

Einfluß und volkswirtschaftliche Bewertung von Verbißschäden auf wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen im Bayerischen Alpenraum

Von *Michael Suda* und *Thomas Schauer*

Aus Sicht der Wasserwirtschaft hätten die Alpen am Ende der Eiszeit eine unüberschaubare Sanierungsfläche dargestellt. Der Abtrag als natürlicher Vorgang mit gewaltigem zerstörerischem Potential wirkte der Wiederbewaldung und somit der Stabilisierung in weiten Bereichen entgegen. In einem Zeitraum, der mehrere Jahrtausende umfaßte gelang es dem Wald einen leistungsfähigen Schutzmantel gegen die Erosion zu errichten. Durch die Eingriffe des Menschen in die Wälder wurde dieser Schutzmantel jedoch durchlöchert. Folgen für die zunehmend besiedelten Talräume blieben nicht aus.

Die Wälder des Bayerischen Alpenraumes sind heute in ihrer Funktionsfähigkeit von mehreren Seiten bedroht. In jüngster Zeit etwa durch ausgedehnte Massenvermehrungen von Borkenkäfern, seit mehr als einem Jahrzehnt durch gravierende neuartige Waldschäden, seit mehr als einem Jahrhundert durch überhöhte Schalenwildbestände und seit mehr als einem Jahrtausend durch Rodung und intensive Nutzung durch den Menschen.

Ziel der Wasserwirtschaft ist es, mit gezielten Maßnahmen die Lebensqualität im Alpenraum zu erhalten oder diese gegebenenfalls zu verbessern. Eine wichtige Aufgabe ist daher die Kulturlandschaft und lebenswichtige Einrichtungen vor Hochwasser, Muren, Lawinen und Steinschlag zu sichern, um die Voraussetzung für den Erhalt und die weitere Entwicklung des Bayerischen Alpenraumes zu gewähr-

leisten und für eine Verbesserung seiner Struktur und Wirtschaftskraft zu sorgen. Die Thematisierung dieses Problembereichs in den 80-er Jahren hat zum sogenannten Schutzwaldsanierungsprogramm geführt, in dem sich die Wasserwirtschaftsverwaltung zusammen mit der Forstverwaltung dieser Herausforderung stellt.

Wasserwirtschaftliche Sanierungsflächen liegen in Gebieten, in denen die erosiven Kräfte in den vergangenen Jahrzehnten extreme Wirkung gezeigt haben und zeigen. Sie liegen in Lawenstrichen, die Straßen oder Siedlungen gefährden oder im Bereich von Rutschungen, Anbrüchen und Grabenerosionen. Der Ausgangspunkt für die Sanierung sind meist schwierige Situationen, die an eine Wiederbestockung hohe, aber durchaus lösbare Anforderungen stellen. Theoretisch denkbar, jedoch nicht praktikabel wäre eine ausschließlich technische Verbauung, die enorme Geldmittel in Anspruch nehmen würde und auch aufgrund der begrenzten Lebensdauer der Bauwerke, keinen langfristigen und nachhaltigen Schutz der Flächen und der Talräume gewährleisten könnte. Aus diesem Grund werden häufig kombinierte Verfahren aus biologischen und technischen Maßnahmen mit dem Ziel angewandt, im Gefolge der technischen Stabilisierung eine Wiederbestockung der Sanierungsflächen zu bewerkstelligen. Dieses Ziel kann in der gegenwärtigen Situation weitgehend nicht erreicht werden, da das Auf-

wachsen der Bestockung durch den Verbiß be- und verhindert wird oder infolge der Verbißbelastung instabile Bestockungen entstehen. Die investierten Geldmittel werden "verzehrt", das Ziel nicht oder nur in geringem Umfang erreicht.

Dieser Beitrag soll aufzeigen, welche Auswirkungen der Verbißbelastung sich auf den wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen feststellen lassen und mit welchen volkswirtschaftlichen Kosten diese Schäden verbunden sind.

1. Einleitung

Bereits heute sind eine Reihe von Waldbeständen im Alpenraum nicht mehr in der Lage, die Anforderungen, die eine hochmobile Industrie- und Freizeitgesellschaft an sie stellt, zu erfüllen. Trotz vieler Untersuchungen über Schalenwildbelastungen im Bayerischen Alpenraum (MEISTER, 1967, SCHREYER und RAUSCH, 1978, LÖW 1975, LÖW und METTIN, 1977, BURSCHEL et al, 1985,1990, BERNHART und KNOTT, 1986, EIBERLE und NIGG, 1983, HOHENADEL, 1981, LISS, 1987, SCHAUER, 1972, 1973, 1982) ist es bis heute nur örtlich gelungen, auf die dabei gewonnenen Erkenntnisse zu reagieren und eine "Reduzierung waldverwüstender Wildbestände" (BUNZA, 1992) einzuleiten. Seit Beginn der Hofjagd, die den Grundstein einer Überhege der Schalenwildbestände im Alpenraum gelegt hat, sind die natürlichen Regenerationsprozesse im Bergwald nachhaltig gestört (SUDA, 1990). Eine Lösung dieses Problems ist nicht in Sicht. Es findet sich zwar eine Kontinuität des Wollens, doch kein konsequentes Handeln.

Bisher wenig untersucht sind die durch den Wildverbiß im Bergwald entstehenden volkswirtschaftlichen Schäden. Die Bewertung dieser Schäden kann zwar nicht unmittelbar zur Lösung des Problems beitragen, sie bildet jedoch einen, wenn auch unvollständigen Indikator, einer weiteren Dimension des Problems. Im Rahmen einer Studie, die im Auftrag der Obersten Baubehörde erstellt wurde, konnten am Beispiel wasserwirtschaftlicher Sanierungsflächen im Bayerischen Alpenraum die physischen Auswirkungen des Schalenwildverbisses auf die Schutzwälder analysiert und die monetären Verluste, die der Volkswirtschaft entstehen, kalkuliert werden.

Die klassischen Verfahren der Wildschadenschätzung unter Heranziehung des Holzzuwachses sind aufgrund der differierenden Zielsetzung (hier geht es nicht um Holznutzung, sondern um den Schutz von Siedlungen und Infrastruktur) auf den Sanierungsflächen unbrauchbar. Im Mittelpunkt steht hier die vom Wald erwartete Fähigkeit, den Hang und den Talraum vor Rutschungen, Muren und Lawinen zu sichern. Für diese Wirkungen der Waldbestände exi-

stiert kein Marktpreis. Für eine Bewertung der Wildschäden, ist es deshalb erforderlich, mit Hilfe von Schattenpreisen eine Schätzung des Schadens vorzunehmen.

Der Ausgangspunkt für die langfristige Sanierung wasserwirtschaftlicher Problemflächen, mit dem Ziel einer Verringerung der Erosion, sind zumeist Rohböden, welche an die natürliche Wiederbesiedlung hohe aber - wie die Geschichte zeigt - durchaus lösbare Anforderungen stellen. In der Initialphase der Sanierung werden teilweise permanente, aber auch temporäre technische Sicherungsmaßnahmen durchgeführt, um den natürlichen Prozeß der Wiederbewaldung zu unterstützen. Ziel der langjährigen Bemühungen ist die Wiederbestockung der Fläche mit standorttauglichen Gehölzarten, welche die Funktion der Bauwerke übernehmen. Diese Bestände sollten aus mehreren Baumarten bestehen, eine ausreichende Baumzahl und einen hohen Anteil an langlebigen Baumarten aufweisen. Diesem Weg eines fließenden Übergangs steht der Wildverbiß entgegen. Im ersten Abschnitt werden die Ergebnisse der zahlreichen Untersuchungen über den Wildverbiß im Gebirge zusammengefaßt. Aufgrund der Verbißbelastung auf den Sanierungsflächen können während der Standzeit oder Lebensdauer der Bauwerke keine Bestockungen aufwachsen, welche einen ausreichenden Schutz gewährleisten. Im zweiten Abschnitt haben wir versucht einen Weg aufzuzeigen, der es ermöglicht, die Folgen dieser Belastung aufzuzeigen und die Konsequenzen in Geldeinheiten zu bewerten. Da dieser Schaden aus öffentlichen Kassen bezahlt wird und die Gelder an anderer Stelle nicht zur Verfügung stehen, sollten wir uns die Frage stellen, ob wir auch weiterhin bereit sind, diese Kosten, die durch eine falsch verstandene Jagdpolitik entstehen, zu tragen.

2. Wirkungen des Verbisses

Wird eine Gehölzpflanze sehr stark oder mehrere Jahre verbissen, so besteht die Gefahr, daß diese abstirbt. Dieser Vorgang wird als Totverbiß bezeichnet. Ein schwieriges Problem in diesem Zusammenhang ist, daß abgestorbene Pflanzen nur kurze Zeiträume analysiert werden können. Dies führt in der Regel da-

zu, daß der Torverbiß und somit der Wildeinfluß bei einmaligen Analysen durchweg unterschätzt wird.

GAMPE(1988) gelangte bei einer Analyse von Schutzwaldsanierungsflächen des Bayerischen Alpenraumes zu der Erkenntnis, daß der Verbiß einen entscheidenden Einfluß auf die Überlebensraten von Pflanzen ausübt. Die Untersuchungen von SCHREYER und RAUSCH zeigten bereits im Jahre 1978, durch einen Vergleich von Flächen mit und ohne Zaun, daß die Pflanzendichte im Zaun erheblich über derjenigen außerhalb des Zaunes lag. Der Verbiß führt somit zu einer deutlichen Reduktion der Pflanzenzahlen.

Beim Gipfeltriebverbiß wird der Leit- oder Gipfeltrieb einer Pflanze einfach oder mehrmals verbissen. Je nach Baumart wird dieser Schaden durch Aufstellen eines Seitentriebes, der die Leittriebfunktion übernimmt oder durch einen Ersatztrieb ausgeglichen. Teilweise vertrocknet die Pflanze vom oberen Ende her und treibt dann in geringerer Höhe wieder aus. Dies kann z.B. beim geflanzten Ahorn beobachtet werden, der bereits bei einmaligem Verbiß eintrocknet und einen Zuwachsverlust von mehreren Jahren aufweist oder abstirbt.

Bei der okularen Ansprache des Gipfeltriebverbisses kommt es regelmäßig zu einer Unterschätzung der Gesamtverbißbelastung, da durch das Einwachsen von Verbißspuren eine gesicherte Ansprache länger zurückliegender Schäden nicht mehr möglich ist. EIBERLE (1985) hat durch außerordentlich aufwendige Untersuchungen an Einzelpflanzen festgestellt, daß durch die Okularschätzung im Durchschnitt lediglich 70% des Gipfeltriebverbisses beim Ahorn erfaßt werden können. Eine von GAMPE (1988) durchgeführte Schaftachsenanalyse an der Fichte gelangte zu dem Ergebnis, daß durch Feldansprache lediglich 75% der Gipfeltriebverbißschäden erfaßt werden.

Durch Gipfeltriebverbiß mit entsprechender Ersatztriebbildung wird grundsätzlich die jeweils erreichte Höhe der Pflanze reduziert. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang das Ergebnis von GAMPE (1988), daß vor allem vitale Pflanzen am Gipfeltrieb verbissen werden. Dies hat zur Folge, daß in der Regel

gerade solche Pflanzen unter Verbiß leiden, die im Vorjahr nicht verbissen wurden. Der Leittriebverbiß führt zu einer Schwächung der Pflanze, in den Folgejahren wird dies durch eine Reduktion der Höhenzuwächse deutlich. Beides bewirkt, daß die verbissenen Pflanzen längere Zeiträume unterhalb der Verbißgrenze verbleiben. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Pflanzen ein weiteres mal verbissen werden steigt. Es steigt jedoch auch die Wahrscheinlichkeit, daß die Pflanze verbißbedingt ausfällt.

Mit dem Begriff Seitentriebverbiß werden Verbißspuren an Seitentrieben bezeichnet. Geringer Verbiß der Seitentriebe ist im allgemeinen tolerierbar. In der Regel sind jedoch Gipfel- und Seitentriebverbiß streng miteinander korreliert, so daß der Seitentriebverbiß zusätzlich zum Gipfeltriebverbiß zu einer weiteren Schwächung der Pflanze führt.

Die Pflanze wird durch den Gipfeltriebverbiß physiologisch geschwächt. Infolge von Verbiß und Schwächung der Pflanze liegt somit auch der Zuwachs von verbissenen Pflanzen unter demjenigen unverbissener. Dies konnte GAMPE (1988) bei seinen Analysen eindeutig nachweisen. Er stellte fest, daß der Zuwachs bei den Mischbaumarten nach Gipfeltriebverbiß auf 50% reduziert wird. Auch die Ergebnisse von STRAKA (1989) sowie die von BERNHART (1990) zeigen deutlich diesen Effekt. Verbissene Pflanzen weisen demnach eine geringere Durchschnittshöhe als gleichaltrige unverbissene auf.

Verbissene Pflanzen sind aufgrund der physiologischen Schwächung gegenüber anderen Schäden (Insekten, Pilzbefall) anfälliger, auch die Konkurrenzkraft gegenüber der Gras- und Krautvegetation nimmt ab. Auch dies sind Gründe für die Zuwachsdpression verbissener Pflanzen.

Die Gehölzpflanzen des Bergwaldes werden unterschiedlich stark vom Schalenwild verbissen. Betrachtet man die „Hauptbaumarten“, zeigt sich, daß die Fichte und Erle die geringste, Buche mittlere, Esche, Ahorn, Vogelbeere, Weide und Tanne hohe Verbißraten aufweisen. Dieses Bild ergibt sich durchgehend aus allen Untersuchungen über Verbißbelastungen in Bergwäldern.

Sowohl die verminderten Überlebensraten infolge des Verbisses, als auch die Höhenzuwachsverluste der Gehölzpflanzen führen zu Entmischungseffekten. Es setzen sich im Laufe der Bestandesentwicklung lediglich die Baumarten durch, die aufgrund geringer Verbißbelastung sowohl geringe Ausfälle, als auch im wesentlichen normales Höhenwachstum aufweisen. Dagegen können die Baumarten, die bevorzugt verbissen werden, infolge hoher Ausfälle und/oder verminderter Höhenwachstum nicht mithalten. Dies bedeutet, daß die Konkurrenzverhältnisse der Baumarten durch den Verbiß entscheidend beeinflußt werden, die unverbissenen Pflanzen gewinnen die Oberhand und verdrängen die verbissenen Pflanzen aus dem Bestand. Vor allem die Ergebnisse der Untersuchungen von SCHREYER und RAUSCH (1978) in der Bergregion des Landkreises Miesbach zeigen, daß bei fehlender Zäunung unter Verbißbelastung vor allem Bestände aus reiner Fichte entstehen. Hinter Zaun hingegen entstehen zumeist kleinflächig gemischte Verjüngungen aus mehreren Baumarten.

Beobachtungen und Vergleiche von gezäunten und ungezäunten Flächen gelangen ebenfalls zu dem klaren Ergebnis, daß außerhalb von Zäunen immer deutlich geringere Pflanzenzahlen vorhanden sind als innerhalb von Zäunen (BURSCHEL, et al 1990, STRAKA, 1989, u.a.m).

Dies ist vor allem auf die höhere Absterberate verbissener Pflanzen zurückzuführen.

Faßt man diese zwei zuletztgenannten Aspekte zusammen, so zeigt sich, daß unter dem Einfluß des Verbisses durchweg wenig gemischte Verjüngungen geringerer Dichte entstehen. Dies hat in der Folge Auswirkungen auf die Stabilität und die Diversität der heranwachsenden Bestände und damit auf ihre Schutzfähigkeit.

3. Folgen des Verbisses

Eine entscheidende wasserwirtschaftliche Größe stellt der Oberflächenabfluß dar. Er ist verantwortlich für die Kürze der Anlaufzeit wie auch für die Höhe von Hochwasserwellen. Zieht man zur Beurteilung dieses

Aspektes die Beregnungsversuche des Landesamtes für Wasserwirtschaft heran, so können folgende Schlüsse gezogen werden (KARL, TOLDRIAN, 1973, DVWK, 1985, DANZ et al 1983, BUNZA, KARL, MANGELSDORF, 1976): Auf Rohböden, oder Flächen ohne nennenswerten Bewuchs, fließt ein großer Teil des Niederschlags oberflächlich ab. Im Laufe der Wiederbesiedlung des Standortes mit Pflanzen nimmt dieser Effekt deutlich ab. In geschlossenen Verjüngungen sinkt er weiter und geht schließlich mit fortschreitendem Bestandesalter gegen Null. Durch eine entsprechende verbißbedingte Verringerung der Bestandesdichte verzögert sich dieser positive Effekt. Dies hat auch unmittelbare Auswirkungen auf das Erosionsgeschehen. Oberflächenabflüsse entfalten erosive Kräfte. Je größer sie sind, desto höher ist die Bodenerosion. Die Erosion wirkt also zusätzlich behindernd und desto schwieriger ist eine Wiederbesiedlung des Standorts. Der Verbiß führt somit zu einer deutlichen Verlängerung von Bestandesphasen mit hoher Erosionsanfälligkeit.

Dichte Verjüngungen verringern Schneebewegungen. IN DER GAND konnte bereits 1968 an Lärchenpflanzungen nachweisen, daß gegenüber der Freifächensituation das Schneegleiten bei 2500 Pflanzen/ha um 50 Prozent, bei 10000 Pflanzen um 75 Prozent und bei 40000 Pflanzen um 90 Prozent zurückging.

Der Verbiß wirkt sich im Zusammenhang mit Schneebewegungen zweifach kritisch aus. Durch die verringerte Pflanzendichte besteht zum einen gegenüber Schneebewegungsprozessen ein geringerer Widerstand. Auftretende Schneebewegungen können zum anderen wiederum schädigend wirken. Untersuchungen des LANDESAMTES FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1990) haben gezeigt, daß vor allem die Fichte gegenüber Schneebewegungen große Empfindlichkeit aufweist. Dies ist insbesondere auf deren Holzeigenschaften und Anatomie des Wurzelsystems zurückzuführen (ZENKE, 1985). Der Verbiß in Verjüngungen führt somit zu Beständen, die Schneebewegungsprozessen geringere Widerstände entgegensetzen und dadurch selbst wieder von diesen stärker betroffen werden. Besonders problematisch ist, daß die

durch den geringeren Verbiß oft dominierende Fichte durch Schneebewegungen bevorzugt entwurzelt wird und somit verstärkt im Anschluß an die Entwurzelung der Erosion Ansatzpunkte bietet.

Wenig gemischte Bestände, die infolge des Verbisses entstehen, weisen aufgrund eines Verlustes an Arten- und Strukturdiversität auch geringere Stabilität gegenüber anderen Schadfaktoren auf. Dieser Verlust an Pufferkapazität besteht während des gesamten Bestandeslebens. Reinbestände, zumeist aus Fichte sind anfälliger gegenüber Schadinsekten und Pilzinfektionen, gegen Schneebruch oder Sturmereignisse, die zum flächigen Zusammenbruch von Beständen führen können, in dessen Gefolge sich wiederum vermehrt Oberflächenabfluß, Erosionen und Schneebewegungen einstellen können.

Aus dem Verbiß resultiert somit eine deutliche Verminderung der Schutzfähigkeit von Waldbeständen gegenüber Massenverlagerungen.

Die Schutzfunktion eines Bestandes ergibt sich aus dem Zusammenspiel zwischen der Schutzfähigkeit des Bestandes und der Beziehung zu einem schutzwürdigen Objekt. Dies kann beispielsweise der Bestand selbst, jedoch auch eine Siedlung, eine Straße oder eine nachgelagerte landwirtschaftliche Fläche sein.

Aus der verbißbedingten Verringerung der Schutzfähigkeit resultiert ein erhöhtes Risiko für die Sanierungsflächen, wie auch für nachgelagerte Flächen. Es steigt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Lawinen, für Hochwasserereignisse, für Rutschungen und dgl.. Es kann jedoch auch die Intensität derartiger Ereignisse verstärkt werden. So besteht die Gefahr, daß durch Wachstumsverzögerungen vorhandene Lawinenanrißgebiete vergrößert werden oder Niederschlagsereignisse wegen des verbißbedingten Baumartenwandels und der Verringerung der Bestockungsdichte tendenziell zu größeren Hochwasserwellen führen.

Der gestörte oder sogar verhinderte Naturverjüngungsprozeß, ist heute auf weiten Flächen nachgewiesen und zu beobachten. Daher ist es erforderlich, mit Hilfe künstlicher Verjüngung und technischer Maßnahmen steuernd in das System Bergwald einzugreifen.

Zusammenfassend läßt sich festhalten:

Die Beeinflussung des Systems Bergwald vor allem durch den Verbiß der Schalenwildarten Rot-, Reh- und Gamswild, ist seit Mitte des letzten Jahrhunderts im Bayerischen Alpenraum deutlich nachweisbar, es handelt sich also nicht um ein neues Problemfeld.

Da die Bedeutung des Bergwaldes zum Schutz der Tallagen in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen hat, ist auch die Sorge um die Erhaltung und Wiederherstellung möglichst langlebiger, gemischter und stabiler Wälder gestiegen. Die Anstrengungen, die heute von der Wasserwirtschaft und der Forstverwaltungen in den Bergwäldern unter schwierigsten Geländebedingungen unternommen werden, beziehen sich bisher auf wenige Teilflächen. Wenn es nicht gelingt den natürlichen Verjüngungsprozeß in den Bergwäldern wieder zu gewährleisten, wird der Umfang der erforderlichen künstlichen Maßnahmen drastisch zunehmen. Die Frage, ob die Gesellschaft auch in Zukunft bereit sein wird die zu erwartenden Kosten zu übernehmen, soll zumindest in den Raum gestellt werden.

Um eine Vorstellung über das Ausmaß der Schäden zu erhalten, wurde eine umfangreiche Untersuchung auf wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen im Landkreis Traunstein durchgeführt.

4. Volkswirtschaftliche Schäden durch Verbiß auf Sanierungsflächen

4.1 Zielsetzung der Untersuchung

Bereits im Jahre 1987 wurden von SCHAUER im gesamten Bayerischen Alpenraum Untersuchungen zur Verbißbelastung auf wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen durchgeführt.

Diese Untersuchungen gelangten zu dem Ergebnis, daß der Verbiß durch das Schalenwild den zentralen Einflußfaktor für die Entwicklung der Verjüngung bildet. Trotz der Unterstützung der Sanierung durch Bauwerke temporärer und permanenter Art war aufgrund der Verbißbelastung eine Wiederbewaldung der Sanierungsflächen mit standortgerechten Gehölzen in den meisten Fällen nicht möglich.

1991 wurde eine zweite Untersuchung durchgeführt, die über die bisherige Fragestellung hinaus, einmal aufzeigen sollte, welche Bestockungen denn ohne Verbiß auf den Sanierungsflächen heute gegeben wären und welche künftige Entwicklung der Bestockungen zu erwarten ist. Ferner sollten Wege aufgezeigt werden, wie denn diese Schäden in Geldeinheiten bewertet werden können.

Die aufwendigen Flächeninventuren wurde nach einem systematischen Stichprobenverfahren von Sachverständigen der Forstwirtschaft durchgeführt. Bei entsprechend hohem Erhebungsaufwand wird die Situation auf den Sanierungsflächen befriedigend widergespiegelt. Die Güte des Stichprobenverfahrens wurde mit Hilfe von Simulationsmodellen und ex post durch die Betrachtung der Stabilität von zentralen Mittelwerten geprüft. Die ausgewählten Sanierungsflächen im Landkreis Traunstein repräsentieren nicht nur sehr unterschiedliche Ausgangssituationen, sondern auch verschieden lange Sanierungszeiträume, so daß ein breiter Ausschnitt untersucht wurde.

4.2 Modelle

In einem ersten Ansatz wurde ausgehend von den wasserwirtschaftlichen Zielvorgaben einer gemischten, dichten und langlebigen Bestockung, ein Bewertungsansatz der Schutzfähigkeit entwickelt. Auf der Grundlage der Kriterien Dichte, Mischung und Lebenserwartung der Baumarten wurde ein sogenannter Schutzfähigkeitsindex abgeleitet. Die Basis dieses Modells bildet die Theorie der unscharfen Mengen. Der Schutzfähigkeitsindex, der zwischen den Werten 0 (schutzunfähig) und 1 (voll schutzfähig) liegt, gibt Aufschluß darüber, ob die vorgefundene Bestockung der wasserwirtschaftlichen Zielvorstellung entspricht und in der Lage ist, den Standort vor Massenverlagerungen zu schützen. Der Schutzfähigkeitsindex liegt zu Beginn einer Sanierung bei 0 - die Bestockung ist also nicht in der Lage den Hang ausreichend zu sichern. Daher werden technische Bauwerke zur Sicherung erstellt. Mit zunehmendem Alter entwickelt sich die Bestockung, das Wurzelwerk festigt den Boden, die Stämmchen verhindern Schneebewegungen. Der

Schutzfähigkeitsindex steigt. Er tut dies umso mehr je dichter die Bestockung aufwächst, je mehr die Baumartenzusammensetzung der Zielvorstellung entspricht.

Im Mittelpunkt der wasserwirtschaftlichen Zielsetzung steht die Wiederbewaldung von erosionsgefährdeten Bereichen zum Schutz der menschlichen Lebensgrundlagen. Aus diesem Grund ist der Holzzuwachs als Basis für eine Bewertung ungeeignet und der Rückgriff ausschließlich auf die Hauptbaumarten (Fichte, Tanne, Buche, Ahorn) nicht zielführend.

Die verbißbedingte Verminderung der Schutzfähigkeit hat vielmehr zur Folge, daß die Investitionen auf den Sanierungsflächen zeitlich verzögert, nur in geringem Umfang oder überhaupt nicht wirksam werden. Diese Effekte können mit Hilfe des Schutzfähigkeitsindex in ihrem Ausmaß erfaßt werden.

Zur Abschätzung der verbißbedingten volkswirtschaftlichen Schäden wurde in einem zweiten Modell eine Variante der Kosten-Wirksamkeitsanalyse herangezogen. Dieser Ansatz besteht aus einem Kostenmodell, in das die auf den Sanierungsflächen eingesetzten Investitionen einfließen und einem Wirksamkeitsmodell, das die Schutzfähigkeitsindizes der Bestockung mit und ohne Verbiß berücksichtigt. Die multiplikative Verknüpfung beider Modelle für die Varianten mit und ohne Verbiß führt zu Werten, die ein Maß für die Wirksamkeit der getroffenen Investitionen darstellen. Die Differenz dieser Produkte ist ein Gradmesser dafür, welche Änderungen in der Schutzfähigkeit zu erwarten gewesen wären, wenn auf den Sanierungsflächen kein Verbiß vorhanden wäre. Er gibt damit auch Auskunft darüber, welcher Teil der Investitionen auf den Sanierungsflächen wegen der Verbißbelastung unwirksam geblieben ist. Diese Kostenunwirksamkeitsdifferenz ist der Kern des volkswirtschaftlichen Schadens.

Durch die verbißbedingte Verminderung der Schutzfähigkeit sind darüber hinaus die nachgelagerten Flächen einem erhöhten Risiko ausgesetzt. Dieser Umstand wurde bei der Bewertung durch eigens hergeleitete Multiplikatoren berücksichtigt, die den Wert der Nutzungsarten auf den nachgelagerten Flächen wi-

derspiegeln und die berechnete Kostenwirksamkeitsdifferenz modifizieren.

Das dritte Modell ist ein Simulationsmodell, das es für die Sanierungsflächen ermöglicht, den Wachstumsgang der Bestockung nachzuvollziehen, die Auswirkungen des Verbisses zu erfassen und eine Abschätzung der künftigen Entwicklung vorzunehmen. Der Modellansatz und seine Anpassung an die Wachstumsbedingungen auf den Sanierungsflächen gestattete es, die Baumartenzusammensetzung und Höhenverteilung auf den untersuchten Flächen zu rekonstruieren sowie den Wachstumsgang der Pflanzen hinreichend genau zu beschreiben. Das Simulationsmodell erlaubte es ferner die Situation ohne Verbißbelastung auf den Sanierungsflächen abzubilden und zu prüfen, welche Veränderungen sich in der Zusammensetzung und Höhenverteilung der Bestockung ergeben sowie welche künftige Entwicklung die Bestockung bei unterschiedlicher Verbißbelastung nehmen kann. In Abbildung 1 ist die Situation für das Jahr 1991 auf der Sanierungsfläche Weißgräben im Vergleich zur Simulation (1966-1991) dargestellt. Der Vergleich der Abbildungen zeigt, daß unser Modell die Situation auf der Sanierungsfläche befriedigend widerspiegelt.

4.3 Zustand der Sanierungsflächen und Verbißbelastung

Aus der Stichprobenerhebung 1991 konnten über die Dichte und über den Verbiß von Naturverjüngungsverjüngungspflanzen unter 20 cm folgende Ergebnisse abgeleitet werden: Die natürliche Verjüngung auf den Sanierungsflächen ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Es finden sich sowohl Flächen mit geringer Besiedelungstendenz als auch solche mit sehr hohen Pflanzendichten. Auf einigen Flächen sind wegen der geringen Bestockungsdichte zusätzliche Maßnahmen der künstlichen Verjüngung angezeigt, die jedoch nur dann Erfolg versprechen, wenn gezielte Maßnahmen zur Verringerung der Verbißbelastung durchgeführt werden. Dagegen liegen auf anderen Sanierungsflächen hohe Dichten der Naturverjüngung vor, die ohne Verbißeinfluß eine natürliche Wiederbestockung der Fläche ermöglichen würden.

Im Durchschnitt der Sanierungsflächen stellt der Ahorn und die Fichte jeweils einen Anteil von 1/3 der Pflanzen unter 20 cm. Die Esche erreicht einen Anteil von etwa 10, die Baumarten Weide, Erle und Tanne von jeweils über 5 %. Die anderen Gehölzarten spielen in der Naturverjüngung nur eine untergeordnete Rolle.

Bereits in dieser Höhenstufe unter 20 cm treten unterschiedliche Verbißbelastungen der Baumarten auf. Buche und Vogelbeere weisen zu 30 % aktuellen Gipfeltriebverbiß auf. Ahorn wird zu knapp 20 %, die anderen Baumarten zu weniger als 10 % verbissen, es findet also hier bereits ein Selektionprozeß statt. Das für die Inventur der Naturverjüngung 1991 angewendete Verfahren ermöglicht keine Aussagen über den Anteil jener Pflanzen, die in dieser Höhenstufe wegen Totverbiß gänzlich verschwunden sind. Es ist jedoch anzunehmen, daß der Anteil ausgefallener Pflanzen erheblich ist.

Aufgrund der ungleichen Ausgangsbedingungen auf den Sanierungsflächen und dem unterschiedlichen Wachstums der Gehölzpflanzen entsteht im Laufe der Bestandesentwicklung eine Differenzierung der Verjüngung.

Betrachtet man die Baumartenzusammensetzung mit zunehmender Höhe, so ergibt sich, daß in den oberen Höhenstufen die wenig verbißanfalligen Baumarten Fichte, Erle und Lärche dominieren. Der Anteil der verbißgefährdeten Baumarten Ahorn, Buche, Esche, Vogel- und Mehlbeere nimmt dagegen deutlich ab und dies obwohl der Wachstumsgang der Baumarten auf den Sanierungsflächen zeigt, daß die verbißanfalligen Baumarten im Wachstum nicht unterlegen, sondern etwa der Fichte weit überlegen sind, solange sie nicht verbissen werden.

Die eingehende Analyse der Verbißintensität der Baumarten auf den Sanierungsflächen erbrachte folgendes: Der Verbiß bei Buche und Weide ist als völlig untragbar einzustufen, bei Ahorn, Vogel- und Mehlbeere, Esche und den sonstigen Baumarten kann er ebenfalls nicht toleriert werden. Der Verbiß der Tanne ist kritisch einzuwerten, lediglich Erle, Fichte und Lärche weisen eine tragbare Verbißbelastung auf.

Der Vergleich der beiden Inventuren 1987 und 1991 zeigt, daß auf zwei Sanierungsflächen eine Abnahme der Verbißbelastung vermutet werden kann. Dagegen ist auf zwei weiteren Sanierungsflächen von einer Zunahme auszugehen. Bei den anderen Sanierungsflächen haben sich in diesem Zeitraum kaum Veränderungen der Verbißbelastung ergeben.

Betrachtet man nun die Sanierungsflächen im Detail, zeigt sich, daß die Verbißbelastung der verbißgefährdeten Baumarten auf 3 Sanierungsflächen als kritisch einzuschätzen ist, auf den anderen 11 Sanierungsflächen ist sie untragbar. Dies führt dazu, daß diese Baumarten vermehrt ausfallen bzw. starke Wachstumsstörungen aufweisen. Im Ergebnis entstehen Verjüngungen, die eine zum Teil erheblich geringere Schutzfähigkeit besitzen. Auf der überwiegenden Zahl der Sanierungsflächen lägen ohne Verbißbelastung Bestockungen vor, die aufgrund günstigerer Mischungsverhältnisse und höherer Stammzahlen besser in der Lage wären, den Standort vor Massenverlagerungen zu schützen. Durch die Verringerung der Schutzfähigkeit ist auch das Risiko auf den nachgelagerten Flächen, die forstlich oder landwirtschaftlich genutzt werden, besiedelt sind oder Einrichtungen der Infrastruktur aufweisen, erhöht. Der Verbiß führt somit letztlich dazu, daß das Ziel der Sanierung - der Schutz der menschlichen Lebensgrundlagen - erst zu einem späteren Zeitpunkt, teilweise nur in Ansätzen, auf einigen Flächen auch überhaupt nicht erreicht wird.

4.4 Die Schadenshöhe

Die Auswertung der Inventurbefunde sowie der beim Wasserwirtschaftsamt vorhandenen Unterlagen erbrachte, daß auf den Sanierungsflächen Investitionen unterschiedlicher Art getätigt worden waren. Diese reichen von einfachen, kurzfristig wirkenden Begrünungen über temporäre technische Verbauungen (Querwerke, Holzbeschlächte) oder biologische Maßnahmen (Einbringung von Weidenbuschlagen, Pflanzung von Erlen oder Sträuchern), bis hin zu langfristig wirkenden Verbauungen oder die Pflanzung von langlebigen Baumarten. Auf diese Weise soll erreicht wer-

den, daß der Standort zunächst durch die temporären technischen Maßnahmen, die Einbringung von Buschlagen oder die Pflanzung von Erle stabilisiert wird. Unter diesem Schutz soll sich dann die Pflanzung aber auch die Naturverjüngung entwickeln und schließlich beide, bei Auflösung der Verbauung oder Absterben der Buschlagen, den Standort langfristig stabilisieren. Dieser Ablauf wird durch den Verbiß massiv gestört. Die hohe, teilweise extreme Verbißbelastung der Weide führt dazu, daß die Buschlagen nur bedingt ihre Wirkungen entfalten können. Auch die Naturverjüngung und die Pflanzungen werden in ihrer Entwicklung stark gehemmt. Hierdurch entsteht die prekäre Situation, daß bei Zerfall der temporären Bauwerke die Bestockung nicht in der Lage ist, die erwarteten Schutzwirkungen zu übernehmen, so daß es notwendig werden kann, die technischen Bauwerke wiederholt zu errichten. Daß die wiederholte Einrichtung einer Baustelle in diesen Extremlagen zusätzlich zu Schäden an der Verjüngung führt, sei hier nur am Rande vermerkt.

Die Erwartungen, die mit diesen Investitionen verbunden waren, haben sich auf den Sanierungsflächen nur in Teilen erfüllt. Durch den Verbiß wurde die erwartete Schutzfähigkeit der Bestockung nur in Teilen erreicht. Abbildung 2 zeigt wie sich die Bestockung auf der Sanierungsfläche Weißgräben ohne Verbißbelastung entwickelt hätte. Vor allem Weide und Erle könnten mittelfristig einen weitgehenden Schutz der Sanierungsfläche gewährleisten. Im Schutz dieser Bestockung hätten sich Ahorn und Fichte entwickelt, die beim Zusammenbruch der Erlen und Weiden den Graben sichern könnten.

Innerhalb der nächsten 20 Jahre wird sich die Schutzfähigkeit auch bei anhaltender Verbißbelastung, auf der überwiegenden Zahl der Sanierungsflächen tendenziell verbessern. Die Bestände werden den gestellten Anforderungen an die Bestockungsdichte teilweise genügen, jedoch in erster Linie aus verbißresistenten Baumarten bestehen. Der Verbiß führt jedoch durchgehend zu einer deutlichen Verzögerung des Wachstumsganges der Baumarten und damit zu einer erheblichen Verlängerung der Sanierungszeiträume. Abbildung 3 zeigt eine Prognose der Bestockungs-

entwicklung für die Sanierungsfläche Weißgräben. Die Bestockung wird von der Erle dominiert. Bei Zusammenbruch der Erlen verbleiben fast ausschließlich Fichten, die für eine langfristige Sicherung des Grabens nur bedingt geeignet scheinen.

Die Minderung der Schutzfähigkeit auf den Sanierungsflächen kann nun als Maß dafür herangezogen werden, den volkswirtschaftlichen Schaden, also den Teil der Investitionen zu bestimmen, der verbißbedingt unwirksam geblieben ist.

Diese Schadensbewertung gelangte zu dem Ergebnis, daß für die untersuchten Flächen von 12,8ha ein volkswirtschaftlicher Schaden in Höhe von knapp 1,1 Mio DM zu kalkulieren ist. 30 % der ursprünglich getätigten Investitionen sind somit verbißbedingt unwirksam geblieben. Die Höhe der Schäden fällt auf den einzelnen Sanierungsflächen sehr unterschiedlich aus. Auf einigen Flächen wurden keine Investitionen getätigt oder es hätte sich auch ohne Verbiß keine erheblich günstigere Bestockungssituation ergeben. Daher liegt hier der volkswirtschaftliche Schaden bei 0. Für die anderen Sanierungsflächen konnte jedoch eindeutig gezeigt werden, daß sich wegen der Verbißbelastung keine schutzfähige Bestockung entwickeln konnte und deshalb hierfür entsprechende Schadenswerte zu veranschlagen waren, die eine breite Spanne abdecken, wobei grundsätzlich gilt, daß die in den Modellen gemachten Annahmen so vorsichtig sind, daß der volkswirtschaftliche Schaden auf den Sanierungsflächen systematisch unterschätzt wird. Der berechnete Schadenswert ist somit als unterer Grenzwert zu verstehen. Auf den Sanierungsflächen beziffert sich der durchschnittliche Schaden je ha auf 85.000 DM. Bezogen auf den mittleren Sanierungszeitraum von 16 Jahren beträgt er ca. 5300 DM/ha und Jahr. Hier sind auch die Flächen berücksichtigt, auf denen sich ein Schaden von 0 DM ergab.

5. Ausblick

Die vorliegende Untersuchung beschränkte sich auf 14 Flächen, in denen die Wasserwirtschaftsverwaltung Sanierungsmaßnahmen geplant, durchgeführt und kontrolliert hat. Bei diesen Flächen handelt es sich je-

doch nicht um Extremfälle, sondern es sind, wie die Ergebnisse der Schutzwaldsanierungsplanung für den Bayerischen Alpenraum nahelegen, vergleichbare Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Schutzfähigkeit auf ausgedehnten Flächen durchzuführen. Im Zuständigkeitsbereich des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein liegen beispielsweise über 400 dieser Sanierungsflächen mit einer Ausdehnung von knapp 3000 ha. Auch hier sind die Bestände oft stark verlichtet, die Vitalität der Altbäume ist geschwächt, größtenteils kann sich keine entwicklungsfähige Verjüngung bilden, da ein erheblicher Teil der Naturverjüngung und der künstlich eingebrachten Pflanzen starke Verbißschäden aufweist. Die Verhältnisse sind also mit denen auf den Sanierungsflächen vergleichbar.

Im Bereich des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein sollen 1150 ha vordringlich saniert werden, aus denen akute Gefahren durch Lawinen oder Muren für Siedlungen und Verkehrswege drohen. Auf den verbleibenden Flächen (1800 ha) ist keine akute Gefahr gegeben, jedoch eine Sanierung angezeigt. Das durchschnittliche Investitionsvolumen für temporäre Verbauungen und Bepflanzungen liegt im Mittel über 100.000 DM/ha. Diese eher vorsichtige Schätzung basiert auf der Annahme, daß es gelingt, durch eine Verringerung des Wildverbisses große Teile natürlich zu verjüngen und innerhalb der Standdauer der Bauwerke eine schutzfähige Bestockung zu erziehen. Die Untersuchungen in den wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen zeigen jedoch, daß die gegenwärtige Verbißsituation die Erreichung dieser Ziele nachhaltig behindert, teilweise sogar unmöglich macht.

Nimmt man die für die untersuchten Sanierungsflächen ermittelten verbißbedingten Verminderungen der Schutzfähigkeitsindizes als Basis für eine vorsichtige Hochrechnung und unterstellt, daß die o.g. zu treffenden Investitionen auf den Schutzwaldsanierungsflächen nicht wiederholt durchgeführt werden müssen, so ergibt sich für die Landkreise Traunstein und Berchtesgadener Land folgendes: Für die vordringlich und dringlich zu sanierenden Flächen beziffert sich in Zukunft der verbißbedingte volkswirtschaftliche Schaden auf 18.6 Mio DM/Jahr. Diese Hochrech-

nung beachtet nicht, daß aufgrund überhöhter Schalenwildbestände eine Sanierung überhaupt erforderlich ist.

Der Wald hat auf weiten Flächen seine Fähigkeit zur Selbstregulierung eingebüßt. Dies hat ökologische und ökonomische Konsequenzen, die sowohl den Naturhaushalt des Lebensraumes Alpen, als auch den Finanzhaushalt stark belasten.

Voraussetzung der Sanierungen im Bergwald ist es, der Jagd eine dienende und keine dominierende Rolle bei politischen Entscheidungen und praktischem Handeln zuzuweisen (PLOCHMANN, 1985).

"Die Lösung der Wald-Wildfrage scheitert bis heute am Widerstand jener, denen ihr Jagdvergnügen mehr gilt als das Wohl der Allgemeinheit. Dies ist möglich, da für die in der Regierung Verantwortlichen im Abwägen die Argumente der Jäger mehr als jene der Förster und Waldbesitzer zählen. Die in Forstwirtschaft

und Forstwissenschaft heute Verantwortung Tragenden haben ein Anrecht darauf, dies im Geschichtsbuch des Bergwaldes unzweideutig notiert zu wissen" (PLOCHMANN, 1985).

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Michael Suda
Weidacherbergstr. 4
84424 Isen

Dr. Thomas Schauer
Ziegelei 6
82538 Gelting

Schriftum

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1990) Schneebewegungen und Lawinentätigkeit in zerfallenden Bergwäldern, Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 3/90, 300 S. und Anlagen, München

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1990) Der Schutzwald in den bayerischen Alpen. Funktionen - Zustand - Sanierung, München

BERNHART, A., KNOTT, H. (1986) Waldverjüngung und Verjüngungssituation im Oberbayerischen Bergland. In: Deutscher Rat für Landespflege, Gefährdung des Bergwaldes, H. 49, S. 854-861.

BERNHART, A. (1990) Entwicklung der Bestockung im Bergwald Oberbayerns seit 1860. In: Zustand und Gefährdung des Bergwaldes, Forstwissenschaftliche Forschungen, Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt, Heft 40, S. 19-29.

BUNZA, G., KARL, J., MANGELSDORF, J. (1976) Geologisch-Morphologische Grundlagen der Wildbachkunde. Schriftenreihe der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde, H. 11, München.

BUNZA, G. (1992) Instabile Hangflanken und ihre Bedeutung für die Wildbachkunde, Forschungsberichte des Deutschen Alpenvereins, Band 5, München, 359 S.

BURSCHEL, P. (1975) Schalenwildbestände und Leistungsfähigkeit des Waldes als Problem der Forst- und Holzwirtschaft aus Sicht des Waldbaues. Forschungsberichte der Forstlichen Forschungsanstalt München, H.22, S. 2-9.

BURSCHEL, P., LÖW H., METTIN, C. (1977) Waldbauliche Untersuchungen in den Hochlagen des Werdenfeller Landes. Forschungsberichte der Forstlichen Forschungsanstalt München, Nr. 37.

BURSCHEL, P. et al (1985) Die Verjüngung im Bergmischwald. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Jg. 104, H. 2, S. 65 - 100.

BURSCHEL, P., BINDER, F., EL KATEB, H., MOSANDL, R. (1990) Erkenntnisse zur Walderneuerung in den Bayerischen Alpen. In: Zustand und Gefährdung des Bergwaldes, Forstwissenschaftliche Forschungen, Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt, Heft 40, S. 40-49.

DANZ W. et al (1983) Wasserwirtschaftliche Studie Halblech. 2 Bde mit Kartenanhang, München

DVWK (1985) Beiträge zu Oberflächenabfluß und Stoffabtrag bei künstlichen Starkniederschlägen, Schriften 71, Hamburg, Berlin.

EIBERLE, K., NIGG, H. (1983) Über die Folgen des Wildverbisses an Fichte und Tanne in montanen Lagen. Schweizer Zeitschrift für Forstwesen, Jg. 134, H. 5, S. 361 - 372.

EIBERLE, K. (1985) Der Wildverbiß als Forschungsproblem, dargestellt am Beispiel des Bergahorns, Feld Wald Wasser / Schweizer Jagdzeitung, Jg. 73, H. 33, S. 38 - 44

EIBERLE, K., NIGG, H. (1987) Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald, Schweizer Zeitschrift für Forstwesen, Jg. 138, Nr. 9, S. 747 - 781.

GAMPE, S. (1988) Über Sanierungsaufforstungen in den Bayerischen Alpen. Mitteilungen der Staatsforstverwaltung Bayerns, H. 44, München

GUNDERMANN, E., SUDA, M. (1992) Möglichkeit und Grenzen der Anwendung von geographischen Informationssystemen in Gebirgsräumen. Internationales Symposium Interpraevent 1992, Tagungspublikationen, Bd. 3, S. 83 - 96.

HOHENADEL, W. (1981) Untersuchungen zur natürlichen Verjüngung des Bergmischwaldes. Dissertation Universität München.

IN DER GAND H.R. (1968) Aufforstungsversuche an einem Gletschneehang, Ergebnisse der Winteruntersuchungen 1955/56 bis 1961/62, Gebirgsprogramm 7. Beitrag, Mitteilungen Eigenössische Anstalt für Forstliches Versuchswesen, Band 44

- JOBST E. (1978) in SCHREYER, G., RAUSCH, V. (1978) Der Schutzwald in der Alpenregion des Landkreis Miesbach. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 116 S.
- KARL, J., TOLDRIAN, H. (1973) Eine transportable Beregnungsanlage für die Messung von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag, Wasser und Boden, H. 3, S. 63-65.
- KLAUS, J. (1992) Ökonomische Bewertungsmethodik für wasserwirtschaftliche Projekte - Entwicklungslinien und Forschungsbedarf, in: Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen, DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft 10, S. 33 - 53
- LISS, B.-M. (1987) Versuche zur Waldweide. Der Einfluß des Weideviehs auf Verjüngung, Bodenvegetation und Boden im Bergmischwald unter Berücksichtigung der Einwirkung des Schalenwildes. Dissertation Universität München.
- LÖW, H. (1975) Zustand und Entwicklungsdynamik der Hochlagenwälder des Werdenfeler Landes. Dissertation Universität München.
- LÖW, H., METTIN C. (1977) Der Hochlagenwald im Werdenfeler Land. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Jg. 97, Heft 2, S. 108-120.
- MEISTER, G. (1967) Ziele und Ergebnisse forstlicher Planung im Oberbayerischen Hochgebirge. Dissertation Universität München.
- OBERSTE BAUHEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN (1992) Wildbäche und Lawinen - Programm 2000, Wasserwirtschaft in Bayern, H. 24, München
- PLOCHMANN, R., (1985) Der Bergwald in Bayern als Problem der Forstpolitik. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Jg. 156, H. 8, S. 138-142.
- SCHAUER, T. (1972) Wildzäune alleine reichen zur Abwehr der Wildschäden im Gebirge nicht aus. Allgemeine Forstzeitschrift, S. 242 - 243.
- SCHAUER, T. (1973) Wieviel Äsung braucht das Wild?. Die Pirsch, Jg. 25, H. 12, S. 349 - 354.
- SCHAUER, T. (1982) Die Belastung des Bergwaldes durch Schalenwild. Laufener Seminarbeiträge 9/82, S. 33 - 40.
- SCHAUER, T. (1988) Die Bedeutung der Wildfrage für die Lebendverbauung. Internationales Symposium Interpraevent (1988) Graz, Band 5, S. 31-48
- SCHREYER, G., RAUSCH, V. (1978) Der Schutzwald in der Alpenregion des Landkreis Miesbach. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 116 S.
- STRAKA G. (1989) Entwicklung von Pflanzungen im Bergmischwald unter dem Einfluß von Wild und Weidevieh, Diplomarbeit Forstwissenschaftliche Fakultät München,
- SUDA, M. (1989) Auswirkungen des Waldsterbens auf Siedlungen, Infrastruktureinrichtungen und den Fremdenverkehr im bayerischen Alpenraum. Forschungsberichte des Deutschen Alpenvereins, Bd. 4, 279 S.
- SUDA, M., (1990) Die Entwicklung der Schalenwildbestände im bayerischen Alpenraum seit Anfang des 19. Jahrhunderts. In Zustand und Gefährdung des Bergwaldes, Forstwissenschaftliche Forschungen, Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt, Heft 40, S. 30-39.
- SUDA, M., SCHMIDT, J. (1991) Wachstumsmodell zur Erfassung der Entwicklung von Aufforstungen in Schutzwaldlagen. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, Jg. 56, S.193 - 204, München.
- SUDA, M., GUNDERMANN E. (1994) Auswirkungen und monetäre Bewertung von Wildschäden im Bereich wasserwirtschaftlicher Sanierungsflächen des Bayerischen Alpenraumes, Forstliche Forschungsberichte München, Band 143, 198 S.
- ZENKE B. (1985) Lawenstriche im Bergwald, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, 50. Jg. München.

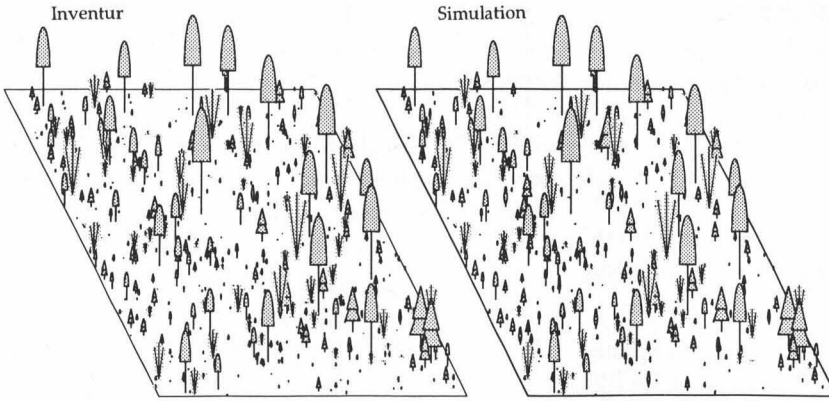


Abb.1: Sanierungsfläche Weißgräben - Vergleich der Inventurergebnisse mit der Simulation über einen Zeitraum von 25 Jahren

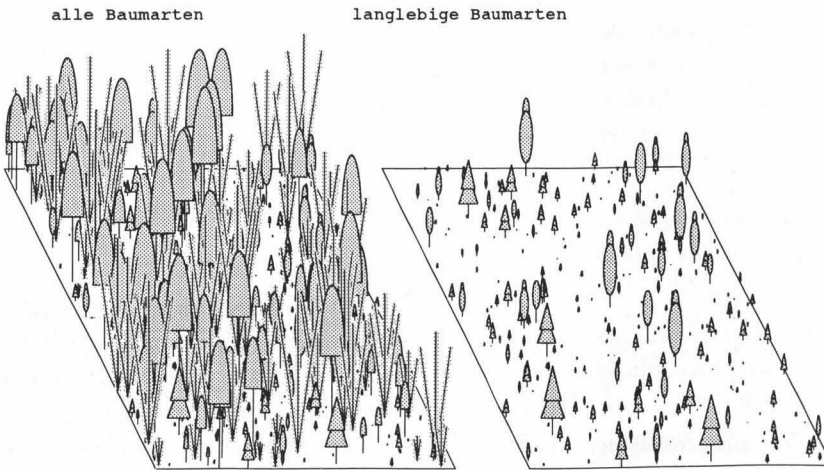


Abb.2: Sanierungsfläche Weißgräben - Zustand der Fläche 1991 ohne Verbiß

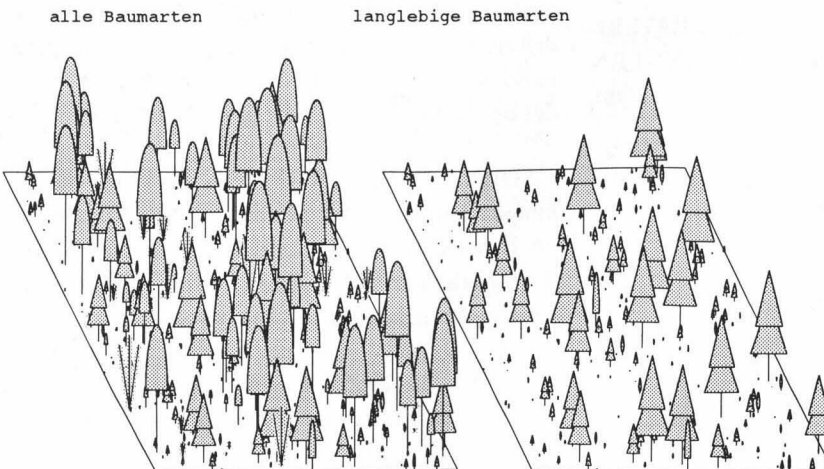


Abb.3: Sanierungsfläche Weißgräben - Prognose für das Jahr 2001 bei anhaltender Verbißbelastung



Abb. 4: Artenreicher, gestufter Bergwald als Beitrag zur Hangstabilisierung im Bayerischen Alpenraum

Photos: Dr. Th. Schauer



Abb. 5: Ingenieurbiologische Sanierung eines Rutschhanges durch Gehölzpflanzung in Kombination mit technischer Verbauung. Langfristiges Ziel ist eine stabile Wiederbestockung der Fläche

Photos: Dr. Th. Schauer

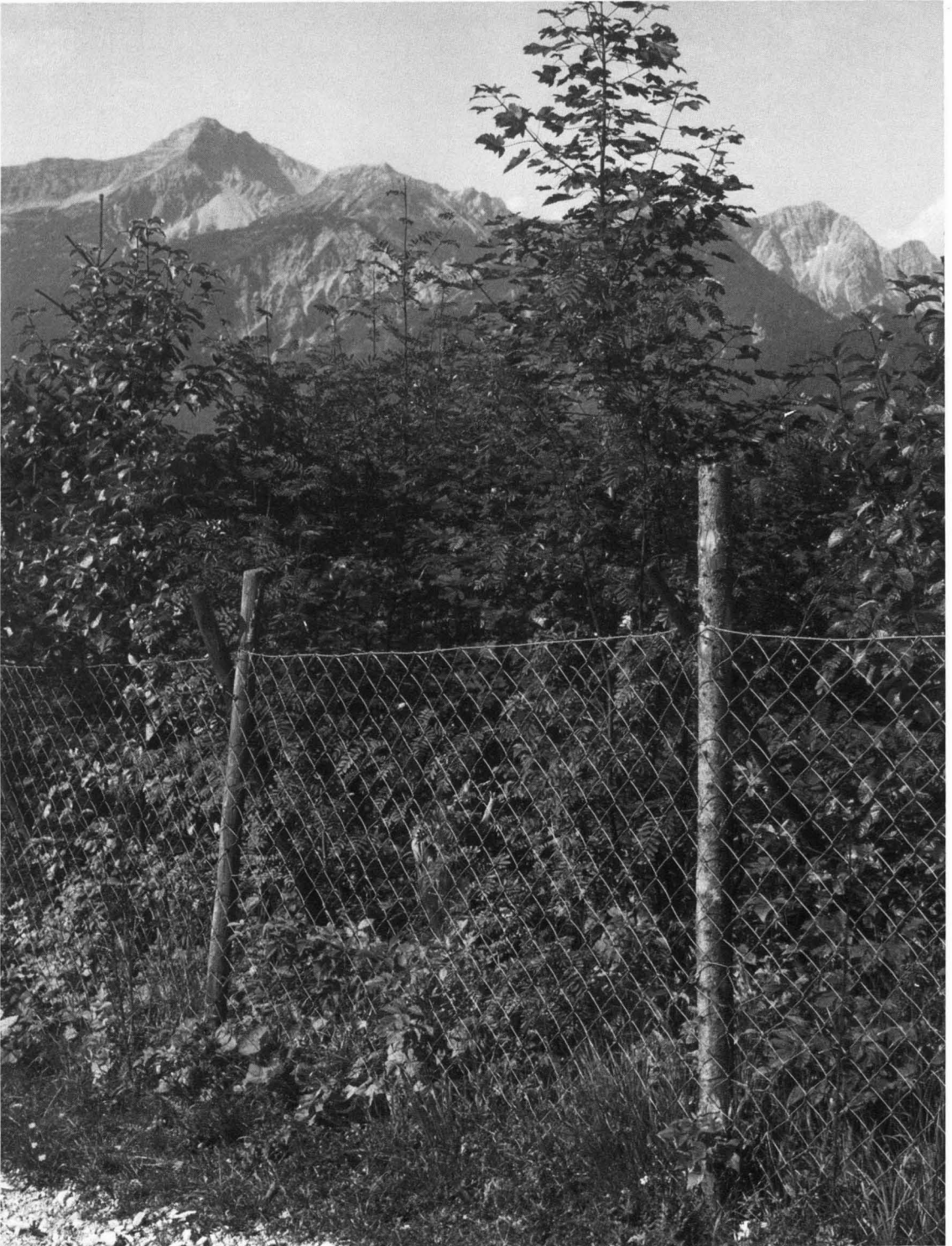


Abb. 6: Eine artenreiche Wiederbestockung ist im Bayerischen Alpenraum meist nur unter aufwendigem Zaunschutzmöglich
Photos: Dr. Th. Schauer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [61_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Suda Michael, Schauer Thomas

Artikel/Article: [Einfluß und volkswirtschaftliche Bewertung von Verbißschäden auf wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen im Bayerischen Alpenraum 145-160](#)