

Erhebungen über die Regeneration von Waldböden und Waldbeständen nach jahrhundertelanger devastiver Behandlung

ZAGAS, TH.

*Aristotelion Universität von Thessaloniki
Laboratorium für Waldbau
540 06 Thessaloniki, Griechenland.*

1. Einleitung und Problemstellung

Die devastierenden Eingriffe, die zur Zerstörung und Degradierung der Waldökosysteme (Waldböden und Waldbestände) geführt haben, sind mit dem Beginn des sozialen Lebens des Menschen verbunden. Jede Maßnahme, die auf die Verbesserung der standörtlichen Bedingungen abzielt, hat besondere wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung.

Die wichtigsten devastierenden Eingriffe sind:

- Rodungen zur Gewinnung von Weide-, Agrar- und Siedlungsflächen
- Übernutzung und abusive Nutzung wie Kahlschläge, Streunutzung u.a.
- Überbeweidung, die verschiedene Schäden an Böden und Bestand verursacht
- Waldbrände, die direkt oder indirekt vom Menschen verursacht und im Komplex mit anderen devastierenden Eingriffen zur Vernichtung der Waldökosysteme beitragen.

Diese devastierenden Eingriffe haben in der Vergangenheit erheblich und in schädigender Weise auf Waldböden und Waldbestände gewirkt. Große Flächen in Europa tragen Devastationszeichen - unabhängig, ob sie bewaldet oder unbewaldet sind. Man kann sagen, daß auf diesen Flächen die lokale Geschichte der verschiedenen Gebiete niedergeschrieben ist.

Die Regeneration dieser Waldböden und Waldbestände können wir bis zu einem gewissen Grad mit forstlichen Maßnahmen beeinflussen. Die wichtigsten dieser forstlichen Maßnahmen sind:

- Bodenbearbeitung
- Baumartenwahl
- zusätzliche Melorationsmaßnahmen (z.B. durch Düngung und Lupinenunterbau).

Die devastierenden Eingriffe sowie die forstlichen Maßnahmen sind auf den folgenden Seiten beschrieben.

2. Devastierende Eingriffe

2.1. Rodungen

Bereits vor etwa 5.000 Jahren, in der Jungsteinzeit, gab es auf standörtlich günstigen Flächen in beachtlichem Umfang Waldrodungen für landwirtschaftliche Zwecke (BURSCHEL und HUSS,

1987). Die Waldrodungen sind mit dem Beginn des sozialen Lebens des Menschen verbunden. Nach HASEL, 1985, traten neben die Großfamilien die Dorfgemeinschaften, und Führungsschichten bildeten sich heraus. In der ausgegrabenen Siedlungen am Federsee (in Oberschwaben) aus der Zeit etwa 2.000 vor unserer Zeitrechnung fand man 14 Dörfer, eines davon 25 Häuser umfassend. Die Einführung der bauerlichen Wirtschaft, verbunden mit Selbsthaftigkeit, Ackerbau und Viehzucht, bedeutete die erste tiefgreifende Wandlung der gesellschaftlichen Verhältnisse. Die neu angekommenen Bauernvölker brauchten für ihre Niederlassungen Land. Die jungsteinzeitliche Landnahme erfolgte nach heutigem Erkenntnisstand in Waldgebieten durch Rodung im Eichenmischwald. Man hat eingewendet, daß der frühe Mensch gar nicht die Organisation zur Durchführung größerer Rodungen gehabt habe. In der Römerzeit muß das Land am Limes mit wachem Leben, Handel und Wandel erfüllt gewesen sein. Der angrenzende Wald wurde gerodet, erschlossen und in vielfacher Weise genutzt. Brennholz, Bauholz und Handwerkerholz der verschiedensten Art wurde benötigt, Kölherei betrieben, Waldweide wurde geübt. Dies alles geschah innerhalb bestimmter räumlicher Grenzen, die durch Bedarf, Sicherheit und Transportmöglichkeiten gezogen waren (HASEL, 1985).

Während des Mittelalters sind verschiedene Rodungsperioden zu unterscheiden: die erste von etwa 500 bis 800, als das schon früher besiedelte, dann zum Teil verwaldete Land wieder gerodet und die Landgewinnung vor allem an den Randern des Urwalds vorangetrieben wurde. Ihr folgte zwischen 800 und 1300 eine zweite Rodungsperiode mit dem Schwerpunkt zwischen 1100 und 1300, als der Landesausbau weitergeführt wurde. Jetzt drang die Siedlung in den noch verbliebenen Urwald ein und erschloß ihn. Gegen Ende des Mittelalters war jene Verteilung von Wald und Feld erreicht, wie sie in ihren Grundzügen auch heute noch das Bild der Landschaften in Deutschland bestimmt. Nach BURSCHEL und HUSS, 1987, fanden die großen Rodungen jedoch im Mittelalter statt und erreichten etwa um 1350 ihren Höhepunkt.

Großen Einfluß auf das volkswirtschaftliche und politische Denken im beginnenden 19. Jh. übte der Engländer ADAM SMITH (1723-1790) aus. Er hat auf allen Gebieten des menschlichen Lebens in Europa dem Ideal der Freiheit den Weg geöffnet. Dieses hat das ganze 19. Jh. beherrscht. Ab der Mitte des 19. Jhs. begann eine Agrarkrise, die gebietsweise wieder zur Vermehrung der Waldfläche führte. Auch in diesem Jahrhundert - vornehmlich nach 1945- wurden erhebliche Flächen, die für die Landwirtschaft nicht mehr geeignet erschienen, zum Teil mit öffentlichen Mitteln aufgeforstet (HASEL, 1985).

2.2. Übernutzung und abusive Nutzung

2.2.1. Kahlschläge

Ein Kahlschlag kommt dadurch zustande, daß auf einer gegebenen Fläche alle aufstockenden Bäume in einem oder wenigen einander in kurzen Intervallen folgenden Hieben entnommen werden. Dadurch geht der Waldcharakter auf den betroffenen Flächen verloren, und je größer der Kahlschlag ist, um so ausgeprägter treten die ökologischen Bedingungen der waldumgebenen Freifläche hervor (BURSCHEL und HUSS, 1987).

Der große Holzbedarf von Salinen und Bergwerken, von Eisenhämmern und Glashütten konnte oft nur im Weg des Kahlschlags gedeckt werden. So kam es seit dem Ausgang des Mittelalters in den Alpen, in der Oberpfalz, im Erzgebirge, Fichtelgebirge und Harz zu Großkahlschläge. Dabei rechnete man mährichmal, wo die Schläge nicht zu groß waren, mit natürlicher Ansamung. In den Forstordnungen des 16.Jhs. findet sich oft die Bestimmung, auf der kahlen Fläche eine bestimmte Zahl Samenbäume stehen zu lassen. Aus dem Schwarzwald sind bis ins 19.Jh. zahlreiche Fälle bekannt, in denen aus kahlhieben über bereits reichlich vorhandenen Jungwuchs sehr schöne Bestände entstanden sind. In den ebenen Lagen des Enz-Nagold-Gebietes hat die Tanne nach Großkahlhieben unter zwei bis drei Fuß hohen Lagen von Reisig und Faulholz angesamt und ortweise gut erhalten. Es gibt aber auch Fälle, da Großkahlschläge im Gebirge wenigstens zeitweise zur Verödung großer Flächen geführt haben. Das trifft z.B. auf die Großkahlschläge zu, die im 18.Jh. zu Gunsten des Eisenwerks Kandern in den oberen Lagen des Blauen geführt worden sind. Im Salzkammergut führten Großkahlschläge zur Verkarstung (HASEL, 1985).

Über undurchlässigem Untergrund und bei begrenztem Einzugsgebiet steigen die Grund- oder Stauwasserspiegel an, und die Vernassungsphasen verlängern sich (LUTZ u. CHANDLER, 1946; REHFUESS, 1990). An steileren Hängen wächst die Gefahr von Oberflächenabfluß und Erosion, insbesondere auf schweren, durchlässigen oder langfristig wassergesättigten Böden und nach unpfleglicher Holzernte.

2.2.2. Streunutzung

Streunutzung ist die jährliche oder periodische Entnahme der Bodenvegetation, des Auflagehumus und von Teilen des humosen Mineralbodens durch die Bauern für Einstreuzwecke. Dieser Eingriff war seit dem Übergang zur Stallhaltung des Viehs um 1750 bis nach dem zweiten Weltkrieg in vielen mitteleuropäischen Waldgebieten üblich und wurde mit örtlich und zeitlich wechselnder Intensität betrieben. Unter den sozio-ökonomischen Verhältnissen des 18. und 19. Jahrhunderts, als Handelsdünger nicht verfügbar waren, stellte das Streurechen in vielen Fällen eine vernünftige Maßnahme dar. Sie ermöglichte, die Fruchtbarkeit landwirtschaftlich genutzter Standorte zu bewahren und die Ernährung der Bevölkerung zu sichern, allerdings zu Lasten der Waldökosysteme. Die Streugewinnung hat die Leistungsfähigkeit vieler Waldböden auf lange Zeit beeinträchtigt. In stark betroffenen Gebieten führte sie zu ausgedehnten Reinbeständen der genügsamen Kiefer mit Unterwuchs von Zwergsträuchern und Flechten (BURSCHEL und HUSS, 1987; REHFUESS, 1990). Die Fläche der durch Streuentnahme degradierten Waldböden erreichte allein im nordostdeutschen Tiefland rund 900.000 ha, das sind 50% des dortigen Waldareals (HÖHNE, 1970).

Die Effekte des Streuentzuges werden trotz natürlicher Regenerationsprozesse noch auf lange Zeit nachweisbar sein. Daher verdient dieser Eingriff Interesse, obwohl er heute kaum mehr praktiziert wird. Die Streunutzung ist heute fast überall eingestellt. In den dadurch geschädigten Wäldern läuft eine natürliche Erholung ab, denn die mit den Niederschlägen, durch Einwehen von Staub und durch Bindung von Luftstickstoff hereinkommenden Stickstoffmengen dürften fast

quantitativ gespeichert werden. Die Ökosysteme regenerieren seit Beginn der 50er Jahre schneller als früher, weil als Folge einer starken Industrialisierung und des zunehmenden Kraftfahrzeugverkehrs der Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre anstieg. Die allmähliche Wiederauffüllung des Stickstoffkapitals läßt sich ablesen an einer charakteristischen Sukzession der Bodenvegetation (REHFUESS, 1990).

2.3. Überbeweidung

Der schädliche Einfluß des Weideviehs auf die Verjüngung der Bestände wurde schon früh erkannt. Besonders in den Salinenwäldern ergriff man daher bald Maßnahmen gegen die Beweidung. In der dort erstmals 1509 erlassenen Waldordnung wurde kurzerhand der Eintrieb jeglichen Weideviehs in die Schläge ohne zeitliche Begrenzung verboten (v. BÜLOW, 1962). Dieses Verbot konnte jedoch nicht lange aufrechterhalten werden, da die Bevölkerung in hohem Maße auf die Nutzung der Waldweide angewiesen war. So beschränkte man sich darauf, den Wald vor dem schädlichsten Vieh, den Ziegen, zu schützen und verhängte in der Folge alle Schläge, bis die Bäumchen «... den Gaisen aus dem Maul gewachsen waren ...» (v. BULOW, 1962), da diese durch geschicktes Klettern und Verbeißen selbst größere Bäumchen völlig vernichten konnten.

Daneben wurde jedoch auch der Beweidung durch Pferde, Schafe und Schweine Grenzen gesetzt, da man feststellte, daß das Pferd die jungen Triebe auch bei höheren Pflanzen verbeißt, das Schaf den Jungwuchs auf den Schlägen völlig abfrißt und das Schwein durch seine Wuhlarbeit auf der Suche nach im Böden verborgenen Pflanzenteilen und Insekten die Kulturen gefährdet. Hornvieh wurde lange Zeit als weniger schädlich angesehen und war bei der armen Bergbevölkerung auch nicht in der heutigen Anzahl vorhanden. Zwar war bekannt, daß es durch seinen Tritt die Verjüngung schädigt, da man jedoch der Ansicht war, es verbeißt mit Vorliebe das Laubholz, ließe das Nadelholz jedoch stehen, war es für den Salinenbetrieb eher nützlich als schädlich (LISS, 1988a).

Neben den Schadensbeschreibungen ist vor allem die Tatsache interessant, daß aus der Sicht der damaligen "modernen" Landwirtschaft die Waldweide schon als unrationell und antiquiert galt (HUNDESHAGEN, 1830).

JUGOVIZ, 1908, spricht über die Schäden durch die Viehweide und gibt praktische Ratschläge für eine zügige Bereinigung der Waldweiderechte und zur Trennung von Wald und Weide.

Die erste breit angelegte wissenschaftliche Untersuchung über den Einfluß der Waldweide auf die Entwicklung von Verjüngungspflanzen (in verschiedenen Gebirgsrevieren Österreichs) wurde von ZEDERBAUER, 1914, vorgelegt.

Nach diesen Ergebnissen kommt ZEDERBAUER zu dem Schluß:

"Die Mehrausgabe der Einzäunung und Verpflockung erscheint vom waldbaulichen und finanziellen Standpunkte gerechtfertigt und letztere, die Verpflockung, gewährt auch dem Weidebetrieb noch genügend Vorteile".

Seine Ergebnisse faßte MAGIN 1949 in der Erkenntnis zusammen, daß "...der forstlich-biologische Schäden der Waldweide als eine ... Summenwirkung der verschiedensten Komponenten zu bezeichnen ist, wobei die Einwirkungen auf den Boden z.T. schwer wiegender sind als der Leistungsverlust des Bestandes."

Interessant ist in dieser Hinsicht auch eine Arbeit von RAGAZ, 1952. Nach Ablösung der Waldweiderechtliche hatte sich ein stark verlichteter Hochlagenwald aus Lärche und Zirbe innerhalb von 50 Jahren durch die ungestört emporkommende Verjüngung wieder vollständig geschlossen, während ein vergleichbarer Bestand durch die fortdauernde Beweidung im selben Zeitraum fast völlig zerfiel.

Kurz darauf beschrieb FISCHBACHER, 1956, freilich unter Berufung auf die Ergebnisse MAGINS, ausführlich die direkten und indirekten Folgen der Beweidung als Verbiß- und Trittschäden, Kruppelwuchs und Zwieselbildung der betroffenen Bäume, die Überalterung des Weidewaldes durch ausbleibende Naturverjüngung und die Beeinträchtigung des Bodens durch den Tritt des Weideviehs - alles Vorgänge, die zur "langsamen, aber steten Vernichtung des Waldes..." führen und in der Folge auch die Almwirtschaft gefährden können.

Nach LISS, 1988a, ist es ein interessantes Ergebnis der Bestandesuntersuchungen, daß die Waldweide nicht nur in aufgelichteten Wäldern geringer Qualität sondern auch in sehr leistungsfähigen Bergmischbeständen ausgeübt wird. Die Schädenganalyse der Naturverjüngung zeigte, daß es aufgrund der hohen Verbißbelastung auf keinem der fünf untersuchten Standorte gelingen kann, den Bergmischwald in seiner natürlichen Zusammensetzung außerhalb des Zaunes zu verjüngen, obwohl dort ein ausreichendes Potential an Verjüngungspflanzen aller Baumarten zur Verfügung steht (LISS, 1988a). Ähnliche Ergebnisse finden sich auch bei BURSCHEL et al., 1985. Sie führen die mangelnde Verjüngungsentwicklung auf den Verbiß durch Wild und Weidevieh zurück.

Unterschiede in der Verbißbelastung wirken sich die natürliche Konkurrenzkraft der einzelnen Baumarten aus (BURSCHEL, 1975; LEIBUNDGUT, 1981; MAYER, 1992). Das hohe Wachstum starker belasteter Baumarten wird unterbunden, während weniger stark oder nicht verbissene Arten durch die Ausschaltung der interspezifischen Konkurrenz bessere Entwicklungsbedingungen vorfinden. Aus diesem Grund finden sich nach vorher gemischten Bergwäldern häufig nur noch Fichtenmonokulturen (BURSCHEL et al., 1977, 1985; BERNHART, 1984; LISS 1988a, 1989).

Für die Entwicklung von Verjüngungspflanzen und ihre Chancen, das Dickungsalter zu erreichen, sind ihr Verbißzustand und die jährlich wiederkehrende Verbißbelastung von entscheidender Bedeutung (EIBERLE, 1985). Diese beiden Größen haben insbesondere dann Gewicht, wenn Mischbestände begründet werden sollen und die daran zu beteiligenden Baumarten einer unterschiedlichen Verbißbelastung ausgesetzt sind. Im Bergmischwald führt das dazu, daß sich ohne Zaunschutz ehemals gemischte Bestände nicht wieder in ihrer standortsgemäßen Zusammensetzung verjüngen lassen (BURSCHEL et al., 1985; LISS 1988a, 1989). Auffällig ist weiterhin, daß die Fichte trotz erheblicher Verbißbelastung auch außerhalb der Kontrollvariante wachsen konnte (LISS, 1989). Die meisten Fichten konnten nach Verbiß in der nächsten

Vegetationsperiode mit einem neugebildeten Leittrieb ihr Höhenwachstum fortsetzen und hatten daher nur einen Jahreszuwachs verloren (BURSCHEL 1988; LISS 1989).

2.4. Waldbrände

Brände zählen in ihren Auswirkungen zu den bedeutsamsten katastrophenartigen Eingriffen in Wäldern. Durch Brände werden alljährlich weltweit unzählige wertvolle Waldbestände vernichtet oder stark geschädigt (MISSBACH, 1973; JULIO, 1977; KAILIDIS und MARKALAS, 1980; KAILIDIS, 1981; ZAGAS, 1987; TSITSONI und ZAGAS, 1988).

Neben direkten Holzverlusten treten in der Hauptsache Zuwachsverluste auf, da überwiegend jüngere Bestände betroffen und vernichtet werden (MISSBACH, 1973; JULIO, 1979). Das bei der Räumung anfallende Holz ist auf Grund der geringen Dimensionen und der Entwertung durch den Brand nur als Brennholz oder zu geringwertigen Sortimenten zu verwenden. Bei Großbränden kommen zu den Holzverlusten noch beträchtliche Naturstoffverluste durch Verwehung und Auswaschung der Asche sowie der freien Bodenteilchen. Im weiteren werden Störungen des Wasserhaushaltes verursacht, die zur Bodenerosion führen.

Diese nachteiligen Folgen der Waldbrände lassen sich schwer in Geldwert ausdrücken, sind aber von großer ökologischer Bedeutung, besonders für die Mittelmeergebiete, wo die Böden sehr stark degradiert sind (MISSBACH, 1973; DAFIS, 1986; MAYER, 1992).

Gezielt gelegte Waldbrände wurden für die Anlage von Rodungen genutzt und haben in Verbindung mit anderen devastierenden Eingriffen (Waldweide, Waldfeldbau, Streunutzung) zur Waldvernichtung beigetragen (REHFUESS, 1981; ZAGAS, 1990, 1994).

Meteorologische Faktoren wie Temperatur, Niederschläge, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Wind spielen eine entscheidende Rolle für Ausbruch und Ausbreitung von Waldbränden (MISSBACH, 1973; KAILIDIS, 1981).

Waldbrände entstehen direkt oder indirekt durch den Menschen und seine Einrichtungen. Die einzige natürliche Ursache eines Waldbrandes ist der Blitzschlag (~1-2%) (MISSBACH, 1973; JULIO, 1979; KAILIDIS, 1981).

3. Forstliche Maßnahmen

3.1. Bodenbearbeitung

Die Entwicklung von Bodenbearbeitungsverfahren hat stets wichtige Auswirkungen auf den Verjüngungsbetrieb. Bereits im Zusammenhang mit den ersten Saaten und Heisterpflanzungen des 14. Jahrhunderts wurde über eine Bodenbearbeitung berichtet, die künstlichen Verjüngungen ermöglichen sollte.

Im 18. Jahrhundert begann eine intensive, wissenschaftliche Diskussion über Sinn und Notwendigkeit von Bodenbearbeitungen sowie die Art ihrer Ausführungen, die bis heute nicht abgeschlossen ist. Dabei ist die Entwicklung in zwei Richtungen gegangen:

- Leichte Bearbeitung zur Förderung der Naturverjüngungen;
- Ackermäßige Bearbeitungen für schnelle Wiederaufforstungen (BURSCHEL und HUSS, 1987)

Mit Bodenbearbeitungen wurden folgende Ziele angestrebt:

- Beseitigung von Bodenverdichtungen
- Förderung des Ankommens der Naturverjüngung
- Ermöglichung von Saaten
- Verbesserung der Anwuchs - und Entwicklungsbedingungen bei Pflanzungen
- Mechanisierung und Rationalisierung der Pflanz- und Pflegearbeiten (BURSCHEL und HUSS, 1987; REHFUESS, 1990; MAYER, 1992).

Die Waldböden können durch Bearbeitung verbessert werden hinsichtlich

- der Bodenstruktur
- der Nährstoffversorgung
- des Wärme- und Wasserhaushalts.

3.2. Verwendete Baumarten

Die Baumarten- und Baumartenherkunftwahl - ein zentrales waldbauliches Problem - entscheidet über einen meist über 100jährigen Produktionszeitraum. Von dieser Wahl hängt das Leistungsvermögen und die Gesundheit neu zu begründender Wälder ab (LEIBUNDGUT, 1963; PANETSOS, 1986; BURSCHEL und HUSS, 1987; HATZISTATHIS und DAFIS, 1989; MAYER, 1992). Dies gewinnt noch größere Bedeutung, wenn man mit devastierten Standorten zu tun hat. Nach BURSCHEL und HUSS, 1987, überwogen etwa um 1800 auf gut $\frac{2}{3}$ der Waldflächen - und zwar in den planaren bis submontanen Lagen - die Laubbäume. Die derzeitige Baumartenzusammensetzung der mitteleuropäischen Wälder ist im wesentlichen das Ergebnis der beachtlichen forstlichen Aufbauleistung im 19. Jh. Noch vorhandene Nieder- und Mittelwälder wurden in Hochwald überführt (meist verbunden mit einer erheblichen Einschränkung der Artenvielfalt), Buchenmischbestände wurden durch die sogenannte Dunkelschlagwirtschaft und unter Zuhilfenahme umfänglicher Bodenvorbereitungen überwiegend durch Naturverjüngung in Buchenreinbestände umgewandelt. Die meisten Flächen in den tieferen Lagen waren jedoch weitgehend heruntergewirtschaftet, wenn nicht gar völlig entwaldet und wurden durchweg großflächig mit Kiefern und Fichten aufgeforstet. Dies war oft die einzige Möglichkeit, die Verjüngung angesichts der starken Bodendegradation und ökologisch ungünstigen Kahlfächenbedingungen überhaupt zu realisieren.

Die Wiederbewaldung degradierter Standorte bedarf eingehender Planung, sorgfältiger Standortserkundung und vielleicht spezieller Aufforstungstechnik (MAYER, 1992).

3.3. Zusätzliche Meliorationsmaßnahmen

3.3.1. Düngung

Eine sorgfältige auf die jeweiligen Substrate abgestimmte harmonische und maßvolle Düngung mit Stickstoff, Phosphor und Calcium (Magnesium) kann die Fruchtbarkeit armer oder devastierter Waldböden nachhaltig steigern. Dies gilt zumindest für lehmige Substrate, die nicht stark perkoliert werden. Die Artenvielfalt der Lebensgemeinschaften und die waldbaulichen Möglichkeiten nehmen dadurch gewöhnlich zu. Eine derartige Melioration kann allerdings auf stärker durchspülten Böden mit kurzer Verweilzeit der Nitrate im Hauptwurzelraum zu erhöhtem Nitrataustrag in die Gewässer führen. Die Zunahme der Nitratgehalte in der Bodenlösung halt sich jedoch wohl im Rahmen der Werte, die auch in ungedüngten fruchtbaren Waldböden auftreten (BAULE und FRICKER, 1967; REHFUESS, 1969, 1990; GUSSONE et al., 1972).

Voraussetzung für eine solche langfristige Verbesserung ist allerdings eine sorgfältige standorts- und ernährungskundliche Diagnose für den betroffenen Bestand. Auch müssen präzise Kenntnisse über das Verhalten der Düngemährstoffe in den verschiedenartigen Waldökosystemen vorliegen und beachtet werden (HATZISTATHIS und ZAGAS, 1985; BURSCHEL und HUSS 1987; REHFUESS, 1990; MAYER, 1992).

3.3.2. Meliorationsverfahren mit Lupinenunterbau

Seit langem bemüht man sich, bei Kiefern im Mittleren Bestandesalter durch den Unterbau mit perennierender Lupine (*Lupinus polyphyllus* L.) eine langfristig fließende Stickstoffquelle zu erschließen. Durch einen einmaligen, aber nachhaltig wirksamen Meliorationseingriff soll die Stickstoffversorgung der Bestände für lange Zeit verbessert und ihr Zuwachs gesteigert werden. Von dem jahrzehntelangen Gedeihen der Dauerlupine unter Kieferschirm verspricht man sich außerdem eine grundlegende Verbesserung von Humusform und Oberbodenzustand; dies sollte die Verjüngung auf Kiefer oder einen Umbau auf andere Baumarten erleichtern. Schließlich belebt die Lupine in den gewöhnlich recht eintönigen Kiefernforsten das Landschaftsbild und bietet bessere Äsungsmöglichkeiten (WIEDEMANN 1942; WITTICH, 1954, 1964; MILLER, 1964; REHFUESS, 1990). Auf den meisten devastierten Standorten mit Rohhumus gedeiht die Dauerlupine erst nach gründlicher Bodenbearbeitung und Grunddüngung mit Kalk (1500-1400kg/ha CaCO₃) und Phosphat (500-1000kg P-Dünger/ha), (WEHRMANN, 1956; REHFUESS, 1990).

Beim Fräsen werden oberflächennahe Baumwurzeln erheblich verletzt. Die Kiefer reagiert darauf mit vorzeitigem Abfall älteren Nadeln und Kronenverlichtung; die Gefährdung durch Sturmwurf steigt. In Fichtenbeständen verbietet sich der Lupinenunterbau schon deshalb, weil über die vielen Wurzelwunden *Fomes annosus* und andere Kernfäuleerreger verstärkt in die Bäume eindringen könnten. Auch die Kiefern sind zunächst nicht in der Lage, das vermehrte Nährstoffangebot aus Düngung und aus der nach der Bodenbearbeitung beschleunigten Mineralisation voll ausnutzen.

Ihr Schaftvolumenzuwachs geht um rund 5-10% in den ersten 3-4 Jahren zurück (ASSMANN, 1965; REHFUESS und SCHMIDT, 1971).

Gemessen an den hohen Einbringungskosten und trotz offensichtlicher Verbesserung der Humusform bleibt der Beitrag der Lupine im Rahmen der komplexen Unterbau-Melioration zum Stickstoffhaushalt der Ökosysteme und für die Stickstoffernährung der Kiefern in vielen Fällen bescheiden und unsicher. Aus diesem Grunde ist diese Form der Melioration streugenutzter Kiefernstandorte in den letzten Jahren in den Hintergrund getreten, während die Düngung mit Stickstoffsalzen - zweckmäßigerweise gekoppelt mit Kalkung und Phosphatdüngung - zugenommen hat. Bei anhaltend hohem Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre dürfte aber auch dieser Meliorationseingriff in Zukunft überflüssig werden (REHFUESS, 1990).

4. Diskussion und Folgerungen

Wie bereits angeführt, sind die wichtigsten devastierenden Eingriffe:

a) Rodungen, die im Mittelalter ihren Höchststand erreichten. Durch sie wurden die besten Wälder Europas vernichtet (HASEL, 1985; BURSCHEL und HUSS, 1987). Obwohl heute Rodungsbeschränkungen vorliegen, gehen trotzdem und weiterhin Waldflächen für Straßen- und Siedlungsbau verloren.

b) Übernutzung und abusive Nutzung wie die Kahlschläge und die Streunutzung. Kahlschläge verursachen drastische Veränderungen in Waldökosystemen, weil die Baumschicht fast vollständig und schlagartig beseitigt wird. Zusätzliche Störungen des Bodens werden durch eine intensive Mechanisierung der Holzernte herausgefordert.

Die Streunutzung ist heute fast überall eingestellt. Die Effekte der Streunutzung werden trotz natürlicher Regenerationsprozesse noch auf lange Zeit nachweisbar sein (BURSCHEL und HUSS, 1987; REHFUESS, 1990).

c) Überbeweidung führt großflächig zu:

- Verdichtung des Bodens und damit zu Erhöhung der Erosionsgefahr und Erschwerung der natürlichen Walderneuerung
- Zurückdrängung verbißempfindlicher Baumarten und Bodenpflanzen
- Verbesserung der Lebensbedingungen konkurrierender Bodenpflanzen durch gezielte Auflichtung des Waldes
- Massive Beschädigungen von solchen Bäumen - auch Nadelbaumarten - die zur Gewinnung von Viehfutter - Laubheu genannt - geschneitelt wurden (BURSCHEL und HUSS, 1987).

Leider besteht heute noch in manchen europäischen Ländern mehr oder weniger das Problem der Überbeweidung fort, besonders durch die Haltung von Ziegen, welche die schädlichsten Wirkungen haben. Deshalb ist die rasche Trennung von Wald und Weide heute zwingend notwendig.

Nach der Entfernung des Weideviehs reagiert die Natur sehr rasch, und große Flächen können natürlich bewaldet werden (ZAGAS, 1990, 1994).

- Waldbrände, die meistens vom Menschen verursacht werden und wertvolle Bestände vernichten oder stark schädigen.

Die planmäßige Überwachung brandgefährdeter Reviere und besonderer Zündschwerpunkte kann durch Streifen und durch Beobachtungsposten auf erhöhten Aussichtspunkten bzw. Feuerwachtürmen erfolgen. Durch die Einrichtung eines Warndienstes und durch Analysen der Brandgefährdung der Waldgebiete ist es möglich, die Überwachung auf Zeiten und Orte zu beschränken, an denen die Gefahr des Ausbruches von Waldbränden besonders groß ist (MISSBACH, 1973; KAILIDIS, 1981).

Die Regeneration der Waldböden und Waldbestände können wir mit der Hilfe forstlicher Maßnahmen beschleunigen, wie:

- a) Bodenbearbeitung zur Beseitigung von Bodenverdichtungen, Förderung der Naturverjüngung, Ermöglichung von Saaten, Verbesserung der Aufwuchs- und Entwicklungsbedingungen bei Pflanzungen sowie zur Mechanisierung und Rationalisierung der Pflanz- und Pflegearbeiten.

- b) Verwendete Baumarten

Bevorzugt werden sollten Laubhölzer zur Begründung stabiler Bestände. Die Baumartenwahl muß unter einer differenzierten Berücksichtigung kleinflächiger Standortsunterschiede verwirklicht werden. Werkzeuge für diese Aufgabe sind die sorgfältige Planung und Standorterkundung. Die Begründung von Mischbeständen in geeigneter Struktur und großer ökologischer Stabilität muß Hauptziel waldbaulicher Bemühungen sein. Eine standortsgerechte bzw. -gemäße Baumartenwahl ist Voraussetzung für einen ökonomischen wie ökologischen Gewinn und eine Risikoverminderung.

- c) Zusätzliche Meliorationsmaßnahmen wie:

- Düngung zur Verbesserung der Humusform, die Erhöhung der mikrobiologischen Aktivität, die Steigerung der Stickstoff-, Phosphor- und anderer Elementvorräte im Oberboden, die Steigerung der pH-Werte und allgemein die Verbesserung der Ernährungsbedingungen der Pflanzen.
- Meliorationsverfahren mit Lupinenunterbau zur langfristigen Steigerung der Stickstoffversorgung der Bestände und zur Verbesserung von Humusform sowie von Oberbodenzustand.

Die Einbringungskosten dieser Meliorationsmaßnahme sind - weil komplizierte Vorgehensweise unter Berücksichtigung und Abstimmung von Bodenbearbeitung und Düngung zugrunde liegt - relativ hoch. Wegen dieser Kosten und trotz der offensichtlichen Vorteile bleibt der spezifische Beitrag der Lupine in vielen Fällen bescheiden und unsicher. Bei anhaltend hohem Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre dürfte auch dieser Meliorationseingriff in Zukunft überflüssig werden.

Wir haben schon gesehen, daß wir die Regeneration devastierter Waldböden und Waldbestände durch forstliche Maßnahmen beschleunigen können. Wir haben die wichtigsten Eingriffe sowie die wichtigsten forstlichen Maßnahmen beschrieben. Devastierende Eingriffe zerstören; andererseits sind wir bemüht, durch verschiedene Maßnahmen die Störungen zu reparieren. Hinsichtlich beider Aspekte liegen umfangreiche Erfahrungen vor, und ich komme zur Frage: Können wir alle Störungen reparieren?

Leider nicht. Besonders manche Störungen des Bodens, wie z.B. die Erosionsstörungen, sind sehr schwer, beinahe unmöglich, zurückzuführen bzw. zu beseitigen. Meiner Meinung nach ist es wichtiger, geeignete und präventive Schutzmaßnahmen zu formulieren und umzusetzen.

Es wäre besser, wenn wir präventiv offensichtliche Gefährdungen unserer Umwelt gar nicht erst zuließen, als die verschiedenen Umweltwunden nachträglich zu heilen.

5. Summary

Possibility of regeneration of forest soils and forest stands after longterm devastating handling.

The most important devastating interventions which are responsible for the destruction and degradation of forest ecosystems are following:

- The clearing of forest, to make way for agriculture, pastures and urban areas.
- The overexploitation and the illegal use of them as clearcuts, forest litter utilization etc.
- The overgrazing which causes various damages on the soil and the regeneration.
- The wild fires which in combination with other devastating interventions contribute to the destruction of forest ecosystems.

The rehabilitation of the degraded forest ecosystems could be accelerated by taking of preventive measures and by applying the appropriate silvicultural measures.

The most important of them are following:

- Restriction of forest clearings.
- Legal use of forests.
- Solution of the overgrazing problem of forests.
- Soil cultivation, when it is necessary.
- Selection of the appropriate forest species.
- Additional forest amelioration measures (fertilization and legumes planting).

6. Literatur

- Assman, N. E. (1965). Düngung und Melioration von Waldbeständen in ertragskundlicher Sicht. Allg. Forstz. 20, 241-251.
- Baule, H., Fricker, C. (1967). Die Düngung von Waldbäumen. München BLV.
- Bernhart, B. (1984). Verjüngungssituation im oberbayerischen Bergwald. Schriftenreihe des bayer. Forstvereins, 6, 69-94.
- Bülow, G., v. (1962). Die Südwälder von Reichenhall. Mitt a.d. Staatsforstverwaltung Bayerns 33.
- Burschel, P. (1975). Schalenwildbestände und Leistungsfähigkeit des Waldes als Problem der Forst- und Holzwirtschaft auf der Sicht des Waldbaus. Allg. Forstz. 30, 214-221.
- Burschel, P., Löw, H. & Mettin, C. (1977). Waldbauliche Untersuchungen in den Hochlagen des Werdenfelser Landes. Forstl. Forschungsberichte München 37.
- Burschel, P., El Kateb, H., Huss, J. & Mosandl, R. (1985). Die Verjüngung im Bergmischwald. Forstw.Cbl. 104, 2, 65-100.
- Burschel, P. & Huss, J. (1987). Grundriß des Waldbaus. Paul Parey Verlag. Hamburg und Berlin.
- Burschel, P. (1988). Jagd ist Teil des Waldbaus. Forst und Holz 17, 431-433.
- Dafis, Sp., (1986). Waldökologie. Giahoudis-Giapoulis Verlag. Thessaloniki (griechisch).
- Eiberle, K. (1985). Bergahorn und Esche: Belastungsgrenzen für den Wildverbiß. Schweiz. Z.Forstw. 136, 849-856.
- Fischbacher, D. (1956). Über das Waldweideproblem und die Bergbaumfrage. Bayer. Landw. Jahrb. 33: 3-39.
- Gussone, H., A., Rehuess, K.E. & Ulrich, B. (1972). Entwicklungstendenzen der Forstdüngung. Allg. Forst- und Jagdztg. 140, 49-62.
- Hasel, K. (1985). Forstgeschichte. Paul Parey Verlag. Hamburg und Berlin.
- Hatzistathis, A. & Dafis, S. (1989). Aufforstungen - Baumschulen. Giahoudis-Giapoulis Verlag. Thessaloniki (griechisch).
- Hoehne, H. (1970). Streunutzungsschäden, ihre Entstehung und Verbreitung sowie Möglichkeiten ihrer Behebung. Wiss. Zeitschr. TU Dresden 19, 1047-1054.
- Hundeshagen, J., Chr. (1830). Die Waldweide und Waldstreu in ihrer ganzen Bedeutung für Forst-, Landwirtschaft und Nationalwohlfahrt. Tübingen.
- Jugoviz, R.A. (1908). Wald und Weide in den Alpen. Wien.
- Julio, G. (1979). Waldbrände in Bayern im Zeitraum 1960-1976. Cbl. 98, 331-347.
- Kailidis, D.S., Markalas, S.D. (1980). Waldbrände in Griechenland. Forst- und Holzwirt. 35 (20), 411-413.
- Kailidis, D. (1981). Waldbrände, Thessaloniki (griechisch).
- Leibundgut, H. (1963). Baumartenwahl. Beih. SZFW 35.
- Leibundgut, H. (1981). Die natürliche Waldverjüngung. Bern-Stuttgart.
- Liss, B.-M. (1988a). Versuche zur Waldweide - der Einfluß von Weidevieh und Wild auf Verjüngung, Bodenvegetation und Böden im Bergmischwald der Ost-bayerischen Alpen. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 87.
- Liss, B.-M. (1988b). Der Einfluß von Weidevieh und Wild auf die natürliche und künstliche Verjüngung im Bergmischwald der Ostbayerischen Alpen. Forstw. Cbl. 107, 1, 14-25.

- Liss, B.-M. (1989). Die Wirkung der Weide auf den Bergwald - Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 99.
- Lutz, H.J. & Chandler, R.F. (1946). Forest soils. New York.
- Magin, R. (1949). Der Einfluß der Waldweide im Oberbayerischen Hochgebirge auf Boden, Zuwachs und Ertrag des Waldes. Diss. Univ. München.
- Mayer, H. (1992). Waldbau. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart, Jena, New York.
- Miller, R.E. (1964). Wirkung von Meliorationsmaßnahmen zur Verbesserung der Humusform auf den Humus- und Stickstoffvorrat von Waldböden. Diss. Göttingen.
- Missbach, K., (1973). Waldbrand - Verhütung und Bekämpfung. Berlin: VEB Dtsch. Landw. Verlag.
- Panetsos, K. (1985). Forest tree genetics and improvement. Giahoudis-Giapoulis Ed. Thessaloniki (griechisch).
- Ragaz, C. (1952). Die waldbauliche Wirkung des Weideausschlusses. Bündnerwald 5: 49-51.
- Rehfuess, K.E. (1969). Möglichkeiten und Ziele der Forstdüngung. Forstw. Cbl. 80, 1-15.
- Rehfuess, K.E. (1990). Waldböden. Paul Parey Verlag. Hamburg und Berlin.
- Rehfuess, K.E. & Schmidt, A. (1971). Die Wirkung von Lupinenunterbau und Kalkammonsalpeterdüngung auf den Ernährungszustand und den Zuwachs älterer Kiefernbestände in der Oberpfalz. Forstw. Cbl. 90, 237-259.
- Tsitsoni, Th. & Zagas, Th. (1988). Untersuchung der Naturverjüngung nach Waldbrand in KEDRINOS LOFOS - Gebiet von Thessaloniki. Mitteil. im jahrl. Kongress der Griech. Forstwissensch. Gesellschaft, Larisa (griechisch, englische Zusammenfassung).
- Wehrmann, J. (1956). Die Nährelementversorgung der Dauerlupine auf Sandböden der Oberpfalz. Forstw. Cbl. 75, 357-366.
- Wiedemann, E. (1942). Die schlechtesten ostdeutschen Kiefernbestände. Reichsnährstandsges. Berlin.
- Wittich, W. (1954). Die Melioration streugennutzter Böden. Forstw. Cbl. 73, 193-256.
- Wittich, W. (1964). Die Bedeutung der Humusform für die Ernährung des Waldes und die Entwicklung seiner Böden. Allgem. Forstzeitschr. 19, 29-33.
- Zagas, Th. (1987). Research of the natural regeneration of *Pinus halepensis* after a forest fire in the mountain - PATERAS area. Sci. Annals of the Departm. of Forestry and Nat. Env. Aristot. Univ. of Thessaloniki (griechisch).
- Zagas, Th. (1990). Naturbewaldungsbedingungen im Rhodopi-Gebirge mit Waldkiefer (*P. silvestris* L.) Diss. Univ. Thessaloniki (griechisch, deutsche Zusammenfassung).
- Zagas, Th. (1994). Die natürliche Bewaldung im Elatia-Gebirge (Griech. Rhodope). Schweiz. Zeit. Für Forstwesen, 3: 229-240.