© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Waldentwicklung und Verbißsituation auf der Sanierungsfläche Karlstein des Deutschen Alpenvereins (DAV) e.V. im Berchtesgadener Land - Ergebnisse 10jähriger Beobachtung

Von *Heinz Röhle*

Neuartige Waldschäden und überhöhte Wildbestände haben in den letzten Jahrzehnten die Bergwaldproblematik im Bayerischen Alpenraum verschärft. Die Vergreisung der Waldbestände und ausbleibende Naturverjüngung gefährden die Schutzfunktionen.

Ziel des Pilotprojektes Karlstein im Berchtesgadener Land, das von der Stiftung „Wald in Not" großzügig finanziert und vom Deutschen Alpenverein in Zusammenarbeit mit Experten seit mehr als 10 Jahren intensiv betreut wird, ist es, Strategien zur Sanierung geschädigter Bergwaldbestände zu entwickeln und ihre Wirksamkeit zu erproben. Dabei wird neben Vitalitätsentwicklung und Zuwachsgeschehen des Altbestandes der Einfluß des Wildverbisses auf Artenzusammensetzung und Wuchsdynamik der Verjüngung analysiert.

Die Vitalitätsansprache des Kiefernaltbestandes ergab, daß auf der Versuchsfläche die deutlichen Schäden mit einem Anteil von 64 % dominieren. Allerdings war, abgesehen von wenigen Kiefern, die im Beobachtungszeitraum ausfielen, keine signifikante Verschlechterung der Kronenvitalität festzustellen.

Die einzelnen Versuchsvarianten unterscheiden sich in ihrer Bestandesstruktur deutlich: Während ein Teil der Versuchsfläche kaum Unterbrechungen im Bestandesgefüge aufweist und Vorräte von knapp 200 Festmetern pro Hektar erreicht, sind die geringer bevorrateten Parzellen sehr lückig.

Den Zuwachsmessungen zufolge zeigt der Kiefernaltbestand ebenso wie die truppweise beigemischte, etwa 35jährige Buche ein den ungünstigen Standortbedingungen entsprechendes, langsames Wachstum. Bei stark geschädigten Kiefern tritt seit etwa 15 Jahren ein drastischer Rückgang des Zuwachses in Erscheinung. Beziehungen zwischen Witterungsparametern und der jährlichen Zuwachsleistung konnten bei den Altbestandskiefern nicht gefunden werden, bei jüngeren Kiefern dagegen waren ausgeprägte Zusammenhänge nachweisbar.

Die Verbißinventur dokumentiert, daß auf den gezäunten Parzellen der Anteil an verbissenen Verjüngungspflanzen gering ist und fast allen in der Verjüngung auftretenden Baumarten das Einwachsen in die Höhenschicht über 50 cm gelang. Auf den Parzellen außerhalb des Zaunes liegen die Verbißprozente wesentlich höher. Hier fanden Entmischungsvorgänge statt, und die Kiefer tritt anteilmäßig in den Vordergrund. Die verbissenen Laubbäume sind im Wachstum deutlich gehemmt und deshalb in der Höhenschicht über 50 cm nur selten vertreten.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

1 Zur Bedeutung des Bergwaldes

In Urzeiten waren die Alpen bis zur Baumgrenze nahezu vollständig bewaldet. Seit der Besiedelung durch den Menschen ging der Waldanteil im Alpenraum stark zurück. Lagerstätten für Bodenschätze wurden entdeckt und Erze geschürft, land- und forstwirtschaftliche Nutzungsformen drangen in immer entlegenere Regionen vor, die Alm- und Alpwirtschaft entstand. Wälder wurden großflächig gerodet und deren Holz für den Bau und den Betrieb von Bergwerken und Salinen verwendet. Im 20. Jahrhundert nahm der Ressourcenverbrauch im Alpenraum drastisch zu. Der hohe Flächenbedarf von Energiewirtschaft und Verkehrsanlagen, Siedlungsbau und zur Errichtung touristischer Infrastrukturen drängte den Wald in vielen Regionen weiter zurück. Die Freisetzung von Abgasen aus Verkehr, Industrie und Hausbrand führte zur Beeinträchtigung alpiner Ökosysteme.

Seit Beginn der 80er Jahre bedrohen neuartige Waldschäden (Waldsterben) die alpinen Schutzwaldbestände (Foto 1), zudem wird die Verjüngung der oft überalterten Schutzwälder durch den Wildverbiß erheblich gestört bzw. unterbleibt vollends (MEISTER, 1985). Verbiß durch Schalenwild hat im wesentlichen folgende Konsequenzen:

- **Entmischung zugunsten bestimmter Nadelbaumarten**

Die Baumarten im Bergwald werden vom Wild unterschiedlich angenommen. Besonders begehrt und damit verbißgefährdet sind die meisten Laubbäume sowie Tanne, mittlere Verbißintensität kennzeichnet die Buche und nur in geringem Maß betroffen sind Fichte und Kiefer. In Regionen mit hohem Verbißdruck setzen sich deswegen in erster Linie Fichte und Kiefer durch, während die Mischbaumarten dem Äser zum Opfer fallen.

- **Wachstumsverzögerungen und Absterbeprozesse**

Häufiger Verbiß führt zum Absterben der Verjüngungsschicht bzw. zu extremen Wuchsstockungen (Foto 2). So sind in Regionen mit hohen Wildständen verkrüppelte Fichten oder Buchen anzutreffen, die im Alter von 40 bis 50 Jahren die Höhe von 1 Meter noch nicht erreicht haben. Dies konterkariert die Bemühungen, unter den in Auflösung befindlichen Altbeständen in kurzer Zeit eine Folgebestockung heranzuziehen, die nach Ernte der Altbäume alle Schutzfunktionen übernehmen kann.

- **Vergrasung**

Unter lichten Altbeständen stellt sich bei hohem Verbißdruck eine starke Vergrasung ein. Dadurch ist die Keimung und Entwicklung von Verjüngungspflanzen erschwert und die Oberflächenrauhigkeit herabgesetzt, was zu Schneebewegungen (Schneekriechen, Gleitschnee) am Hang und in der Folge zu Erosionserscheinungen führt.

2 Die Sanierungsfläche Karlstein

Die Sanierungsfläche Karlstein befindet sich im Berchtesgadener Land oberhalb der Deutschen Alpenstraße zwischen Inzell und Bad Reichenhall in der Nähe von Weißbach an einem bis 35 Grad steilen, südexponierten Hang in einer Höhenlage von etwa 600 bis 700 Metern über NN. Sie wurde 1987 als 6-parzelliger Versuch konzipiert. Das Klima auf der Untersuchungsfläche ist charakterisiert durch eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6 °C und eine mittlere Jahresniederschlagsmenge von 1500 mm. Fast 30 % des Gesamtniederschlags fallen als Schnee, die Vegetationsperiode (Wachstumsphase) der Bäume beträgt hier etwa 140 Tage. Die südexponierte Lage führt zu einem vorzeitigen Ausapern im Frühjahr, birgt aber zugleich die Gefahr von Trockenschäden in sich.

Auf der Versuchsfläche variieren die Standorteigenschaften kleinräumig. Die Böden sind überwiegend flachgründig und lehmig, an einigen besonders steilen Stellen tritt Karbonatgestein zutage und nur in wenigen, meist flacheren Bereichen entwickelten sich mittel- bis tiefgründige Lehme. Vor allem auf den flachgründigen, kalkreichen und trockeneren Partien dominiert die Kiefer *(Pinus sylvestris)* im Hauptbestand, die Bodenvegetation wird geprägt von Bergreitgras *(Calamagrostis varia)* und Kalkblaugras *(Seslaria varia)*. Fichte und Buche kommen in der herrschenden Schicht nur vereinzelt vor.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

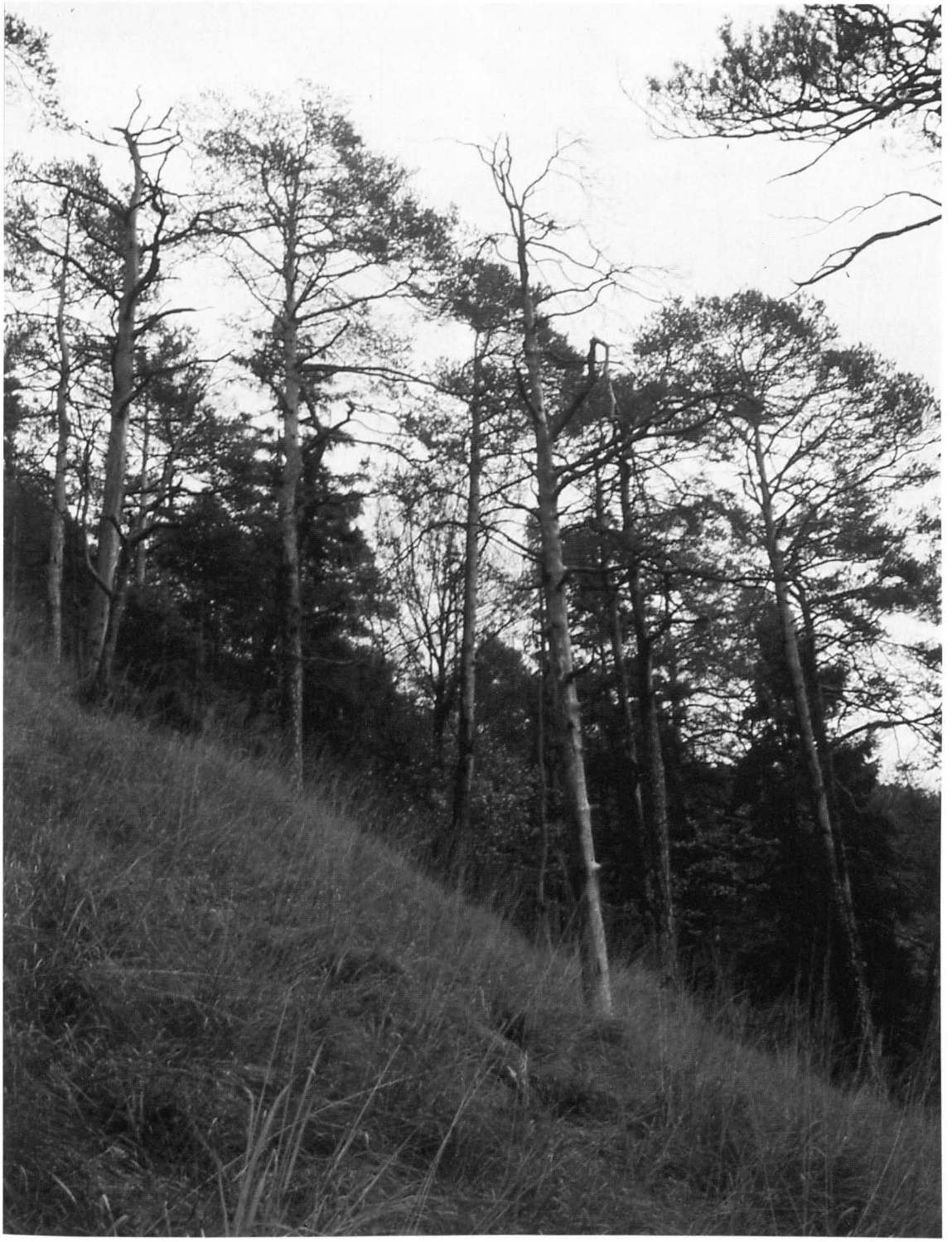

Foto 1: Tote Altbäume

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Foto 2: Ursprünglicher starker Verbiß

Die Horizontalstruktur der Baumverteilung ist ziemlich heterogen: Etwa 1/3 der Gesamtfläche nehmen Lichtungen ein, in den dichter bestockten Bereichen ist der Kronenschluß locker bis räumig. Durch das lückige Kronendach gelangt viel Licht auf den Boden, weshalb sich die Gräser gegenüber anderen Arten (wie z.B. *Euphrasia viscosa, Polygala chamaebuxus)* durchsetzen. Die Vergrasung behindert die Verjüngung und erhöht wegen ihrer geringen Oberflächenrauhigkeit die Gefahr des Schneegleitens. Die begünstigte Bodenflora stellt eine ernstzunehmende Konkurrenz um Licht, Wasser und Nährstoffe für die Waldverjüngung dar. Jedoch erweisen sich Baumarten mit Pioniereigenschaften (z.B. Mehlbeere, Vogelbeere und Bergahorn) und, in Bereichen mit etwas tiefgründigeren Böden, die Fichte und die relativ gleitschneetolerante Buche als konkurrenzfähig.

3 Versuchskonzeption

Vitale Altbestände stellen eine wirksame biologische Gleitschutzmaßnahme dar, da im Nahbereich von Altbäumen - dies trifft vor allem für tiefbeastete Nadelbäume zu - bei Schneegleitmessungen eine Verringerung des Gleitweges nachgewiesen werden konnte (MÖSSMER et. al., 1994). Somit prägen sowohl die aktuelle Bestockungsdichte (Bestockungsgrad) als auch die künftige Entwicklung des Altbestandes (Absterbeprozesse) das Wuchsverhalten und den Aufbau des nachwachsenden Schutzwaldes: Erstens beeinflußt die Schutzwirkung des Altholzschirmes Licht- und Temperaturverhältnisse am Boden und wirkt der Gefahr der Vergrasung entgegen, wodurch die für das Ankommen von Waldverjüngung wesentlichen Faktoren gesteuert werden. Und zweitens verhindern dichte Altbestände Gleitvorgänge der Schneedecke und damit die Schädigung bzw. das Heraushebeln der Verjüngungsbäumchen. Zur Beurteilung der Behandlungsbedürftigkeit von Schutzwäldern und zur Ableitung der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen ist deshalb eine integrierte Analyse des aufstockenden Altbestandes und der Verjüngungsdynamik erforderlich.

Die Waldbestockung auf der Sanierungsfläche Karlstein ermöglichte die Anlage benachbarter und in Bezug auf Exposition, Hangneigung, Standorteigenschaften und Bodenvegetation ähnlicher Versuchsvarianten zur Erprobung verschiedener Sanierungsverfah-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

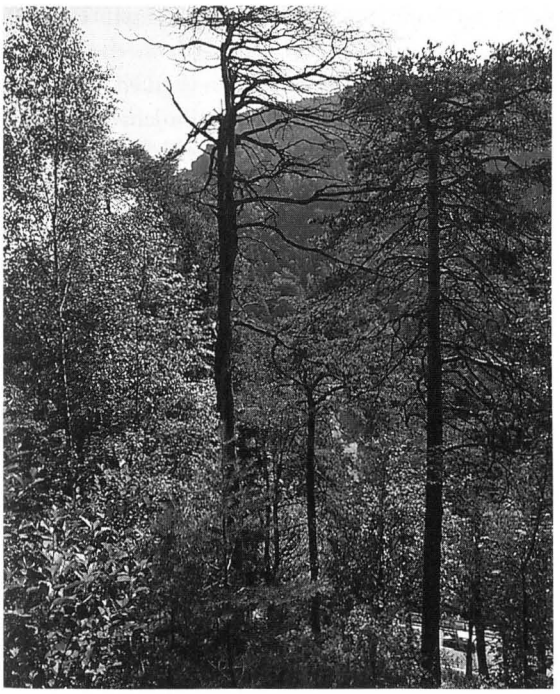

Foto 3: Rückentwicklung zu einer naturnahen Bodenvegetation nach Auflassung einer Fütterung und Reduktion des Gams-, Reh- und Hirschbestandes auf naturnahe Größenordnungen (Ausgangssituation 1987).

Foto 4: Es wachsen wieder zahlreiche Pflanzenarten, die vorher nicht mehr aufkommen konnten (z.B. Hasenlattich), die Strauch- und Jungbaumschicht ist so dicht, daß der Schnee nicht mehr „kriechen" kann, es entstehen keine Waldlawinen mehr (Situation 1995):

ren. Bei der Anlage des Versuchs wurde das für die jeweilige Parzelle gewählte Sanierungsverfahren dem Waldzustand angepaßt. So waren Vitalität des Altbestandes, Bestandeslücken, Hangneigung und Gefährdung durch Schnee Kriterien zur Festlegung der Maßnahmen. Im einzelnen wurden folgende Verfahren erprobt (RÖHLE, 1997):

- Verfahren **W**: Einleitung der Verjüngung durch waldbauliche Maßnahmen mit ergänzender Pflanzung in Teilbereichen
- Verfahren **R**: Pflanzung der Verjüngungsschicht in Rottenstruktur auf ganzer Fläche
- Verfahren **T**: Pflanzung der Verjüngungsschicht auf ganzer Fläche mit ergänzenden Verbauungsmaßnahmen zur Verhinderung von Schneebewegungen

Um den Einfluß der Wilddichte auf die Bestandesentwicklung zu ermitteln, wurde für jedes Verfahren eine Variante mit Zaun (**Z**) sowie eine ungezäunte Vergleichsfläche (**O**) ausgewiesen, so daß sich eine 6-parzellige Flächenanlage mit folgenden Versuchsgliedern ergab:

- Waldbauliches Verjüngungsverfahren mit Zaun (**WZ**) bzw. ohne Zaun (**WO**)
- Verjüngungsverfahren mit Rottenpflanzung mit Zaun (**RZ**) bzw. ohne Zaun (**RO**)
- Verjüngungsverfahren mit technischer Verbauung mit Zaun (**TZ**) bzw. ohne Zaun (**TO**)

Die ungezäunten Versuchsflächen besitzen eine Größe von 0.17 Hektar, die gezäunten Varianten verfügen über Flächengrößen zwischen 0.18 und 0.22 Hektar. Anzumerken ist noch, daß große Schneemengen in Kombination mit der Geländeneigung zu kurzzeitigen Beschädigungen der Zäune führten. Aus diesem Grunde war eine vollständige Ausschaltung des Wildverbisses auf den gezäunten Parzellen nicht gewährleistet.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

4 Aufnahmemethodik

Die Aufnahmearbeiten auf der Versuchsfläche Karlstein lassen sich gliedern in die Zustands- und Zuwachserfassung des aufstockenden Bestandes mit Hilfe ertragskundlicher Verfahren und in die Verjüngungsanalyse mit Hilfe der Verbißinventur.

4.1 Ertragskundliche Methodik

Im Frühjahr 1995 wurde auf den 6 Parzellen eine detaillierte ertragskundliche Erhebung zur Bestimmung wichtiger Struktur- und Dimensionsgrößen des aufstockenden Waldbestandes vorgenommen (EKLKOFER, 1995). Bei dieser Erhebung wurden alle Bäume des Altbestandes berücksichtigt sowie jene Bäume im Jungwuchs, die einen Durchmesser in Brusthöhe von mindestens 1 cm erreicht hatten. Im einzelnen waren dazu folgende Arbeitsschritte notwendig:

- dauerhafte Markierung aller Meßbäume mit Farbe
- Ermittlung der Brusthöhendurchmesser (Bhd, in 1.3 m Höhe) bergseits mit Umfangmeßband
- Messung der Baumhöhen (nach Baumarten getrennt)
- Vitalitätsansprache der Kiefer in der herrschenden Schicht in Anlehnung an die Waldschadensinventur in 5 Schadstufen
- Bohrspanentnahmen an Kiefern und Buchen aus der herrschenden Schicht zur Ermittlung des Alters in Stock- und Brusthöhe

Im Herbst 1997 wurden ergänzend folgende Arbeiten durchgeführt:

- Wiederholung der Vitalitätsansprache an der Kiefer
- Bohrspanentnahmen (je 2 Zuwachsbohrungen pro Baum) an 40 Kiefern unterschiedlicher Vitalität zur Berechnung schadklassenspezifischer Zuwachsverläufe

4.2 Verbißinventur

Artenzusammensetzung und Zustand der Verjüngungsschicht wurden im Rahmen von Verbißinventuren im Frühjahr 1992 (SUDA und SCHMIDT, 1992) und im Winter 1994/1995 bei einer Schneebedeckung von ca. 10 cm Höhe festgehalten (EKLKOFER und RÖHLE, 1995). Bei der Inventur im Jahr 1992 wurden nur die außerhalb des Zaunes befindlichen Partien beprobt, während bei der Folgeinventur im Winter 1994/1995 auch der Zustand der Verjüngung in den gezäunten Vergleichsflächen Gegenstand der Betrachtung war. Außerdem beschränkte sich die Folgeinventur exakt auf die in den Lageplänen eingezeichneten und im Gelände markierten Probeflächen. Bei der Inventur 1992 dagegen wurden repräsentative Ausschnitte der ungezäunten Probeflächen erfaßt, die mit den eigentlichen Versuchsparzellen nicht deckungsgleich waren. Beide Inventuren waren als Vollaufnahmen konzipiert. An allen Verjüngungspflanzen wurden folgende Größen ermittelt:

- **Baumart:** Fichte, Kiefer, Ahorn, Buche, Vogelbeere, Mehlbeere, Faulbaum, sonstige Laubbäume
- **Zugehörigkeit zu einer der 3 Höhenschichten:** 21 - 50 cm, 51 - 100 cm, > 100 cm
- **Schädigungsgrad:** verbissen / nicht verbissen

Verjüngungspflanzen unter 20 cm Höhe wurden bei beiden Inventuren nicht gezählt, ebensowenig alle Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser von über 1 cm, die, wie in Abschnitt 4.1 dargestellt, im Zuge der ertragskundlichen Zustandserfassung aufgenommen wurden.

5 Ergebnisse der ertragskundlichen Untersuchungen

5.1 Vitalitätsentwicklung der Kiefer

Die Vitalitätsansprache an der Kiefer erfolgte nach der Methodik der Waldschadenserhebung der Bundesregierung in 5 Schadstufen [1]). Alle Angaben zur Schadsituation beziehen sich auf die gesamte Versuchsfläche, da eine parzellenbezogene Analyse aufgrund der zum Teil geringen Stammzahlen, insbesondere in den Parzellen **TZ** und **TO**, nicht sinnvoll erschien.

---

1) Schadstufe 0: ohne Schadmerkmale, Nadelverlust 0-10%
Schadstufe 1: schwach geschädigt, Nadelverlust 11-25%
Schadstufe 2: mittelstark geschädigt, Nadelverlust 26-60%
Schadstufe 3: stark geschädigt, Nadelverlust 61-99%
Schadstufe 4: abgestorben, Nadelverlust 100%

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Abbildung 1 demonstriert die Schadsituation für die Kiefer nach den Ergebnissen der Ansprache im Frühjahr 1995. Wie aus der Darstellung ersichtlich wird, umfaßt der Bereich der schwach geschädigten Bäume (Schadstufe 1, Warnstufe) 17 %, und die Hälfte der Altbäume ist bereits deutlich geschädigt (52 %, Schadstufen 2 und 3), aber noch nicht abgestorben. Der Anteil der toten Kiefern liegt bei 12 %. Lediglich 19 % aller Kiefern zeigen keine Schadsymptome. Die ansonsten vitale Fichte weist einen Anteil von 7 % abgestorbener Individuen auf, bei der Buche liegt der Anteil toter Bäume bei 6 %. Zwischen Frühjahr 1995 und Herbst 1997 wandelte sich die Schadsituation nur unwesentlich. Die Bäume der Klassen 0 bis 2 zeigten keine Veränderung, d.h. sie verblieben in der bisherigen Schadklasse. Lediglich wenige Kiefern, die 1995 der Schadklasse 3 angehörten, waren zum Zeitpunkt der Wiederholungsaufnahme abgestorben.

Vergleicht man die Schadsituation auf der Versuchsfläche Karlstein mit offiziellen Angaben über den Waldzustand im bayerischen Alpenraum (Bayerische Landesanstanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1997), so sticht die insgesamt schlechtere Vitalität auf der Versuchsfläche ins Auge: Hier liegt der Anteil deutlich geschädigter und abgestorbener Bäume (Schadstufen 2 bis 4) mit 64 % wesentlich höher als der Durchschnittswert, der von der Forstverwaltung für das Wuchsgebiet 15 „Bayerische Alpen" für Fichte mit 31 % und für Tanne mit 50 % beziffert wird.

5.2 Ertragskundliche Analyse der Versuchsparzellen

Im folgenden werden die Ergebnisse der Bestandesaufnahme für die einzelnen Versuchsparzellen, getrennt nach den jeweiligen Sanierungsverfahren, vorgestellt. Die in Tabelle 1 aufgelisteten Hektarwerte für Schaftholzvorrat und Stammzahl beziehen sich auf die Hauptbaumarten Kiefer, Fichte und Buche.

5.2.1 Parzellen mit waldbaulichem Verjüngungsverfahren (Parzellen WZ, WO)

Zur Erprobung der Verjüngungseinleitung durch waldbauliche Maßnahmen mit ergänzender Pflanzung wurde jener Ausschnitt der Versuchsfläche gewählt, auf dem ein lichter, überalterter, aber durchaus vitaler Kiefernbestand mit beigemischten Fichten stockt. Das Baumverteilungsmuster ist hier ziemlich gleichmäßig, größere Lücken im Kronendach treten nur vereinzelt auf (v.a. auf Parzelle **WO**). Da der Altbestand auf diesem Teil der Versuchsfläche seine Schutzfunktion noch weitgehend erfüllt und der Verjüngungszeitraum deshalb über mehrere Jahrzehnte laufen kann, darf das gewählte Verfahren, bei dem auf unterstützende technische Verbauungen oder ergänzende Pflanzungen mit hohen Baumzahlen verzichtet wird, als praxisrelevant bezeichnet werden. Die Parzellen **WZ** und **WO** weisen ähnliche Holzvorräte und Stammzahlen pro Hektar auf. Auch die Stammzahldurchmesserverteilungen zeigen ein nahezu übereinstimmendes Bild. Auffällig ist der geringe Anteil an Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser unter 9 cm. Auf der Parzelle **WZ** gehören nur 3 % der Kiefern und 15 % der Fichten diesem Durchmesserbereich an, auf der Parzelle **WO** 2 % der Kiefern und 17 % der Fichten.

5.2.2 Parzellen mit Verjüngungsverfahren in Rottenstrukturpflanzung (RZ, RO)

Auf den Parzellen **RZ** und **RO** ist der Altbestand aus Kiefer, Fichte und Buche schon stark aufgelichtet, auf beiden Parzellen sind größere Flächen nicht überschirmt. Dies wird durch den niedrigen Holzvorrat und den geringen Anteil an Bäumen im oberen Durchmesserbereich deutlich. Im Durchmesserbereich über 19 cm ist nur noch die Kiefer in nennenswerter Anzahl vertreten. Um in den Lücken des Altbestandes einen neuen Schutzwald zu begründen, wählte man hier die Pflanzung in Rottenstruktur. Vor allem auf der Parzelle **RZ** gelang es durch Zäunung und somit durch Ausschluß des Wildverbisses, einen hohen Anteil an Bäumen mit Brusthöhendurchmessern unter 10 cm (92 % der Buchen und 83 % der Fichten liegen in diesem Bereich) zu sichern. Auf der Parzelle **RZ** liegt die Stammzahl im unteren Durchmesserbereich damit um ein Vielfaches höher als auf der Parzelle **RO**, was die Bedeutung des Wildverbisses für die Verjüngungsdynamik eindringlich unterstreicht (Abb. 2).

5.2.3 Parzellen mit Verjüngungsverfahren mit technischer Verbauung (TZ, TO)

Die Flächen **TZ** und **TO** sind durch geklumpt verteilte Altbestandsreste und dazwischenliegende, meh-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

rere hundert Quadratmeter große Lücken geprägt. Aus diesem Grund sind hier die Stammzahlen besonders niedrig. Wegen der auf der Fläche ungünstig verteilten Altbäume mußten zum Schutz der Verjüngung vor Schneebewegungen Verbauungen errichtet werden. Die Stammzahldurchmesserverteilung der Parzelle **TO** weist im unteren Bereich ein deutliches Maximum auf, welches von Kiefer, Fichte, Buche und Birke gebildet wird, während die Kiefer das obere Durchmesserspektrum dominiert. Im Gegensatz dazu findet sich auf der Vergleichsfläche TZ im unteren Durchmesserbereich die Mehlbeere statt der Birke, der stärkere Durchmesserbereich wird von Kiefer, Fichte und Buche abgedeckt.

5.3 Ergebnisse der Zuwachsuntersuchungen

5.3.1 Altersbohrung

Die Altersbohrungen fanden an repräsentativ ausgewählten Kiefern und Buchen statt. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, sind die untersuchten, hauptständigen Kiefern in Brusthöhe zwischen 145 und 199 Jahre alt, die in den Altbestandslücken nachwachsenden Buchen besitzen ein Alter von etwa 35 Jahren. Während die Kiefer bis zu 19 Jahre braucht, um eine Höhe von 1.30 m zu erreichen, ist dies bei der Buche schon 5 Jahre früher möglich. Demzufolge liegt der durchschnittliche Höhenzuwachs in den ersten Lebensjahren bei der Kiefer bei 7 bis 9 cm und bei der Buche bei 9 bis 11 cm. Um wirksamen Schutz vor Schneebewegungen zu bieten, müssen Bäume einen Brusthöhendurchmesser von mindestens 5 cm aufweisen. Dazu benötigt die Kiefer auf diesem Standort 40 Jahre, die Buche kann diese Dimension bereits 10 Jahre eher erreichen.

5.3.2 Zuwachsbohrung unterschiedlich stark geschädigter Kollektive

Erbanlagen und Standortfaktoren bestimmen das Wachstum von Bäumen und Waldbeständen. Konstante Standortverhältnisse vorausgesetzt, stellt sich nach ASSMANN (1961) in gleichaltrigen Hochwaldbeständen für das Zuwachsgeschehen über dem Alter ein charakteristischer Kurvenverlauf ein, den 3 Perioden unterschiedlicher Wuchsdynamik kennzeichnen:

- In der Aufschwungphase (Jugendphase), die bis zum ersten Wendepunkt der Zuwachskurve dauert, steigen die Zuwächse von Jahr zu Jahr an.
- In der Vollkraftphase, die zwischen den beiden Wendepunkten liegt und den Kulminationspunkt beinhaltet, wird die maximale Zuwachsleistung erreicht.
- In der Abschwungphase (Altersphase), die auf den zweiten Wendepunkt folgt, sinken die Zuwächse altersbedingt ab. Ohne Nutzung (Einschlag) würde sich das Absinken der Zuwächse bis zum natürlichen Alterstod von Baum oder Bestand fortsetzen.

Dieser bei Normalbedingungen zu erwartende Zuwachsverlauf ist auf Abbildung 3 schematisch dargestellt, die 3 Altersphasen treten in der Grafik deutlich hervor. ASSMANN betont, daß diese charakteristische Grundform die Zuwachsdynamik aller ungestört aufwachsenden Bestände zutreffend beschreibt und längerfristig andauernde Abweichungen vom Normverlauf nur durch eine Änderung der Umweltbedingungen, d.h. durch eine Verbesserung oder Verschlechterung der Standortverhältnisse hervorgerufen werden können. Folgt man dieser Definition des Begriffes „Standort", so ist darunter die Gesamtheit der an einem Ort gegebenen Produktionsbedingungen zu verstehen: also nicht nur bodenchemische, bodenphysikalische und bodenbiologische Größen, sondern auch das Klimageschehen und nicht zuletzt anthropogen bedingte Faktoren.

Abbildung 4 zeigt am Beispiel der Versuchsparzelle **WZ** die Zuwachsverläufe [2]) der beprobten Altbestandskiefern und die dazugehörige Mittelwertkurve. Wie die Kurvenverläufe demonstrieren, befinden sich die Kiefern seit langer Zeit in der Abschwungphase, was bei Altern von z.T. über 200 Jahren nicht erstaunt [3]). Von wenigen, besonders gutwüchsigen und frei-

2) An den Kiefern der Versuchsfläche Karlstein wurden Bohrspanproben in Brusthöhe entnommen und auf diesen die Radialzuwächse vermessen. Der Radialzuwachs, der in einem Jahr geleistet wird, entspricht der Dicke des Holzmantels, der innerhalb eines Jahres am Schaft angelagert wird. An Schaftquerschnitten kann man die Radialzuwächse (Jahresringe) vor allem bei Nadelbaumarten sehr gut erkennen.

3) Wenn in Brusthöhe bei vielen Kiefern über 190 Jahrringe gezählt wurden, müssen diese Bäume mehr als 200 Jahre alt sein, da sie, wie in Abschnitt 5.3.1 gezeigt wurde, bis zu 19 Jahren brauchen, um eine Höhe von 1.3 m zu erreichen.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

stehenden Exemplaren abgesehen, die keine Konkurrenten in der unmittelbaren Nachbarschaft haben, liegen die Jahrringbreiten auf diesem Standort auf relativ niedrigem Niveau: So werden während der Vollkraftphase, die etwa zwischen 1820 und 1850 anzusiedeln ist, durchschnittliche Ringbreiten zwischen 1 und 2 mm gebildet, in der Abschwungphase gehen die Werte auf 0.2 bis 0.3 mm zurück.

Zur Analyse der Zuwachstrends unterschiedlich stark geschädigter Kiefern werden die Bäume im folgenden zu 3 Kollektiven mit jeweils ähnlicher Benadelungsdichte (Kronenvitalität nach den Ergebnissen der Ansprache im Herbst 1997) zusammengefaßt und die Zuwachsmittelkurven dieser 3 Kollektive verglichen. Zum Kollektiv 1 (gesunde Bäume) zählen Kiefern der Schadklassen 0 und 1, zum Kollektiv 2 (Bäume mit mittleren Schäden) die Kiefern der Schadklasse 2 und zum Kollektiv 3 (Bäume mit starken Schäden) die Kiefern der Schadklasse 3. Um die unterschiedlich zuwachskräftigen Probebäume der 3 Kollektive auf ein einheitliches Niveau zu adjustieren und damit die Gegenüberstellung der Trends überhaupt erst zu ermöglichen, wurden die Zuwachskurven normiert, d.h. es wurden für jeden Baum Indexwerte berechnet [4]). Die Betrachtung der Indexkurven erfolgt für den Zeitraum von 1910 bis 1997, da für diese Periode von allen Altkiefern Jahrringmeßwerte vorlagen.

Wie Abbildung 5 belegt, verlaufen die Indexkurven der 3 Kollektive von 1910 bis 1980 fast synchron, Phasen kurzfristig hoher bzw. niedriger Wuchsleistungen zwischen 1920 und 1950 treten bei allen Kollektiven in nahezu identischer Form in Erscheinung. Nach 1950 ist nur noch ein leichtes Oszillieren um den Alterstrend zu beobachten, das bis 1980 anhält. Danach differenzieren sich die Trends jedoch in auffälliger Weise: Während bei den gesunden Kiefern und den Bäumen mit mittleren Schäden ein ausgeprägter Zuwachsanstieg zu verzeichnen ist, verharren die Kiefern mit starken Schäden auf konstant niedrigem Niveau und zeigen erst seit etwa 1993 eine leichte Tendenz zur Erholung.

4) Zur Berechnung der Zuwachs-Indexwerte wurden für jeden Probebaum dessen Ringbreiten aufsummiert und daraus der Mittelwert gebildet. In einem zweiten Rechenschritt wurden die einzelnen Ringbreiten in Relation zu diesem Mittelwert ausgedrückt.

Bei den beprobten, jüngeren Kiefern, die maximale Alter von 80 bis 100 Jahren aufweisen und im wesentlichen auf der Parzelle **RO** zu finden waren, verlaufen die Mittelwertkurven des Zuwachsindex für die Kollektive 1 und 2 nahezu deckungsgleich [5]), abgesehen von einem Zuwachseinbruch der Bäume mit mittleren Schäden im Jahr 1997.

5.3.3 Zusammenhänge zwischen Witterungsgeschehen und Radialzuwachs

Die Wuchsleistung von Bäumen und Beständen ist neben der Nährkraft des Standortes in hohem Maße abhängig von den Klimafaktoren Temperatur und Niederschlag. Günstige Temperaturverhältnisse in der Vegetationsperiode und ausreichende Verfügbarkeit von Wasser sind für das Wachstum besonders förderlich, Wassermangel oder niedrige Temperaturen wirken sich wachstumshemmend aus.

Um die Abhängigkeit der Wuchsleistung vom Witterungsgeschehen zu untersuchen, wurden für den Zeitraum von 1951 bis 1996 die Monatsmittelwerte für Temperatur und Niederschlag der nahegelegenen Wetterstation Bad Reichenhall aus den meteorologischen Jahrbüchern des Deutschen Wetterdienstes entnommen und den Indexkurven des Radialzuwachses der Kollektive 1 (Bäume mit Nadelverlusten bis 25 %) der Altbestandskiefern und der jüngeren Kiefern gegenübergestellt. Zur statistischen Analyse wurden Korrelationsrechnungen und multiple Regressionsanalysen angewandt.

Den Korrelationsrechnungen zufolge bestehen zwischen den Jahrringbreiten der Kiefern und den Monatsmitteln für Temperatur und Niederschlag sowie weiteren, daraus abgeleiteten Temperatur- und Niederschlagsmittelwerten mit geringerer zeitlicher Auflösung (z. B. Mittelwerte für Temperatur und Niederschlag in der Vegetationszeit bzw. im Jahresdurchschnitt) i.d.R. nur recht schwach ausgeprägte Abhängigkeiten. Trotzdem wurde der Versuch unternommen, mit Hilfe einer schrittweisen multiplen Regressionsanalyse diejenigen Bestimmungsvariablen

5) Für die jüngeren Kiefern konnte das Kollektiv 3 nicht gebildet werden, da in dieser Altersklasse keine stark geschädigten Bäume vorhanden waren.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

herauszufiltern, die am meisten zur Erklärung der Zuwachsleistung (d.h. der Radialzuwachs-Indexkurven) beitragen. Das Ergebnis dieser Regressionsanalysen überraschte dann doch. So zeigte sich, daß bei den jüngeren Kiefern mit Hilfe von 4 Bestimmungsvariablen [6]) immerhin 42 % der Variation der Jahrringbreiten erklärt werden konnte und somit eine statistisch gesicherte Beziehung zwischen Witterung und Zuwachs besteht, bei den Altbestandskiefern hingegen mit demselben Variablensatz nur 7 % der Zuwachsschwankungen erklärbar waren.

6 Ergebnisse der Verbißinventur

Im folgenden werden die Ergebnisse der Verbißinventur im Winter 1994/95 vorgestellt. Tabelle 3 vermittelt einen orientierenden Überblick über die Verbißsituation, Abbildung 6 informiert am Beispiel der Parzellen TZ und TO über die Verbißprozente in der Verjüngungsschicht.

6.1 Parzellen mit waldbaulichem Verjüngungsverfahren

- **Parzelle WZ:** Mit Anteilen zwischen 19 und 29 % sind Vogelbeere, Mehlbeere und Kiefer die dominierenden Baumarten in der Verjüngungsschicht. Ahorn, Faulbaum und Buche (4 bis 5 %) sowie sonstige Laubbaumarten (11 %) kommen seltener vor. Die Gesamtbaumzahl umfaßt 3700 Verjüngungspflanzen je Hektar, der Anteil verbissener Pflanzen beträgt insgesamt knapp 2 %. An Fichte, Kiefer, Buche, Faulbaum, Mehlbeere und sonstigen Laubbaumarten waren keine Beeinträchtigungen zu verzeichnen, lediglich Vogelbeere und Ahorn zeigten Verbißspuren. In der Höhenschicht über 50 cm sind Mehlbeere, Vogelbeere und Kiefer sowie die sonstigen Laubbäume mit respektablen Prozentsätzen vertreten, Faulbaum und vor allem Buche nur vereinzelt, Ahorn und Fichte fehlen gänzlich.

- **Parzelle WO:** Die Mehlbeere stellt mit 51 % den Hauptanteil in der Verjüngungsschicht, allerdings kommt sie oft als Wurzelbrut an älteren Bäumen vor. Mit jeweils 11 % sind Vogelbeere, Faulbaum und sonstiges Laubholz vertreten, Ahorn, Buche und Fichte nur mit 4 bis 5 %. Mehr als 90 % der Bäumchen in der Verjüngungsschicht haben Höhen unter 50 cm, unverbissene Bäume über 50 cm kommen (von 3 Ausnahmen abgesehen) nicht vor. Es existiert also keine entwicklungsfähige Verjüngungsschicht, die deutlich über die durchschnittliche winterliche Schneehöhe hinausragt, was auf den Verbißdruck zurückzuführen sein dürfte. Insgesamt sind auf dieser Parzelle 800 Verjüngungspflanzen je Hektar zu finden, davon zeigen 69 % Verbißspuren. Besonders stark beeinträchtigt sind Mehlbeere und Vogelbeere, aber auch die übrigen Baumarten einschließlich der Fichte sind zu 40 bis 50 % geschädigt.

6.2 Parzellen mit Verjüngungsverfahren in Rottenpflanzung

- **Parzelle RZ:** Kiefer, Ahorn und sonstige Laubbaumarten (v. a. Birke) bestimmen mit Anteilen zwischen 21 und 33 % die Zusammensetzung der Verjüngungsschicht. Darüber hinaus sind Buche, Vogelbeere, Mehlbeere, Faulbaum und Fichte vertreten. Zudem sind auf der Parzelle vorangebaute Buchen zu finden, die Brusthöhendurchmesser von über 1 cm erreicht haben, dem Äser des Wildes entwachsen sind und somit bei der Verjüngungsaufnahme nicht berücksichtigt wurden. Aus diesem Grund liegt die Gesamtanzahl der Verjüngungspflanzen bei nur 3300 Stück pro Hektar. Der mit 5 % ermittelte Gesamtverbiß kann als niedrig bezeichnet werden. Von allen vorkommenden Baumarten zeigt lediglich der Ahorn mit einem Verbißprozent um 20 auffällige Beeinträchtigungen, wobei sich der Verbiß auf die Pflanzen unter 50 cm Höhe konzentriert. Die nahezu unverbissene Höhenschicht über 50 cm setzt

---

6) Dabei handelte es sich um folgende 4 Variablen:
- Temperatur in der Vegetationsperiode
- Niederschlag in der Vegetationsperiode
- Niederschlag während des vorangegangenen Winterhalbjahres als Maß für die Aufsättigung des Bodenwasserspeichers zu Beginn der Vegetationsperiode
- Temperatur in der 2. Winterhälfte (Monate Februar und März)

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

sich zum Großteil aus sonstigen Laubbaumarten sowie Kiefer, Buche und Ahorn zusammen.

- **Parzelle RO:** Das Schwergewicht in der Verjüngung bildet die Kiefer mit 53 %, gefolgt von Ahorn, Vogelbeere, Mehlbeere, Faulbaum und sonstigem Laubholz mit Anteilen zwischen 11 und 7 %. Der Buchen- und Fichtenanteil liegt unter 1 %. Die ca. 6700 Verjüngungspflanzen je Hektar weisen einen Gesamtverbiß von 43 % auf. Auf dieser Parzelle haben Entmischungprozesse zugunsten der Kiefer bereits begonnen. Dies zeigt sich erstens in den Verbißprozenten für die einzelnen Baumarten: Ahorn, Faulbaum, Vogelbeere und Mehlbeere werden vom Wild am stärksten beeinträchtigt (Verbiß zwischen 70 und 85 %), während der Verbiß bei der Kiefer mit 17 % als gering einzustufen ist. Zweitens dominiert die Kiefer in der Höhenschicht über 50 cm eindeutig: Sie stellt hier mit 83 % den Hauptanteil der unverbissenen und damit entwicklungsfähigen Bäume.

6.3 Parzellen mit Verjüngungsverfahren mit technischer Verbauung

- **Parzelle TZ** (Abb. 6 oben): Die Baumartenanteile sind mit 14 bis 24 % für Fichte, Ahorn, Vogelbeere, Mehlbeere und sonstiges Laubholz recht ausgewogen, Buche und Kiefer kommen nur vereinzelt vor. Die Gesamtbaumzahl liegt bei 5500 Verjüngungspflanzen je Hektar. Bei Fichte, Ahorn, Vogelbeere, Mehlbeere und sonstigem Laubholz sind zwischen 3 und 11 % der Bäumchen verbissen, bei Kiefer 20 %. Das hohe Verbißprozent bei der Buche (50 %) darf nicht überbewertet werden, da diese Baumart nur mit insgesamt 2 Individuen auf der Fläche vertreten ist. Der Gesamtverbiß beträgt knapp 7 % [7]). In der Höhenschicht über 50 cm dominieren Ahorn und Mehlbeere mit jeweils über 30 % Anteil, gefolgt von Vogelbeere mit 18 %. Sonstiges Laubholz und die zum Zeitpunkt der Pflanzung deutlich kleinere Fichte sind vorwiegend in den niedrigeren Höhenklassen anzutreffen.

- **Parzelle TO** (Abb. 6 unten): Bei der Gesamtanzahl von 2100 Verjüngungspflanzen je Hektar nehmen Vogelbeere, Kiefer, Fichte und sonstiges Laubholz in der Verjüngungsschicht annähernd gleiche Anteile (18 bis 28 %) ein. Buche, Faulbaum und Mehlbeere kommen dagegen nur in geringen Mengen vor. Der Gesamtverbiß liegt bei 52 %. Faulbaum, Mehlbeere und Vogelbeere sind nahezu vollständig verbissen und haben daher keine langfristige Entwicklungsperspektive, allerdings besitzen die Werte für Faulbaum und Mehlbeere wegen der geringen Individuenzahl nur beschränkte Aussagekraft. Buche und Fichte werden vom Wild seltener angenommen. Die Kiefer weist mit 14 % verbissenen Pflanzen die mit Abstand geringste Beeinträchtigung auf. In der Höhenschicht über 50 cm dominiert sie mit 58 % Anteil, was, analog zur Situation auf der Parzelle **RO**, auf Entmischungsvorgänge hindeutet.

7 Folgerungen - Diskussion

7.1 Schadensfortschritt und Waldentwicklung im Altbestand

Die Ergebnisse der Vitalitätsansprachen an Kiefer belegen, daß sich der Schadensfortschritt zwischen Frühjahr 1995 und Herbst 1997 deutlich verlangsamt hat. Damit folgt auch die Versuchsfläche Karlstein dem bayernweit erkennbaren Trend, der in den letzten Jahren eine Stagnation des Schadgeschehens bzw. sogar Tendenzen der Erholung geschädigter Bäume aufzeigt. Dies darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, daß auf der Versuchsfläche Karlstein der Anteil toter Altbestandskiefern mit 12 % sehr hoch liegt und trotz der Stagnation des Schadensfortschrittes bei Kiefern mit geringen und mittleren Nadelverlusten in den letzten Jahren einige stark geschädigte Bäume abstarben. Aufgrund der schwierigen Standortverhältnisse und des hohen Alters der Kiefer dürften sich diese Absterbeprozesse fortsetzen und in den derzeit noch relativ homogen bestockten Bereichen (Parzellen **WZ** und **WO**) Freiflächen entstehen, weshalb die Verjüngung

7) Daß auf dieser gezäunten Fläche überhaupt Verjüngungspflanzen durch Verbiß beeinträchtigt sind, ist auf den an der Talseite leicht eingedrückten Zaun zurückzuführen, durch den möglicherweise Wild in die Parzelle eindringen konnte.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

auf diesen Parzellen nur solange ohne ergänzende technische Schutzmaßnahmen aufwachsen kann, wie das Altholz noch einigermaßen gleichmäßig über die Fläche verteilt ist und wirksamen Schutz vor Schneegleiten bietet. Sollte dieser Schutz in Zukunft wegfallen, müssen auch hier kostenintensive Verbauungen errichtet werden.

Die Zuwachsuntersuchungen an Altkiefern unterstreichen, daß stark geschädigte Bäume (Schadklasse 3, Nadelverluste zwischen 60 und 99 %) die bei den Schadklassen 0 bis 2 seit 1980 beobachtete Erholung nicht mitvollziehen. Die Radialzuwächse der stark geschädigten Kiefern betragen durchschnittlich 0.1 mm pro Jahr. Bei einem Teil dieser Bäume werden in den letzten Jahren überhaupt keine meßbaren Jahrringbreiten mehr gebildet, was als Indiz für deren baldiges Absterben gewertet werden muß und die bereits diskutierte Wahrscheinlichkeit des Entstehens zusätzlicher Lücken im Bestand untermauern dürfte.

7.2 Beziehungen zwischen Witterung und Radialzuwachs

Aus den Aufzeichnungen der Wetterstation Bad Reichenhall geht hervor, daß im Untersuchungszeitraum zwischen 1951 und 1996 die Temperaturen in der Vegetationszeit (Monate April bis September) meist zwischen 13 und 15 °C lagen und die Niederschläge in dieser Periode nie unter 100 mm pro Monat fielen. Damit müßten günstige Wachstumskonstellationen auf der Versuchsfläche herrschen. Wenn trotz dieser förderlichen Umstände die Zuwachsleistungen auf ausgesprochen niedrigem Niveau liegen und darüber hinaus bei Jung- wie auch bei Altbestandskiefern die Radialzuwächse von Jahr zu Jahr stark variieren, so können die Gründe dafür nur in den ungünstigen standörtlichen Verhältnissen auf dem südexponierten Steilhang vermutet werden. Wie in Abschnitt 2 beschrieben wurde, dominieren auf der Versuchsfläche flachgründige, lehmige Böden, an einigen besonders steilen Stellen tritt Karbonatgestein offen zutage. Diese Böden verfügen nur über eine magere Ausstattung mit Nährstoffen, was die insgesamt niedrigen Wuchsleistungen erklärt. Da die Wasserrückhaltefähigkeit dieser Böden wegen ihrer geringen Mächtigkeit minimal ist und darüber hinaus die Steilheit des Hanges den Wasserabfluß beschleunigt, führen bereits kurzfristige Trockenperioden von 1 bis 2 Wochen, die aus den Monatsmittelwerten nicht ersichtlich sind, zu wachstumswirksamem Wasserstreß. Sollen die Beziehungen zwischen Witterung und Wuchsleistung auf diesem Extremstandort genauer durchleuchtet werden, müßten deshalb Witterungsdaten in höherer zeitlicher, möglichst täglicher, Auflösung vorliegen, die allerdings nicht verfügbar waren. Warum mit Hilfe der Regressionsrechnung trotz des Fehlens von zeitlich hochaufgelösten Daten 42 % der Variation des Radialzuwachses der jüngeren Kiefern erklärbar waren, kann nicht abschließend beantwortet werden. Möglicherweise reagieren jüngere Kiefern weniger sensitiv auf kurzperiodischen Wasserstreß als Altkiefern, weshalb auch Monatsmittelwerte zur statistischen Beschreibung des Zuwachsgeschehens taugen.

7.3 Wuchsdynamik und Verbißsituation der Verjüngung

Auf den 3 gezäunten Parzellen ist der Anteil an verbissenen Pflanzen in der Verjüngungsschicht gering. Deshalb sind auch fast alle Baumarten der Verjüngung in der Höhenschicht über 50 cm anzutreffen. Auf den Parzellen **RZ** und **TZ**, auf denen Verjüngungspflanzen in Rotten bzw. flächendeckend eingebracht wurden, ist davon auszugehen, daß alle derzeit in der Verjüngung vertretenen Baumarten den neuen Hauptbestand formen werden. Auf der Parzelle **WZ** wurde nur in Teilbereichen durch Pflanzungen von Verjüngungsbäumchen nachgeholfen. Deswegen ist hier unter dem z.T. lückigen Altholzschirm noch keine flächendeckende Verjüngungsschicht vorhanden. Allerdings waren auch außerhalb der bepflanzten Bereiche Mehlbeere, Vogelbeere, Buche, Ahorn und Fichte in der Naturverjüngung aufzufinden.

Auf den Parzellen außerhalb des Zaunes liegen die Verbißprozente wesentlich höher als in den gezäunten Bereichen. Vor allem der starke Verbiß der Laubhölzer hat dazu geführt, daß sich die Baumartenanteile zugunsten der Kiefer verschieben (Entmischungsvorgänge). Auch zeigen die z.T. mehrfach verbissenen Laubbäume Wuchshemmungen und sind deshalb wesent-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

lich seltener in den Höhenschichten über 50 cm vertreten als die Kiefern. Auf den Parzellen **RO** und **TO** dürften langfristig nur Kiefern bzw. Fichten überleben. Da sie aber nicht gleichmäßig über die Fläche verteilt vorkommen, erscheint es fraglich, ob ein aus diesem Potential an Verjüngungsbäumen hervorgehender Hauptbestand die Schutzfunktionen in ausreichender Weise erfüllen kann. Auf der Parzelle **WO** liegt die absolute Baumzahl mit ungefähr 800 Verjüngungspflanzen je Hektar auf recht niedrigem Niveau. In Kombination mit der hohen Verbißintensität ist es unwahrscheinlich, daß sich aus der derzeit vorhandenen Verjüngungsschicht ohne weitere Pflanzungen eine neue Waldgeneration entwickelt.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse der Verbißinventur 1994/95 mit denen der Inventur aus dem Jahr 1992 [8]) zeigt, daß aufgrund der starken Vergrasung des gesamten Waldareals seit der Bepflanzung im Zuge der Flächenanlage offensichtlich nur in geringem Umfang Naturverjüngung neu hinzugekommen ist. Deshalb verwundert es nicht, daß die Verbißprozente außerhalb des Zaunes deutlich angestiegen sind. Dies ist darauf zurückzuführen, daß ein Teil der bereits 1992 durch Verbiß geschädigten Verjüngungspflanzen mittlerweile abgestorben und deshalb meist nicht mehr auffindbar ist und die noch verbliebenen Bäume weitere 3 Jahre lang dem Verbißdruck ausgesetzt waren. Insbesondere bei Laubhölzern, und hier vor allem bei Ahorn, Vogelbeere und Mehlbeere, sind die Anteile an verbissenen Individuen so hoch, daß bezweifelt werden darf, ob der derzeit noch verbliebene Rest an entwicklungsfähigen Verjüngungspflanzen jemals Baumdimensionen erreichen wird. Bei Kiefer und Fichte dagegen ist die Verbißsituation nicht so angespannt, und es darf angenommen werden, daß in den bestehenden Rotten noch in ausreichender Anzahl vitale Verjüngungsbäume vorhanden sind, die eine neue Bestandesgeneration, allerdings als Kiefernbestand mit Fichtenbeimengungen, bilden werden.

8 Ausblick

Der Erhalt des alpinen Waldkleides ist für die menschliche Nutzung des Lebens- und Wirtschaftsraumes Alpen ebenso vonnöten wie für die Funktionsfähigkeit als Ökosystem und für die Sicherung der Artenvielfalt. Nur ein intakter Bergwald liefert alle Schutzfunktionen (Schutz vor Steinschlag, Hochwasser, Bodenerosion und Lawinen) zum Nulltarif. Der technische Ersatz dieser Schutzfunktionen ist kaum möglich, abgesehen davon, daß die dafür erforderlichen Aufwendungen exorbitante Größenordnungen erreichen würden. So kostet z.B. eine Lawinenverbauung von 1 Hektar Größe in Steilhanglagen etwa eine Million DM. Und alleine im bayerischen Alpenraum gibt es über 50 000 Hektar Lawinenschutzwald.

Um das zweifellos vorhandene Verjüngungspotential unserer Bergwälder zu nutzen und in den nächsten 30 bis 40 Jahren unter dem Schirm der verlichteten Altbestände neue Schutzwälder aufzubauen, muß der beträchtliche Verbißdruck, der zu Entmischungsvorgängen, Wachstumsdepressionen und erhöhter Mortalität in der Verjüngungsschicht führt, drastisch reduziert werden. Dazu sind die Rot-, Gams- und Rehwildbestände mit geeigneten jagdlichen Methoden auf eine Dichte zurückzuführen, die das Aufkommen und die rasche Entwicklung der standorttypischen Baumarten in der Verjüngungsschicht ohne Zäunung bzw. andere Schutzmaßnahmen gewährleistet. Außerdem würde die Reduzierung der Wilddichte auf ein ökologisch verträgliches Niveau unsere Volkswirtschaft ganz erheblich entlasten, da der verbißbedingte Schaden enorme Größenordnungen erreicht und beispielsweise für die Landkreise Traunstein und Berchtesgadener Land von SUDA und SCHAUER (1996) mit jährlich 18.6 Mio. DM beziffert wird.

---

8) Wie in Abschnitt 4.2 bereits erläutert, wurden bei der Verbißinventur im Jahr 1992 nur repräsentative Ausschnitte der nicht gezäunten Bereiche der Versuchsfläche untersucht, was den Vergleich der Ergebnisse der beiden Verbißinventuren relativiert.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

9 Literatur

Bayerische Landesanstanstalt für Wald und Forstwirtschaft (1997): Waldzustandsbericht 1997. Freising, 63 S.

Eklkofer, E. (1995): Bestandesinventur auf der Bergwald - Sanierungsfläche Karlstein des Deutschen Alpenvereins (DAV) e.V. im Berchtesgadener Land, Bericht unveröffentlicht, München.

Eklkofer, E.; Röhle, H. (1995): Verbißsituation auf der Bergwald - Sanierungsfläche Karlstein des Deutschen Alpenvereins (DAV) e.V. im Berchtesgadener Land, Bericht unveröffentlicht, München.

Mößmer, E.-M., Ammer, U., Knoke,T. (1994): "Technisch-biologische Verfahren zur Schutzwaldsanierung in den oberbayrischen Kalkalpen". Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 145.

Meister, G. (1985): Übergangsstrategie zur Sicherung der Schutzfunktionen des Gebirgswaldes. DAV-Mitteilungen, Heft 3, München, S. 149 - 155.

Röhle, H. (1997): Waldverjüngung und Wildverbiß - Pilotprojekt Karlstein im Bayerischen Alpenraum. AFZ/DerWald 52 (6), S. 328 - 331.

Suda, M. und Schmidt, J. (1992): Verbißgutachten Sanierungsfläche Karlstein. Unveröffentlichter Bericht, München-Isen.

Suda, M. und Schauer, T. (1996): Einfluß und volkswirtschaftliche Bewertung von Verbißschäden auf wasserwirtschaftlichen Sanierungsflächen im Bayerischen Alpenraum. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, S. 145 - 160.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Heinz Röhle
Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik
Technische Universität Dresden
Wilsdruffer Str. 18
D-01737 Tharandt

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Parzelle	Baumart	Stammzahl / ha	Vorrat / ha (Vfm)
WZ	Kiefer	406 (davon 67 tot)	151,4
	Fichte	33	6,6
	gesamt	439	158,0
WO	Kiefer	441 (davon 41 tot)	177,5
	Fichte	41 (davon 12 tot)	6,3
	gesamt	482	183,8
RZ	Kiefer	241 (davon 32 tot)	67,9
	Fichte	159	10,5
	Buche	845	17,0
	gesamt	1245	95,4
RO	Kiefer	329	65,3
	Fichte	59	3,4
	Buche	24	2,1
	gesamt	412	70,8
TZ	Kiefer	61 (davon 6 tot)	51,5
	Fichte	67 (davon 17 tot)	33,7
	Buche	56 (davon 6 tot)	40,7
	gesamt	184	125,9
TO	Kiefer	82	35,0
	Fichte	118 (davon 6 tot)	19,8
	Buche	65	0,7
	gesamt	265	55,5

Tab. 1: Ertragskundliche Kennwerte der 6 Untersuchungsparzellen

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

	Kiefer	**Buche**
Brusthöhenalter	145 bis 199 Jahre	32 bis 36 Jahre
Zeitspanne, um 1,30 m Höhe zu erreichen	14 bis 19 Jahre	12 bis 14 Jahre
mittlerer Höhenzuwachs/Jahr	7 bis 9 cm	9 bis 11 cm
Brusthöhendurchmesser (Bhd)	15 bis 28 cm	3 bis 7 cm
mittlerer Durchmesserzuwachs/Jahr	0,12 bis 0,19 cm	0,18 bis 0,28 cm
Zeitspanne, um einen Bhd von 5 cm zu erreichen	40 bis 45 Jahre	30 bis 40 Jahre

Tab 2.: Ergebnisse der Altersbohrungen an Kiefer und Buche

Parzelle	Anzahl Verjüngungsbäumchen pro Hektar	Anzahl verbissener Verjüngungsbäumchen in %
WZ : mit Zaun	**3700**	**2 %**
WO : ohne Zaun	**800**	**69 %**
RZ : mit Zaun	**3300**	**5 %**
RO : ohne Zaun	**6700**	**43 %**
TZ : mit Zaun	**5500**	**7 %**
TO : ohne Zaun	**2100**	**52 %**

Tab. 3: Ergebnisse der Verbißinventur

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

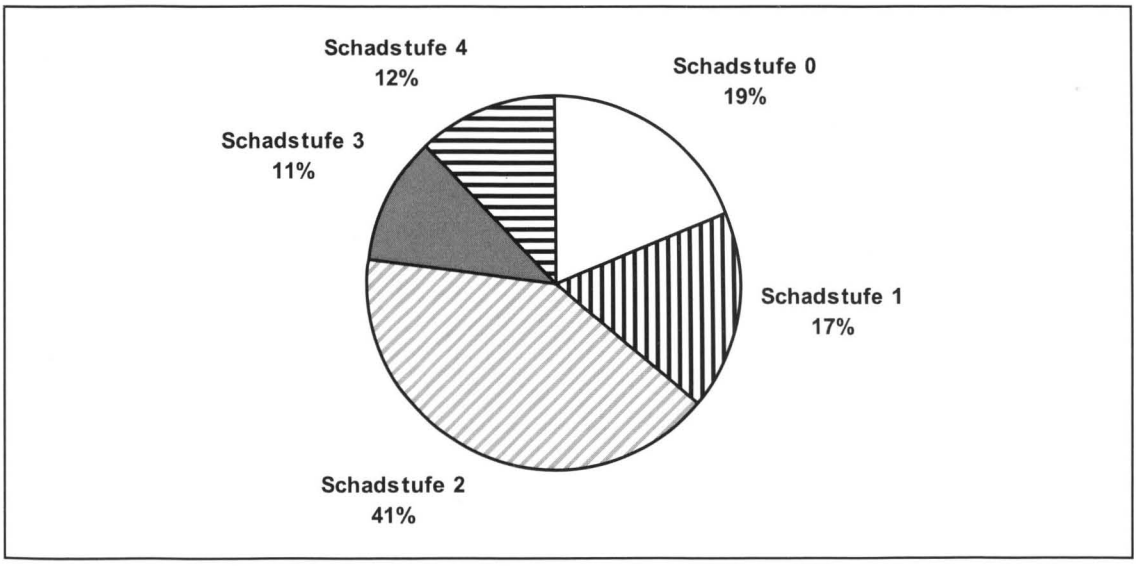

Abb. 1: Schadsituation an der Kiefer

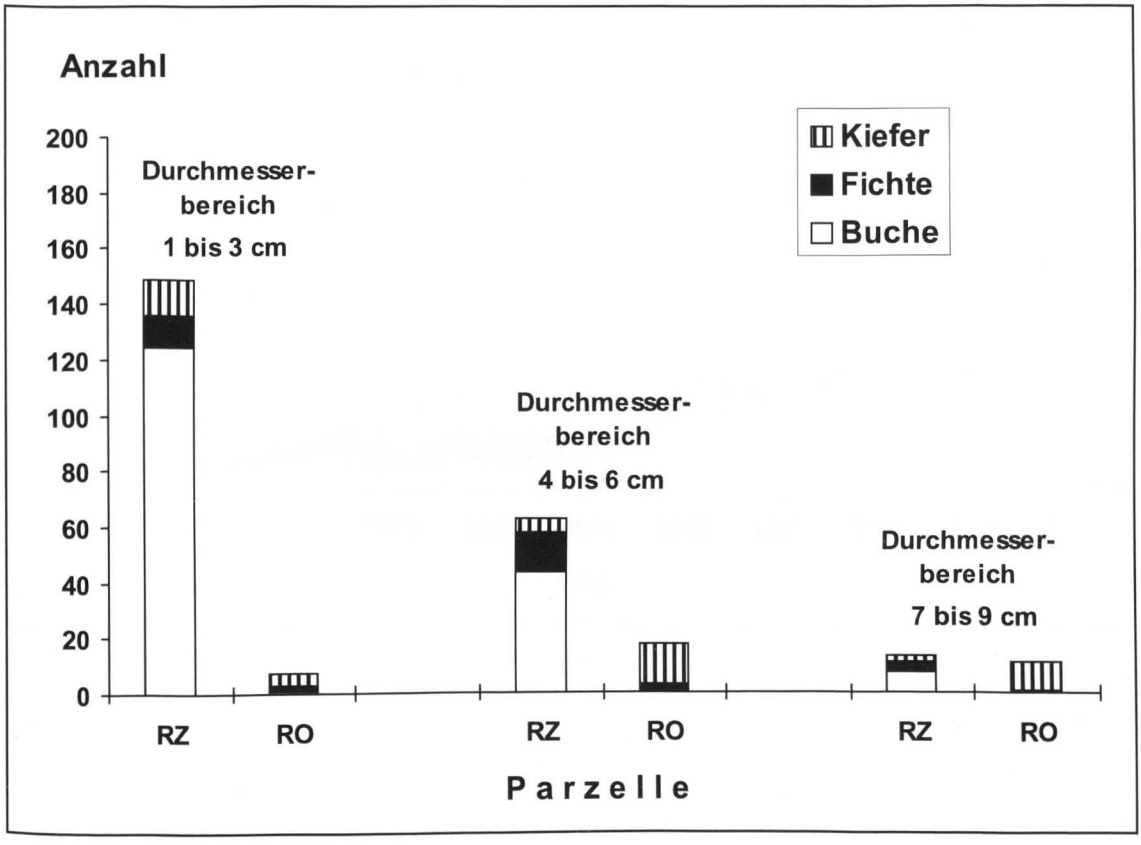

Abb. 2 : Vorkommen von Kiefern, Fichten und Buchen mit Durchmessern zwischen 1 und 9 cm auf den Parzellen **RZ** und **RO**. Insbesondere im Durchmesserbereich zwischen 1 und 3 cm fällt der Unterschied zwischen den beiden Varianten eklatant aus.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

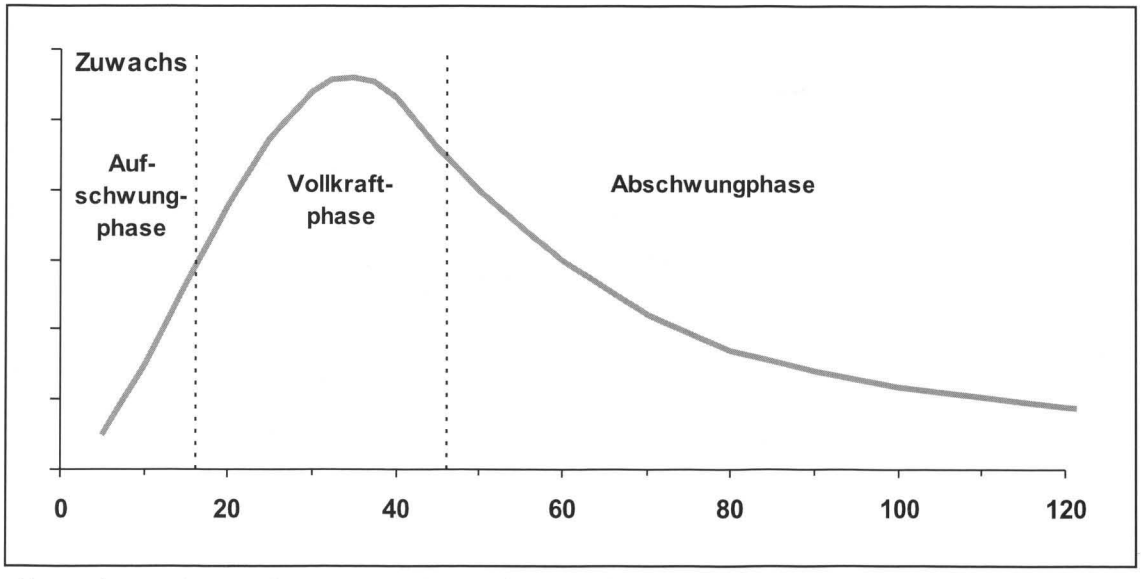

Abb. 3 : Schematische Darstellung von Zuwachsverläufen in Waldbeständen bei ungestörten Wachstumsbedingungen, nach ASSMANN (1961)

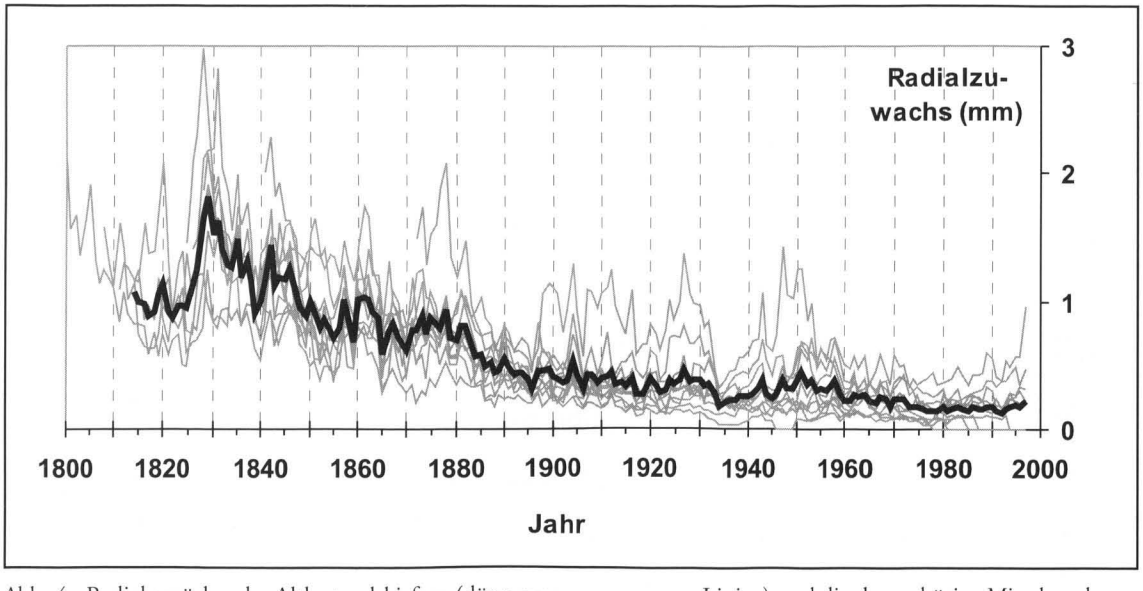

Abb. 4 : Radialzuwächse der Altbestandskiefern (dünn ausgezogene, graue Linien) und die dazugehörige Mittelwertkurve (fette schwarze Linie) auf der Parzelle WZ

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

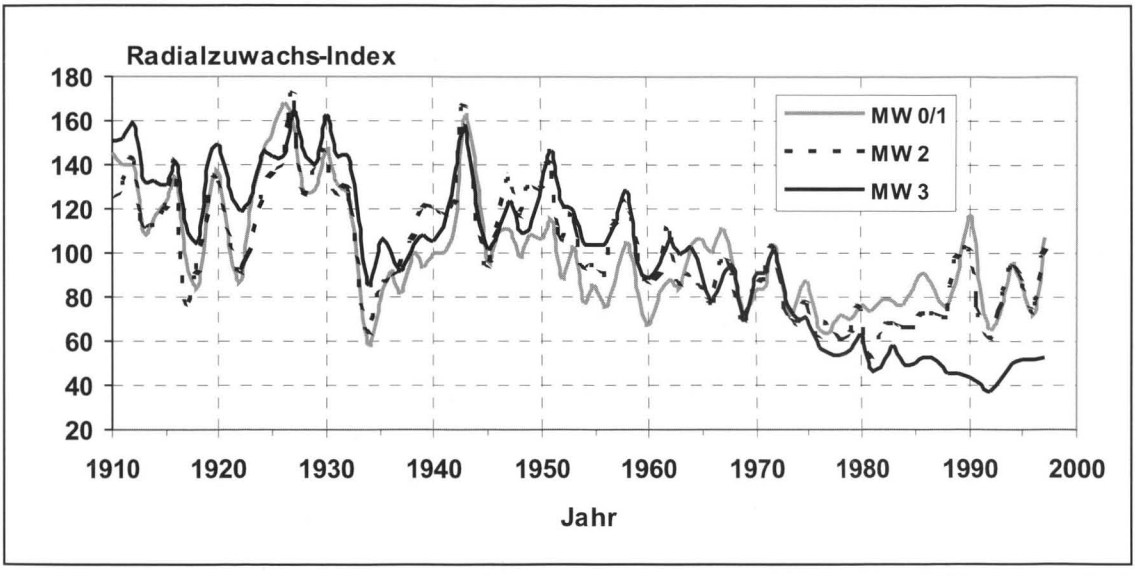

Abb. 5 : Radialzuwachs-Indexkurven der Altbestandskiefern, dargestellt als Mittelwertkurven für Kollektive unterschiedlicher Schädigungsgrade

- MW 0/1: Mittelwertkurve für Schadklasse 0 und 1
- MW 2: Mittelwertkurve für Schadklasse 2
- MW 3: Mittelwertkurve für Schadklasse 3

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

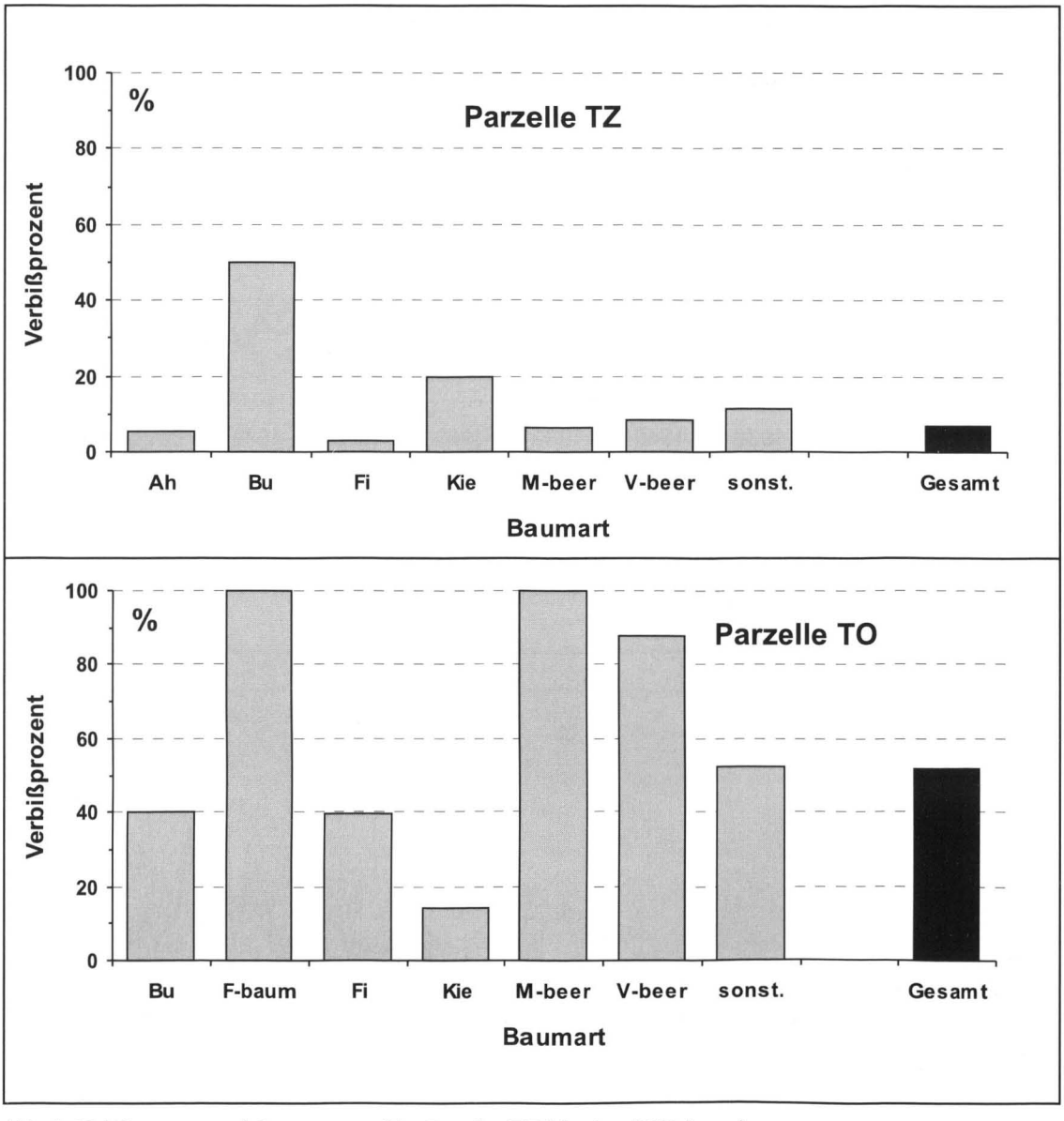

Abb. 6 : Verbißprozente nach Baumarten auf den Parzellen TZ (oben) und TO (unten)

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: 1999

Band/Volume: 64_1999

Autor(en)/Author(s): Röhle Heinz

Artikel/Article: Waldentwicklung und Verbißsituation auf der Sanierungsfläche Karlstein des Deutschen Alpenvereins (DAV) e.Y. im Berchtesgadener Land - Ergebnisse 1 Ojähriger Beobachtung 75-94