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

Steilhangwälder in den Alpen — Wälder ohne Zukunft

Von *Johann Karl*

An waldfrei gewordenen Hängen über 30° Neigung können unter den derzeitigen klimatischen Verhältnissen in den Alpen auf potentiellen Waldstandorten Wälder nur mit Hilfe schwer realisierbarer massiver technischer Schutzbauten begründet werden.

Der Grund dafür sind Kriechschnee und Lawinen, die den Jungwuchs zerstören, wenn er nicht im Schutz alter Bäume aufwachsen kann.

Die subalpinen Fichtenwälder und die Bergmischwälder auf Steilhängen konnten vor 6000 bis 8000 Jahren in einer 2000 Jahre währenden Zeit entstehen, die insgesamt wärmer als die Jetztzeit war und die sich vor allem durch schneearme Winter auszeichnete. Der Einfluß des jungsteinzeitlichen Menschen auf diese Wälder war sehr gering.

Zwei weitere Wärmezeiten mit etwas geringerer zeitlicher Ausdehnung gab es in der Bronze- und Römerzeit. Hier waren bereits menschliche Eingriffe in die Bergwälder zu verzeichnen, die Wälder konnten sich jedoch aus klimatischen Gründen auch an Steilhängen regenerieren.

In der Warmzeit des Mittelalters wurde die auch heute noch großräumig erhaltene Verteilung von Bergwald und landwirtschaftlich genutzter Flur geschaffen. Zahlreiche Wälder an Steilhängen wurden gerodet.

Die darauffolgende und bis vor 100 Jahren andauernde Kaltzeit verhinderte die Wiederbesiedelung ehemals bewaldeter, im Mittelalter oder früher gerodeter und dann wieder aus der Bewirtschaftung genommener Waldstandorte mit Bäumen.

Auch die vor 100 Jahren beginnende Moderne Warmzeit erlaubt aus klimatischen Gründen diese Wiederbesiedelung nicht.

Die erhalten gebliebenen Steilhangwälder sind gegenwärtig auf das höchste in ihrem Bestand gefährdet, da als Folge überhöhter Schalenwildbestände die Verjüngung dieser meist überalterten Wälder seit etwa 120 Jahren nicht mehr möglich ist.

Die Folgen des gegenwärtig diese Schutzwälder in zunehmendem Maße ergreifenden Waldsterbens sind in ihren ökologischen und landeskulturellen Konsequenzen noch nicht abzusehen. Ein Großteil der Bestände muß heute bereits als verloren angesehen werden.

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

1 Einführung

Die zahlreichen mißlungenen natürlichen und künstlichen Ansiedelungsversuche von baumförmigen Gehölzen unterhalb der potentiellen Waldgrenze auf gehölzfähigen Böden an Hängen über 30° Hangneigung in schneereichen Lagen alpiner Landschaften lassen die Frage aufkommen, wie die heute noch auf solchen Hängen stockenden Wälder wohl entstanden sein mögen und wie sie sich an solchen Standorten halten konnten und können.

Diese Frage scheint insofern berechtigt und von einiger Bedeutung, als derzeit eine Neubewaldung oder eine Wiederbewaldung von nachweisbar durch menschliche Eingriffe waldfrei gewordenen Steilhängen nur mit Hilfe massiver flächendeckender Bauwerke möglich ist, die die Kräfte des kriechenden Schnees und der Lawinen von den jungen Gehölzen abhalten.

Die im Relief bedingten Voraussetzungen — die Hangneigungen und die Hanglängen — haben sich seit der letzten großen Vereisung der Würm-Kaltzeit in den Alpen zumindest in den hier angesprochenen Steillagen nur unwesentlich verändert. Die früh-nacheiszeitlichen Verschüttungen der Täler, die Schuttkegel und die Moränen jüngerer Gletschervorstöße können hier wegen ihrer meist geringen Hangneigung oder Hanglänge außer Betracht bleiben.

Wenn trotz der heute ungünstigen Voraussetzungen für die Neuentstehung von Wäldern allein in den bayerischen Alpen derzeit rund 25 000 ha Wald auf Hängen stocken, die steiler als 36° sind, so ist der Schluß erlaubt, daß die Anfänge dieser Bestände in Zeiten zu suchen sind, in denen der Schnee nicht die begrenzende Rolle an solchen Hängen spielte, wie dies heute der Fall ist.

Aus dieser Situation lassen sich zunächst einige Thesen ableiten:

— Die heutigen Steilhangwälder entstanden in Klimaten, die sich insbesondere im Winter von den heutigen Bedingungen unterschieden,

— die damals entstandenen Wälder konnten sich auch unter veränderten klimatischen, insbesondere härteren winterlichen Verhältnissen über mehrere Waldgenerationen hin erhalten,

— die Bestände konnten Naturereignisse wie Windwurf, Waldbrand, örtliche Lawinenschäden ohne Gefährdung der Waldfähigkeit der Standorte überstehen,

— anthropogen verursachte Zerstörungen solcher Bestände konnten nur mehr in Einzelfällen, in der Regel jedoch nicht mehr rückgängig gemacht werden,

— die Mehrzahl der Steilhangwälder zumindest der bayerischen Alpen ist derzeit in einem anthropogen bedingten Zustand, der ihren Erhalt in nächster Zukunft ernstlich in Frage stellt.

Im folgenden wird versucht, diese Thesen zu erhärten.

2 Untersuchungsmethoden

Sowohl für das Klima wie für die Vegetation seit dem Ende der letzten Würm-Kaltzeit liegen Zeugnisse vor, die Schlüsse auf die hier zu stellenden Fragen in großer Zahl und mit hinreichender Genauigkeit zulassen. Zunächst seien die Untersuchungsmethoden dargestellt.

2.1 Paläoklimatologie

Die Zeitangaben in dieser Untersuchung stützen sich auf die Entdeckung von UREY (1951), nach der das Verhältnis der Sauerstoffisotope mit den Massenzahlen 18 und 16 temperaturabhängig ist. Mit dieser Sauerstoff-Isotopenmethode ist es möglich, in sauerstoffhaltigen Substanzen Temperaturaussagen über vergangene Zeit dann zu machen, wenn eine möglichst kontinuierliche Reihe bis zur Gegenwart vorliegt. Solche Reihen liegen insbesondere in den Eisablagerungen der Polargebiete und in den Sedimenten von Meeresböden vor.

Die Alterseinschätzung kann bei Eisablagerungen mit Hilfe von Modellvorstellungen über die Sedimentationsrate unter Berücksichtigung der Kompression der unteren Schichten erfolgen. Die Sedimente der Meeresböden lassen sich bei Vorhandensein be-

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

stimmter magnetisierbarer Gesteine altersmäßig mit Hilfe der Kenntnisse über Polaritätsstufen und Polaritätsereignisse des Erdmagnetfeldes einstufen.

Aus den Eisbohrkernen können Klimaschwankungen bis 100 000 Jahre zurückverfolgt werden. Für die hier interessierenden letzten 10 000 Jahre sind aus der Mächtigkeit der abgelagerten Eismassen mit einiger Vorsicht auch Angaben über die Niederschlagsmenge zu entnehmen (SCHÖNWIESE, 1979).

2.2 Pollenanalyse

Die Blütenpollen der bei uns einheimischen Waldbäume sind artspezifisch gut unterscheidbar. In humosen Substanzen, insbesondere in Torf und in Rohhumus behalten sie über Jahrtausende hinweg ihre Form. Damit ist die Möglichkeit gegeben, insbesondere aus Bohrkernen von nacheiszeitlich entstandenen Mooren die jeweils zur Zeit der Torfbildung in der Umgebung der Moore vorkommenden Gehölze und anderer Phanerogamen in Profilen darzustellen.

Die von POST (1916) entwickelte Methode der Pollenanalyse brachte mit der Untersuchung zahlreicher Bohrkerne ein sehr differenziertes Bild der Gehölz-, insbesondere der Waldentwicklung nach dem Rückzug der würmzeitlichen Gletscher. Geht man davon aus, daß es sich bei den als Pollen erhaltenen Arten um die gleichen Spezies handelt, die wir rezent vorfinden und setzt man des weiteren voraus, daß sich diese Arten in ihren Standorts- und Klimaansprüchen in der — geologisch wie biologisch gesehen — kurzen Zeit von 8000—10 000 Jahren nicht wesentlich verändert haben, dann ist der Schluß erlaubt, daß die vorgefundenen Baumarten und ihre Vergesellschaftung ein Bild der klimatischen Verhältnisse zur Zeit der Einbettung ihrer Pollen in den Mooren liefern. Wobei allerdings als Unsicherheitsfaktor bei der Betrachtung einzelner Arten die kurzfristige Entstehung physiologischer Rassen bleibt (MOSCHKOV, 1935). Es ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß derartige Rassen gleichgerichteter Umweltansprüche bei mehreren Arten einer Pflanzengesellschaft gleichzeitig auftreten, so daß die Unsicherheit der Übertragung auf heutige Verhältnisse gemildert erscheint.

Auf dieser Grundlage wurde die Nacheiszeit in eine Reihe recht unterschiedlicher Klimaperioden gegliedert (FIRBAS, 1949), deren zeitliche Einstufung durch miteingebettete Artefakte, anhand eines vergleichend abzuschätzenden Moorwachstums und mit Hilfe der ^{14}C-Methode gelang. Die zahlreichen Untersuchungen auf diesem Gebiet bieten als Ergebnis eine bereits sehr detaillierte Waldgeschichte Mitteleuropas und auch der Alpen.

2.3 Urwaldforschung

Die bereits sehr früh erfolgte intensive Besiedelung der Alpen führte zu einer zunächst extensiven, später teilweise sehr intensiven Nutzung der Wälder, die heute in weiten Bereichen in Forste umgewandelt und nach forstlichen Gesichtspunkten bewirtschaftet werden. Diese Entwicklung ließ nur einige winzige Reste echter Urwälder in den Alpen bestehen, die allein Aufschluß über die Bestandsformen wie die Entwicklungszyklen menschlich unbeeinflußter Wälder geben können. Ihre Kenntnis ist deshalb gerade für die hier unternommene Untersuchung von unschätzbarem Wert.

2.4 Waldgeschichte der historischen Zeit

Über Zustand und Bewirtschaftung von Bergwäldern liegen uns bereits seit dem ausgehenden Mittelalter Berichte vor. In den letzten 200 Jahren entstanden im Zuge der forstlichen Waldbestandsaufnahmen und Wirtschaftspläne eingehende Beschreibungen und Plandarstellungen, die in unserem Jahrhundert durch Standortsbeschreibungen und Standortskarten noch sehr verfeinert wurden. Darüber hinaus geben die Waldfunktionskarten der Bayerischen Staatsforstverwaltung (ab 1974) ein eindrucksvolles Bild unserer heutigen Ansprüche an bestimmte Waldformen.

2.5 Vor- und Frühgeschichte

Die aus Bodenfunden zu erschließende Vor- und Frühgeschichte der Alpen läßt einige Schlüsse auf die Besiedelbarkeit dieser Landstriche und damit

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

auch auf den Waldzustand zu. Gestützt werden solche Annahmen durch vegetations- und bodenkundliche Befunde, die etwa seit dem Beginn der Eisenzeit auf Eingriffe in alpine Wälder hindeuten.

Aus der Römerzeit sind zahlreiche Siedlungen und Verkehrswege durch Reste von Bauwerken oder schriftlich belegt. Von Interesse ist hier insbesondere die winterliche Benutzbarkeit der zahlreichen Pässe (siehe Abb. 2).

3 Die Waldentwicklung nach der Würm-Kaltzeit

Verfolgt man die Geschichte der Wiederbewaldung der Alpen nach dem Ende der Würm-Kaltzeit, so ist zunächst zu prüfen, welche Klimaperioden für die Entstehung von Wäldern an Steilhängen in Frage kommen. Daß es sich dabei um Zeiten gehandelt haben muß, in denen zumindest die Winter milder und vor allem schneeärmer waren als heute, ist aus der Tatsache zu erschließen, daß derzeit an Hängen über 30° Neigung und ausreichender Länge kaum noch Wald ohne technischen Schutz neu zu begründen ist, auch wenn die dazu notwendigen waldfähigen Standorte vorhanden sind, wie dies durch benachbarte, erhalten gebliebene Wälder dokumentiert ist (IN DER GAND, 1968; MAYER, 1976).

Einen indirekten, jedoch deutlichen Hinweis auf ehemals bewaldete Steilhänge geben in den kristallinen Zentralalpen die anthropogen entstandenen Rhododendron ferrugineum-Heiden, in denen ebenfalls ohne Schutzbauten derzeit keine Wiederbewaldung möglich ist (ELLENBERG, 1963).

3.1 Die Warmzeiten

Nach SCHÖNWIESE (1979) gab es in dem hier zu betrachtenden Zeitraum einige Warmzeiten, in denen die Entstehung von Steilhangwäldern möglich erscheint (Abb. 3).

3.1.1 Atlantik

Die Zeit zwischen 6000 und 4000 v. Chr. war die wärmste Epoche seit der letzten Kaltzeit. Dieser Atlantik, Optimum oder Altithermum genannte Zeitabschnitt zeichnete sich insbesondere durch milde, schneearme Winter aus. In diese Zeit fällt die Verbreitung von Buche (Fagus silvatica) und Tanne (Albies alba), nachdem Fichte (Picea abies) und Kiefer (Pinus silvestris) bereits früher in die Alpen eingewandert waren (HOHENSTATTER, 1966; KRAL, 1972 a; MAYER, 1963; WEGMÜLLER, 1972). BORTENSCHLAGER (1972) stellt aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen fest, daß bereits um 7000 v. Chr. in den Ostalpen Wald in 2300 m ü. NN vorkam.

Diese mindestens 2000 Jahre, unter Einbeziehung des 1000 Jahre andauernden Boreal mit vereinzelten strengen Wintern bis 3000 Jahre andauernde Periode reichte aus, um Steilhangwälder unterschiedlicher Zusammensetzung entstehen zu lassen.

In den Zentralalpen war die Fichte dominierend, während in den nördlichen Randalpen insbesondere im Westen und Osten bereits Fichte-Tanne-Buche-Mischwälder vorhanden waren.

Der menschliche Einfluß auf diese Wälder ist als sehr gering einzuschätzen, da Mittel- und Jungsteinzeitliche Funde in den Alpen nur spärlich nachgewiesen sind (ANATI, 1975; LUNZ, 1978; PAULI, 1981; RAMPOLD, 1981).

3.1.2 Subboreal

Eine zweite sehr warme Epoche ist zwischen 2000 und 1300 v. Chr. anzusetzen (SCHÖNWIESE, 1979). Hier traten allerdings größere Schwankungen als im Atlantik auf. In dieser 700 Jahre andauernden Zeit war in den Randalpen der Fichte-Tanne-Buche-Mischwald voll ausgebildet, in den Zentralalpen dominierten Fichte und Kiefer (KRAL, 1972 a).

In diese Periode fällt der Beginn der Bronzezeit, und hier ist für Teile der Alpen bereits eine dichtere Besiedlung anzunehmen. Dies trifft etwa für die Laugener Keramik (PAULI, 1981) zu. Wie die Abb. 1 zeigt, waren zur ausgehenden Bronzezeit die auch heute noch als Marginale wirksame Brenner-Etschlinie, das untere Rheintal und die inneralpine Verbindung zwischen diesen beiden Hauptlinien be-

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

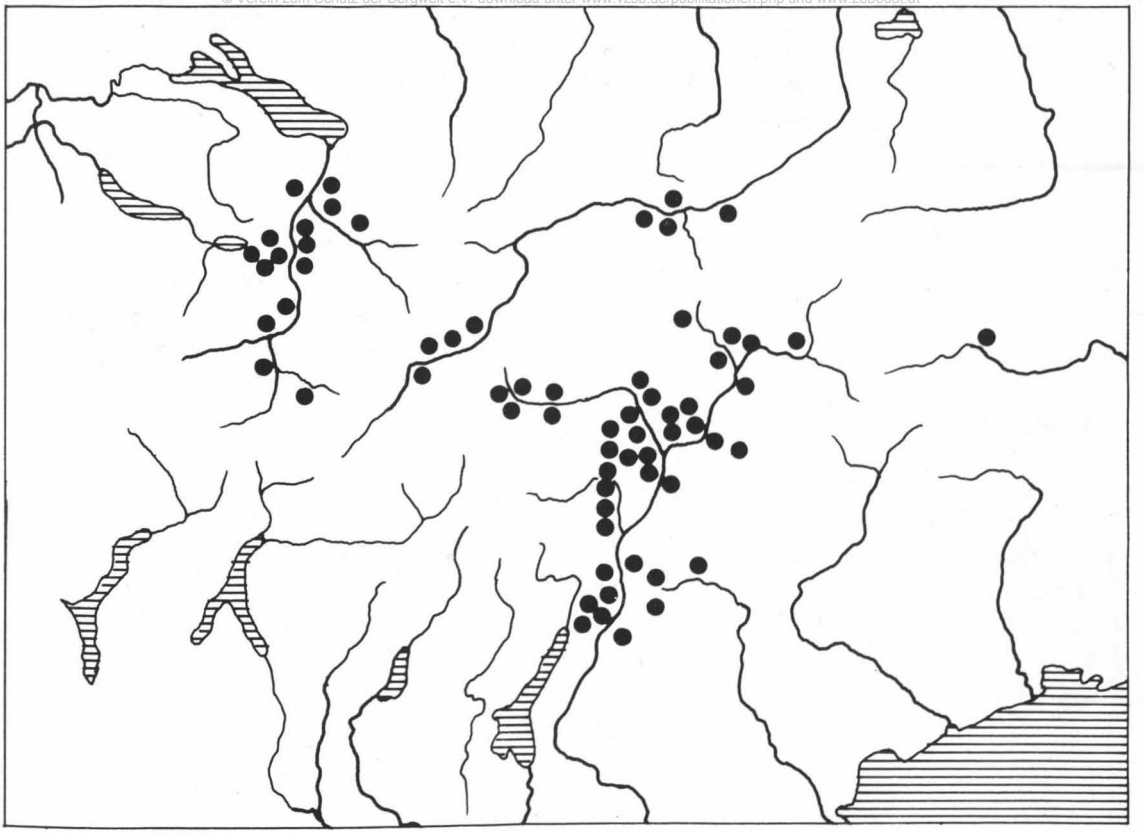

Abb. 1 Fundorte der bronzezeitlichen Laugener Keramik in den Ostalpen. n. PAULI, 1981, verändert.

siedelt. Dies setzt jedoch durch Wälder geschützte lawinensichere Siedlungsplätze und wohl auch Verbindungswege voraus.

Insgesamt dürfte der menschliche Einfluß auf die Wälder noch sehr gering gewesen sein; im übrigen waren die Voraussetzungen für die Regeneration wie die Neuansiedlung von Steilhangwäldern vom Klima her einigermaßen günstig.

3.1.3 Optimum der Römerzeit

Zwischen 200 v. Chr. und 400 n. Chr. war das Klima ähnlich wie im Mittelalterlichen Optimum (siehe 3.1.4). In dieser als Optimum der Römerzeit bezeichneten Periode (SCHÖNWIESE, 1979) war eine Reihe von Alpenpässen auch im Winter passierbar. Zahlreiche Siedlungen und, erstmals in der Geschichte der Alpen, ausgebaute feste Straßen deuten auf schneearme Winter hin, die wiederum Voraussetzung für die Entstehung und Regenerierung von Steilhangwäldern waren. Der Bergmischwald war nach wie vor in den Randalpen weitgehend erhalten, die Eingriffe in die Nadelwälder der Inneralpen waren allerdings in Form großflächiger Brandrodungen an den sonnenseitigen Hängen bereits erheblich (BEHRE, 1970; CZELL, 1963; NEUWINGER und CZELL, 1959; PAULI, 1981; SCHIECHTL, 1972) (siehe Abb. 2).

3.1.4 Mittelalterliches Optimum

Im Mittelalterlichen Optimum lagen die Jahresmitteltemperaturen um 1—1,5 °C höher als heute. Es war damit wärmer als das Moderne Optimum unserer Tage (SCHÖNWIESE, 1979).

In diesem Zeitraum zwischen 950 und 1200 n. Chr. war Weinbau bis nach NW-Europa möglich und der innere Ausbau der Alpen als menschlicher Siedlungsraum erstreckt sich auf diese Zeit. Zahlreiche Siedlungen wurden neu gegründet und die

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

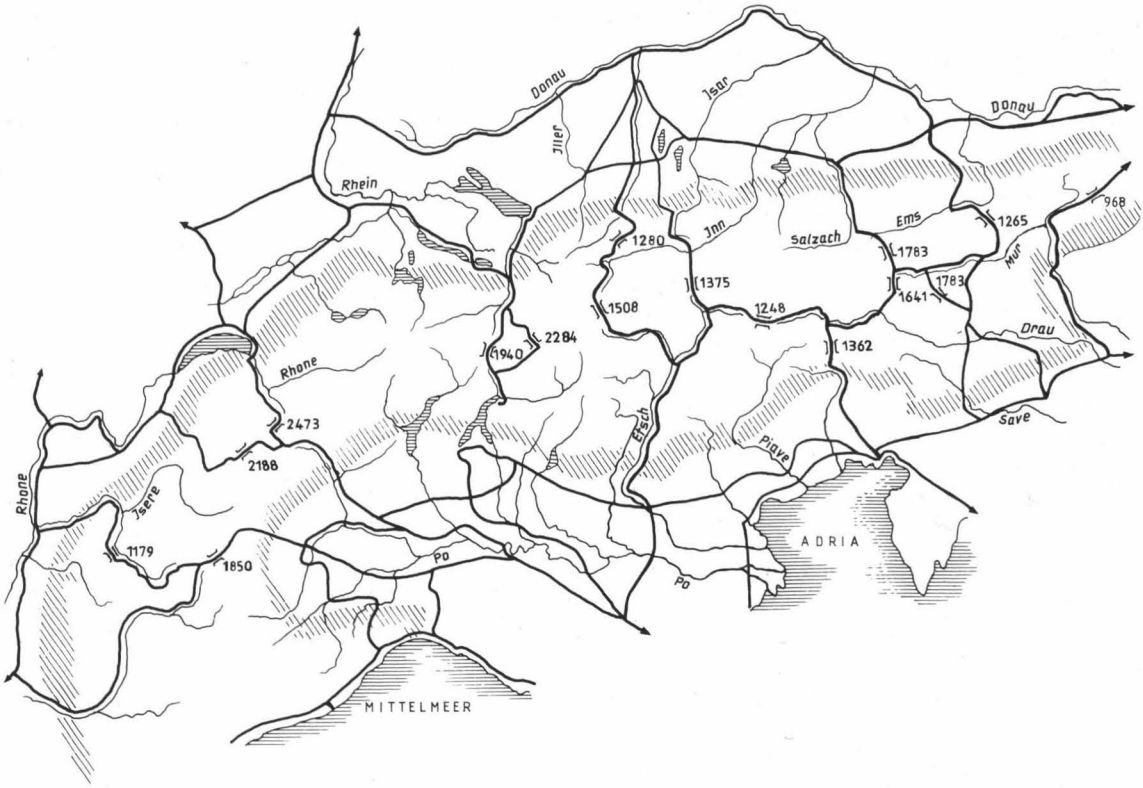

Abb. 2 Römische Straßen in den Alpen und ihre Pässe (Höhenangaben in m ü. NN). n. PAULI, 1981, verändert.

Wälder zu einem erheblichen Teil meist in Form der Brandrodung zerstört, um Weideland und vielerorts auch Ackerland zu schaffen. KRAL (1972 b) stellt für diese Zeit im Dachsteingebiet bereits einen deutlichen anthropogenen Anteil an der Depression der Waldgrenze fest.

In diesem Mittelalterlichen Optimum wäre aus klimatischen Gründen eine Neuentstehung und Regenerierung von Steilhangwäldern zum letztenmal in der nacheiszeitlichen Waldgeschichte möglich gewesen. Der dafür zur Verfügung stehende Zeitraum von 250 Jahren ist allerdings bereits etwas kurz und vor allem war der menschliche Einfluß auf die Wälder bereits sehr mächtig.

3.1.5 Modernes Optimum

1880 n. Chr. begann eine weitere Wärmeperiode, die bis jetzt anhält, jedoch bisher nicht die Temperaturen vergangener Warmzeiten erreicht (SCHÖNWIESE, 1979). Steilhangwälder können derzeit ohne technische Bauwerke gegen Kriechschnee und Lawinen nicht oder nur in sehr schneearmen Lagen begründet werden.

Die Wälder sind seit dem Mittelalter großflächig stark von menschlichen Einflüssen geprägt. Starke Holzentnahmen, Waldweide und seit etwa 120 Jahren stark überhöhte Schalenwildbestände führten zur Schwächung der Schutzwirkung der Schutzwälder in weiten Bereichen. Als Folge des immisionsbedingten Waldsterbens ist kurzfristig mit weiteren Einbußen zu rechnen. Die Waldgrenze bleibt auf dem im Mittelalter erreichten niedrigen Niveau. Vielerorts ist die Tanne vollständig, die Buche in erheblichem Umfang wirtschaftsbedingt ausgefallen. Die Naturverjüngung der Bestände gelingt nur in seltenen Ausnahmefällen, obwohl die Standorte bei Ausschluß der Schäden durch Schnee überwiegend waldfähig wären (DANZ, KARL und TOLDRIAN, 1971; KARL und DANZ, 1969; MAYER, 1975 a, 1976; MEISTER, 1969; SCHREYER u. RAUSCH,

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

1978; BAYER. STAATSMINISTERIUM DES INNERN und BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT U. FORSTEN, 1969).

3.2 Die Kaltzeiten

Zwischen den in 3.1 beschriebenen Warmzeiten fanden Kaltzeiten unterschiedlicher Länge mit Gletschervorstößen statt. Die Waldvegetation wurde durch diese Klimaschwankungen zumindest nach der Entstehung der Fichte-Tanne-Buche-Mischwälder offenbar nur mehr in geringem Umfang berührt. KRAL (1972 a) gibt für die 1300 v. Chr. einsetzende und um 500 v. Chr. endende Kaltzeit des Subatlantik (SCHÖNWIESE, 1979) im Grundsatz ähnliche Waldzusammensetzungen und -verteilungen in den Alpen an, wie für die vorausgehende Warmzeit des Suboreal. Das Subatlantik oder Hauptpessimum war im Jahresmittel um 1—2 °C kälter als heute. Zwischen 1200 und 700 v. Chr. fanden große Gletschervorstöße statt, die auf hohe Niederschläge und damit wohl auch auf große Schneehöhen schließen lassen (Abb. 3).

Insgesamt überstand der Bergmischwald vier Kaltzeiten, die zwischen 1500 und 400 Jahren andauerten. Über die Möglichkeit, diese ungünstigen Klimate auch an Steilhängen zu überstehen, gibt uns die letzte Kaltzeit Aufschluß, da aus dieser Zeit noch Steilhangwälder vorhanden sind. Sie ist deshalb für unsere Fragestellung von besonderem Interesse.

Diese letzte Kaltzeit setzte um 1250 n. Chr. ein, war zwischen 1600 und 1750 n. Chr. als Kleine Eiszeit sehr ausgeprägt und klang nach 1850 n. Chr. aus. In der Kleinen Eiszeit lagen die mittleren Jahrestemperaturen in Europa etwa 1° C unter den heutigen Werten (SCHÖNWIESE, 1979). Strenge Winter waren häufig und die Gletscher wiesen starke Vorstöße auf. Die Waldgeschichte und die Waldformen dieser Zeit sind mehrfach gut belegt. Besondere Bedeutung kommt dabei den Urwaldresten Rothwald und Neuwald in den niederösterreichischen Kalkalpen zu.

Aus pollenanalytischen Untersuchungen von KRAL und MAYER (1968) geht hervor, daß der Fichte-Tanne-Buche-Mischwald dort seit 2500 vor Chr. mit Schwankungen der Anteile der drei Arten bis in die Jetztzeit kontinuierlich bestand.

Der menschliche Einfluß in der Umgebung der Urwaldreste macht sich im 13. Jahrhundert n. Chr. als Folge der Almrodungen erstmals bemerkbar; spätere Einflüsse wie Kahlschlagbetrieb und geregelte Forstwirtschaft prägen sich vor allem in der Zunahme der Fichtenpollen aus.

Für die Urwaldreste Rothwald und Neuwald werden Entwicklungsphasen festgestellt, die in Zyklen von 500 bis 700 Jahren ablaufen. Das Bild dieser Urwälder unterscheidet sich von den mehr oder weniger stark menschlich beeinflußten Wäldern in den Alpen dadurch grundlegend, daß hier alle Altersklassen vorhanden sind, sich jedoch mosaikartig in Altersklassengruppen zusammenfinden, die jeweils einzelne Entwicklungsphasen darstellen. Nach Naturkatastrophen, beispielsweise Windbrüchen oder Bränden kann sich dieses Bild in Richtung größerräumiger Entwicklungsphasen über 100 bis 200 Jahre hin verschieben, insgesamt ist jedoch die kleinräumige Dynamik kennzeichnend für diese natürlichen Wälder.

Sie heben sich damit grundsätzlich von den im Altersaufbau großflächig weitgehend einheitlichen Beständen der heutigen Bergwälder ab. Dies gilt auch für die plenterartig bewirtschafteten Bergmischwälder, auch wenn die Gleichförmigkeit hier nicht so deutlich zutage tritt, wie in den schlagweise oder auf zufällige Ergebnisse genutzten Beständen.

Betrachtet man die Entwicklungsphasen der Urwälder, so ist festzustellen, daß weder in der Verjüngungsphase noch in der Zerfallphase Zustände eintreten, die Gleitschnee oder Lawinenbildung erlauben. In der Optimal- und Terminalphase ist ohnehin die Zahl der sehr starken Bäume so groß, daß Gleitbewegungen des Schnees ausgeschlossen sind (MAYER, 1978; MAYER, NEUMANN und SCHREMPF, 1979; ZUKRIGL, 1963; ZUKRIGL, ECKHART und NATHER, 1963).

Bei Naturkatastrophen wie Windbruch und Brand blieb über Jahrzehnte ein Gerüst von toten

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

Bäumen, umgestürzten Bäumen und Wurzeltellern zurück, die der rasch aufkommenden Verjüngung ausreichend Schutz gegen den ohnehin wegen der totholzbedingten Rauhigkeit der Oberfläche nur geringen bis fehlenden Schneeschurf boten.

Diese Urwaldreste reichen in ihren ältesten Gliedern etwa 500 Jahre zurück. Das heißt, daß diese Bäume in der beginnenden Kaltzeit gekeimt waren. Dies wiederum deutet darauf hin, daß in einer Zeit ungünstiger Klimaverhältnisse sehr wohl eine kontinuierliche Bewaldung möglich war, auch wenn die Schneeverhältnisse eine Neuansiedlung an ansonsten standörtlich ähnlichen, jedoch künstlich entwaldeten Hängen nicht zuließen.

Damit sind zwar die derzeitigen Verhältnisse in die Vergangenheit projiziert, dies ist jedoch insofern erlaubt, als insbesondere in den Zentralalpen riesige Steilhangareale in der Eisenzeit oder spätestens im Mittelalter entwaldet wurden, seit Jahrhunderten nicht mehr genutzt werden und trotzdem nicht wie andere Brachflächen in den Alpen vom Wald zurückerobert werden konnten (BEHRE, 1970; CZELL, 1963; NEUWINGER und CZELL, 1959; SCHIECHTL, 1972; WALTHER, 1984).

4 Das heutige Waldbild und seine Zukunft

Einige der Probleme, die der heutige Zustand der Steilhangwälder in den Alpen aufwirft, wurden schon in 3.1.5 und 3.2 angesprochen. Sie seien hier näher ausgeführt.

Mit der Einführung geregelter Forstwirtschaft änderte sich seit dem beginnenden 19. Jahrhundert die Baumartenzusammensetzung der Bergmischwälder eindeutig in Richtung Fichte. Der Ausfall von Tanne und Buche ist sowohl auf die Nutzungsformen wie auf überhöhte Schalenwildbestände zu-

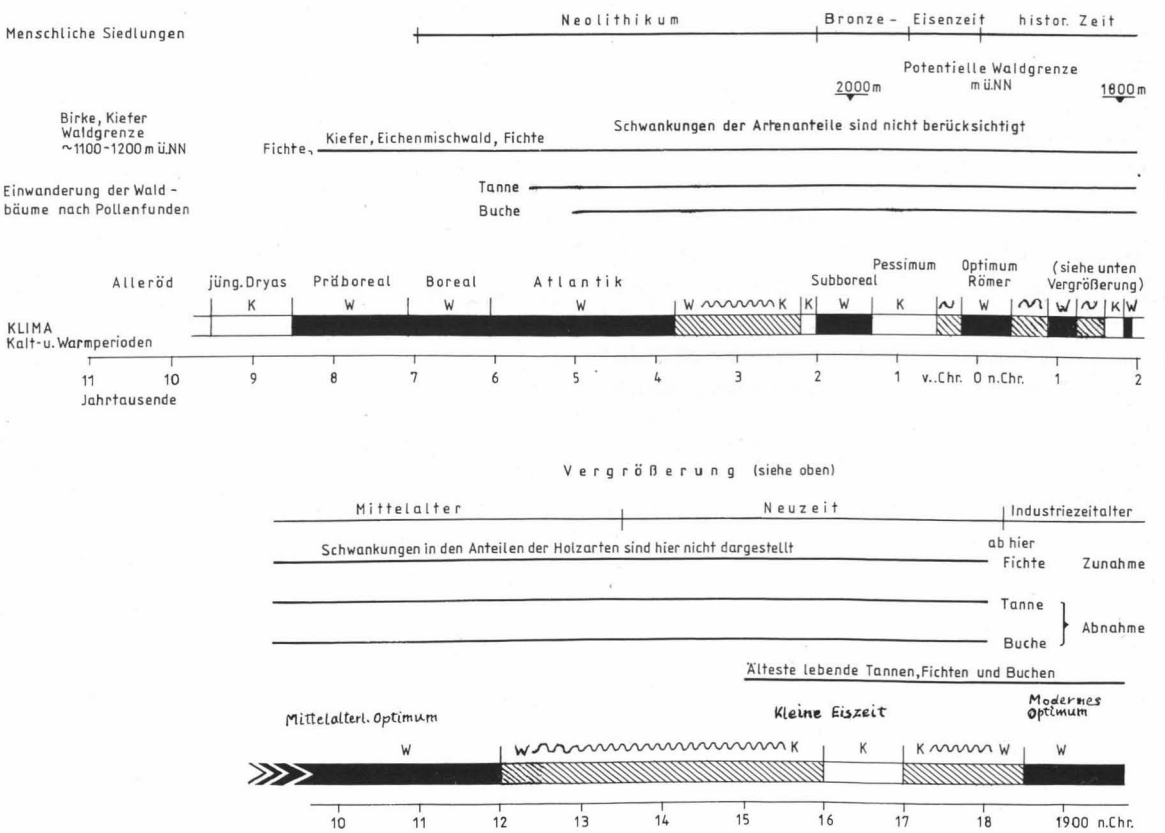

Abb. 3 Klimaschwankungen seit dem Ende der Würm-Kaltzeit, die Einwanderung der wichtigsten Holzarten und die Besiedelung der Alpen (schematisch).
(Legende: K = Kaltzeiten, W = Warmzeiten, ∿∿∿ = Zeiten mit kurzzeitigen Temperaturschwankungen)

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

rückzuführen (DANZ, KARL und TOLDRIAN, 1971; HOHENSTATTER, 1969; KARL und DANZ, 1969; MAYER, 1963; 1975 b, 1976; SCHAUER, 1972, 1975, 1976, 1977; SCHREYER und RAUSCH, 1978).

Die Liste der Autoren und Arbeiten über dieses Thema ließe sich nahezu beliebig verlängern. Es darf demnach vorausgesetzt werden, daß das Problem der ungünstigen Strukturentwicklung der Steilhangwälder und ihre Ursachen hinreichend bekannt ist.

Über diese Schwächung der Bestände hinaus fanden nicht nur im späten Mittelalter in den zentralalpinen Tälern Tirols durch die einwandernden Walser, sondern auch noch im 19. und 20. Jahrhundert großflächige Waldzerstörungen statt (KERNER von MARILAUN, 1908; SCHIECHTL, 1954/55).

Um welche Dimensionen es sich allein in den nur 5000 km² großen bayerischen Alpen handelt, mag eine Zahl zeigen: DANZ, KARL und TOLDRIAN (1971) stellten fest, daß in den bayerischen Alpen die Bestände mit einem Beschirmungsgrad von 0.6 und geringer eine Fläche von rund 70 000 ha einnehmen. SCHREYER und RAUSCH (1978), schätzen, daß davon etwa 30 000 ha in die Kategorie der Schutzwälder einzuordnen ist. Nach der Waldstandsaufnahme der Bayerischen Staatsforstverwaltung stockten 1984 rund 25 000 ha auf Hängen, die steiler als 36° sind. Da Gleitschnee und Lawinen bereits bei Hangneigungen über 25° auftreten, muß diese Flächenangabe beträchtlich nach oben erweitert werden, um die schneegefährdeten Standorte zu erfassen. Angesichts der oben angeführten 30 000 ha unzureichend beschirmten Schutzwaldflächen bleibt damit nur ein geringer Rest voll wirksamer Wälder an Steilhängen.

Um die ungeheuere Bedeutung des Bergwaldes als Schutz gegen Kriechschnee und Lawinen deutlich zu machen, sei kurz auf die schneemechanischen Bedingungen für diese Vorgänge hingewiesen.

Sowohl für großflächiges Schneegleiten wie für die Entstehung von Lawinen ist ein flächenhaft gleichförmiger Aufbau der Schneedecke Voraussetzung. Eine solche Schneedecke kann nur entstehen, wenn sie bei ihrer Ablagerung nicht durch Bäume oder Bauwerke kleinräumig beeinflußt und damit inhomogen wird.

Im Wald hingegen wird der Schnee zunächst auf den Kronen abgelagert und erreicht primär den Boden nur in Bestandlücken. Die oft sehr viel später von den Bäumen abgleitenden Schneemassen können schon wegen der zeitlich wie räumlich differenzierten Ablagerung keine gleichförmige Schneedecke auf dem Waldboden bilden. Windverfrachtungen, die im waldfreien Gelände vielfach Ursache von Gleitschnee und Lawinen sind, finden im Wald ebenfalls nicht statt. Auch die beispielsweise zu labilen Schichtungen in gleichförmigen Schneedecken führenden Umkristallisierungen der Schneekristalle laufen in waldbedeckten Schneedecken ganz anders ab und führen nicht, oder nur sehr kleinräumig zu labilen Zuständen.

Dazu kommt selbstverständlich die rein mechanische Fixierung der Schneedecken durch die mittelalten bis alten Stämme. Es wäre aus all diesen Gründen ein Trugschluß zu glauben, daß eine Pioniervegetation von Sträuchern zeitweise die Schutzfunktion der Steilhangwälder übernehmen könnte. Sträucher oder andere Pioniergehölze würden über ihr Jugendstadium nicht hinauskommen, da sie entweder umgelegt würden oder, falls sie rasch genug wachsen, ähnlich wie andere Gehölze vom Schnee zerstört würden. Stabile Schneedecken wie im Wald könnten sich damit nicht entwickeln und die sogenannten Pioniere blieben ein Dauerzustand, ohne einen späteren Waldbestand vorzubereiten. Ganz abgesehen davon würden diese vielfach standortsfremden oder seltenen Gehölze ebenso vom Wild vernichtet, wie dies seit 120 Jahren bei der Naturverjüngung der standortgerechten Gehölze der Fall ist.

Betrachtet man den Altersklassenaufbau dieser Wälder, wie dies anhand zahlreicher Forsteinrichtungsoperate unschwer möglich ist, dann ist festzustellen, daß gerade auf den am stärksten durch Schnee gefährdeten Standorten derzeit Altbestände

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

stocken, die zwar vielfach altersmäßig Spielräume von 100—200 Jahren aufweisen, physiognomisch jedoch recht einheitlich sind. Gemeinsam ist all diesen Beständen das nahezu völlige Fehlen von Verjüngung. Der Grund dafür wird oft in der inzwischen erfolgten Vergrasung der aufgelichteten Bestände gesucht. BURSCHEL (1984) weist jedoch darauf hin, daß das Ansamungspotential auch auf solchen Flächen hoch genug wäre, um eine geschlossene Verjüngung zu garantieren. Jeder Zaun in solchen Beständen beweist, daß ausschließlich die Schalenwildarten Reh, Rotwild und Gams die Verjüngung durch Verbiß verhindern (EIBERLE, 1959; MAYER, 1975 b; MAYER und STEINHAUSER, 1967; SCHAUER, 1972; SCHWAB, 1967). Zwar ist ein Einfluß der Waldweide nicht abzusprechen, doch erreicht er selbst bei Schafweide nicht die Wirkung des Wildverbisses (ALPENINSTITUT, 1975).

Auch hier ließe sich, insbesondere für den Problemkreis Wald und Wild, die Liste der aufzuführenden Autoren und Arbeiten nahezu beliebig erweitern. Die dazu erschienene Literatur ist nicht mehr überschaubar, die Aussagen über die waldvernichtende Wirkung überhöhter Wildbestände sind eindeutig. Die Wirkung dieser Erkenntnisse auf die Jägerschaft und damit auf die Wildbestände in Richtung einer waldbaulich, waldwirtschaftlich und landeskulturell wirksamen Reduktion ist mehr als bescheiden, auch wenn Forstverwaltungen der gute Wille dazu nicht abzusprechen ist.

Auf den seit langem entwaldeten Hängen ist eine Degradierung der Böden durch Humusschwund, Erosion, Translationsbodenrutschungen und Schneeschurf eingetreten, wodurch auf extremen Standorten die Waldfähigkeit heute infrage gestellt sein kann. Zumindest ist eine Wiederbewaldung stark eingeschränkt. Auf den kontinuierlich bewaldeten Steilhängen sind Waldabbrüche und sonstige Rutschungen nicht auszuschließen, im wesentlichen bleiben jedoch die Bodenprofile entsprechend ihrer Entwicklungsdynamik erhalten.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß in unserer Zeit insbesondere in den Zentralalpen riesige potentiell waldfähige Steilhänge unter den derzeitigen klimatischen Verhältnissen nicht bewaldet werden können. Die Gründe dafür sind in menschlichen Eingriffen spätestens seit dem Mittelalter zu suchen.

Die auf unsere Tage überkommenen Steilhangwälder sind in ihrem Bestand schleichend gefährdet, da sie seit rund 120 Jahren als Folge überhöhter Schalenwildbestände nicht mehr verjüngt werden können. Sie haben ihre Schutzfunktion bereits in erheblichen Teilen eingebüßt.

5 Aussichten

Die seit 1983 in den Alpengebieten Italiens, Österreichs, der Schweiz und auch der Bundesrepublik Deutschland bekannt gewordenen immissionsbedingten Waldschäden haben sich zumindest in Bayern 1984 erheblich verstärkt (BAYER. STAATSFORSTVERWALTUNG, 1984; BOSSHARD, 1983; JOBST und KARL, 1984; KARL, 1985; MAYER, 1984; MEISTER, 1984; SCHWARZENBACH, o. J., 1983). Da derzeit vor allem ältere Bestände vom Waldsterben ergriffen sind, ist der Anteil der aufgelichteten Schutzwaldbestände in vielen Teilen der bayerischen Alpen besonders stark betroffen.

Der Fortschritt dieser neuartigen Baumerkrankung läßt sich auch für alpine Bereiche mit Hilfe von computergestützten Modellen abschätzen. GROSSMANN (1983) hat diese Methode vorgestellt und kommt zu dem Ergebnis, daß auch bei drastischer Einschränkung der Emissionen bis zum Ende dieses Jahrtausends mit dem Verlust etwa der Hälfte der derzeitigen Wälder zu rechnen ist. Eine Voraussage für das Testgebiet Jenner in den Berchtesgadener Alpen bringt ähnliche Ergebnisse (HABER, SCHALLER, SPANDAU, GROSSMANN, ZIERL, d'OLEIRE-OLTMANNS und SITTARD, 1983). Insgesamt ist damit zu rechnen, daß die Schutzfunktion der Steilhangwälder noch in diesem Jahrhundert drastisch absinken wird und daß an einen Ersatz durch nachwachsenden Wald nicht zu denken ist. Diese Voraussage ist insofern realistisch, weil einerseits die Maßnahmen zur Luftverbesserung nicht oder nicht mehr rechtzeitig greifen werden und andererseits die als einzige Rettung der Waldstandorte wirksame Reduktion der Wildbestände von den Verantwortlichen nicht ernst genommen wird (KARL, 1985).

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

Bereits in der Vergangenheit wurden große Waldverluste nicht klaglos hingenommen. Heute trifft dies in vermehrtem Maße zu. Es sei in diesem Zusamenhang daran erinnert, daß zur Zeit der großen Eingriffe in den Bergwald im Mittelalter in Deutschland eine Bevölkerungsdichte von 10—20 Menschen je Quadratkilometer gegeben war. 1880 lebten bereits 84 Menschen auf der gleichen Fläche und 1950 waren es 217 (FREUND, 1975). Diese Durchschnittswerte für Deutschland sagen über die Bevölkerungsdichte in den Alpen mehr aus, wenn man bedenkt, daß nur 20% der Fläche Tirols besiedelbar sind und einige Alpentäler Besiedlungsdichten von 300—400 Menschen je Quadratkilometer aufweisen.

Bedenkt man noch die im letzten Jahrhundert sprunghaft vermehrten Verkehrswege und das heutige Verkehrsaufkommen in dieser Transit- und Ferienregion Alpen, dann stellen sich für die Sicherheit dieser Siedlungs- und Verkehrsräume bereits in wenigen Jahren düstere Prognosen.

Insgesamt ist festzustellen, daß seit etwa 120 Jahren mit steigender Geschwindigkeit die vor rund 8000 Jahren entstandenen Bergmischwälder und die noch älteren subalpinen Nadelwälder an Steilhängen zugrundegehen und daß unter den derzeitigen klimatischen Bedingungen keine Möglichkeit besteht, diese verlorengehenden Schutzwälder ohne massive Bauwerke neu zu begründen. Wegen der technischen Schwierigkeiten und angesichts der riesigen Flächen der so zu ersetzenden Schutzwälder ist nur an die notdürftige Sicherung einzelner Objekte zu denken. Zahlreiche Räume werden wegen der Lawinengefahren nicht mehr besiedelbar sein, gesperrte Straßen werden zum alpinen Alltag gehören. Dies bedeutet derzeit noch nicht überschaubare Verluste an Kultur- und Wirtschaftslandschaften im Zentrum Europas.

Das Ökosystem Bergwald am Steilhang wird, in menschlichen Zeiträumen gemessen, unwiederbringlich großräumig verlorengehen, wenn es nicht in letzter Sekunde gelingt, die zusammenbrechenden Wälder durch natürliche Verjüngung in die Zukunft zu retten.

Da diese Forderung zwar rational begründet ist, aus emotionalen und ideologischen Gründen jedoch derzeit nicht realisierbar erscheint, dürfte das Schicksal einer in Jahrtausenden gewachsenen Lebensgemeinschaft besiegelt sein.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Johann Karl

Jugendstraße 7

8000 München 80

Literatur

Alpeninstitut für Umweltforschung und Entwicklungsplanung (Ges. f. Landeskultur), 1975: Schafhaltung Mittenwald. Unveröff. Gutachten

Anati, E., 1975: Evoluzione e stile nell'arte rupestre camuna. Capo di Ponte

Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung der ARGE Forsteinrichtung, 1974: Leitfaden der Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes. München

Bayerische Staatsforstverwaltung, 1984: Waldzustandserhebung.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1984: Waldschadenserhebung.

Bayerisches Staatsministerium des Innern, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1969: Schutz dem Bergland — Alpenplan.

Behre, K. H., 1970: Auswirkungen vorgeschichtlicher Kulturen auf die Vegetation Mitteleuropas. u+m, 7, 34, S. 14—29, Mannheim

Bortenschlager, S., 1972: Der pollenanalytische

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

Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., *85*, H. 1—4, S. 113—122

Bosshard, W., 1983: Die Schweizer Waldbesitzer vor der Bedrohung sterbender Wälder. Schweiz. Verband f. Waldwirtschaft, Sarnen

Burschel, P., 1984: mündlich

Czell, A., 1963: Die forstliche Eignung von Böden oberhalb des Wirtschaftswaldes. Ber. med.-naturw. Ver. Innsbruck, *53*, S. 29—55

Danz, W., Karl, J. und Toldrian, H., 1971: Über den Waldzustand im oberbayerischen Hochgebirge. Forstwiss. Centralbl., *90*, H. 2, S. 87—103

Eiberle, K., 1959: Die Wildschadenprobleme im Waldbau. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen

Ellenberg, H., 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart

Emiliani, C., 1955: Pleistocene temperatures. J. Geol. *63*, S. 538—578

Firbas, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2 Bde., Fischer, Jena

Frenzel, B., 1967: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. Vieweg, Braunschweig

Freund, H., 1975: Deutsche Geschichte. Goldmann

Fromme, G., 1957: Der Waldrückgang im Oberinntal. Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn, *54*, Wien

Grossmann, W. D., 1983: in: Szenarien und Auswertungsbeispiele aus dem Testgebiet Jenner. MAB-Projekt Ökosystemforschung Berchtesgaden. MAB-Mitt. 17

Haber, W., Schaller, J., Spandau, L., Grossmann, W. D., Zierl, H., d'Oleire-Oltmanns, W. und Sittard, M., 1983: MAB-Projekt Ökosystemforschung Berchtesgaden. MAB-Mitt. 17

Hohenstatter, E., 1966: Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchung eines Profiles aus dem Eschenloher Moor, unter Einbeziehung der tierischen Fossilien. Ber. Bayer. Bot. Ges., *39*, S. 57—61

Hohenstatter, E., in: Karl, J. und Danz, W., 1969: Der Einfluß des Menschen auf die Erosion im Bergland. Schriftenreihe d. Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde, H. 1, München

Hopf, J., 1958: Über die Bedeutung, Art und Verteilung windabhängiger Bauten in der Lawinenverbauung. Allg. Forstztg., *69*, Wien

In der Gand, H., 1968: Aufforstungsversuche an einem Gleitschneehang. Ergebnisse der Winteruntersuchungen 1955/56 bis 1961/62. Gebirgsprogramm: 7. Beitrag. Mitt. Schweiz. Amt f. Forstl. Versuchswesen, *49*, Zürich

Jobst, E. und Karl, J., 1984: Mögliche Folgen des Waldsterbens im Hochgebirge. Forstwiss. Centralblatt, 103, H. 3, S. 186—194

Karl, J., 1985: Waldsterben in den bayerischen Alpen. Auswirkungen auf die Wildbach- und Lawinentätigkeit. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *50*

Karl, J. und Danz, W., 1969: Der Einfluß des Menschen auf die Erosion im Bergland. Schriftenr. d. Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde, H. 1, München

Kerner von Marilaun, A., 1908: Der Wald und die Alpenwirtschaft in Österreich u. Tirol. Berlin

Kral, F., 1972 a: Grundlagen zur Entstehung der Waldgesellschaften im Ostalpenraum. Ber. Deutsch. Bot. Ges., *85*, H. 1—4, S. 173—186

Kral, F., 1972 b: Zur Vegetationsgeschichte der Höhenstufen im Dachsteingebirge. Ber. Deutsch. Bot. Ges., *85*, H. 1—4, S. 137—151

Kral, F. und Mayer, H., 1968: Pollenanalytische Überprüfung des Urwaldcharakters in den Naturwaldreservaten Rothwald und Neuwald (Niederösterreichische Kalkalpen). Forstwiss. Centralbl., *87*

Lunz, R., 1978: „Schlern", 9

Mayer, H., 1963: Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. BLV-Verlagsges., München-Basel-Wien

Mayer, H., 1973: Möglichkeiten und Grenzen der Schalenwildgehege im Gebirgswald. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen

Mayer, H., 1975 a: Die Tanne. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *40*, S. 93—121

Mayer, H., 1975 b: Schäden durch überhöhte Wildbestände — ein volkswirtschaftliches Problem. Allg. Forstzeitg., Folge 2, Wien

Mayer, H., 1976: Gebirgswaldbau — Schutzwaldpflege. Fischer, Stuttgart

Mayer, H., 1978: Über die Bedeutung der Urwaldforschung für den Gebirgswaldbau. Allg. Forstzeitschr., *24*, München

Mayer, H., 1984: Waldschäden in Österreich. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *49*, S. 35—57

Mayer, H., Neumann, M. und Schrempf, W., 1979: Der Urwald Rothwald in den niederösterreichischen Kalkalpen. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *44*, S. 79—117

Mayer, H. und Steinhauser, A., 1967: Äsungsauswahl beim Gamswild. Allg. Forstzeitg., *78*, S. 21—26, Wien

Meister, G., 1969: Ziele und Ergebnisse forstlicher Planung im oberbayerischen Hochgebirge. Forstwiss. Centralbl., *88*, S. 65—132

Meister, G., 1984: Waldsterben im Hochgebirge — Ein Wettlauf mit der Zeit —. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *49*, S. 10—29

Moschkow, B. S., 1935: Photoperiodismus und Frosthärte ausdauernder Gewächse. Planta, *23*, S. 774 bis 803

Neuwinger, J. und Czell, A., 1959: Standortuntersuchungen in subalpinen Aufforstungsgebieten. Forstwiss. Centralbl., *78*, H. 11/12, S. 327—372

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

Neuwinger-Raschendorfer, J. u. Czell, A., 1959: Böden in den Tiroler Zentralalpen. Forstwiss. Centralbl., *78*

Pauli, L., 1981: Die Alpen in Frühzeit und Mittelalter. C. H. Beck, München

Pitterle, A., 1984: Erfahrungen aus Hochlagenaufforstungen seit 1865. Interpraevent, Bd. 2, S. 21 bis 32

Post, L. v., 1916: Skogsträtpollen i sydsvenska torrmosslagerföljder. Geol. Fören. Förh., Stockholm, *38*, S. 435—465

Rampold, J., 1981: Eisacktal. Athesia, Bozen

Schauer, Th., 1972: Wildzäune allein reichen zur Abwehr von Wildschäden nicht aus. Allg. Forstzeitschrift

Schauer, Th., 1975: Zum Problem der Schalenwilddichte und der Äsungskapazität. Interpraevent, S. 473—481

Schauer, Th., 1976: Einfluß des Schalenwildes auf den Gebirgswald und seine Bodenvegetation. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *41*, S. 145—158

Schauer, Th., 1977: Veränderte Waldvegetation in den Wäldern des Nationalparks Berchtesgaden. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, *42*, S. 31—52

Schiechtl, H. M., 1954/55: Die Folgen der Entwaldung am Beispiel des Finsingtales in Nordtirol. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen, *73*, 1/2, S. 13—27

Schiechtl, H. M., 1972: Grundsätzliches zur Wiederbewaldung inneralpiner Sonnenhänge. Mitt. d. forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, *96*, S. 5 bis 22, Wien

Schönwiese, C. D., 1979: Klimaschwankungen. Verständl. Wissensch., *115*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York

Schreyer, G. und Rausch, V., 1978: Der Schutzwald in der Alpenregion des Landkreises Miesbach. Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Schwab, P., 1967: Wildschäden — Ein Kernproblem der Landeskultur und Jagd. Allg. Forstzeitg.

Schwarzenbach, F. H., o. J.: Gedanken zur schleichenden Zerstörung des Bergwaldes. Eidgen. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen. Birmensdorf

Schwarzenbach, F. H., 1983: Das Waldsterben als politische Herausforderung. Eidgen. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen. Birmensdorf

Stern, R., 1966: Der Waldrückgang im Wipptal. Mitt. forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, *70*, Wien

Urey, H. C. et al, 1951: Measurement of paleotemperatures and temperatures of the southeastern United States. Bull. Geol. Soc., 62, S. 399—416

Walther, P., 1984: Die Brachlandentwicklung im Schweizer Alpenraum 1950—1980 als geographischer Prozeß. Diss. Uni Zürich

Wegmüller, S., 1972: Neue palynologische Ergebnisse aus den Westalpen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., *85*, H. 1—4, S. 75—77

Zukrigl, K., 1963: Zwei Urwaldreste in den niederösterreichischen Kalkalpen. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen und -tiere, *28*

Zukrigl, K., Eckhart, G. und Nather, J., 1963: Standortkundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitt. forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, *62*, Wien

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: 1985

Band/Volume: 50_1985

Autor(en)/Author(s): Karl Johann

Artikel/Article: Steilhangwälder in den Alpen - Wälder ohne Zukunft 65-77