

## Quantifizierung der durch die Waldschäden beeinflussten Schutzfunktionen

### Modellstudien im bayerischen Alpenraum

Von M. SUDA

#### Einleitung

Rund 60 % des Waldes im bayerischen Alpenraum haben nach den Ergebnissen der Wald funktionsplanung vorrangig Schutzfunktionen zu erfüllen. Der Bergwald schützt hier vor Massenverlagerungen wie Lawinen, Hochwasser, Muren, Steinschlag und Verkarstung. Die seit 1983 in Bayern durchgeführten Waldschadensinventuren zeigen, daß der Bergwald am stärksten von den neuartigen Waldschäden betroffen ist. Sollte eine Situation eintreten, die zu einer weiteren Verschlechterung des Zustandes der Gebirgswälder führt, stellen sich zwei Fragen:

- Mit welchen Auswirkungen auf die Schutzfunktionen muß gerechnet werden und
- wie können diese erfaßt und beurteilt werden?

Im folgenden soll, aufbauend auf einem Regelkreismodell, ein Ansatz vorgestellt werden, mit dem es grundsätzlich möglich scheint, diese Effekte zu quantifizieren. Anschließend werden für die Bereiche Lawinen, Hochwasser und Fremdenverkehr entwickelte Bewertungsansätze und die Ergebnisse der Modellrechnungen vorgestellt.

#### Regelkreismodell zur Erfassung der Problematik Schutzwald-Waldsterben

Bezogen auf die Waldsterbensproblematik im Schutzwald lassen sich im Regelkreis sechs Problemfelder identifizieren (Abb. 1). Definiert man die Regelgröße als das labile Gleichgewicht zwischen dem Potential des Standorts für Massenverlagerungen und den auftretenden Widerständen, die Wald diesen Ereignissen entgegensetzt, so wird dieses Gleichgewicht durch den Einfluß der Waldschäden gestört.

Niemand kann zum jetzigen Zeitpunkt mit Sicherheit vorhersagen, welche Entwicklung die Waldschäden in Zukunft nehmen werden. KROTH (1987) definierte diese Situation treffend als „objektive“ Unsicherheit. Um diese Unsicherheit, die das *Problemfeld I* beschreibt, abzumildern und alternative Zukunftsbilder zu entwerfen, wurden Experten nach ihrer Meinung zur Entwicklung der Schutzwälder im bayerischen Alpenraum befragt. Aus dieser standardisierten Befragung, an der 57 Fachleute aus Wissenschaft und Praxis teilnahmen, wurden drei Schadensverlaufsvarianten, ausgehend vom Basisjahr 1984 bis zum Jahre 2009, für den bayerischen Alpenraum entwickelt. Die Ergebnisse dieser Befragung sind in Abbildung 2 dargestellt.

Nach Meinung der Experten ist ein optimistischer Schadensverlauf gekennzeichnet durch eine Zunahme ungeschädigter Bestandesteile, die aus einer Abnahme der Schadklassen 1 und 2 resultiert. Stark geschädigte und abgestorbene Bestandesteile verharren während des Schätzungszeitraumes auf einem Niveau von ca. 13 %.

Die mittlere Variante weist nur eine leichte Zunahme der ungeschädigten Bestandesteile auf. Die Schadklassen 3 und 4 nehmen um 3 bzw. 6 % zu. Der Anteil beider Schadklassen beträgt im Jahre 2009 ca. 20 %.

se“ zu suchen (ALTWEGG-ARTZ 1987). Für die Problemstellung Schutzwald-Waldsterben erscheinen vor allem drei Bewertungsansätze brauchbar zu sein:

- der Wiederherstellungskosten-Ansatz,
- die Differenzwert-Methode und
- der Ersatzkosten-Ansatz.

Wie später noch zu zeigen sein wird, hängt die Höhe der Schäden durch Massenverlagerungen wie auch die Intensität der zu treffenden Maßnahmen in hohem Maße von der Entwicklung der Folgevegetation bei Fortschreiten des Waldsterbens ab. Die Ergebnisse des am Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München durchgeführten Bergmischwald-Versuches zeigen, daß die Gebirgsforste ständig verjüngungsbereit sind und sich alle Baumarten in der Verjüngung wiederfinden (BURSCHEL et al. 1985). Bedingt durch eine Reihe von Einflußfaktoren, wird diese Ausgangssituation jedoch empfindlich gestört, die Verjüngung

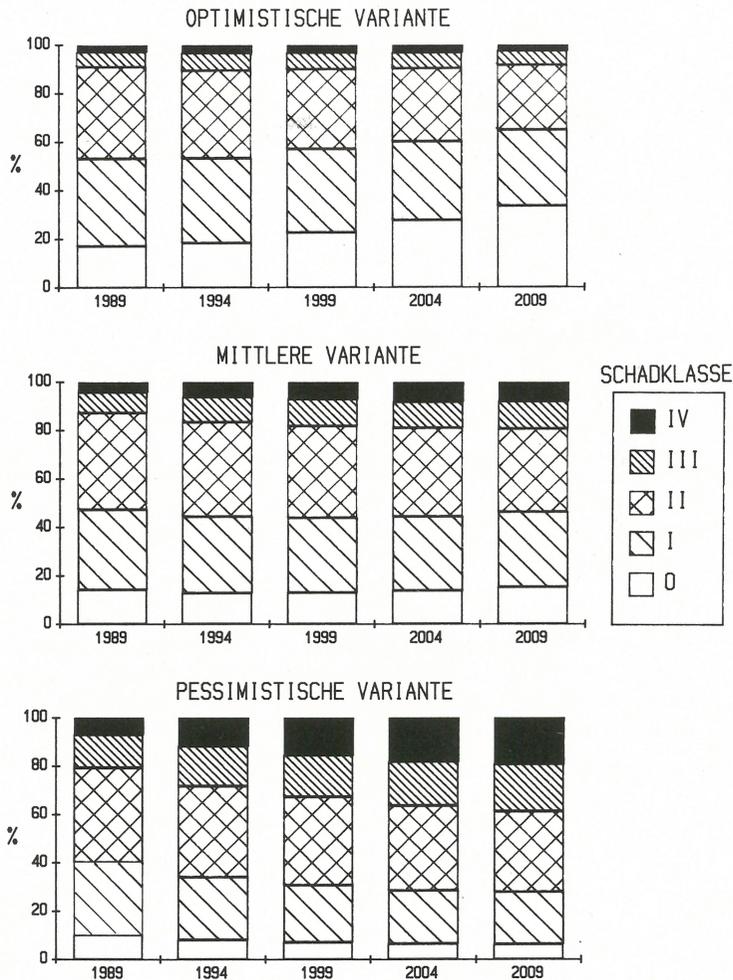


Abb. 2. Schadensverlaufsvarianten für den bayerischen Alpenraum  
 Fig. 2. Damage-pattern variants for the Bavarian Alpine Region

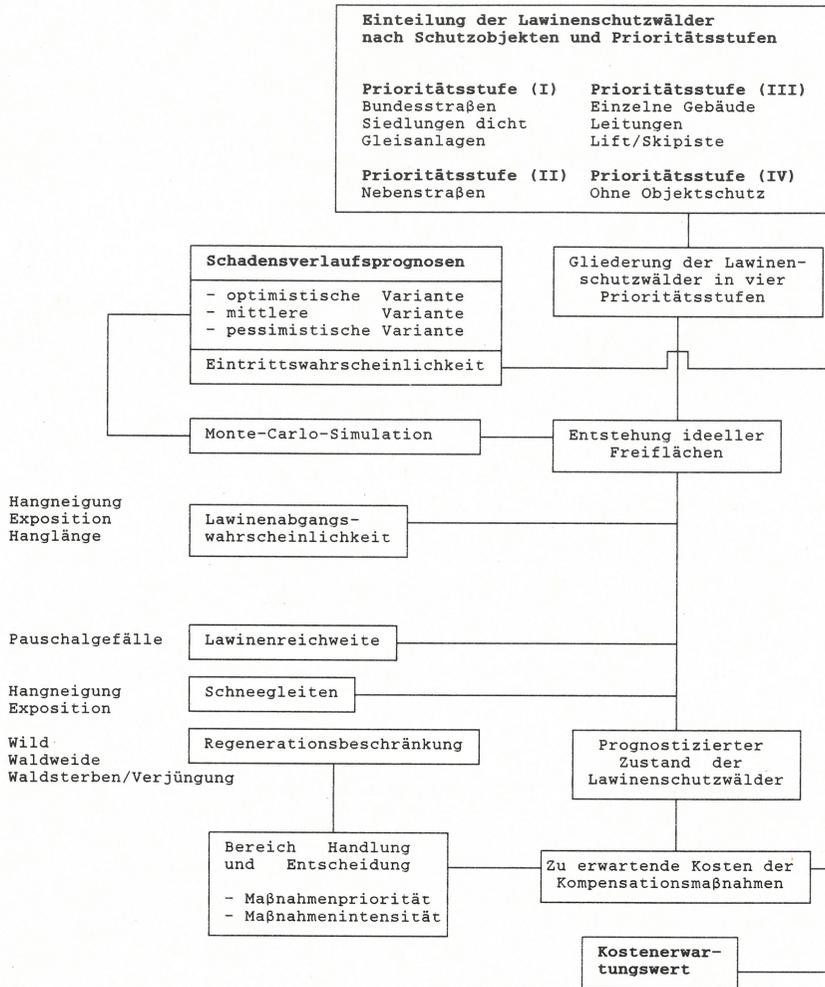


Abb. 3. Bewertungskonzept zur Abschätzung der Auswirkungen des Waldsterbens auf die Lawinengefährdung

Fig. 3. Concept for appraising the effects of the forest decline on endangerment by avalanches

gebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Berechnungen ergaben, daß mit zunehmender Schädigung der Lawenschutzwälder die zu erwartenden Kosten stark ansteigen. Jeweils ca. 50 % der hier vorgetragenen Kosten fallen für den Schutz von Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen an. Hohe Regenerationsbeschränkungen in der Verjüngung, dies entspricht weitgehend der Situation im Alpenraum, führt bei jeder Variante zu einem Anstieg der Kosten um das Zweieinhalbfache im Vergleich zu geringen Regenerationsbeschränkungen. Für die pessimistische Variante wurden Kosten in Höhe von 460 Mio. DM bzw. 190 Mio. DM kalkuliert. Eine totale Entwaldung im Landkreis Traunstein würde etwa zu einer Verdoppelung dieser Kosten führen. Sollte es nicht gelingen, die Bestände innerhalb der Lebensdauer der Verbauungen zu sanieren, würden die berechneten Kosten für die Varianten hohe Regenerationsbeschränkung ein weiteres Mal anfallen.

schaft angewandt, um in Einzugsgebieten, in denen keine Niederschlag-Abfluß-Messungen vorliegen, die Dimensionierung von Verbauungsmaßnahmen bestimmen zu können. Eine Einheitsganglinie ist eine charakteristische Abflußganglinie eines Einzugsgebietes nach einem gleichmäßig verteilten, konstanten effektiven Niederschlag von 1 mm Höhe und einer bestimmten Dauer.

Zur Herleitung des abflußwirksamen Anteils des Niederschlags wurde das in den USA entwickelte SCS-Verfahren angewendet. Dieses Verfahren des U.S. Soil Conservation Service wurde in den USA für kleine Einzugsgebiete entwickelt und hat dort, wie auch in der übrigen Welt, große Verbreitung gefunden. Mit Hilfe einer Gebietskenngröße, auch CN-Wert genannt, und einem gegebenen Niederschlag kann der Anteil des abflußwirksamen Niederschlags berechnet werden. Die Gebietskenngröße ist von der Bodenart, der Bodennutzung, vom Vorregen und der Jahreszeit abhängig. Da für einzelne Bodennutzungsarten keine Angaben über CN-Werte vorlagen, wurden die Ergebnisse von Starkregensimulationen (DVWK 1985; CZELL 1972; DANZ et al. 1983; BUNZA et al. 1976) herangezogen, die größtenteils mit einer transportablen Berechnungsanlage nach KARL und TOLDRIAN (1973) durchgeführt wurden. Mit Hilfe der vorliegenden Ergebnisse konnten dann Schätzwerte für CN-Werte abgeleitet werden.

Mit Hilfe dieses Konzeptes war es möglich, die Änderungen der Waldbestockung im Einzugsgebiet durch die Waldschäden und das Auftreten der Regenerationsbeschränkungs-faktoren zu simulieren und die Auswirkungen auf die Abflußspitzen herzuleiten.

Die Berechnungen ergaben, daß die größte prozentuale Erhöhung des Abflußmaximums im Untersuchungsraum bei einjährigen Niederschlagsereignissen zu erwarten ist. Das Abflußmaximum steigt bei der optimistischen um 27 %, bei der mittleren um 35 % und bei der pessimistischen Variante um 46 %. Ein Totalausfall aller Bestände über 60 Jahre würde zu einer Erhöhung um 62 % gegenüber dem Status quo führen. Bei einem 100jährigen Ereignis, das ist z. B. ein Niederschlag von 142 mm in drei Stunden im Untersuchungsraum, steigt das Abflußmaximum, prozentual gesehen, geringer an. So wurde für die optimistische Variante eine Steigerung um 10 %, bei der mittleren um 12 %, bei der pessimistischen um 16 % und bei Totalausfall der Bestände über 60 Jahre um 21 % berechnet. Mit der Zunahme des Niederschlags nimmt somit die prozentuale Steigerung der Abflußspitze ab. Absolut gesehen nehmen die Abflußwerte jedoch zu.

Auf den ersten Blick erscheinen diese Werte nicht dramatisch. Die Auswirkungen sollen deshalb anhand von zwei Beispielen in Abbildung 5 dargestellt werden. Schutzmaßnahmen im Bereich der Wasserwirtschaft werden so dimensioniert, daß Ereignisse mit einer bestimmten Wiederkehrhäufigkeit keinen Schaden anrichten. Das hydrologische Risiko beschreibt, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, daß während der Lebensdauer der Verbauung ein größeres Ereignis eintritt, also Schäden auftreten.

Im Beispiel 1 wurde angenommen, daß die Verbauung auf ein 70jähriges Ereignis ausgerichtet ist. Tritt nun, wie hier dargestellt, die pessimistische Variante ein, so entspricht die Dimensionierung nur noch einem 45jährigen Ereignis. Gleichzeitig erhöht sich das hydrologische Risiko bei einer unterstellten Lebensdauer von 40 Jahren von 44 auf 60 %.

Im Beispiel 2 wird der umgekehrte Weg beschritten. Geht man von einem Totalausfall der Bestände über 60 Jahre aus und legt die Dimensionierung auf ein 50jähriges Ereignis fest, so entspricht diese im Vergleich zum Status quo einer Dimensionierung auf ein 90jähriges Ereignis.

Aus diesen Zahlen werden die Auswirkungen der Schadensverlaufsvarianten deutlich.

Der Einfluß der Regenerationsbeschränkungs-faktoren auf die Verjüngung ist sehr bedeutend. So führt hohe Regenerationsbeschränkung bei der mittleren Waldsterbensvariante zu einer ähnlichen Abflußspitze wie die pessimistische Waldsterbensvariante bei geringer Regenerationsbeschränkung.

Eine von uns abgeleitete Schadenserwartungsfunktion erfaßt schließlich den Zusammenhang zwischen auftretenden Abflußspitzen und den resultierenden Schäden. Da infolge des Waldsterbens bestimmte Abflußspitzen häufiger erreicht werden, somit die Funktion einen

stein

äche

9

4

1

8

1

4

4

0

kulation  
er Inter-  
, die Bo-  
Erhö-  
nlaufzeit  
tellt den

e östlich  
ir durch-  
netern in

ell ange-  
sserwirt-

UNG  
LÖSSE

SCHADENS-  
ERWARTUNG

HHQ

MERLING und KAUPA zeigen, reagieren Erholungssuchende auf Katastrophen empfindlich, indem sie nach Katastrophen das hiervon betroffene Gebiet meiden. Da bei einer drastischen Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Bergwälder Katastrophen nicht mehr ausgeschlossen werden können, soll dieser Aspekt hier kurz ausgeführt werden.

Die Grundlage für unseren Bewertungsvorschlag bildet das von NOHL und RICHTER (1984) vorgestellte Konzept zur monetären Erfassung des Walderholungsnutzens. Dieser besteht aus den Komponenten Nah- und Urlaubserholungsnutzen, Optionsnutzen und der Wertschöpfung im Fremdenverkehr. Die Herleitung im einzelnen ist in Abbildung 6 dargestellt. Es wurde von uns eine fiktive Fremdenverkehrsgemeinde definiert, die gewisse Ähnlichkeiten mit Reit im Winkl aufweist. Soweit als möglich, wurden vorhandene Daten aus dieser Gemeinde übernommen. Der Walderholungsnutzen beträgt 63,7 Mio. DM. 84 % entfielen hierbei auf die Bruttowertschöpfung im Fremdenverkehr.

Es wurde dann für unsere Schadensverlaufsvariante angenommen, daß mit zunehmender Schädigung Katastrophen eintreten. Bei der optimistischen Variante eine Katastrophe gegen Ende des Untersuchungszeitraumes, bei der mittleren ein weiteres Schadensereignis zwischen den Jahren 2000 und 2003 und bei der pessimistischen Variante ein dritter Schadensfall im Zeitraum zwischen 1995 und 1998. In Anlehnung an KEMMERLING und KAUPA (1979) wurde angenommen, daß im Katastrophenjahr die Besucherzahl um 50 %, in den darauffolgenden drei Jahren um 25, 20 und 10 % reduziert ist. – Der aufgrund dieser Besucherrückgänge entstehende Schaden liegt für das optimistische Szenario bei 115 Mio. DM, beim mittleren bei ca. 225 Mio. DM und bei der pessimistischen Variante bei ca. 330 Mio. DM für die Gemeinde.

Geht man von der Annahme aus, daß aufgrund von Veränderungen des Landschaftsbildes, bedingt durch das Waldsterben, eine Veränderung des Besucherverhaltens eintritt und die mitt-

BEWERTUNGSKONZEPT (NOHL und RICHTER 1986)	
<b>1) Erholungsnutzen der Einwohner</b>	
Einwohnerzahl x Durchschnittliche Waldbesuche/pro Jahr x Nutzerstunden x Zeitwert	= Nutzwert
3449 x 19,6 x 2 x 5.12 DM	= 0.7 Mio DM
<b>2) Erholungsnutzen Urlauber und Tagesausflügler</b>	
(Waldbesuche Urlauber + Waldbesuche Tagesausflügler) x Nutzerstunden x Zeitwert	= Nutzwert
( 390000 + 70000 ) x 4 x 5.12DM	= 9.4 Mio DM
<b>3) Optionnutzen</b>	
Zahlungsbereite Bevölkerung x Abgabe für Walderhaltung	= Optionsnutzen
2140 (62%) x 7.50	= 0.016 Mio DM
<b>4) Wertschöpfung aus dem Fremdenverkehr</b>	
(Übernachtungen x Tagesausgaben + Tagesurlauber x Tagesausgaben) x Multiplikator	= Wertschöpfung
( 390000 x 80.27 + 70000 x 33.60 ) x 1.5	= 53.55 Mio DM
<b>WALDERHOLUNGSNUTZEN</b>	<b>= 63.7 Mio DM</b>

Abb. 6. Berechnung des Walderholungsnutzens

Fig. 6. Assessment of the forest recreation benefits

- KEMMERLING, W.; KAUPA, H., 1979: Kosten-Nutzen-Untersuchung im Schutzwasserbau und in der Lawinenverbauung. Wien.
- KROTH, W., 1987: Die Szenario-Varianten. Vortragsmanuskript des gleichnamigen Vortrages zur forstlichen Hochschulwoche in München vom 28.-30. 10. 1987.
- LAATSCH, W., 1977: Die Entstehung von Lawinenbahnen im Hochlagenwald. Forstw. Cbl. 96, 89-93.
- NÖHL, W., RICHTER, U., 1984: Monetäre Folgen des Waldsterbens für Freizeit und Erholung. Landschaft und Stadt 18, 4, 163-173.
- RINK, E. C., 1979: Vorhersage der Wahrscheinlichkeit von Lawinenabgängen mit Hilfe der Diskriminanzanalyse. Wildbach- und Lawinenverbau 43, 2.
- ZENKE, B., 1985: Der Einfluß abnehmender Bestandesvitalität auf die Reichweite von Lawinen. Forstw. Cbl. 104, 137-145.

*Anschrift des Verfassers:* Dipl.-Forstw. Dr. MICHAEL SUDA, Lehrstuhl für Forstpolitik und Forstgeschichte, Schellingstr. 12, D-8000 München 40.