

Wachstumsmodell zur Erfassung der Entwicklung von Aufforstungen in Schutzwaldlagen ¹

Von Michael Suda und Jürgen Schmidt

Der Oberste Bayerische Rechnungshof stellte im Jahre 1990 fest, daß die zur Sanierung der Schutzwälder im Bayerischen Alpenraum erforderlichen Ausgaben in Höhe von 524 Millionen DM dann vergeblich aufgewandt werden, wenn es nicht gelingt, die Verbißbelastung in den Bergwäldern in den nächsten Jahren deutlich zu reduzieren.

Neben dem Waldsterben ist der Verbiß durch das Schalenwild heute zum größten Problem im Bereich der Bergwälder geworden. Die Störung des natürlichen Regenerationsprozesses hat zur Folge, daß die Wälder die Anforderungen, die eine moderne Industrie- und Freizeitgesellschaft an sie stellen, in immer geringerem Umfang erfüllen können. Technische Verbauungen aus Stahl, Beton oder Holz können die vielfältigen Aufgaben des Bergwaldes immer nur zeit- und teilweise, jedoch nie in ihrer Gesamtheit ersetzen. Mindestens der Zeitraum einer menschlichen Generation ist erforderlich, um unter günstigen Bedingungen auf den schwierigen Standorten des Gebirges einen neuen Wald zu begründen, der den teilweise extremen

Bedingungen durch das Gebirgsklima gewachsen ist und langsam beginnt, den Schutz vor Lawinen, Erosion und Hochwasser zu entfalten.

Die elektronische Datenverarbeitung bietet heute die Möglichkeit, natürliche Prozesse modellhaft nachzuvollziehen, rechnerisch nachzuahmen und visuell umzusetzen. Letztlich bedeutet dies nichts anderes, als daß man versucht, sich anhand von Meßgrößen über die gegebene Situation ein Bild zu machen. In diesem Beitrag soll versucht werden, die Entwicklungschancen von Aufforstungen in Schutzwaldbereichen bei unterschiedlicher Verbißintensität darzustellen und zu verdeutlichen, welche zentrale Rolle der Verbiß im Bayerischen Alpenraum spielt.

„Voraussetzung der Bergwaldsanierung ist allerdings, der Jagd eine dienende und keine dominierende Rolle bei politischen Entscheidungen und praktischen Handeln zuzuweisen“ (PLOCHMANN, R., 1985).

¹ Prof. Dr. Richard Plochmann gewidmet.

1. Einleitung

Die Schutzwaldsanierungsplanung für den Bayerischen Alpenraum hat gezeigt, daß ca. 12% der Schutzwälder nicht mehr in der Lage sind, die Aufgaben, die eine moderne, hochmobile Industrie- und Freizeitgesellschaft an sie stellt, zu erfüllen. 3800 ha Schutzwald sind vordringlich, weitere 7800 ha dringlich zu sanieren (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1990). Der Blick über die bayerische Grenze nach Österreich zeigt, daß dort die Situation der Schutzwälder noch pessimistischer beurteilt wird. Nach FIEBIGER (1990) sind in Österreich 36% der Schutzwälder sehr dringend, weitere 28% dringend zu sanieren. Verschärft wird diese Situation, durch die Tatsache, daß der Alpenraum nach wie vor zu den am stärksten vom Waldsterben betroffenen Gebieten gehört. Die Schäden nehmen hier mit zunehmender Steilheit des Geländes, Verlichtung und Alter der Bestände zu (SEITSCHKE 1990).

Technische Maßnahmen können die vielfältigen Aufgaben der Schutzwälder nur kurzfristig ersetzen, aber nicht dauerhaft erfüllen. Nicht nur aus diesem Grund kommt einer gesicherten Waldverjüngung die zentrale Bedeutung als Garant für einen nachhaltigen Schutz vieler Verkehrswege und Siedlungen vor Lawinen, Muren und Hochwasser zu. Dieses Wissen und die Sorge hat seit Mitte der

60er Jahre zu einem Forschungsimpuls geführt, in dessen Mittelpunkt die Frage stand, welche Ursachen für die massiv gestörte Verjüngungssituation im Alpenraum verantwortlich sind. Die Ergebnisse machen deutlich, daß dem Einflußfaktor Schalenwild die größte Bedeutung zukommt. Örtlich führt auch die Waldweide mit Rindern und Schafen zu erheblichen Schäden. Die ausbleibende Verjüngung führt zu vermehrten Schneebewegungen an Hängen, die ihrerseits das Aufwachsen von Bäumen stark behindern können (AMMER, u. MÖSSMER, 1986, KÖNIG 1988). Die Ausgangssituation für eine neue Waldgeneration verschlechtern sich dadurch erheblich.

Die elektronische Datenverarbeitung ist heute auch im Bereich des Umwelt- und Naturschutzes zu einem nützlichen Werkzeug geworden. Entscheidungen, die heute getroffen werden müssen, deren Auswirkungen im komplexen und damit schwer durchschaubaren Bereich der Umwelt, teilweise erst nach Jahrzehnten erkennbar sind, können mit Hilfe dieses Werkzeuges erleichtert werden. Neben den klassischen Anwendungsbereichen der Datenerfassung und -auswertung, finden sich Weiterentwicklungen in der grafischen Darstellung, der Aufbereitung der Daten und deren Interpretation. Es besteht so die Möglichkeit, mit Hilfe des Computers sich Bilder von gegebenen Situationen zu machen. Gegenüber Tabellen und Zahlenkolonnen, die oft nur schwer lesbar und interpretierbar

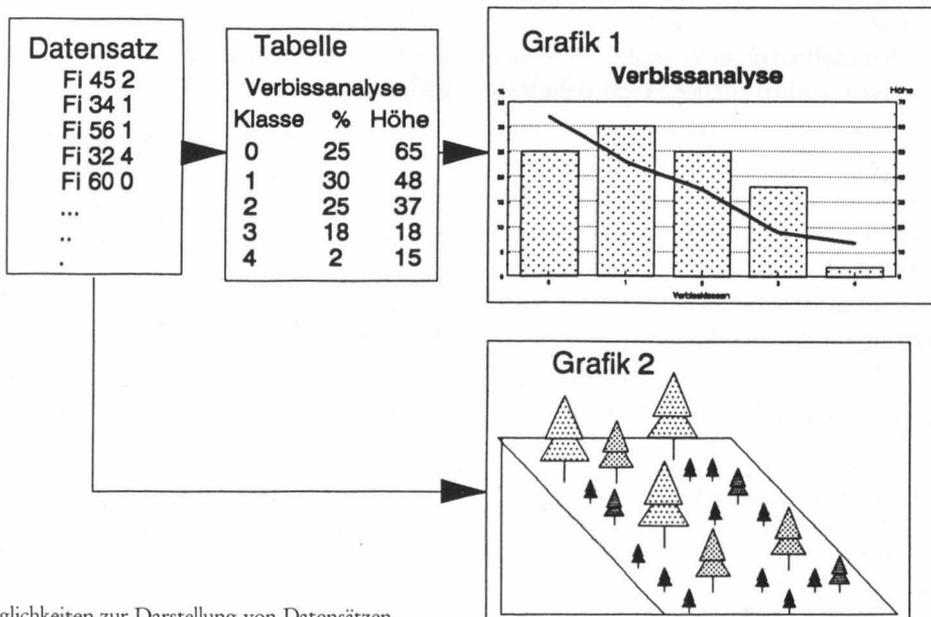


Abb. 1: Möglichkeiten zur Darstellung von Datensätzen.

sind, besteht hier der Vorteil, daß mehr Informationen gleichzeitig aufgenommen werden können. Das Bild kann mit der realen Situation vor Ort verglichen werden. In grafischer Form aufbereitete Daten sind somit auch einem größeren Personenkreis zugänglich und werden eher beachtet.

In Abbildung 1 wird dieser Zusammenhang verdeutlicht. Tabellen sind auch von Experten oft nur schwer zu interpretieren. Übersichtlicher wird die Situation, wenn die Daten in Form einer Grafik dargestellt werden (Grafik 1). Anschaulicher werden die Daten durch eine möglichst der natürlichen Situation angepaßte grafische Darstellung (Grafik 2).

Als weitere Schwerpunkte des Einsatzes von Computern im Bereich des Umwelt- und Naturschutzes lassen sich die Modellbildung und Simulation, die Steuerung und Regelung nennen (HAUGENEDER et al. 1989). Die vielfältigen Informationen über natürliche und vom Men-

schen beeinflusste Systeme können von einzelnen Personen heute kaum mehr überblickt werden. Notwendige Entscheidungen werden durch die Informationsflut eher erschwert. Die oft anzutreffenden Daten- und Informations-,friedhöfe“ verwirren den Entscheidungsträger mehr, als ihn zu unterstützen. Die Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz können neben den Gefahren, die ihre Anwendung birgt (z.B. Ersatz der menschlichen Arbeitskraft), auch helfen durch eine gezielte Informationsbereitstellung bessere Entscheidungen zu treffen.

Unser Wachstumsmodell für Aufforstungen im Bereich von Schutzwaldlagen ist ein Versuch auf der Basis der Ergebnisse von GAMPE (1988) ein Prognosemodell zu entwickeln, das verdeutlichen soll, welche Auswirkungen der Verbiß auf die Entwicklung verschiedener Baumarten besitzt. Den Schwerpunkt bildet die Visualisierung der Ergebnisse, so daß die Folgen deutlich für einen großen Personenkreis erkennbar sind.

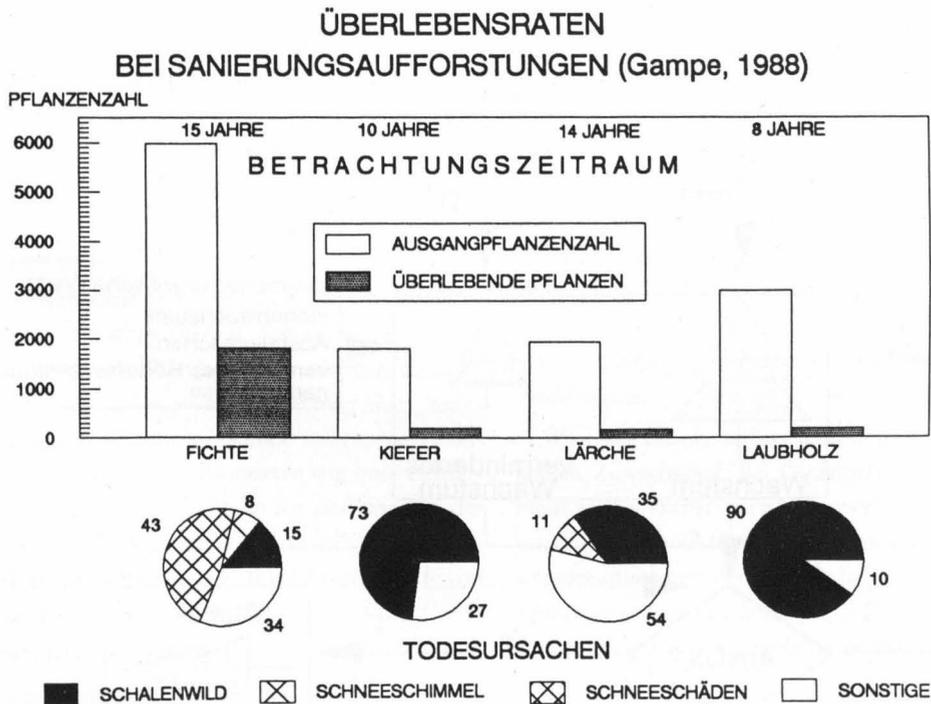


Abb. 2: Überlebensraten und Todesursachen bei Sanierungsaufforstungen im Bayerischen Alpenraum.

2. Das Modell BERGWALDVERJÜNGUNG

2.1 Die Datenbasis

Die Datenbasis für das Modell BERGWALDVERJÜNGUNG bilden die Ergebnisse von GAMPE (1988), der 52 Aufforstungsversuche im Bereich des Bayerischen Alpenraumes erfaßt und mit Hilfe der Statistik analysiert hat. Die Ergebnisse verdeutlichen vor allem, daß bei dem Versuch der Wiederbewaldung in Schutzwaldbereichen enorme Probleme auftreten. Einige wichtige Ergebnisse sind in Abbildung 2 festgehalten. Erstaunlich ist zunächst, daß die in Schutzwaldbereichen ausgebrachten Baumarten nur geringe Überlebensraten aufweisen. Von durchschnittlich 6000 Fichten, die auf den Flächen ausgebracht wurden, sind nach 15 Jahren nur noch knapp 2000 vorhanden. Die Kiefer und die Lärche weisen noch geringere Überlebensraten auf, so haben bei der Lärche nur 10% einen Zeitraum von 14 Jahren überstanden, bei der Kiefer einen Zeitraum von 10 Jahren. Den größten Ausfall zeig-

ten die Laubhölzer. Nach 8 Jahren waren von den ca. 3000 Pflanzen nur noch 200 vorhanden. Fragt man nun nach den Ursachen für die hohen Ausfälle, zeigt sich, daß beim Laubholz und bei der Kiefer das Schalenwild als überwiegende Todesursache identifiziert werden konnte. Hingegen fällt die Fichte überwiegend durch Schneebewegungen und Schneeschimmel aus.

Aus den genannten Tatsachen heraus ergibt sich folgende, schwerwiegende Konsequenz: Der Verbiß führt zu einer Entmischung der Aufforstungen. Laubbäume, die gegen Schneebewegungen weniger anfällig sind als die Fichte werden vernichtet, bevor sie ihre stabilisierende Wirkung entfalten können. In der Folge entstehen Verjüngungen, die überwiegend aus reiner Fichte bestehen. Diese sind jedoch gegen Schneebewegungsprozesse äußerst anfällig und werden durch das Gleiten der Schneedecke gebrochen oder entwurzelt. Die Erklärung für diesen Umstand ist die geringe Elastizität des Holzes. Der

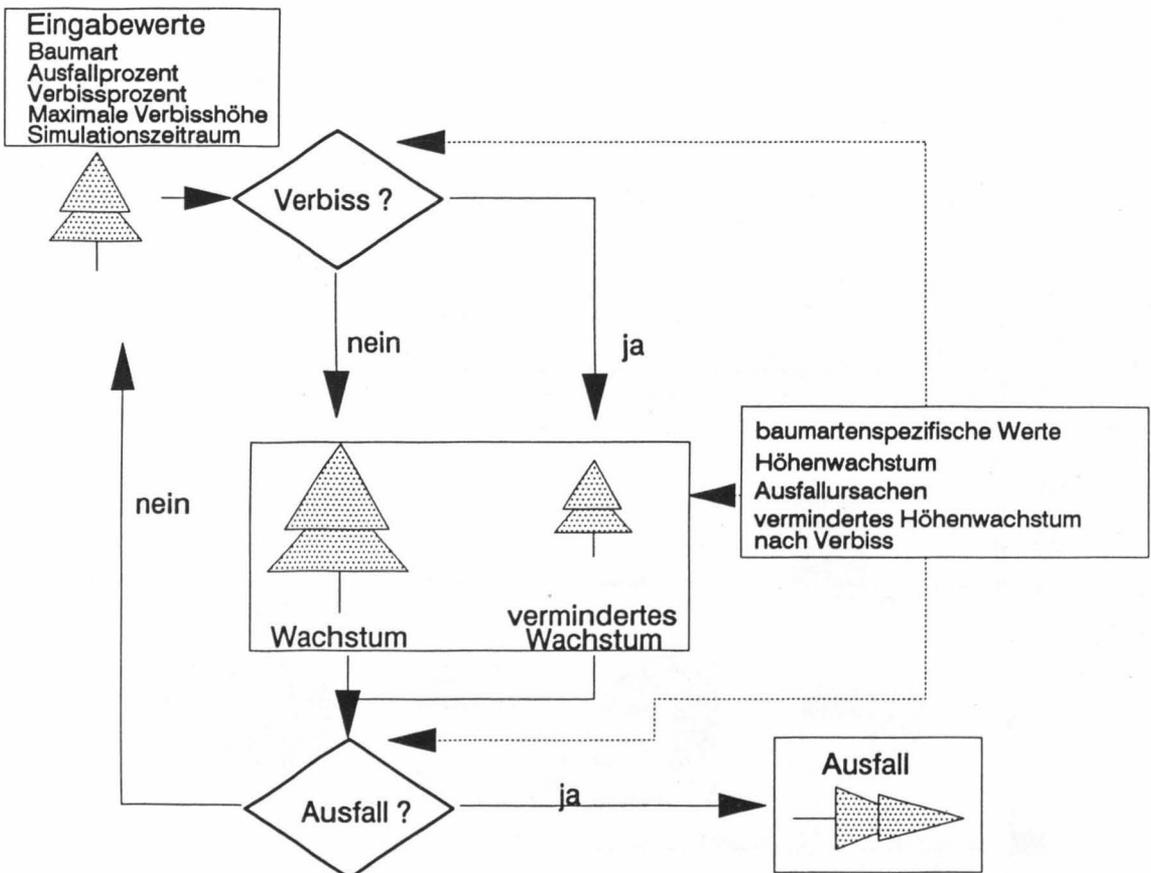


Abb. 3: Formale Struktur des Modells BERGWALDVERJÜNGUNG.

Baum ist im Gegensatz zu Laubhölzern nicht in der Lage, sich der Bewegung der Schneedecke anzupassen.

Eine weitere wichtige Erkenntnis von GAMPE (1988) ergab, daß der Gipfeltriebverbiß zu einer starken Schwächung der Pflanzen führt, die sich in einem stark verminderten Höhenzuwachs in den Folgejahren ausdrückt. Im Gegensatz zum Flachland wird der Schaden nicht innerhalb von einem oder zwei Jahren kompensiert, sondern wirkt sich weit länger aus.

Diese nachgewiesenen Zusammenhänge bilden die Grundlage des Modells BERGWALDVERJÜNGUNG.

2.2 Die formale Modellstruktur

Die formale Struktur des Modells BERGWALDVERJÜNGUNG ist in Abbildung 3 dargestellt.

Grundlage des Simulationsmodells bildet ein Kontingent von 100 Pflanzen einer Baumart. Diese werden mit einer bestimmten Ausgangspflanzenhöhe auf der Sanierungsfläche ausgebracht. Bei den hier dargestellten Simulationsläufen wurde eine einheitliche Höhe von 30 cm angenommen. Das Modell sieht vor, daß folgende Größen variabel eingegeben werden können:

— Baumart

Aufgrund der vorhandenen Datenbasis können die Berechnungen für die Baumarten bzw. Baumartengruppen Fichte, Kiefer, Lärche und Laubholz durchgeführt werden. In Abhängigkeit von der Baumart wird das Wachstum unter normalen Bedingungen und nach Verbiß festgelegt.

— Ausfallprozent

Das Ausfallprozent ist der Anteil der Bäume, die infolge verschiedener Ursachen (Verbiß, Schneegleiten, Schneeschimmel, sonstige Schäden) pro Jahr ausfallen. Bezogen wird der Ausfall auf die jeweils am Anfang eines Jahres noch vorhandenen Pflanzen. Gampe stellte, wie Abbildung 2 verdeutlicht, für alle Baumarten sehr hohe Absterberaten fest. Bei unseren Modellläufen sind wir von der eher optimistischen Annahme eines Ausfalls von 3% ausgegangen. Im Modell ist die simulierte Absterberate von der Höhe der Bäume und von den bei GAMPE (1988) gefundenen Ursachen abhängig.

— Verbißprozent

Das Verbißprozent gibt an, welcher Anteil der Pflanzen pro Jahr im Durchschnitt verbissen wird. Je nach Baumart

wird dann der sonst mögliche Höhenzuwachs reduziert und je nach Empfindlichkeit der Baumart in Abhängigkeit von der Verbißintensität das Ausfallprozent entsprechend festgelegt.

— Maximale Verbißhöhe

Pflanzen, die diese Höhe erreicht haben, können nicht mehr verbissen werden, da sie dem Äser entwachsen sind. Dadurch wird das durchschnittliche Verbißprozent etwas gesenkt. Im Modell wird somit angenommen, daß die übrigen Pflanzen nicht häufiger verbissen werden. Verbißbedingter Ausfall tritt bei Bäumen, die diese Höhe erreicht haben, nicht mehr auf.

— Simulationszeitraum

Bei den dargestellten Simulationen wurde für die Flächen ein Simulationszeitraum von 15, 30 bzw. 45 Jahren angenommen, um die Entwicklung während dieser Zeit darzustellen. Es besteht jedoch im Modell die Möglichkeit den Simulationszeitraum zwischen 1 und 50 Jahren festzulegen.

Die Modellberechnungen werden nun wie folgt durchgeführt:

Betrachtet wird jeweils eine Pflanze. Mit Hilfe eines Zufallsgenerators wird entschieden, ob im Jahr 1 Verbiß stattfindet oder nicht. Bei einem Verbißprozent von 40 bedeutet dies, daß die Wahrscheinlichkeit für Verbiß 0,4 beträgt.

Wird die Pflanze nicht verbissen, wächst sie entsprechend den von GAMPE (1988) gemessenen Höhenzuwachsen. Der Höhenzuwachs nimmt bei allen Baumarten mit der Höhe zu. Kleine Pflanzen wachsen somit weniger als große. Auch gibt es zwischen den Baumarten enorme Unterschiede. Werden die Pflanzen nicht verbissen, so zeigen Laubbäume insgesamt ein besseres Wachstum als Nadelbäume.

Wird eine Pflanze verbissen, so weist sie für dieses Jahr keinen Zuwachs auf. Bei Gipfeltriebverbiß übernimmt meist ein Seittrieb oder Nebentrieb die Führungsposition. Die Starthöhe für das nächste Jahr wird daher baumartenspezifisch um durchschnittlich 50% des normalen Höhenzuwachses vermindert. Der Baum geht somit mit einer geringeren Ausgangshöhe in die nächste Vegetationsperiode.

Weist die Pflanze eine Höhe auf, die größer als die maximale Verbißhöhe liegt, so wächst sie weitgehend un-

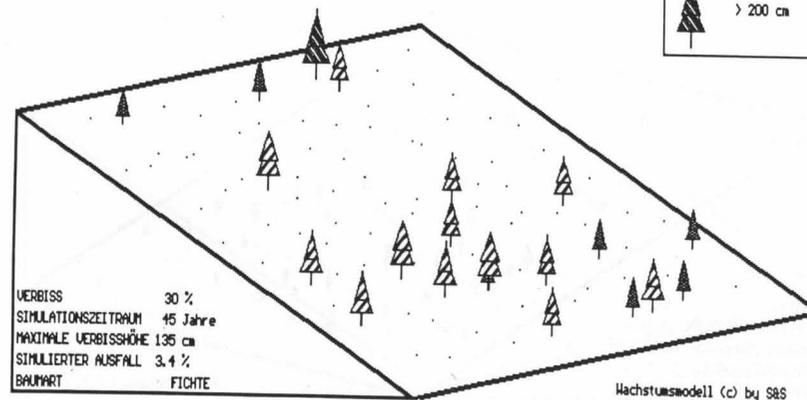
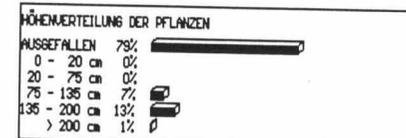
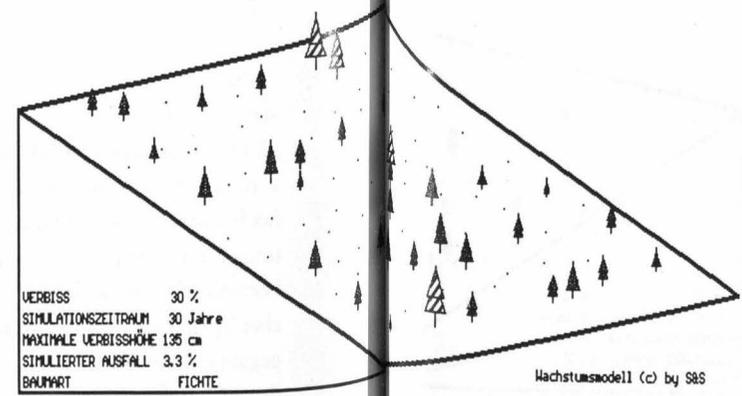
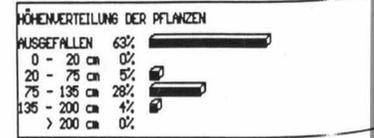
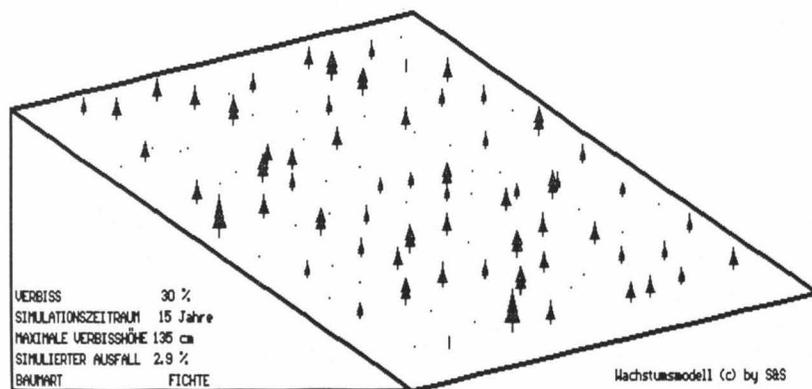
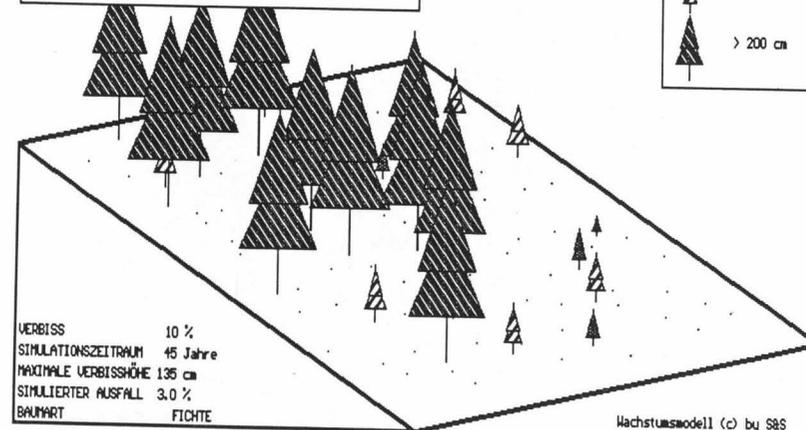
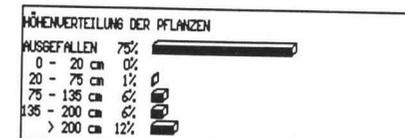
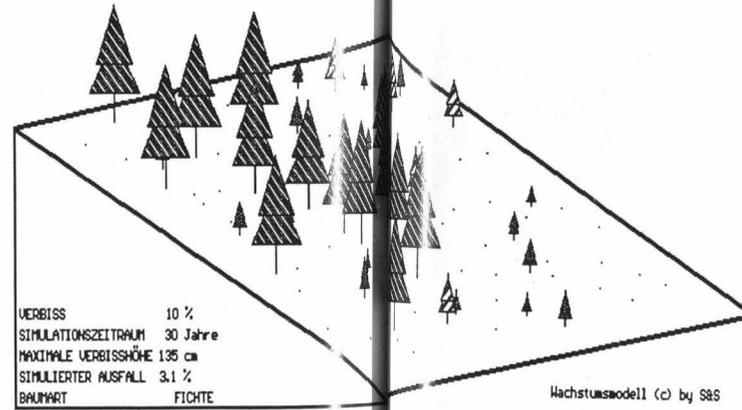
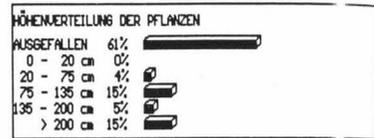
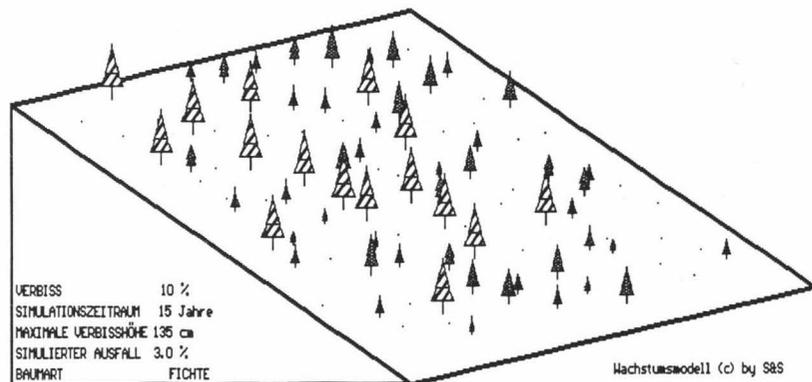


Abb. 4: Simulationsergebnisse für die Fichte nach 15, 30 und 45 Jahren bei einer Verbißintensität von 10 und 30%.

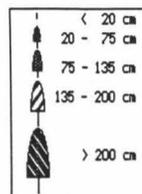
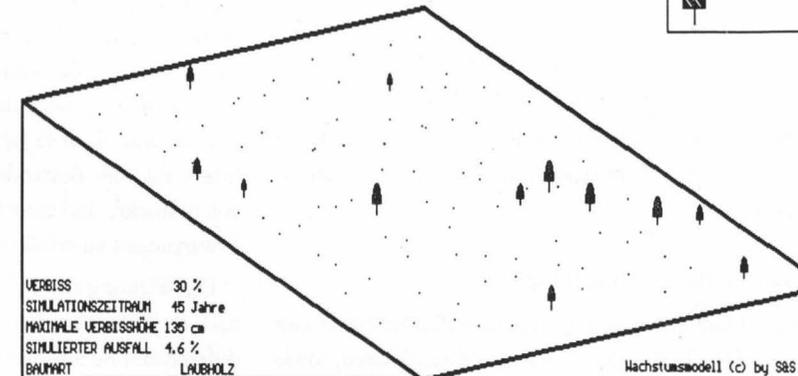
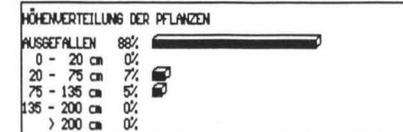
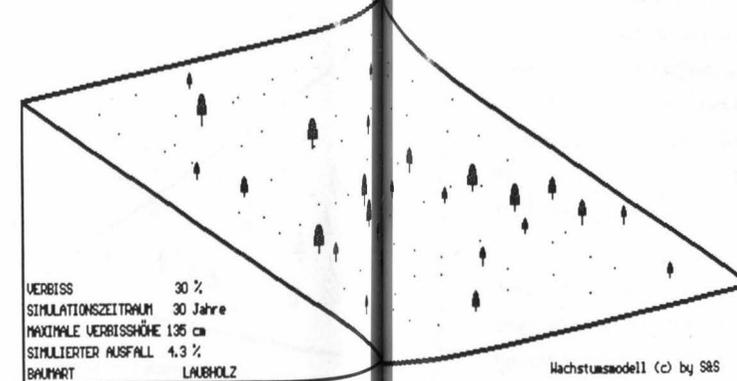
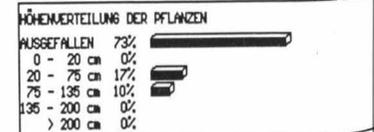
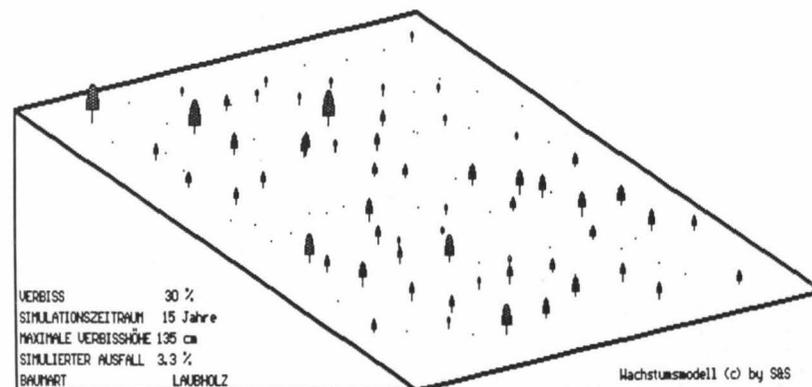
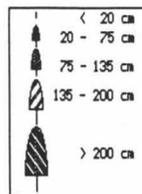
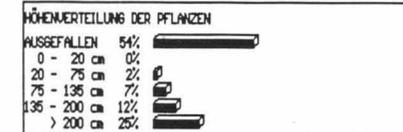
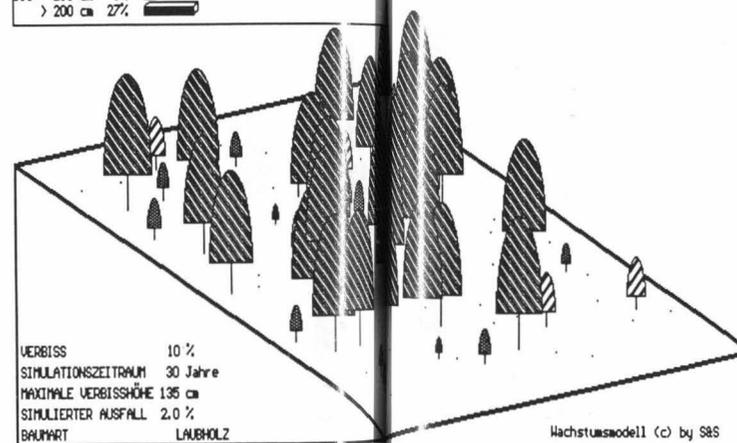
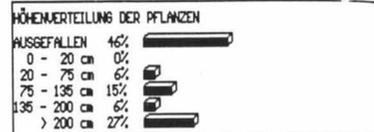
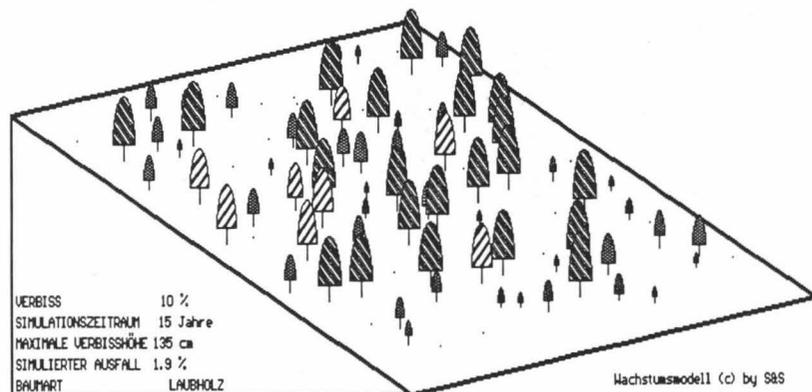


Abb. 5: Simulationsergebnisse für Laubholz nach 15, 30 und 45 Jahren bei einer Verbißintensität von 10 und 30%.

gestört weiter. Ausfälle durch biotische oder abiotische Schäden sind jedoch noch möglich.

Der Ausfall wird mit Hilfe von zwei Zufallsgeneratoren bestimmt. Der erste prüft alle verbissunabhängigen Faktoren (Schneegleiten, Schneeschimmel, sonst. Schäden). In Abhängigkeit von den in Abbildung 2 dargestellten Ausfallursachen werden für unterschiedliche Baumhöhen Risiken definiert, die in der Summe dem von GAMPE (1988) gemessenen Ausfällen entsprechen. Betrachtet wurden Einflüsse des SchneeGLEITENS, des Schneeschimmels und sonstige Ursachen. Der zweite Zufallsgenerator wird dann aktiviert, wenn die Pflanze verbissen wurde. Gemäß dem definierten baumartenspezifischen Risiko wird entschieden, ob die Pflanze ausfällt oder nicht. Anfällig sind vor allem die Kiefer und die Laubhölzer. Für den Modelllauf bedeutet dies, daß bei diesen Baumarten mit zunehmendem Verbiß auch der Ausfall zunimmt. Aus diesem Grund treten mehr oder weniger große Abweichungen von der Voreinstellung des Ausfallprozentes auf.

Für die folgenden Jahre wird dieser Simulationslauf analog durchgeführt, allerdings mit der Maßgabe, daß Pflanzen, die einen Verbiß aufweisen, der weniger als 5 Jahre zurückliegt, ein vermindertes Höhenwachstum aufweisen. Bei der Fichte beträgt dieses ca. 80%, bei den Laubhölzern 40% des normalen Wachstums. Liegt der Verbiß über 5 Jahre zurück, findet wieder normales Wachstum statt.

Eine weitere Modellannahme, die eher zu einer Unterschätzung der Verbißwirkung führt, ist, daß bei wiederholtem Verbiß, der Zeitraum des verminderten Höhenwachstums weiterhin auf 5 Jahre begrenzt ist und die Höhenzuwachsverminderung nicht verändert wird.

Die dargestellten Modellrechnungen werden nun für den angegebenen Simulationszeitraum für alle Pflanzen durchgeführt.

2.3 Die grafische Darstellung

Nach Durchführung der Simulation liegt ein Datensatz vor, der für alle Bäume die Standortskordinaten, sowie die Höhe enthält. Diese Daten werden nun in einer Zeichnung auf dem Bildschirm dargestellt, so daß ein annähernd maßstabgetreues Bild entsteht. In Abhängigkeit von der Höhe erhalten die Bäume ein unterschiedliches Füllmuster, bei farbiger Darstellung auch unterschiedliche Far-

ben. Zusätzlich zu dieser Zeichnung wird ein Balkendiagramm erstellt, daß den Anteil der ausgefallenen Pflanzen, sowie die Höhenverteilung der überlebenden Pflanzen darstellt. Die Start- bzw. Simulationswerte werden ebenfalls ausgewiesen. Der Betrachter erhält so ein visualisiertes Ergebnis der Modellrechnung, das mit Bildern in der Natur besser verglichen werden kann, als Tabellen und einfache Grafiken.

3. Beispiele für das Modell BERGWALDVERJÜNGUNG

Als erstes Beispiel wurde eine Aufforstung mit Fichte ausgewählt, die nach 15, 30 und 45 Jahren bei unterschiedlichen Verbißintensitäten (10, 30) betrachtet wird. Die maximale Verbißhöhe wurde auf 1,35 Meter festgelegt, der Startwert für den jährlichen Ausfall betrug 3%. Die durchgeführte Simulation ist in den Abbildungen 4 dargestellt. Da der Verbiß, der Ausfall und die Verteilung der Pflanzen über Zufallsgeneratoren gesteuert werden, entsteht bei jedem Simulationslauf ein etwas abweichendes Bild. Die hier dargestellte Situation zeigt mittlere Verhältnisse.

Die Abbildung 4 verdeutlicht, daß bei der Fichte, die zu 10% jährlich verbissen wird, bereits nach 15 Jahren eine deutliche Höhendifferenzierung auftritt. Ein stattlicher Anteil der Pflanzen hat eine Höhe über 1,35 Meter überschritten, wird aufgrund der Modellannahme nicht mehr verbissen und trägt zur Stabilisierung der Schneedecke bei. Nach 30 Jahren erhöht sich dieser Anteil. Wie bereits angedeutet, stirbt die Fichte in erster Linie durch SchneeGLEITEN und Schneeschimmel ab. Diese Einflußfaktoren wirken sich, da die Schneedecke bereits stabilisiert wird und die Bäume größer als die Schneehöhe sind nicht mehr so stark aus. Nach 45 Jahren ergibt sich ein zufriedenstellendes Bild des Bestandes, zwar an einigen Stellen nicht voll bestockt, sind diese Bäume in der Lage, die gestellten Erwartungen zu erfüllen.

Die Wirkung eines Verbisses von 30% zeigt sich bereits nach 15 Jahren. Die Bäume weisen eine geringere Höhendifferenzierung auf. Wenn überhaupt, so sind nur wenige Individuen in der Lage die Schneedecke zu stabilisieren. Die geringere Höhe führt auch zu vermehrten Ausfällen vor allem durch Schneeschimmel, die geringere Dichte zu solchen durch SchneeGLEITEN. Nach 30 Jahren hat sich an der Situation nichts grundlegend verändert. Einige Indivi-

den entwachsen zwar dem Äser, jedoch reicht die Dichte nicht aus, die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Nach 45 Jahren ergibt sich ein völlig unbefriedigendes Bild. Die Aufforstungsbemühungen sind weitgehend gescheitert.

Das zweite Beispiel in Abb. 5 wurde mit analogen Simulationen für eine Laubholzaufforstung berechnet.

Bei einem Verbiß von 10% zeigen die Laubbäume im Vergleich zur Fichte besseres Wachstum. So tritt die Situation ein, daß bereits nach 15 Jahren ein größerer Teil der Bäume dem Äser entwachsen sind. Die Hauptausfallursache beim Laubholz, der Verbiß wirkt sich somit in geringerem Maße aus. Auch die geringere Anfälligkeit gegenüber dem Schneegleiten kommt deutlich zum Tragen. Dieses positive Bild hält bis zum Ende des Simulationszeitraumes an.

Bei einem Verbiß von 30% weisen die Laubbäume aufgrund der stärkeren Höhenzuwachsreduktion eine geringere Durchschnittshöhe als die Fichte auf. Da deutlich weniger Individuen die maximale Verbißhöhe überschreiten, fallen mehr Bäume durch Verbiß, der die Haupttodesursache darstellt, aus. An dem gezeigten Bild ändert sich im Laufe der folgenden 15 Jahre nur wenig. Einige Bäume erreichen die maximale Verbißhöhe, jedoch sind es zu wenig, um den Standort zu stabilisieren. Nach 45 Jahren zeigt sich, daß auch dieser Versuch unter den dargestellten Bedingungen fehlgeschlagen ist.

4. Schlußfolgerungen

Die Verjüngungssituation des Bergwaldes ist seit Jahrzehnten gestört. Der Haupteinflußfaktor ist, das zeigen eine Reihe von Untersuchungen, das Schalenwild, zu dem örtlich noch die Waldweide durch Rinder und Schafe tritt.

Vielerorts ist eine Wiederbegründung der Bestände nur noch mit technischen Begleitmaßnahmen möglich, die einen enormen finanziellen Aufwand mit sich bringen. Jedoch sind auch diese Maßnahmen vergeblich, wenn es nicht gelingt, Wachstumsbedingungen zu schaffen, daß die Bäume nach 2 bis 3 Jahrzehnten die temporäre Hilfsfunktion der Bauwerke ersetzen können. Dieses Prinzip „Hoffnung“ muß jedoch bei der gegenwärtigen Belastung, die im Bergwald verzeichnet wird, scheitern. Die dargestellten Simulationen sind zwar lediglich Modellrechnungen, zeigen aber deutlich, daß bei der gegenwärtigen Belastung nur geringe Erfolgsaussichten bestehen. Zu diesem Ergebnis kam auch der Oberste Bayerische Rechnungshof.

Die Wälder im Gebirge, sind nicht durch technische Bauwerke zu ersetzen. Die Fähigkeit dieser Wälder Erosion zu verhindern, Hochwasser zu dämpfen, die Bildung von Lawinen zu unterbinden, hat nachgelassen. Die Nachfrage auf der Seite der ansässigen Bevölkerung und der Urlauber wird in Zukunft noch weiter ansteigen. Die Schutzwaldsanierung ist eine Herausforderung, die uns noch weit in das nächste Jahrhundert begleiten wird. Inwieweit wir überhaupt in der Lage sein werden, diese Aufgabe zu meistern, wird in erster Linie davon abhängig sein, ob es gelingt das Schalenwildproblem im Gebirgsraum zu lösen.

Anschrift der Verfasser

Dr. Michael Suda
Weidacherbergstraße 4
8254 Isen
Dr. Jürgen Schmidt
Dachauer Str. 296
8000 München 50

Schrifttum

- Ammer, U., E.-M. Mößner (1986): Technische Maßnahmen gegen Schneebewegungen zum Schutz von Aufforstungen und Naturverjüngungen in Gebirgslagen. Mitteilungen der Staatsforstverwaltung Bayerns H. 43, Lawinenverbau, 78 S.
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1990): Der Schutzwald in den bayerischen Alpen. Funktionen — Zustand — Sanierung. 49 S., München.
- Fiebiger, G. (1990): Die Auswirkungen einer Gefährdung oder Zerstörung des Bergwaldes auf den Wasserhaushalt. Dokumentation Interforst 1990; 67 - 80, München.
- Gampe, S. (1988): Über Sanierungsaufforstungen in den Bayerischen Alpen. Dissertation Universität München. 227 S.
- Haugeneder, H., Schütt D., Suda P., Wimmer K. (1989): Umweltschutz und Informatik. In Geo-Informationssysteme — Anwendungen — Neue Entwicklungen. Internationales Anwenderforum Duisburg 1989: 15-27, Karlsruhe.
- König, A. (1988): Wechselbeziehungen zwischen Schneebewegungen und Naturverjüngung auf einem Nordwesthang des Jägerkamp. Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät München, 145 S.
- Plochmann, R. (1985): Der Bergwald in Bayern als Problemfeld der Forstpolitik. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Jg. 156, H. 8: 138-142.
- Seitschek, O. (1990): Die Gefährdung des Bergwaldes durch Walderkrankungen. Dokumentation Interforst 1990: 43 - 56, München.

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: 1991

Band/Volume: [56_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Suda Michael, Schmidt Jürgen P.

Artikel/Article: [Wachstumsmodell zur Erfassung der Entwicklung von Aufforstungen in Schutzwaldlagen 193-204](#)