. Mit wenig Aufwand zum richtigen Zeitpunkt kann so bei begrenzten Ressourcen für die Gesamtfläche mehr erreicht werden.

#### Literaturhinweise:

- [1] BEBI, P.; GRET-REGAMEY, A.; RHYNER, J., AMMANN, W. J. (2005): Den Schutzwald nach dem Risikokzept bewirtschaften. Wald und Holz 4/05: 53-56. [2] BRANG, P.; SCHÖNENBERGER, W.; BACHOFEN, H.; ZINGG, A.; WEHRLI, A. (2004): Schutzwalddynamik unter Störungen und Eingriffen: Auf dem Weg zu einer systemischen Sicht. In: Forum für Wissen „Schutzwald und Naturgefahren“, Davos, 28.-29.10. 2004, 55-66. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. [3] BOCKSTAHLER, T. (2006): Ein Verfahren zur Klassifikation von Schutzwäldern auf Hauptdolomitstandorten der Bayerischen Alpen. Diplomarbeit TU München, 142. S. [4] GÖTTLEIN, A.; BAIER, R.; BOCKSTAHLER, T.; MELLERT, K.-H. (2009): Schutzwirkungen zuverlässig beurteilen - Risikobasiertes Klassifikationsmodell für Schutzwaldmanagement. LWF Aktuell 71, 19-21. [5] RÜCKER, G.; MELLERT, K.-H.; GÖTTLEIN, A. (2010): Strukturdiagnose von Schutzwäldern mit Laserscannerdaten. Beitrag zum Tagungsband der LWF-Fachtagung »Der gepixelte Wald« am 25.01.2008 in Freising, Forstliche Forschungsberichte München 209, 9-17.