© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

SAUTERIA 1 1986 27 - 43

DIE HEUTIGE VERTEILUNG VON WALD UND GRASLAND - IHRE URSACHEN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DEN UMWELTSCHUTZ

von
KUTSCHERA, Lore

Summary: The forest requires better growth conditions than grassland. Grassland is more resistant to deficiency of warmth and water, change of humidity, shorter growing periods, wind, snowweight and sliding slopes. In prairies the watertable after afforestation may be lowered from 5 to 15m. The natural vegetation of grasslands withdraws water from a depth of 5 m, winter-wheat from 2 m. Land in crop interrupted by lying fallow in contrast to the forest makes it possible, that in years with higher precipitations the groundwater reserves can recover in winter. The remains of forests maintain mainly at rocky places. The soily places are colonized by grassland plants. Grasses withdraw with their roots sufficient water from the soil and store it in their Cortex. Grasses like Secale cereale and Avena fatua can form in less than 9-10 months a total rootlength of more than 79 respectively 86 km. In a grassplot of 1 dm^2 Agrostis alpina has more than 5700 leafs and 3000 roots with 180.000 by roots. On mountain-ridges the forest is able to ascend higher than on slopes with danger of earth-sliding, where only a grass vegetation can grow. In the mountains the rhizomes and roots of grassland plants are. in the upper soillayer strongly interlaced as the result of. the "Geotropismus". Like the deep growing and also strongly interlaced plants of the prairie they give an excellent protection against erosion by wind and water.

By weak single precipitations the forest can hold back more than 51 % of the precipitation in his stock. Heavy continuing precipitations of rain and snow can not be hold back by the forest. The protective value of the forest is only significant, when it is not overvalued. Only a correct judgement of the countryside can give a sufficient protection against avalanches and flood-disasters.

In wide areas of the East-Alps the present forestborder is natural. Considering this fact historical and present climatic changes are to be mentioned. From 1856-1976 the thickness of the glacier of the Großglockner near the "Franz Josefs Haus" declined over more than 2000 m. Advers afforestation with spruce and cembra-pine on slopes with danger of sliding raises the danger of earth sliding and analanche-disasters. Snowweight and earth gliding are best supportes by larches and beechtrees.

In Switzerland the number of flowering plants in forests

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

is 2/3 less than in dry grasslands. The number of stenotop butterflies in an area of 25 000 m² in pature-land ist 38, in forests 8 an in green-alder forests 4. Therefore the authors emphasize protection of the landscape and nature by less intensive management in pasture-land, mowing, burning down and pulling out the sub-alpine shrubvegetation. This ist to be done with the help of management contribution. This corresponds to the "Kärntner Almwirtschaftsgesetz" of 1923.
Particular in mountain areas SO_2-damage can cause great damage to the vegetation. Hence the damage in pasture- and arable land demands prompt engagement of all provisions to clear the air.
The experience of many farmer generations in the mountains are of great help to the protection of landscape and nature. The distibution of cultural plantspecies in the mountain areas, where the farmers live is an example of ecology corresponding with economy.

In den letzten Jahrzehnten hat die Belastung der Umwelt durch Schadstoffe in ungewöhnlich hohem Maße zugenommen. Sie ist besonders durch Schäden an der Pflanzendecke für alle deutlich und mancherorts in erschreckendem Ausmaß erkennbar. Dies hat zur Folge, daß weite Kreise der Bevölkerung für den Umweltschutz tätig sein wollen. Der Gesetzgeber trug dem in mehrfacher Weise Rechnung. Er errichtete eigene Stellen auf nahezu allen Stufen der Verwaltung für den Natur- und Umweltschutz. Er bestimmte, daß private Vereinigungen in ihren Meinungen angehört und berücksichtigt werden sollen, und er räumte im Unterricht und in der Forschung den Fragen des Umweltschutzes einen breiten Raum ein.

1. Bedeutung der Pflanzendecke

Durch die Bereitschaft der öffentlichen Stellen, die Erkenntnisse der Naturwissenschaften im Rahmen des Naturschutzes zu berücksichtigen, wurde dem Botaniker ein wesentlich größerer Einfluß auf das öffentliche Geschehen eingeräumt, als ihm ehemals zugestanden worden war. Er ist dadurch noch mehr als früher verpflichtet, das eigene Wissen ständig zu vertiefen und in seiner Richtigkeit im Rahmen aller Gegebenheiten unseres Lebensraumes zu überprüfen. Denn von dem Urteil des Botanikers hängt es z.B. ab, in welchem Ausmaß die verschiedenen Formen der Pflanzendecke in ihrem Wert für den Landschafts- und Umweltschutz eingestuft und wie sie deshalb flächenmäßig erweitert oder eingeschränkt werden sollen. Ebenso beurteilt er den Schaden, den diese durch die Umweltbelastung erfahren.

Der Wert der Pflanzendecke für die Umwelt ist in vielfacher Weise gegeben. Er liegt vor allem in der Fähigkeit der Pflanzen, den Boden aufzubauen und ihn vor Abtragung zu schützen, den Wärme- und Wasserhaushalt einer Landschaft auszugleichen und die Luft durch die Bindung von CO_2 und die Freigabe von O_2 zu regenerieren, sowie durch Filterwirkung teilweise von Schadstoffen zu befreien. Außerdem bilden die Pflanzen den weitaus größten Teil der Nahrungsgrundlage von Mensch und Tier und für eine große Zahl von Tieren auch deren Schutzraum.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Vergleichen wir in diesem Sinne den Wald und das Grasland, so dürfte unter den Botanikern eine einhellige Meinung darüber bestehen, daß der weitaus größte Teil der Ernährung von Tier und Mensch von Gräsern und Kräutern stammt. Dagegen sind die Meinungen der Botaniker über den Schutzwert des Graslandes im Vergleich zu dem des Waldes oft geteilt. Am besten läßt sich darüber Klarheit anhand der natürlichen Verteilung von Wald und Grasland gewinnen. Der Wald tritt überall dort auf, wo die Wachstumsbedingungen relativ günstig sind. Mangel an Wärme oder Wasser, Wechselfeuchte, Verkürzung der Vegetationszeit, Wind, Schneedruck und Bodenfließen kann der Wald schlechter als das Grasland ertragen. Dies zeigt sich weltweit gesehen am Übergang des Waldlandes in die Steppengebiete Eurasiens, in die Prärieгebiete Nordamerikas, in die Pampa Argentiniens, in die Feucht- und Trockensavannen Afrikas und in die Urwiesen oberhalb der Waldgrenze, sowie an Feucht- und Trockenstellen und an Geröll- und Lawinenhängen innerhalb der Waldzone.

2. Verteilung von Wald- und Grasland in Abhängigkeit vom Bau der Arten

In den Steppengebieten Rußlands beschäftigte sich besonders ROTMISTROFF (1912/1926) mit der ergänzenden Untersuchung der unterirdischen Teile der Pflanzen und zwar vor allem der Kulturpflanzen. Er versuchte durch Erforschung der Wechselwirkung zwischen Klima, Boden und Wachstum der Wurzeln die Ursachen der Dürre und die Möglichkeiten zu ihrer Verhütung zu erfassen. Die Versuche führte er im Raum von Odessa durch. Als Ergebnis seiner Untersuchungen entwickelte er das System der Trockenlandwirtschaft, das "dry farming system", das sich inzwischen weltweit bewährt hat. Die Steppenvegetation des Gebietes entnimmt die Wasserreserven des Bodens bis zu einer Tiefe von 5oo cm und bis zu einem Rest von 6-7 %. Sie ist den Schwankungen des Klimas in bester Weise angepaßt und ermöglicht daher eine Wiederauffüllung der Wasserreserven in feuchteren Jahren. Der Winterweizen entfeuchtet den Boden bis zu einer Tiefe von 170 cm und bis zu einem Restwasser von 10 %. Zur Auffüllung der von ihm und anderen Kulturpflanzen benötigten Wasservorräte ist es erforderlich, jedes 3. - 5. Jahr eine Schwarzbrache einzuschalten.

Im Prärieгebiet beträgt nach WEAVER und DARLAND (1949) die Wurzeltiefe von Gräsern wie *Panicum virgatum* bis über 300 cm. Am Übergang zu den Federgrassteppen des Pannonischen Raumes bei Hainburg, O-Wien, erreichen nach Untersuchungen von SOBOTIK-PERNDANNER Kräuter wie *Taraxacum serotinum, Astragalus onobrychis* und *Eryngium campestre* Wurzeltiefen bis über 400, 500 bzw. 600 cm. Der Wald verbraucht bedeutend mehr Wasser als die Steppenvegetation, und er ermöglicht keine oder keine ausreichende Auffüllung der Wasservorräte in feuchten Jahren. Er bewirkt deshalb stellenweise ein Absinken des Grundwasserspiegels von 5 auf 15 m und eine Erhöhung der Salzkonzentration des Bodenwassers. Außerdem werden in der Nachbarschaft des Waldes, besonders in waldumsäumten Feldern, die Tagesschwankungen der Temperatur nicht ausgeglichen, sondern sogar erheblich verschärft (ROTMISTROFF u.z.Lit., WALTER 1968, S.599 u.z.Lit.). Daher empfahl ROTMISTROFF, Aufforstungen in der Steppe nur in Streifenform vorzunehmen. Jeder Streifen soll aus 1-2 Baumreihen, beidseitig umsäumt mit Buschwerk, bestehen und in größeren Abständen von dem nächsten Streifen angelegt werden. Diese

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Empfehlung hat sich bis heute als richtig und zweckmäßig erwiesen.

Im Präriegebiet Nordamerikas untersuchten WEAVER und Mitarbeiter (1920-1954) eingehend die Bewurzelung der Pflanzen des Ackerlandes und des natürlichen Graslandes. Anhand zahlreicher Versuche wurde dargestellt, daß das Grasland einen kaum zu übertreffenden Schutz gegen Wind- und Wassererosion bietet. Im angrenzenden Waldgebiet ist der Boden infolge von Windbrüchen oft mehr gefährdet (STEARNS 1949). Die Pflanzen des Graslandes sind im Präriegebiet gleich wie in der Steppe allein imstande, die feinerdereichen Böden zu besiedeln und mit einer Vegetationsdecke zu überziehen. Besonders die Gräser können diesen Böden mit ihrer dichten und feinen Bewurzelung größere Mengen an Wasser entnehmen. Gleichzeitig erhöhen sie deren Speicherkraft an pflanzenverfügbarem Wasser. Bäume fehlen auf ebenen Flächen. Sie bleiben auf Hangrinnen oder auf felsige Rücken beschränkt. Auf den felsigen Standorten sind Bäume den Gräsern deshalb überlegen, weil sie mit ihren langen, kräftigen, gut gegen Verdunstung geschützten Wurzeln tief in Felsspalten einzudringen vermögen. Sie verankern sich hier besser und sind hier vor allem besser mit Wasser versorgt. In den Felsspalten herrscht eine hohe Luftfeuchte, und häufig kondensiert in ihnen das Wasser. Allerdings wird der Baumbestand mit zunehmendem Wassermangel immer schütterer und die Wuchshöhe geringer (vgl. WALTER 1968, S. 599 u.z.Lit.).

SCHRÖTER (1908/1929) und mit ihm STREBLER (1905) befaßten sich eingehend mit dem Grasland der Schweiz über und innerhalb der Waldstufe. Mehr als in anderen Ländern der Alpen konnte in der Schweiz infolge der gebietsweise sanfter geneigten Hänge das Grasland auf Kosten des Waldes zunehmen (Abb. 1). Außerdem sind wegen der größeren Massenerhebung mehr Flächen von Natur aus Grasland. Die Autoren heben deshalb den hohen Anteil der Wiesen an dem "herzerfreuenden Bilde" ihres Kulturlandes hervor, seien es die Matten der Ebene oder die spärlichen Rasen der letzten Schaf- und Ziegenweiden als äußerste Vorposten im Kampf mit Schnee und Gesteinsschutt. Auch sie verweisen auf die große Leistung der unterirdischen Teile des Graslandes.

Im Kampfgürtel des Waldes in den Alpen zeigt sich besonders deutlich die vorzügliche Eignung des Graslandes zur Besiedelung feingehaltreicher Böden und die weitgehende Beschränkung des Waldes auf felsige Standorte. Die Ursachen sind hier nicht der Mangel an Wasser, sondern der Mangel an Wärme und die Schwierigkeit der Verankerung. Felsige Standorte erwärmen sich bei Sonnenbestrahlung wegen der geringeren Oberflächenfeuchte und der daher geringeren Verdunstungskälte stärker. Der Schnee bleibt auf ihnen kürzere Zeit liegen, und es unterbleibt die Ansammlung von Kaltluft. Die auf diesen Stellen wachsenden Pflanzen können deshalb bereits assimilieren, wenn die Standorte der feingehaltreichen Böden noch vom Schnee bedeckt sind. Grasbestände ertragen Schutt- und Bodenfließen, Wasserüberrieselung und den Abgang von Schneebrettern und Lawinen bedeutend besser als der Wald. Die Hebelwirkung ist geringer, und die Grasbestände sind stärker verflochten. Wald- und Knieholz müssen sich daher schutzsuchend an Felsrippen anklammern (Abb. 2, 3). Deshalb ist auch der Wald in diesen Lagen viel weniger imstande, der Bodenerosion entgegenzuwirken oder am Bodenaufbau mitzuwirken.

Schon aus dem vorher Gesagten geht hervor, daß die verschiedene Standortswahl von Wald und Grasland eine Folge des verschiedenen Baues der Arten ist. Die Wurzeln der Gräser wachsen rascher, sie stehen sehr dicht, und sie sind reich verzweigt. Deshalb können Grasbestände

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

offenen Boden in kurzer Zeit mit einem die Erosion verhindernden Bestand übernehmen. So genügte im Prärigebiet Nordamerikas die Ansaat einer Kunstwiese, um den im Vorjahr in einer schwachen Geländerinne traktortief abgeschwemmten Boden nach Wiederauffüllung wirksam vor neuerlicher Abtragung zu schützen. Als Beispiele für die rasche Entwicklung der Gräser seien zunächst Arten wärmerer Gebiete angeführt. Zea mais verlängert seine Keimwurzel unter günstigen Bedingungen in 24 St. um 9,5 cm (KUTSCHERA-MITTER 1971 a). Kulturpflanzen und Wildgräser des Ackerlandes wie *Secale cereale* und *Avena fatua* können bei freiem Stand in 8-9 Monaten eine Gesamtwurzellänge von über 79000m bzw. 86000 m bilden (PAVLYCHENKO 1937). Die Zahl der Wurzelspitzen kann im Laufe der Entwicklung über 4,7 Millionen betragen. An *Agropyron cristatum* soll nach zweijähriger Wachstumszeit eine Gesamtwurzellänge von 400 km festgestellt worden sein (KOLEK 1974). *Ammophila arenaria* hatte an einem nur 3 cm langen Ausläuferstück 17 reichverzweigte Wurzeln entwickelt. Die Gesamtlänge der Wurzeln betrug 2,5 km. Die Wurzeln entwickeln große Mengen an Schleim, durch den der Sand gebunden wird (Abb. 4). Bei den ausdauernden Gräsern der Berglagen ist die Zahl der Wurzeln je Flächeneinheit besonders groß. *Agrostis alpina* hatte im Glocknergebiet in 1800 m Seehöhe auf 1 dm^2 neben etwa 5700 Blättern 3000 Sproßwurzeln mit etwa 18000 Seitenwurzeln 1. Ordnung gebildet. *Poa alpina* besitzt mitunter bei einer Sproßhöhe von 5-10 cm ein 25-30 cm tiefreichendes dichtes Wurzelgeflecht (Abb. 5).

Aufgrund der Gesetze des geotropen Wachstums wachsen die Wurzeln in den Berglagen zunehmend schräg abwärts, horizontal und aufwärts (KUTSCHERA-MITTER 1971, 1972, 1983). Dadurch entsteht eine sehr starke Verflechtung der Rasen. Entsprechend groß ist der Bodenschutz. Daraus erklären sich die Ergebnisse der zahlreichen Beobachtungen von MOSER (1971), nach denen Katastrophenniederschläge, verbunden mit heftigem Sturm, wie er in den mittleren und höheren Berglagen nicht selten auftritt, in Waldflächen größere Bodenbewegungen auslösen können als auf dem Freiland. Wegen der Dichte der Rasen müssen in Osttirol die Bergbauern nach heftigen Regenfällen diesen mitunter mit Eisenstangen durchlöchern, damit an Hangdruckstellen das Wasser austreten kann.

Aus diesem Grunde sind auch Waldflächen mit dichtem Grasunterwuchs viel besser in der lage, den Boden zu schützen als solche ohne entsprechenden Unterwuchs (vgl. LICHTENEGGER 1981). An stark rutschgefährdeten Hängen ist dies deutlich zu sehen. Beispiele dafür sind die Lärchenwälder an den steilen Südhängen im Gemeindegebiet von Heiligenblut in Kärnten. Die dichtverflochtenen Rasen des Ausläufergrases *Brachypodium pinnatum*, die sich auf den warmen Böden unter den Lärchen entwickeln, schützen den Boden vorzüglich. Weder Wasser noch Waldlawinen, die mitunter in großer Breite durch den Wald hinabgleiten, können den Boden aufreißen. In diesen weitgehend naturbelassenen Pflanzenbeständen ergänzen sich Wald- und Grasland in ihrer Schutzwirkung in bester Weise.

Die Bestände zeigen auch die besondere Standortswahl der Lärche im Vergleich zu den übrigen waldbildenden Bäumen Mitteleuropas. Die Lärche ist am besten geeignet, feinerdereiche, rutschgefährdete Böden selbst über hochanstehendem plattigem Fels zu besiedeln (vgl. LICHTENEGGER 1985). Sie verankert sich mit ihren nahe der Oberfläche verlaufenden, weit ausladenden Strangwurzeln und stützt sich im Mittelteil ab mit senkrecht wachsenden kräftigen Stützwurzeln. An

© Verlag Österreich / Forstverein Südtirol, download unter www.biologiezentrum.at
Südhängen des Mölltales in 1400 m haben 2,2 m hohe Lärchen bereits 8-10 m lange, 2-10 cm unter Flur verlaufende Strangwurzeln und vorwiegend in der Mitte des Baumes 100-180 cm tiefreichende Stützwurzeln entwickelt. Die Fichte ist der Lärche auf diesen sommerwarmen Rutschhängen weit unterlegen. Ihr fehlt die kräftige abwärtswachsende Wurzelgruppe und auch die Verankerung mit Hilfe der flachstreichenden Wurzeln ist geringer. Noch weniger ist die Zirbe für solche Standorte geeignet. Sie ist ein Steinwurzler oder ein Bewohner des festen, ruhenden Bodens (s. Abb. 2). Nur auf spaltenreichem Fels kann sie ihr tiefreichendes Wurzelsystem voll entwickeln. An einer abgesprengten Felswand in den nördlichen Kalkalpen fand Dr. GSCHÖPF, Bot. Inst. Wien, eine einzeln stehende Zirbe mit einem über 18 m tiefreichenden Wurzelsystem. Anders sind wieder die Fähigkeiten der Buche. Sie wächst auch mit ihren oberflächennahen langen Wurzeln endwärts meist schräg oder senkrecht abwärts. Ähnlich wie mit den Fingern weitausgebreiteter Hände kann sie sich deshalb in Schutt- und Geröllhängen verankern. Ihre Elastizität ist noch größer als die der Lärche. Sie erträgt daher nicht nur das Hindurchgleiten von Schneebrettern, sondern auch das Überfahren mit Lawinen. Fichten, die in Buchenwäldern an Lawinenhängen aufgeforstet wurden, werden durch die Lawine entwurzelt. Dadurch entstehen infolge ihrer großen flachen Wurzelteller starke Bodenverwundungen.

Ähnliche Unterschiede zeigen die Arten des Knieholzes. Nur auf Fels oder ruhendem Geröll kann Pinus mugo sein kräftiges Wurzelsystem entfalten. Alnus viridis vermag feinerdereichere, rutschgefährdetere Böden zu besiedeln. Die Latsche muß daher früher als die Grünerle den Bodenschutz dem Grasland überlassen.

Aus diesen Gründen reicht der Wald und das Knieholz auf Felsrippen mitunter mehrere hundert Meter höher hinauf als auf den tiefgründigen Böden der Hangrinnen oder der Hochflächen. Diese Zusammenhänge werden mitunter selbst von Pflanzensoziologen übersehen. So wurde angesichts der tiefgründigen Böden auf den Hochflächen der Kleinen Puna bei Cordoba in Argentinien die Vermutung ausgesprochen, daß auf solchen Standorten doch ein Wald gedeihen müßte. Er sei nur vom Menschen vernichtet worden, denn an den felsigen Abbrüchen reicht der Wald bis an die Kante der Hochfläche herauf (Abb. 6). An den felsigen Abbrüchen sind jedoch die Bäume nicht nur besser mit Wasser versorgt, sondern auch besser gegen Wind und Frost geschützt. Außerdem entstehen vor allem unter Grasland tiefgründige humose Böden wie die tiefgründigen Schwarzerden der Steppengebiete, auf denen Bäume fehlen.

3. Folgerungen für den Umweltschutz und die Wirtschaftsplanung

3.1 Lawinen- und Hochwasserschutz

Geschlossene Waldbestände werden häufig als sicherer Lawinenschutz angesehen. Nach dem vorher Gesagten ist aber in starken lawinengefährdeten Gebieten meist nicht der Wald die Ursache des örtlichen Fehlens von Lawinen, sondern die Form des Geländes.

Es ist bekannt, daß größere Lawinengefahr dort besteht, wo sich das Gebirge weiter über die Waldgrenze erhebt. In den hohen Lagen fallen mehr Niederschläge, und der Anteil an Schnee ist bedeutend größer. Außerdem ist die Schneehöhe über der Grenze des geschlossenen Waldes

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
infolge von Wind und Schneeschub sehr ungleichmäßig. Am Sonnblick, in 3106 m Seehöhe, beträgt der Anteil an festem Niederschlag über 90 %. An der Nordrampe der Glocknerstraße waren in den Wintern 1936/37 bis 1945/46 in 1200 m die Schneehöhen auf der Straßenmitte und am Straßenrand ungefähr gleich. In 2400 m lag auf der Straßenmitte etwa achtmal soviel Schnee wie in 1200 m und am Rand der Straße etwa viermal soviel (STEINHAUSER 1950). An der Südrampe der Glocknerstraße in 1700 m beträgt noch im Frühjahr in Hangrinnen die Schneehöhe bis 4 m und mehr, während die angrenzenden Hangrücken schneefrei sind (Abb. 7). Sobald sich die großen Schneemassen einmal losgelöst haben, kann kein Baumbestand ihr Hinabgleiten aufhalten. Je nach Waldbestand und Schneemenge kann die Lawine nur durch den Wald oder darüber hinweggleiten, sofern sie den Baumbestand nicht mit sich reißt. Gegenteilige Meinungen beeinträchtigen die richtige Einschätzung der Gefahren und können dadurch das Ausmaß von Lawinenkatastrophen erhöhen.

Viele Jahrzehnte kann nämlich die Lawine ausbleiben. Dadurch kommt ein hochwüchsiger Wald auch in Lawinengängen auf. Durch die Überschätzung des Waldes werden heute für die darunterliegenden Flächen mitunter Baubewilligungen erteilt. In einem besonders tragischen Fall kam es schon drei Jahre nach der Bezugsbewilligung der Häuser zur Lawinenkatastrophe. Neun Menschen wurden getötet. Die von der Lawine mitgerissenen dicken Baumstämme hatten die Wände und Dächer durchstoßen und sich in das Innere der Häuser gebohrt (Abb. 8).

Mit einem wirksamen Schutz des Waldes in den Berglagen ist deshalb nur dann zu rechnen, wenn dessen Kräfte nicht überschätzt werden. Die Schutzwirkung des Waldes liegt vor allem darin, daß die Bäume mit ihrem Astwerk einen Teil der Niederschläge zurückhalten und durch Abschwächung des Windes ihre Verfrachtung verringern. Die Rückhaltekraft der Bäume ist für Regen geringer und für Schnee größer. In niederschlagsarmen Gebieten ist das Auffangen der Niederschläge durch die Baumkronen und -stämme von Nachteil, weil dadurch weniger Wasser zur Auffüllung der Wasserreserven in den Boden gelangt. Der Interzeptionsverlust steigt mit Abnahme der Niederschläge in der Zeiteinheit und der Zunahme ihrer Häufigkeit. In Westdeutschland erreichten im Sommerhalbjahr 1969 in einem Fichten-Stangenholz infolge wenig ergiebiger Einzelniederschläge nur 58 %, 1973 49 % der Freilandniederschläge den Boden. Der Interzeptionsverlust betrug demnach 42 % bzw. 41 % des Niederschlages (HOFFMANN 1984).

In niederschlagsreichen Gebieten ist die Rückhaltekraft der Bäume von großem Wert, weil sie den Wasserabfluß bzw. die Ansammlung von Schnee an der Bodenoberfläche vermindert oder verzögert. Dies ist besonders wichtig in Berggebieten. Das Zurückhalten von Niederschlägen darf jedoch nicht mit einer Wasserspeicherung verwechselt werden. Wasser speichern kann, wie HOFFMANN (1984) hervorhebt, nicht der Wald, sondern für längere Zeit nur der Waldboden. Wird die Speicherkraft des Bodens und der Bergmassive überschritten, ist auch der Wald nicht imstande Hochwasserkatastrophen zu verhindern. Zu einer Wassersättigung kommt es bei länger dauernden Niederschlägen. Danach können schon kurze heftige Regenfälle die Katastrophe auslösen. So kam es im Gailtal in Kärnten am 16.8.1810 zu einer der größten Hochwasserkatastrophen, als nach länger andauernden Niederschlägen, die sich wie ein Vorhang über das Land ergossen hatten, nach kurzer Unterbrechung des Regens ein heftiger Wolkenbruch einsetzte. Schon nach 10 Minuten verwandelte er jeden kleinen

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Wasserlauf in einen Sturzbach. Das Flußbett erstreckte sich über den ganzen Talboden, und die mitgeführten Baumstämme rammten die Häuser. Allein in Hermagor starben 50 Menschen. Auch die schwere Lawinenkatastrophe in den Hohen Tauern (s. Abb. 8) ereignete sich nach vielstündigem Schneefall, bei dem der Schnee wie ein Wattevorhang vom Himmel fiel.

Selbst bei guter Pflege eines standortgemäßen Waldes und Graslandes wird es daher in einem Bergland wie den Alpen immer notwendig sein, durch richtige Geländebeobachtung und entsprechende technische Maßnahmen das Ausmaß von Hochwasser- und Lawinenkatastrophen einzuschränken.

3.2 Hochlagenaufforstung und natürliche Waldgrenze

In den letzten zehn Jahren wurden an vielen Stellen der Alpen Hochlagenaufforstungen durchgeführt. Von einigen Orten ausgehend schloß man auf ein allgemeines Herabdrücken der Waldgrenze. Durch die Aufforstungen sollte dies rückgängig gemacht werden.

Die Klärung der Frage, ob die Waldgrenze natürlich ist, oder vom Menschen verändert wurde, verlangt ein genaues Studium des jeweiligen Gebietes. Wichtige Hinweise sind aus dem Wuchs und der Standortswahl der Bäume zu entnehmen. Treten Frostschäden schon an niedrigen Bäumen auf, oder bleiben die Bäume auf felsige Stellen beschränkt, bzw. gehen sie in einen liegenden Wuchs über, wird die Waldgrenze durch Kälte, Wind , Bodenfließen oder Schneedruck, d.h. durch die Natur und nicht durch den Menschen bestimmt. Im Nockgebiet, wo vorwiegend der Mangel an Wärme ein höheres Ansteigen der Bäume verhindert und daher der Zirbenwald die Waldgrenze bildet, haben Bauern die Hochlagenaufforstung unter dem Hinweis abgelehnt, daß der Baumwuchs an der gegenwärtigen Waldgrenze den natürlichen Gegebenheiten entspricht. Dennoch wurden, vermutlich versuchsweise, in kleineren Hangrinnen Zirben aufgeforstet. Sobald die Bäume höher werden, ist zu befürchten, daß sie sich nicht gegen den Schneedruck behaupten können.

An den warmen, rutschgefährdeten Südhängen im Gebiet des Großglockners sowie im anschließenden oberen Mölltal wird die Waldgrenze vorwiegend durch den Schneeschub bestimmt. Deshalb bildet hier der Lärchenwald die Waldgrenze. Infolge des starken Schneeschubes ist es notwendig, an mehreren Stellen Schutzbauten gegen Lawinen aufzustellen. Im Bereich einer noch im Kampfgürtel des Waldes gelegenen Lawinenverbauung wurden hauptsächlich Fichten und stellenweise Lärchen mit Zirben gemischt aufgeforstet. Auf den umgebenden felsigeren Standorten wuchsen durchwegs Lärchen. Am Ort der Lawinenverbauung waren durch Naturverjüngung bereits einzelne Lärchen aufgekommen, die sich gut entwickelten (Abb. 9). Im Vergleich zu den aufgeforsteten Lärchen zeigten sie einen gefestigteren, weniger langtriebigen Wuchs. Die Aufforstung mit Fichten und Zirben dürfte die Wirksamkeit der Lawinenverbauung stark einschränken. Denn jeder standortwidrig aufgeforstete Baum nimmt einen standortgemäßen Baum den Platz weg. Wieweit Aufforstungen an rutschgefährdeten Hängen überhaupt zweckmäßig sind, kann ebenfalls nur an Ort und Stelle unter Berücksichtigung jahrzehntelanger Erfahrungen geklärt werden. Mitunter ist es besser, daß der Schnee mehrmals im Jahr abrutscht, damit sich nicht Schneemengen ansammeln, die die Bäume nicht mehr aufhalten können. Oberhalb Kals in Osttirol, auf den Almen um das Lucknerhaus, rutscht

© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel, download unter www.biologiezentrum.at
nach über 60jährigen Beobachtungen der Sennerrinnen der Schnee im Herbst bis achtmal talwärts, ehe er in geschlossener Decke liegen bleibt. Die Flächen werden umrahmt von Baumbeständen, die ausschließlich auf Felsrippen wurzeln. Die feinerdereichen Rutschflächen überziehen dichte Rasenbestände.

Die große Gefahr falscher Aufforstungen hinsichtlich der Wahl des Standortes und der Wahl der Arten und Sorten liegt darin, daß ihre Auswirkungen mitunter erst nach längerer Zeit zu erkennen sind. Denn erst der hohe Baum zeigt, ob er den Boden schützt oder ob er das Ausmaß von Lawinenkatastrophen, Bodenrutschungen und Wassererosion verstärkt. Daran wäre zu denken, wenn wenig unterhalb der Waldgrenze unter reinen, hochwüchsigen Lärchenbeständen in steiler, sonnseitiger Hanglage mit Fichte unterforstet wird (Abb. 10, 11, vgl. auch LICHTENEGGER 1980, 1985). Die Fichtenaufforstungen verdrängen nicht nur die Lärche, sondern sie zerstören auch die dichte Grasdecke dieser Wälder. Außerdem wird der Boden durch die Fichtenaufforstungen kälter. Anfang April war an solchen Südhängen unter einer elfjährigen Fichte der Boden noch gefroren, unter 1,5 bis 2 m entfernt stehenden 7-10jährigen Lärchen hatte er sich mittags auf 6-9° erwärmt. Durch dichte Fichtenbestände können Lawinen nicht mehr abgleiten und dabei in ihrer Kraft gebremst werden. Sie reißen die Fichten mit sich, und der Boden wird freigelegt. Ganze Baumbestände können leichter abrutschen, Schnee- und Windbrüche werden, wie die Erfahrung lehrt, zunehmen. Auch geht die besondere Schönheit dieser Gebiete, die im Frühjahr vom lichten Grün und im Herbst vom leuchtenden Gold des Lärchenwaldes geprägt werden, verloren. Gerade in Berggebieten, wo dem Wald auf den nur für ihn geeigneten felsigen oder extrem steilen Standorten eine hohe Schutzfunktion zukommt, sollten solche standortwidrigen Aufforstungen unterbleiben. Sie können mehr Schaden verursachen als die Umwandlung von Wald in Almweiden, weil sich auf den Almweiden standortgemäße, den örtlichen Bedingungen vorzüglich angepaßte Arten und Ökotypen ausbreiten.

3.3 Schutz einer artenreichen Vegetation und Tierwelt

Besonders in den Berggebieten führen die großen Unterschiede in der Geländeform zu einer Vielfalt von Kleinlebensräumen. Außerdem verursachen Wasser und Wind, verstärkt durch starken Temperaturwechsel, Felsabbrüche, Erdrutschungen und Überschüttungen. Sie schaffen immer wieder offene Stellen. Dadurch konnten sich neben schattenertragenden viele lichtbedürftige Arten ausbreiten, darunter solche, die in den wärmeren Lagen im Schatten wachsen, in kühleren jedoch nur an stark belichteten Stellen genügend assimilieren können. Dies ermöglichte die Entwicklung einer vielgestaltigen Vegetation mit zahlreichen, teils besonders angepaßten Arten, die einer vielfältigen Tierwelt Nahrung bieten. Auf ganz Mitteleuropa bezogen dürften von den im Gebiet vorkommenden ca. 6000 Arten über 80 % krautige Pflanzen und weniger als 1/2 % waldbildende Bäume sein. Ohne die große Zahl von krautigen Pflanzen könnte sich daher keine Pflanzendecke ausbilden, die den großen Standortsunterschieden gerecht wird. In den höheren Berglagen nimmt der Anteil der krautigen Pflanzen zugunsten der Zwergsträucher ab. Es erhebt sich daher aus Gründen des Artenschutzes die Frage, ob es zweckmäßig ist, die Zahl der krautigen Pflanzen durch Einengung ihrer Lebensräume zu vermindern.

© Verlag Alexander Just; Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Nach Untersuchungen in der Schweiz, Kt. Graubünden, von BISCHOF und ERHARDT (ZOLLER et al. 1984) beträgt die mittlere Zahl von höheren Pflanzen in einem ungedüngten Halbtrockenrasen (Polygalo- Poetum violaceae) im Mittel 68-69 = 100 %, im Grünerlenaufwuchs und im Wald 33 %. Die mittlere Zahl der stenotopen Schmetterlinge pro 25 ar verringert sich von 33 in der Magerwiese, bzw. 38 in der Magerweide auf 4 im Grünerlenbestand und auf 8 im Wald. Am schlechtesten sind die Verhältnisse für Pflanzen im dichten Fichtenaufwuchs. Dort erreicht unter Zugrundelegung von 70 Aufnahmen die mittlere Diversität einen maximalen Wert von nur 18 Arten. Das Aufkommen von Grünerlen- und Fichtenbeständen bringt Tagfalter fast völlig zum Verschwinden. In Birken- und Lärchenbeständen können noch mehrere Arten fliegen. Unter Hinweis auf SCHERRER und SURBER (1978) heben ZOLLER et al. daher hervor: "Extensivweide, regelmäßige bis unregelmäßige Mahd, Abbrennen subalpiner Zwergstrauchbestände, Ausreuten von Aufwuchs sind besonders landschaftspflegerisch und naturschützerisch wichtige Methoden, die mit Hilfe von Bewirtschaftungsbeiträgen im Rahmen des Raumplanungsgesetzes zu fördern sind". Weiters führen die Autoren aus, daß bei Aufforstungen im Gebirge zum Schutz gegen Schnee- und Erosionsschäden auf die Verwendung standortgemäßer Arten unbedingt zu achten sei. Zur Frage der Zunahme des Waldareals stellen sie fest: "In einem Gebiet, in dem der Wald weniger als 10 % der Oberfläche bedeckt, ist der Zuwachs aus brachliegenden Grenzertragsflächen sicher zu begrüßen. In stärker bewaldeten Gegenden wird durch die Zunahme des Waldes die Landschaft eher monotoner und ihr Erholungswert geringer, da der belebende Wechsel von Wald, Feldgehölz und offenen Flächen fehlt". Dies gilt vor allem für die kolline und untere montane Stufe. Die Bewaldungsdichte in der Schweiz ist infolge der größeren Massenerhebung und des gebietsweisen Fehlens von Steilhängen mit 25,6 % (IMHOF 1966) geringer als in Österreich mit 44,1 % (Stand vom Jänner 1979, in Beiträge zur Österr. Statistik 1983). In der Steiermark, Kärnten, Salzburg und Tirol beträgt sie 55,8, 50,1, 37,0 bzw. 35,3%.

Diese Darlegungen lassen es für richtig erscheinen, daß der verfassungsgebende Landtag von Kärnten in dem Gesetz betreffend den Schutz der Almen und die Förderung der Almwirtschaft vom 24. März 1923 beschlossen hat: §1. "Alle Almen müssen samt ihren notwendigen Einrichtungen erhalten und als solche bewirtschaftet werden. Es darf keine Alm dem almwirtschaftlichen Betriebe entzogen, noch Almböden in eine andere Kulturgattung verwandelt werden, noch durch Handlungen oder Unterlassungen der Bestand von Almen gefährdet oder unmöglich gemacht werden".

3.4 Regeneration der Luft

Die Anreicherung der Luft mit Sauerstoff durch die Pflanze hängt von dem Ausmaß der Photosynsthese ab. Rasch wachsende Pflanzen mit hoher Stoffproduktion haben eine große Regenerationskraft. Ein Hektar Weizen kann die Luft für sechs Menschen pro Jahr regenerieren (HOFFMANN 1984). Mit der Zunahme der Stoffproduktion auf dem Acker- und Grasland steigt auch die Regenerationskraft dieser Kulturflächen. In dichten Nadelwaldbeständen ist in Bodennähe die Photosynthese gering und der Sauerstoffverbrauch durch die Atmung groß. Deshalb ist es für den Bergsteiger oft ein wohltuendes Gefühl, aus dichten Nadelwaldbeständen auf die offenen Almflächen herauszutreten. In

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
lichten Waldbeständen mit weit herabreichender Belaubung oder Benadelung und reichem Gras- und Krautunterwuchs kann die Photosynthese die Atmung auch in Bodennähe übertreffen.

3.5 SO_2-Schäden an Wald- und Grasbeständen

Seit über 100 Jahren wird über Schäden durch Abgase und Stäube an Waldbeständen berichtet. Die Schäden an Graslandbeständen wurden dagegen meistens nur dann erwähnt, wenn z.B. durch abgelagerten Bleistaub Weidetiere, darunter vor allem Pferde, zugrundegingen. In den letzten 50 Jahren waren jedoch auch die unmittelbaren Schäden an den Pflanzen des Graslandes und der Äcker nicht mehr zu übersehen. Sie wurden allerdings wesentlich geringer bewertet als die an Waldbäumen. So erhielten bei gleicher Schadstoffbelastung die Besitzer landwirtschaftlich und obstbaulich genutzter Flächen als Abgeltung mitunter weniger als ein Viertel dessen, was der Waldbesitzer bekam.

Wie langjährige Untersuchungen in einem alten Bergwerks- und Verhüttungsgebiet in Kärnten zeigen, können jedoch vor allem in Berglagen, wo sich die Luft an Prallhängen staut, die Pflanzen der landwirtschaftlichen Kulturen, namentlich bei höherer SO_2-Konzentration, früher zugrundegehen als die der forstlichen Kulturen (Abb. 12). Angrenzend an einen niedrigen Rotbuchenwald waren die wertvollen, vor 5 Jahren eingesähten Arten der Frischwiesen weitgehend abgestorben und der Boden stellenweise bis zu 60 % der Fläche vegetationslos geworden. An den Ackerrainen hatten sich, ungeachtet der alle 2-3 Jahre erfolgten Düngung mit Stallmist, reine Bestände von Nardus stricta entwickelt. Sogar diese Bestände weisen große Lücken mit offenem Boden auf (Abb. 13). Das Auftreten der Borstgrasbestände an Ackerrainen läßt darauf schließen, daß sich der "Saure Regen" auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ebenso stark, oder infolge des offenen Geländes noch stärker auswirken kann als im Wald (weitere Angaben s. KUTSCHERA et al., 1982, KUTSCHERA 1984). Es ist daher unrichtig, nur von Waldschäden zu sprechen. Die Schäden auf Gras- und Ackerland erfordern gesamtwirtschaftlich gesehen ebenfalls einen raschen und wirkungsvollen Einsatz aller Maßnahmen, die zur Reinhaltung der Luft führen. Im vorliegenden Fall wird bereits 1986 der SO_2-Ausstoß um über 90 % verringert werden. Infolge des hohen SO_2-Gehaltes ist es möglich, die Reinigung der Abgase mit der Herstellung von Schwefelsäure zu verbinden.

4. Zusammenarbeit mit den Bergbauern

Um die besonderen Bedingungen eines Lebensraumes zu erfassen, bedarf es länger andauernder Beobachtungen. In den Berggebieten, wo größere Naturkatastrophen auftreten können, und die Voraussetzungen für sie stark wechseln, reicht dafür ein Menschenleben kaum aus. Deshalb sind auch heute, ungeachtet des wissenschaftlichen Fortschrittes, die über Generationen gewonnenen Erfahrungen der Bergbauern von größtem Wert. Das aus diesen Erfahrungen sich ergebende Wissen darf nicht unberücksichtigt bleiben oder durch Mißachtung verloren gehen.

Nach dem Hochwasser im Jahre 1965, das große Verheerungen besonders im Mölltal in Kärnten anrichtete, unterließ ein alter Bauer im Jahre danach die Neuansaat seiner überschwemmten Wiesen mit folgender Begründung: "Die Berge sind voll Wasser, auch bei üblichen Nieder-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

schlägen werden im nächsten Jahr die Wiesen wieder überschwemmt sein. Ich nehme die Neuansaat daher erst ein Jahr später vor". Tatsächlich kam es 1966 zu einem, für viele unerwarteten neuerlichen Hochwasser.

Ein Zeugnis für die vorbildliche Landschaftsplanung und damit für den Naturschutz durch die Bergbauern gab der bekannte Forstwirt und Lehrer für Waldbau Rudolf JUGOWITZ (1908). Anhand eines Bildes vom Hattenberg bei Gmünd in Kärnten (ca. 800 m Seehöhe) verwies er auf die zweckmäßige Waldeinlagerung zwischen landwirtschaftlich genutzten Flächen. Ähnliche Bilder finden sich in allen Tälern des Landes (Abb. 14). Im Siedlungsgebiet der Bergbauern werden die flacher geneigten, nicht mit Feinerde bedeckten Hangrücken als Acker- und Wiesenland genützt. In den schneereicheren, wasserdurchzogenen Hangrinnen, sowie an quelligen Stellen und an den Steilhängen verbleibt der Wald. Im Kampfgürtel des Waldes besiedeln dagegen mit zunehmender Schneehöhe und entsprechend häufigem Abgang von Schneebrettern oder Lawinen Grasland und Hochstaudenfluren die Hangrinnen und flacheren Hangrücken. Nur an den steilen Hangrippen oder kleineren Felsstellen kann sich der Wald behaupten. So zeigt die heutige Kulturartenverteilung in weiten Gebieten der Alpen dank der Kenntnisse der Bergbauern eine harmonische Übereinstimmung von Ökologie und Ökonomie.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s :

Beiträge zur Österreichischen Statistik, (1983) Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1983.

BISCHOF, N. (1981): Gemähte Magerrasen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. - Bauhinia 7(2): 81-128.

HOFFMANN, D. (1984): Die Bedeutung des Waldes für die Wasserwirtschaft. - Agrarspectrum 6, Forstwirtschaft - Rohstofflieferant und Umweltfaktor, VUA, 79-104.

IMHOF, E. (1966): Atlas der Schweiz, Wald, Jagd, Naturschutz, 2. Lief., Blatt 54, Eidgenössische Landestopographie, Wabern.

JUGOWIZ, R. (1908): Wald und Weide in den Alpen. - Wilhelm Frick, Wien, 98pp.

KOLEK, J. (1974): Welcome Speech. In: Structure and Function of Primary Root Tissues, Proceedings of a Symposium 1971, Czechoslowakia, House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava: 11-13.

KREUZER, A. (1958): Eine grauenvolle Nacht. Allgem. Arb. Bauern-Zeitung.

KUTSCHERA-MITTER, L. (1971): Über das geotrope Wachstum der Wurzel. Beitr. Biol. Pfl. 47: 371-436.

KUTSCHERA-MITTER, L. (1972): Erklärung des geotropen Wachstums aus Standort und Bau der Pflanzen. Land- und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich 5: 35-89.

KUTSCHERA-MITTER, L. (1983): Wurzel-Tropismen als Funktion der Wasserabgabe und -aufnahme, die "Wassertheorie". Wurzelökologie und ihre Nutzanwendung. Ein Beitrag zur Erforschung der Gesamtpflanze. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein: 301-322.

KUTSCHERA (-MITTER), L. (1979): Gliederung der Pflanzengesellschaften und Wirtschaftsplanung. Bericht über die Internationale Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft". Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein: 137-157.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

- (1979): Landschaftsökologische Bedeutung der Almwirtschaft. Der Alm- und Bergbauer 29(11): 3-16.

KUTSCHERA (-MITTER), L. (1982): Die unterirdische Welt der höheren Pflanzen, Ihre Bedeutung für den Natur- und Landschaftsschutz. - Kärntner Naturschutzblätter 21: 15-27.

- (1984): SO_2-Schäden an Acker-, Grünland- und Waldbeständen - ihre Merkmale. - Angew. Botanik 58: 171-194.

-, & LICHTENEGGER, E. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Bd. I: Monocotyledoneae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 516pp.

-, LICHTENEGGER, E., SOBOTIK, M. (1982): Vegetationswandel unter Schadgasbelastung. - In: Das immissionsökologische Projekt Arnoldstein. Carinthia II, 39: 121-168.

-, -, -, (1982): Exkursionsführer zur internationalen Tagung "Wurzelökologie und ihre Nutzanwendung" im Gebiet des steirischen Ennstales, der Zentralalpen und des Kärntner Beckens.

Landesgesetzblatt Nr. 38 und 42, Gesetz und Verordnung, betreffend den Schutz der Almen und die Förderung der Almwirtschaft, 1923 und 1924.

LICHTENEGGER, E. (1980): Ordnung von Wald und Weide aus gegenwärtiger Sicht, Der Alm- und Bergbauer, 30(6/7): 1-8.

LICHTENEGGER, E. (1981): Höhenstufengliederung und Zusammensetzung der montanen und subalpinen Grünlandbestände; Beurteilung der Profilstandorte. 3. Sonderh. der Österr. Bodenk. Ges. Wien: 29-44.

LICHTENEGGER, E. (1985): Forst- und Weidewirtschaft ein naturbedingter Gegensatz. Der Alm- und Bergbauer, 35:32-43.

MOSER, M. (1971): Zahl, Form, Vorgang und Ursache der Anbruchbildung und ihre Beziehungen zum geologischen Untergrund im Bereich des mittleren Lesachtales (Kärnten). Interpraevent 1: 35-48.

PAVLYCHENKO, T.K. (1937): Quantitativ study of the entire root system of weed and crop plants under field conditions. Ecol. 18: 62-79.

ROTMISTROFF, W.G. (1926): Das Wesen der Dürre. Ihre Ursache und ihre Verhütung. Steinkopf, Dresden und Leipzig, 68pp.

SCHERRER, H.U., SURBER, E. (1978): Behandlung von Brachland in der Schweiz. Bericht Eidg. Anstalt forstl. Versuchswesen 189, Birmensdorf, 121pp.

SCHRÖTER, G. (1908, 1929): Das Pflanzenleben der Alpen. I. Aufl., II. Aufl., A. Ranstein, Zürich. 806 S, 1288 S.

STEBLER, F.G. (1903): Alp- und Weidewirtschaft. Berlin, 212pp.

STEBLER, F.G. & SCHRÖTER, C. (1902): Die besten Futterpflanzen. I. Teil, Leipzig, Bern, Wien.

-, -, -, (1905): Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. Landw. Jahrb. der Schweiz: 95-212.

STEARNS, F.W. (1949): Ninety years change in a northern hardwood forest in Wisconsin. Ecology 30(3): 350-358.

STEINHAUSER, F. (1949): Die Schneehöhen in den Ostalpen und die Bedeutung der winterlichen Temperaturinversion. Arch. f. Met., Geophys. u. Biokl. 1: 63-74.

-, (1950): Über die Veränderlichkeit des Niederschlages in Österreich aufgrund 100jähriger Beobachtungsreihen. Wetter und Leben 2: 53-58.

WALTER, H. (1968): Die Vegetation der Erde. Bd. II: Die gemäßigten und arktischen Zonen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1001pp.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
WEAVER, J.E. (1926): Root development of Field Crops. McGrawhill Book Co., New York, 291pp.
-, (1954): North American Prairie. Johnson Publishing Company, Lincoln, Nebraska, 348pp.
-, & HARMON, G.W. (1935): Quantity of living plant materials in prairie soils in relation to runoff and soil erosion. Univ. Nebr. Conserv. and Surv, Div. Bull. 8: 1-53.
WEAVER, J.E. & DARLAND, R.W. (1949): Soil-Root Relationship of certain Native Grasses in various Soil Types. Ecological Monographes 19: 303-338.
ZOLLER, H., BISCHOF, N., ERHARDT, A., KIENZLE, U. (1984): Biocoenosen von Grenzertragsflächen und Brachland in den Berggebieten der Schweiz. Hinweise zur Sukzession, zum Naturschutzwert und zur Pflege. Phytocoenologia 12(2/3): 373-394.
Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Lore KUTSCHERA
Pflanzensoziologisches Institut
A-9020 Klagenfurt, Kempfstraße 12



Abb. 1. Blick vom Furka-Paß nach Andermatt, Schweiz. Das Fehlen einer felsigen Hangstufe und der überwiegend feinerdereiche Boden ermöglichten die Entwaldung bis in den Talboden. Aufforstungen mit Fichte sollen die Wiederbewaldung einleiten. Aus KUTSCHERA 1979.



Abb. 2. Zirbenbestand am Oberhang der felsigen Hangkante, am wärmeren Mittelhang. Zirbe als Unterwuchs im Lärchenwald. Im Vordergrund Lawinenhang mit Zwergstrauch- und Grasbeständen. Fraganter Tauern.



Abb. 3. *Festuca calva* in Schuttrinne, Latsche und Fichte im Schutz der Felsrippe.

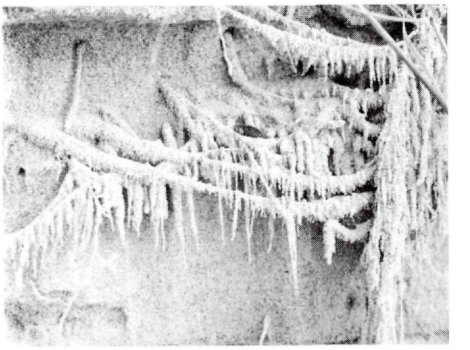
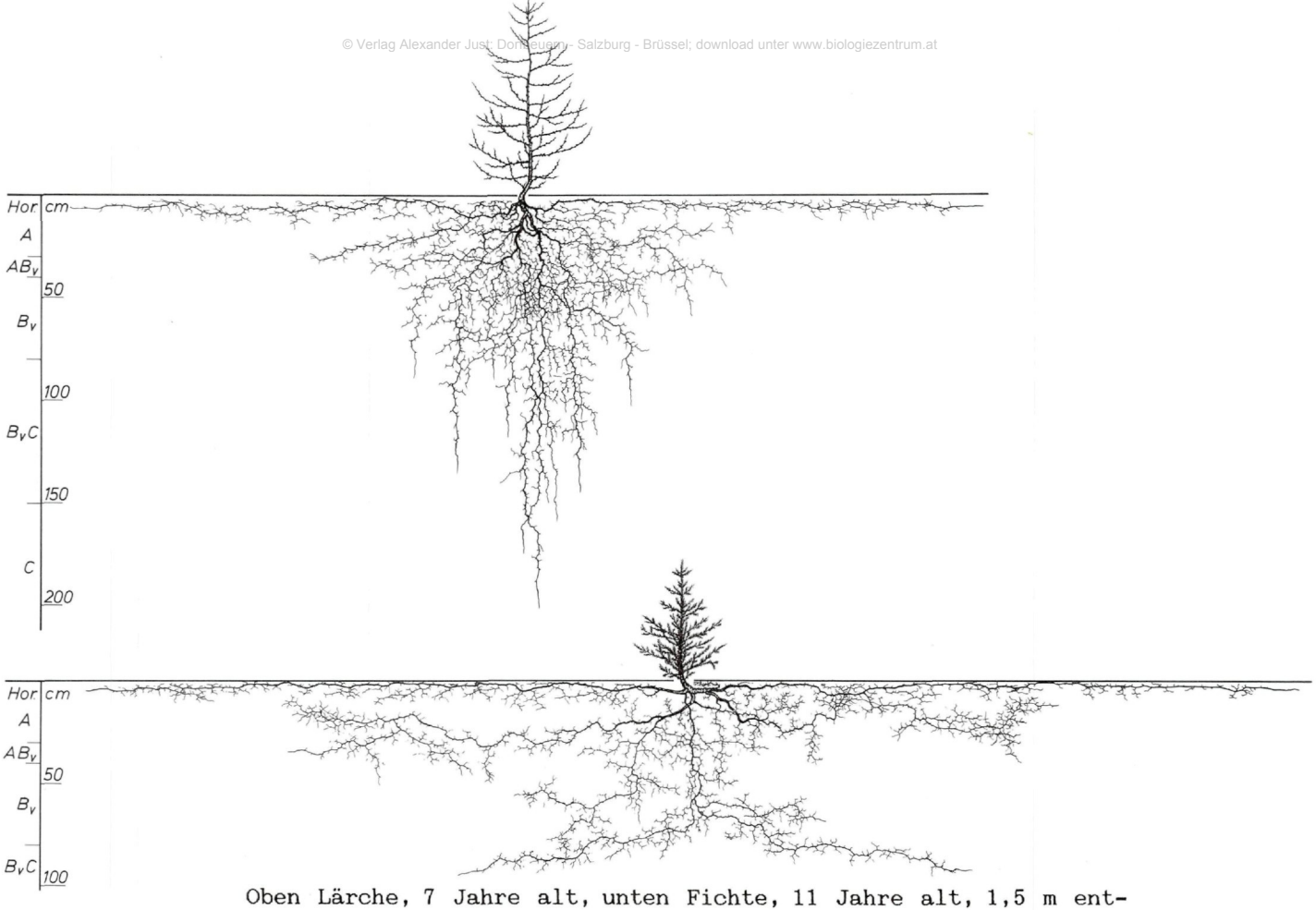


Abb. 4. *Ammophila arenaria*. Strand bei Rostock, Ostsee.

© Verlag Alexander Just, Dornbirn - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at



Oben Lärche, 7 Jahre alt, unten Fichte, 11 Jahre alt, 1,5 m entfernt, Heiligenblut, 1400 m Seehöhe. Aus KUTSCHERA, LICHTENEGGER, SOBOTIK 1982, Darstellung E. LICHTENEGGER.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

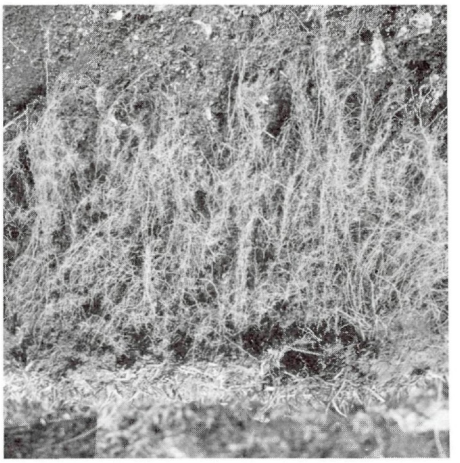


Abb. 5. *Poa alpina*. Gartnerkofel, Karnische Alpen. Aus KUTSCHERA 1979.



Abb. 6. *Festuca hieronimi* mit *Stipa*-Arten auf der unbewaldeten Hochfläche der kleinen Puna nahe Cordoba, Argentinien.



Abb. 7. Schneehöhe an der Glocknerstraße ob Heiligenblut nahe Kasereck, 1900 m, April 1982.





Abb. 9. Oben Lärche, 7 Jahre alt, unten Fichte, 11 Jahre alt, 1,5m entfernt, Heiligenblut, 1400m Seehöhe. Aus KUTSCHERA, LICHTENEGGER, SOBOTIK 1982.



Abb. 8. Lawinenunglück in den Hohen Tauern, 31. März 1975. Oben am Tag der Katastrophe, unten 5 Tage später. Der Wald bot keinen ausreichenden Lawinenschutz. Aufn. E. Pflegerl.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at



Abb. 11. Fichtenaufforstung in reinem Lärchenwald, Heiligenblut, Kärnten.



Abb. 12. Fichtenaufforstung an Rutschhängen auf Standorten des reinen Lärchenwaldes, Heiligenblut, Kärnten.



Abb. 10. Standortwidrige Fichtenaufforstung in Lawinengängen, natürliches Aufkommen von Lärche. Schareck ob Heiligenblut.



Abb. 13. *Nardus stricta*-Rasen mit großen Fehlstellen infolge von SO_2-Schäden, westlich des Fabriksgeländes.



Abb. 14. Bergbauernhöfe am Ost-Hang ob Döllach, Mölltal. In Hangrinnen Fichtenbestände, an Naßstellen Eschen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Kutschera-Mitter Lore (Eleonore)

Artikel/Article: Die heutige Verteilung von Wald und Grasland- ihre Ursachen und ihre Bedeutung für den Umweltschutz 27-43