

MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT MARIABRUNN

GRUNDLAGEN DER GRÜNVERBAUUNG

VON

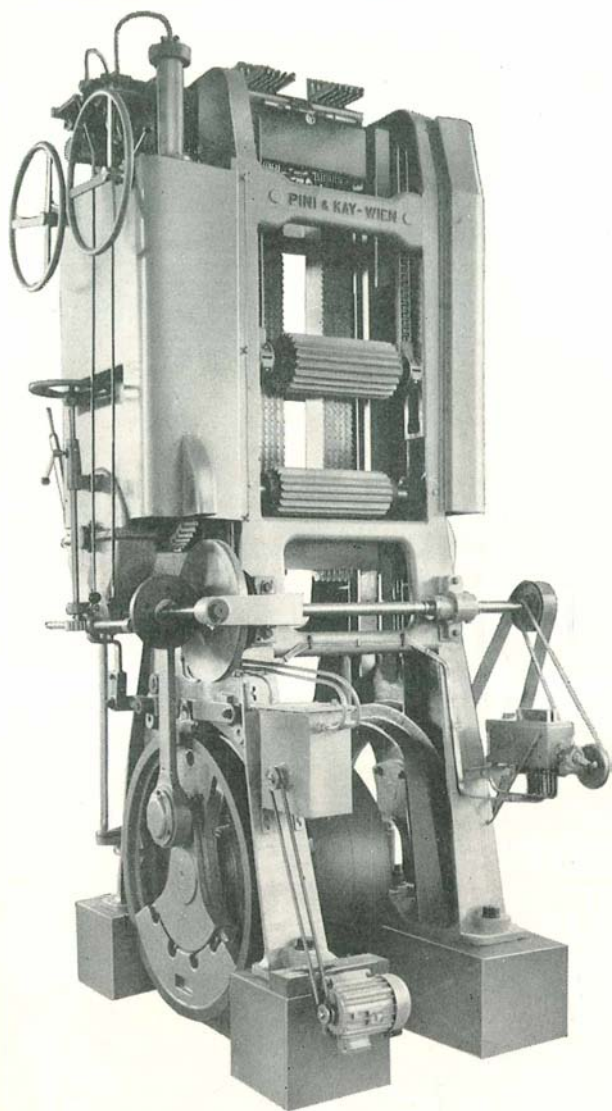
H. M. SCHIECHTL, INNSBRUCK



1958

55

KOMMISSIONSVERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN STAATSDRUCKEREI, WIEN



SEIT 1871

erzeugen

wir

VOLLGATTER

aller Typen

SÄGEWERKS-

MASCHINEN

und

EINRICHTUNGEN



PINI & KAY

SÄGEWERKSMASCHINEN

WIEN 16 • RÜCKERTGASSE 17

TELEFON 66 12 76 • 66 12 77

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
MARIABRUNN**

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

55. Heft

Oktober 1958

INHALT:

Grundlagen der Grünverbauung

von

H. M. Schiechtl, Innsbruck

**KOMMISSIONSVERLAG
DER ÖSTERREICHISCHEN STAATSDRUCKEREI, WIEN**

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen
vorbehalten.

Copyright 1958 by
Forstliche Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn
Wien XIII.-Schönbrunn.
Printed in Austria

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Einleitung	1
Beschreibung des Arbeitsgebietes	4
I. Artenwahl zur Grünverbauung	8
1. Nach dem Endziel der Grünverbauung.....	9
2. Nach ökologischen Gesichtspunkten	9
3. Nach der Vermehrbarkeit	12
Saat	13
Triebstecklinge	31
Wurzelstecklinge, Rhizomstecklinge	45
Günstigste Vermehrungszeit bei Stecklingen (Vegetations- rhythmus)	48
Günstigste Einbringungsart der Stecklinge.....	62
Liste durch Stecklinge vermehrbarer Pflanzen.....	64
Einfluß der Provenienz	68
4. Nach der Resistenz der Pflanzen gegen mechanische Beanspruchungen	71
Niveauschwankungen, Verschotterung und Erosion	72
Schurf und Kriechschnee	95
Steinschlag	98
5. Nach der Aufbaukraft	100
6. Nach der Fähigkeit der Bodenbindung und Bodenfestigung	101
Wurzelprofile autochthoner Gesellschaften.....	102
Pflanzenliste nach Wurzelvolumen.....	132
Pflanzenliste Verhältnis Wurzel- zum Triebvolumen	133
Zusammenfassung der Wurzeluntersuchungen	135
Wurzelprofile künstlicher Begrünungen	138
7. Nach der Zugfestigkeit der Pflanzenwurzeln	145
8. Nach der Wuchsgeschwindigkeit	148
9. Nach späterer Nutzung und architektonischer Wirkung.....	158

	Seite
II. Bauformentypen bei der Grünverbauung	160
Vorarbeiten	160
Lagenbau	165
1. Spreitlagen	166
2. Buschlagen	166
3. Heckenpflanzung	180
4. Faschinenbau	184
Verflechtungen	187
Einzelstecklinge und Fugenbepflanzung	191
Pionierpflanzung	199
Rasenziegel- und Sodenpflanzung	200
Saat	208
Aufforstung	216
III. Weiterentwicklung der Grünverbauung.....	222
IV. Wahl der geeignetsten Pflanzmethoden	231
Literaturverzeichnis.....	251
Erläuterung von Fachausdrücken	262
Verwendete Pflanzennamen und Synonyme	264
Pflanzenregister	265

EINLEITUNG.

Unter Grünverbauung ist die künstliche Wiederbesiedlung von Rohböden innerhalb der klimatischen Vegetationsgrenzen zu verstehen. Es handelt sich also vor allem um die Befestigung von Anbrüchen, Rutschungen, Schurfstellen und Felsstürzen, — im Volksmunde allgemein als „Blaiken“, „Bloakn“, „Reissen“, „Schütt“, „Riepen“, „Rüfen“, „Rofen“ (vom rhaetoromanischen „rovina“), „Muren“, „Tobel“ oder „Ganden“ genannt, — unter vorwiegender Verwendung von Pflanzen oder Pflanzenteilen als „Baustoff“.

Die gemilderte Ausdrucksweise Begrünung habe ich meist dort verwendet, wo zur Schaffung einer Vegetationsdecke keine großen Widerstände zu überwinden sind; also etwa bei Straßen- und Bahnböschungen wie allen technischen Anschnitten oder Aufschüttungen, Uferbepflanzungen und Anlagen von Windschutzgürteln.

Die bisher manchmal gebrauchten Ausdrücke „biologische Verbauung“ oder „Lebendverbauung“ habe ich vermieden, weil sie sich nicht durchsetzen konnten.

Das Ziel der Grünverbauung ist in erster Linie die Beruhigung der vegetationslosen Flächen und der Rückhalt des Geschiebematerials an Ort und Stelle (bei der Wildbachverbauung), die Befestigung von Böschungen durch die lebende Pflanze, Schutz des Bodens vor weiterem Abtrag durch alle möglichen Erosionsformen (Wasser, Spaltfrost, Wind, Niederschläge, Viehtritt), Schaffung eines günstigen Kleinklimas, Wasserrückhalt. Neben diesen Wohlfahrtswirkungen spielen die Nutzbarmachung des Ödlandes und landschaftsarchitektonische Erwägungen eine entscheidende Rolle.

Die Grünverbauung ist keine Erfindung unseres „Zeitalters des Lebendigen“ (SEIFERT 1941), sondern älter als alle technischen Methoden der Wildbachverbauung und Flußverbauung, mit Ausnahme der Holzbauweisen. Durch den kolossalen Aufschwung der Technik, nicht zuletzt durch die Erfindung des Betons, ging die ursprünglich

selbstverständliche Verbindung mit der Natur weitgehend verloren und mußte — durch die Ereignisse großer Katastrophen erzwungen —, wieder mühsam erarbeitet werden.

Viele durch Straßen- und Bahnbauten in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts entstandene Schutthalden sind heute noch ebenso kahl wie um dieselbe Zeit vom Gletschereis verlassene Moränenböden.

Um die Jahrhundertwende befaßten sich DEMONTZEY 1877 bis 1880 in Frankreich, SCHINDLER 1889 in der Schweiz und SECKENDORFF 1880—1884, WEINZIERL 1890—1903, WANG 1901—1903 und STINY 1908 in Österreich mit den Problemen der Grünverbauung bei der Wildbach- und Lawinenverbauung. In den vergangenen Jahrzehnten propagierten STELLWAG-CARION 1930—1937, KELLER 1936—1938, SEIFERT 1938—1942 und PRÜCKNER 1946—1948, einen naturnäheren Wasserbau, AICHINGER 1948 bis 1949 und GAMS 1940—1942 machten geeignete Vorschläge für die Artenwahl.

Eine große Beschleunigung erfuhr die Wiederbelebung der Grünverbauung durch die kriegsbedingten Arbeitsrückstände nach 1945, unter denen viele Landschaftswunden mit technischen Mitteln nicht ausgeheilt werden konnten, weil die technische Verbauungsweise ein lineares System darstellt, während die Hanganbrüche flächenhaft sind.

Durch meine Betrauung speziell mit dem Problem Grünverbauung bei der Gebietsbauleitung Innsbruck der Wildbach- und Lawinenverbauung wurde es mir allein möglich, die vorliegende Arbeit zu schreiben. Von größtem Wert war es dabei, daß ich nicht nur Gelegenheit hatte, in ganz Tirol große Grünverbauungsarbeiten zu leiten, sondern daß ich durch die Großzügigkeit meiner Vorgesetzten hiebei auch manchen Versuch durchführen konnte.

Meinen Lehrern, Herrn Prof. Dr. H. Gams und Prof. Dr. A. Pisek möchte ich für ihre aufgeschlossene Haltung der praktischen Ing.-Biologie gegenüber, ihre Ratschläge und Unterstützung danken.

Meinen Vorgesetzten, in erster Linie Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Dr. R. Hampel und Oberforstrat Dipl.-Ing. W. Hassenteufel, die mich mit den Problemen der Praxis vertraut machten, verdanke ich es, daß ich neben meiner Berufsausübung die vorliegenden Beobachtungen und Untersuchungen durchführen konnte.

Ich nahm die Gelegenheit wahr, bei früher ausgeführten Grünverbauungen die Gründe aufzudecken, die zum Mißlingen dieser Arbeiten geführt haben. Außer einigen Verbauungen, bei denen die

Ursache des Mißerfolges nicht mehr eindeutig feststellbar war, ergab sich, daß die untenstehenden Fehler einen Erfolg vereitelt haben:

1. zu geringe Abböschung (Reliefausgleichung),
2. falsche Einbringungsmethoden,
3. ungünstige Zeitwahl (Vegetationsrhythmus),
4. Wahl ungeeigneter Pflanzenarten, u. zw. nicht nur in vegetationskundlicher Hinsicht, sondern auch nach der Eignung für Stabilbauten,
5. zu langes Lagern und dadurch Austrocknen des Pflanzmaterials,
6. mangelnde Pflegemaßnahmen,
7. unrichtiges oder unterlassenes Überführen des ersten Begrünungsstadiums in die Folgestufen.

Die sich hieraus ergebenden Fragen habe ich in erster Linie in meiner Arbeit zu klären versucht.

ARBEITSGEBIET.

Das Arbeitsgebiet beschränkt sich im wesentlichen auf Nord- und Osttirol.

Die Tabelle I gibt Örtlichkeit, Baujahr, Höhenlage und Art der Arbeiten von 57 Baustellen dieses Gebietes an.

Die wichtigsten hier beschriebenen Erfahrungen und Erkenntnisse stammen aus den dortigen, sich über 10 Jahre erstreckenden Arbeiten.

Daneben waren von Anfang an Versuche notwendig, um an die verschiedenen Probleme heranzukommen. Ein großer Teil solcher Versuche konnte immer wieder im Rahmen der Verbauungsarbeiten auf den Rutschflächen selbst durchgeführt werden. Für die sehr wesentlichen Untersuchungen über die günstigste Einbringungszeit, die vorteilhafteste Stecklingslänge und Einbringungsart bei *Salix purpurea* und *Petasites niveus* und verschiedene Berasungsversuche wurde eine ungestörte Versuchsfläche bei der Pletzachalm im Gern- tal, westlich des Achensees, geschaffen.

Unzählige Ausgrabungen und Messungen an Pflanzen führte ich in den Schuttströmen und Wildbächen Tirols und auch der angrenzenden Länder durch, wo sich eben Gelegenheit dazu bot. Auch im Rahmen der Vegetationskartierung Nord- und Osttirols 1 : 25.000, an der ich im Auftrag der Wildbach- und Lawinenverbauung beteiligt war, hatte ich immer wieder Gelegenheit, in Gebieten, die man sonst kaum jemals berühren würde, Beobachtungen zu machen. Dasselbe gilt für die Erhebungen, die zur Beschaffung von Weidenmaterial für die Grünverbauungen erforderlich waren.

Nicht zuletzt konnte ich wesentliche Erfahrungen bei Exkursionen unter Führung von Herrn Prof. Gams, bei Forstvereins- und privaten Exkursionen sammeln. Solche Besichtigungsfahrten führten mich z. B. in Blaiken Salzburgs, in die berühmte Urlaine bei Eschenlohe, nach Vorarlberg, Südtirol, Italien und Dalmatien.

Die Anwendbarkeit der vorliegenden Ergebnisse beschränkt sich nicht auf das nähere Arbeitsgebiet Tirol, sondern ist, was die *Artenwahl* betrifft, lediglich durch das Areal der einzelnen Pflanzenarten begrenzt, so daß man im großen und ganzen die Ostalpen und Teile der Westalpen und das außeralpine Mitteleuropa hinzurechnen kann. Freilich wird es dort zudem manche geeignete, hier nicht genannte Pflanzenarten geben.

Hingegen ist der Anwendungsbereich der beschriebenen *Grünverbauungsmethoden* praktisch unbegrenzt, sind diese doch aus den Erfahrungen entstanden, die in allen Gebieten der Erde, in denen Grünverbauungen überhaupt jemals aktuell waren, gesammelt wurden.

Tabelle I

Name der Baustellen	Baujahr	Höhenlage m ü. d. M.	Art der Arbeiten
Achenseestraße, neue ...	1951—1954	600—1000	Begrünung der Straßenböschungen bei Neubau unter und ober der Trasse
Axamerbach, Axams b. Innsbruck	1951	900	Fugenbepflanzung an einem Bach-Leitwerk
Bärenbach, Fritzens (= Griesbach)	1954/1955	700	Blaikenbegrünung
Brandfläche Nederjoch (Stubai)	1949/1950	1700—2050	Begrünung von Anbrüchen, die als Folge des Waldbrandes entstanden sind
Brandfläche Unterangerberg	1950—1952	700—1400	Begrünung von Anbrüchen, die als Folge des Waldbrandes entstanden sind
Brennerstraße bei Schönberg	1952	800	Blaikenbegrünung
Bretterwandbach bei Matrei/Osttirol	1950—1953	1600—1900	Blaikenbegrünung
Ellbögen, Steinschlag ...	1953—1955	1050	Bebuschung als Steinschlag-schutz
Engelsteinmure bei Thiersee	1950/1951	700—900	Begrünung von Runsen und Anbrüchen, die durch Waldbrand entstanden sind
Enterbach bei Inzing, Hohe Mure	1955	1400—1600	Blaikenbegrünung
Eppzirler Alm im Karwendel	1949/1950	1300—1600	Fugenbepflanzung an Ufer- und Abweisdämmen
Felssturz Wattens	1950	600	Abböschern und Begrünung eines Felssturzes und eines künstlichen Anschnittes für den Bau des E-Werkes der Papierfabrik Bunzlund Biach
Finsingbach, Zillertal ...	1950/1951	1200—1300	Begrünung von Bacheinhängen und kleinen Blaiken zwischen den technischen Bauten
Geroldsbach bei Götzens	1949—1955	1300—1500	Blaikenbegrünung in der „Großen Blaike“
Gießenbachweg bei Scharnitz	1951	1020—1100	Begrünung von Wegehängen
Götznerstraße	1956/1957	700—850	Befestigung der Straßenböschungen durch Bebuschung, Berasung, Schilfsodenpflanzung

Tabelle I (Fortsetzung)

Name der Baustellen	Baujahr	Höhenlage m ü. d. M.	Art der Arbeiten
Hagelbach bei Seefeld ..	1949—1951	1300	Fugenbepflanzung an einem Einfangdamm einer Ge- schiebesperre
Hall, linkes Innufer	1954	550	Damm- und Bermenbegrü- nung mit Weiden
Halsbach bei Fulpmes/ Stubaital	1949	1450	Begrünung der Bacheinhänge nach technischer Verbau- ung
Imsterau, Kraftwerk Prutz-Imst	1957	700—800	Blaikenbegrünung
Imsterau, Kraftwerkbau Unterwasserkanal	1955/1956	700	Uferbegrünung mit Weiden- stecklingen und Schilf- sodenpflanzung
Junsbachmure	1951	2000—2300	Blaikenbegrünung
Kaltwasserbach bei See- feld	1950	1350—1440	Blaikenbegrünung
Kochentalblaiken bei Telfs, Inntal	1957/1958	600—750	Blaikenbegrünung
Kreuzbach bei Zirl	1949—1955	600	Fugenbepflanzung am Unter- laufgerinne
Lähngraben/Ehrwald ...	1950/1951	1550—1700	Blaikenbegrünung
Lawine Herrenhäuser, Halltal	1954	1500	Bepflanzung von Lawinen- höckern
Lawine Allerheiligen- höfe bei Innsbruck ...	1949—1951	800	Begrünung von Lawinen- höckern
Lawine Kapfers, Telfes im Stubaital	1953/1954	1200	Begrünung von Lawinen- höckern und -dämmen
Lawine Kapfers, Telfes im Stubaital	1954/1955	1650—2050	Aufforstung eines Lawinen- abbruchsgebietes auf Roh- boden (Waldbrandfläche)
Lawine Mühlaueklamm, Innsbruck	1951/1952	700—1100	Fugenbepflanzung an Lawi- nenabweisdämmen und -höckern
Lawine Penzenlehner Innsbruck	1955/1956	950—1100	Begrünung von Lawinen- höckern
Lawine Reith bei See- feld (Ichtzolwerk) ...	1952	1230	Fugenbepflanzung an Lawi- nendämmen
Lehnbachl/Inzing	1950/1951	640	Fugenbepflanzung in der Um- rahmung eines Ablage- rungsplatzes
Lehnertal Neustift in Stubai	1951	1200—1400	Blaikenbegrünung

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Name der Baustellen	Baujahr	Höhenlage m ü. d. M.	Art der Arbeiten
Magnesitwerk Lannersbach.....	1952	1700—1800	Begrünung der Bachein- hänge, wo frühere Vege- tation durch Rauch- und Abwässerschäden zerstört war
Naviserbach/Steinach am Brenner	1949	1000	Fugenbepflanzung eines Ufer- leitwerkes
Omesbergerbach bei Neustift (Stubai)	1952	1850—1900	Blaikenbegrünung
Prutz-Fließ, Kraftwerk Prutz-Imst	1956/1957	860	Anlage eines Windschutz- streifens, Befestigung von Schüttungen
Reißender Ranggen bei Zirl.....	1938—1958	600—840	Blaikenbegrünung
Reithergraben im Hagelbach bei Seefeld.	1949—1951	1700—1900	Blaikenbegrünung
Riedbach/Zillertal	1951	1050—1200	Begrünung von Bacheinhän- gen zwischen den tech- nischen Bauten
Rote Riepe/Rum- Thaur, Rumer Mure ..	1938—1951	1000—1650	Blaikenbegrünung
Rutschung Heuweg/ Wattenbach	1955	1500	Blaikenbegrünung
Rutschung Völs	1949	650	Blaikenbegrünung
Rutschung an der Wat- tentalstraße	1952	1350	Begrünung eines Hang- anbruches zwischen Bach und Straße
Saglbach/Telfs	1949—1955	620	Fugenbepflanzung von Leit- werken und Verteilerdäm- men
Schloßbach/Zirl	1949—1955	620	Fugenbepflanzung von Leit- werken und Verteilerdäm- men
Stallsinsmure im Volder- tal	1951	1780	Blaikenbegrünung
Stichriepe bei Hochzirl..	1949—1957	850—1100	Blaikenbegrünung
Turmkammblaike Epp- zirl im Karwendel ...	1950/1951	1800	Blaikenbegrünung
Weerbergstraße	1957/1958	600—750	Befestigung von Straßen- böschungen
Wenns im Pitztal, Kraft- werk Prutz-Imst	1956/1957	800	Befestigungen von Schüt- tungen

Tabelle I (Schluß)

Name der Baustellen	Baujahr	Höhenlage m ü. d. M.	Art der Arbeiten
Wiesbach/Unterangerberg	1951—1953	700	Fugenbepflanzung von Verteilerdämmen
Wildlahnerbach/Schmirntal	1949/1950	1500	Fugenbepflanzung eines Letzwerkes
Wildschönauer Straße ..	1957	700	Befestigung der Straßenböschungen durch Bepflanzung und Berausung
Zirlerbergstraße	1956	900	Befestigung der Straßenböschungen durch Bepflanzung

I. ARTENWAHL FÜR DIE GRÜNVERBAUUNG.

Die Auswahl ungeeigneter Pflanzenarten war bei zahlreichen Grünverbauungen der Vergangenheit die Ursache zu deren Mißlingen.

In tiefen Lagen auf leicht verwitternden Böden (Löß, Flysch, Quarzphyllit, Tonschiefer, Buntsandstein, Raibler- und Kössener Schichten u. a.) wird die Erstgesellschaft nur ein kurzer Übergang sein („eugeogene“ Gesteine nach Thurmann 1849). Daher ist dort die Artenwahl unter Umständen nicht so entscheidend wie die Methode ihrer Einbringung.

Von größter Wichtigkeit ist dagegen die gewissenhafte und wohlüberlegte Auswahl der Pflanzenarten für die geplanten Dauergesellschaften und in hohen Lagen auch für die Erstgesellschaften, weil dort ihre Überleitung in die Schlußgesellschaft einen größeren Zeitraum (mehr als 5 Jahre) beansprucht.

Aber auch für kurzlebige Anfangsgesellschaften, die bald abgelöst werden, wird man solche Arten vorziehen, welche den besten und raschesten Erfolg versprechen.

In der Praxis soll die Auswahl der zur Grünverbauung heranzuziehenden Pflanzenarten nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

1. Nach dem Ziele der Grünverbauung,
2. nach ökologischen Gesichtspunkten,
3. nach der Vermehrbarkeit der Pflanzen, deren Provenienz und günstigster Vermehrungszeit,
4. nach der Resistenz gegen mechanische Beanspruchungen, wie sie im Rutschterrain auftreten,

5. nach der „Aufbaukraft“,
6. nach der Bodenbindung und -festigung durch das Wurzelsystem der Pflanzen,
7. nach der Zugfestigkeit der Pflanzenwurzeln,
8. nach der Wuchsgeschwindigkeit,
9. nach der späteren Nutzungsmöglichkeit, der Schönheit und Farbenpracht der Pflanzen.

Ad 1: Auswahl der Pflanzenarten nach dem Endziel der Grünverbauung.

Entscheidend ist die Überlegung, was durch die Grünverbauung erreicht werden soll und auf welchem Wege das am vorteilhaftesten zu geschehen hat. Man muß sich schon vor Beginn der Arbeiten Gedanken über die Erst- und Schlußgesellschaft machen. Dies gilt vor allem für die stets schwierige Begrünung von Blaikten.

In vielen Fällen kann dasselbe Ziel durch verschiedene Mittel erreicht werden. Dann entscheiden die Wirtschaftlichkeit, manchmal auch rechtliche Fragen.

Im wesentlichen gibt es für den Endzustand einer Begrünung die untenstehenden Möglichkeiten:

Rasen,

Buschwerk, Gesträuch,

Laubwald: Niederwald

Hochwald,

Nadelwald: Jungwald mit stark herabgesetzter Umtriebszeit,

Mittelwald mit etwas herabgesetzter Umtriebszeit,

Hochwald mit normaler Umtriebszeit.

Die Entscheidung, welcher Endzustand für die bestmögliche Erreichung des gesteckten Zieles der wirkungsvollste ist, fällt meist schwer und bedarf einer gewissen Erfahrung.

Ad 2.: Artenwahl nach ökologischen Gesichtspunkten.

Die oft zu hörende Empfehlung, einfach Pflanzen aus der Umgebung der Baustelle zu wählen, genügt auf keinen Fall; vielleicht mit Ausnahme bei besonders fruchtbaren Böden in tiefen Lagen (Löß).

Dagegen erleichtert eine genaue Beobachtung der natürlichen Pioniervegetation auf der Blaike die Artenwahl, wobei ihre Entwicklungstendenz zu berücksichtigen ist (s. Sukzessionsschemata auf den verschiedenen Blaikentypen, S. 231 bis 244). Weiters sollte erhoben werden, welche Pflanzen in der Umgebung ähnliche Standorte wie die zu bepflanzenen besiedeln. Vegetationskarten und Bodenkarten sind, sofern vorhanden, stets von großem praktischem Wert.

Gerade bei jungen Rutschungen kann es vorkommen, daß die für die Verbauung wertvollsten Pflanzen in einem weiten Umkreis gar nicht zu finden sind. Die Kenntnis von den Ansprüchen der Pionierpflanzen an die Bodenfeuchte, den Nährstoffgehalt des Bodens, Temperatur, Lichtverhältnisse usw. ist daher von großer Bedeutung. H. GAMS 1931, 1939, 1940, 1941, 1942 hat auf diesem Gebiete im Hinblick auf die Bedürfnisse der Wildbach- und Lawinerverbauung, der Uferverbauung von Flüssen und der Verbauung von Straßenböschungen in den Alpen so wesentliche Beiträge geleistet, daß dem nichts mehr hinzuzufügen ist.

Der ökologisch maßgebende Faktor ist in der Regel entweder ein Minimumfaktor oder ein Faktor im schädlichen Überfluß (LUNDEGARDH 1954).

Die einzelnen Standortfaktoren — klimatische und edaphische — wirken in sehr verschiedener Weise auf die Pflanzen ein. Temperatur, Hydratur und chemische Faktoren (Ernährung) können als Minimumfaktoren auftreten, während es an Licht auf den offenen Rutschungen nur selten mangelt. Genaue Messungen zum Zwecke der Artenwahl sind in der zur Verfügung stehenden Zeit fast nie möglich, für die Praxis aber auch nicht erforderlich. Die Kenntnis vom „mehr“ oder „weniger“ in bezug zu anderen Arten genügt fast immer.

Ökologische Reihen geben Aufschluß über einen höheren oder geringeren Bedarf an Wasser, Wärme, Azidität usw. gegenüber anderen Arten. Unter Beachtung solcher ökologischer Reihen kann eine sehr präzise Auswahl getroffen werden. Ich möchte einige der wichtigsten anführen:

Salix, nach zunehmender Trockenheit:

Flachland und Auen:

Salix viminalis — *triandra* — *alba*, *Russeliana* — *pentandra* — *daphnoides* — *nigricans* — *incana* — *caprea* — *purpurea*.

Bergwald und untere subalpine Stufe:

S. pentandra, *daphnoides*, *pubescens*, *grandifolia* (braucht Luftfeuchtigkeit), *phylicifolia* — *glauca*, *helvetica*, — *hastata* — *arbuscula* ssp. *foetida*, *myrsinites* — *glabra* (liebt Luftfeuchte) — *arbuscula* ssp. *Waldsteiniana* — *incana* — purp. ssp. *Lambertiana* — purp. ssp. *gracilis*.

Obere subalpine und alpine Stufe:

S. herbacea — *reticulata* — *glauca* — *helvetica*, *raetica*, *arbuscula* ssp. *foetida*, *myrsinites*, *glabra*, *arbuscula* ssp. *Waldsteiniana* — *retusa* — *serpyllifolia*.

Salix, nach zunehmender Azidität:

S. glabra (bes. auf Dolomit) — *arbuscula* ssp. *Waldsteiniana* — *incana*, *purpurea* — *daphnoides* — *retusa* (alle vorwiegend auf Karbonatböden) — *viminalis* u. a. „Edelweiden“, *alba*, *Russeliana*, *triandra* — *caprea* — *grandifolia* — *hastata*, *nigricans*, *Mielichhoferi*, *Hegetschweileri*, *raetica*, *pentandra*, *arbuscula* ssp. *foetida* — *myrsinites* — *cinerea*, *aurita* (anmoorige Böden) — *helvetica*, *glauc*a, *repens* (Moorböden) — *herbacea* (Schneetälchen) — *myrtilloides* (Moorböden).

Salix, nach abnehmender Temperatur:

S. viminalis — *alba*, *Russeliana*, *cinerea*, *aurita*, *myrtilloides* — *incana* — *triandra* — *caprea* — *nigricans* — *purpurea* — *pubescens* — *pentandra* — *daphnoides* — *glabra* — *Mielichhoferi* — *Hegetschweileri*, *raetica*, *grandifolia* — *hastata* — *glauc*a, *helvetica* — *myrsinites* (*serrata*, *Jaquini*) — *retusa* — *arbuscula* — *reticulata* — *herbacea*.

Salix, nach zunehmender Beschattung:

S. incana — *purpurea*, *viminalis* u. a. „Edelweiden“ — *daphnoides* — *alba*, *Russeliana* — *pentandra* — *caprea* — *triandra* — *nigricans*.

Alnus, nach abnehmender Feuchtigkeit und abnehmender Temperatur:

A. glutinosa — *incana* — *viridis*.

Trifolium, nach zunehmender Bodensäure:

T. montanum — *badium*, *Thalii* — *repens* — *hybridum* — *pratense* — *pallescens* — *alpinum*.

Trifolium, nach abnehmender Temperatur:

T. pratense (durchschnittliche käufliche Provenienzen) — *hybridum* — *repens* — *montanum* — *pratense* var. *grandifolia* = *frigida* — *badium* — *pallescens* — *alpinum*.

Trifolium, nach abnehmender Feuchtigkeit:

T. hybridum — *badium* — *repens* — *pallescens* — *pratense* — *montanum*.

Petasites, nach abnehmender Temperatur und abnehmender Feuchtigkeit:

Petasites hybridus — *albus* — *paradoxus*.

Calamagrostis, nach abnehmender Trockenheit:

Calamagrostis varia — *epigeios* und *pseudophragmites* — *lanceolata* und *neglecta*.

Arten mit einer größeren Amplitude sind vorzuziehen, weil die Gefahr einer verfehlten Wahl hiedurch verringert wird. *Salix purpurea* gilt ja deshalb allgemein als geeignetste Weide für Grünverbauungen. Zum Begriffe großer ökologischer Amplitude zähle ich hier: Geringe Bedürfnisse im Hinblick auf die Standortfaktoren (Nährstoffe, Temperatur und Feuchtigkeit), infolgedessen große Höhenverbreitung, ausgedehnte geographische Verbreitung. *Hieracium staticifolium*, *Rubus idaeus* und *Silene inflata* ssp. *alpina*, *Carex flacca*, *Sesleria*, *Agrostis alba*, *Lotus corniculatus* und *Salix cinerea* können neben der schon genannten *Salix purpurea* als solche euryözische Arten gelten. Unter den Weiden sind *Salix arbuscula*, *grandifolia*, *retusa* und *serpyllifolia* noch besonders anpassungsfähig.

Andere Arten weisen dagegen eine enge ökologische Amplitude auf (stenözische Arten); solche sind unter anderem *Dorycnium*, *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Salix glabra* und *incana*. Auf sie kann aber nicht verzichtet werden, da gerade unter ihnen einige wertvolle Begrünungspflanzen sind, die auf diesen Standorten nicht ersetzt werden können.

Innerhalb der Blaiken ist das nach den Abböschungs- und Nivelierungsarbeiten verbleibende Relief (Kleinklima) bei der Artenwahl zu berücksichtigen, denn der Unterschied zwischen dem Kleinklima der Runsen und Rücken sowie der verschiedenen Expositionen ist zu groß, als daß man ihn vernachlässigen könnte.

Ad 3.: Artenwahl nach der Vermehrbarkeit.

Die leichte Vermehrbarkeit ist erste Voraussetzung für die Verwendung einer Pflanze in der Praxis.

Den Methoden der Pflanzung liegen die Möglichkeiten zugrunde, die wir auch sonst für die Vermehrung von Pflanzen besitzen. Dies sind, schematisch dargestellt, nachfolgende:

Generative: Saat-(Pflanzung)-(Wildlinge):

Versetzen ganzer Gesellschaften, z. B. als Rasenziegel oder Sodenpflanzung.

Vegetative: Triebstecklinge (Zweigsteckling, Knüppelsteckling, ganze Äste):

Wurzelstecklinge,

Rhizomstecklinge,

(Brutknospen)

Absenker,

Horstteilung.

Saat:

Nicht alle Pflanzen lassen sich auf künstlichem Wege rationell durch Saat vermehren. Oft wird daher bei Holzgewächsen die vegetative Vermehrung vorgezogen. Dies ist z. B. bei den Weiden und Pappeln der Fall, deren Samen wegen der fehlenden Schutzhülle rasch austrocknen und deshalb nur wenige Tage keimfähig bleiben.

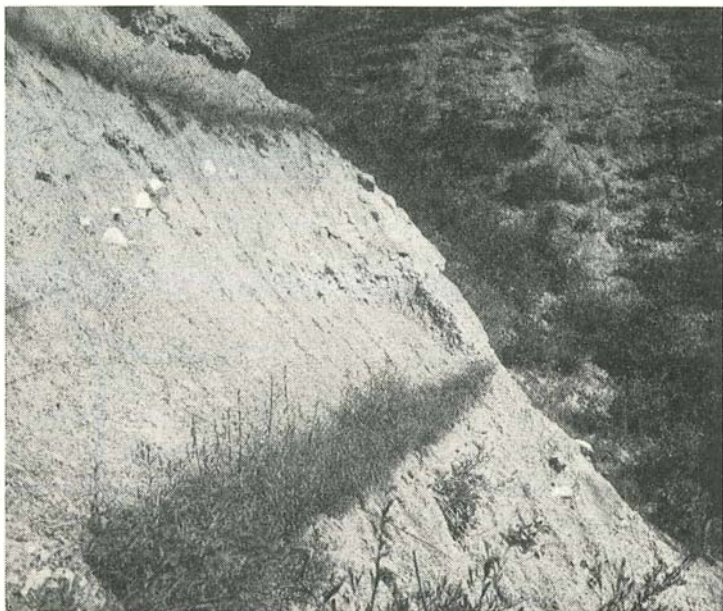


Abb. 1: Einjährige Heckenpflanzung aus Sanddorn-Sämlingen.

RASCHENDORFER ist es durch Aufbewahrung der Samen im feuchten Kühltank, diese Zeit auf etwa vier Monate zu verlängern.

ROHMEDER (1941) ging mit Erfolg einen anderen Weg, indem er die Samen nicht nur kühl, sondern zugleich in verdünnter Luft lagerte. Hierdurch können die Samen ohne Einbuße der Keimfähigkeit bis zu 1 Jahr lang aufbewahrt werden.

Beide Methoden haben den Nachteil, daß sie neben einem geschulten Personal auch Apparaturen erfordern.

Auch bei natürlichen Verjüngungen kann man häufig beobachten, daß trotz reicher Samenausbildung die vegetative Vermehrung überwiegt, so beim Sanddorn durch Wurzelbrut (SIEGRIST 1913).

Gerade beim Sanddorn hat sich aber in der Praxis die generative Vermehrung in Form der Anzucht (Saat) im Forstgarten und Verpflanzen der zweijährigen Sämlinge als sicherer erwiesen (Abb. 1); zahlreiche Versuche, ihn im Freiland durch Wurzelbrut fortzupflanzen, sind mir fehlgeschlagen.

Am häufigsten wurden mit Grünerle (*Alnus viridis*), Grauerle (*Alnus incana*) und Birke (*Betula verrucosa* und *pubescens*) Saaten in Blaiken durchgeführt, oft mit Mengen von vielen Kilogramm (z. B. A. HAIDEN 1935). Fast ausnahmslos schlugen diese Saaten fehl. Wie sollte es auch in einer offenen Blaike ohne den geringsten Schutz gegen Strahlung und Austrocknung gelingen, was im Forstgarten oft schwer zu erreichen ist. Das ungünstige Kleinklima und die Bewegung der obersten Zentimeter Bodenschicht sind hier als Ursachen des Mißlingens anzusehen. Daneben wirken allerdings auch die lange Keimdauer und das langsame Wachsen des Keimlings im ersten Jahre mit.

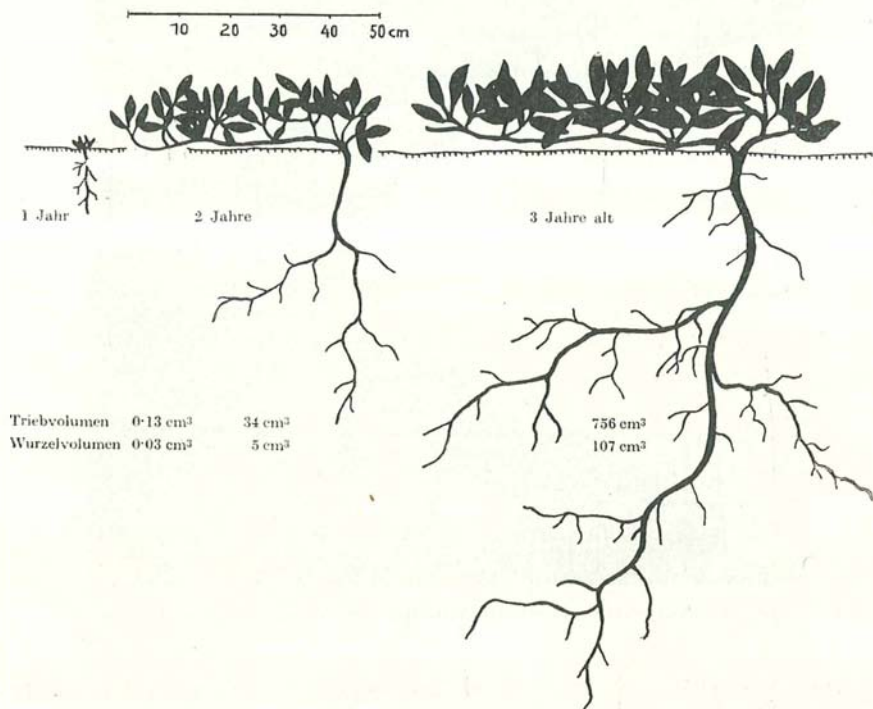


Abb. 2: Wuchsgeschwindigkeit von *Clematis vitalba* (Waldrebe).

Die Silberwurz (*Dryas octopetala*) kann wegen ihres langsamen Wachstums für die Grünverbauung nicht in Betracht gezogen werden. Zudem ist das Keimprozent ihrer Samen außerordentlich schwankend. In verregneten Sommern bildet sie überhaupt keine keimfähigen Samen aus.

Darüber hinaus bereitet die Vermehrung der *Dryas* wie auch der meisten einheimischen *Ericaceen* wegen der Verpilzung ihrer Wurzeln größte Schwierigkeiten und sie kommen deshalb für eine künstliche Begrünung nicht in Betracht (z. B. *Erica*, Alpenrose, Besenheide, Bärentrauben, Krähenbeeren, *Vaccinien*).

Saatversuche mit der Waldrebe (*Clematis vitalba*) hatten im Forstgarten besten Erfolg (Abb. 2). In der Stichriepe bei Hochzirl keimten die Samen mit zirka 60% aus. Im Laufe des Jahres gingen die anfangs langsam wachsenden Sämlinge wieder zugrunde. Auch bereitet das Überliegen der Samen Schwierigkeiten.

Da also die Holzigen Gewächse und unter ihnen auch die Pioniergehölze nicht direkt durch Saat in den Blaiken vermehrt werden können, muß bei ihnen der Umweg über die Forstgärten eingeschlagen werden. Aus ihnen werden die Pflanzen als Sämlinge, Schulpflanzen oder Heister entnommen und der Bepflanzung von Blaiken (nur Pionierholzarten) oder der Aufforstung nach erfolgter Begrünung zugeführt.

Nur in Ausnahmefällen sollte man als Notlösung, wenn keine andere Möglichkeit der Pflanzenbeschaffung besteht, Wildlinge verwenden. Deren Entnahme ist stets ein Eingriff in die natürlichen Verjüngungsverhältnisse der Entnahmestelle, das Pflanzenmaterial wird beim Ausgraben stärker beschädigt als im Forstgarten und ist nach Alter und Wachstum uneinheitlich. Bei Nadelhölzern ist die Wildlingspflanzung nur dann erfolgreich, wenn die Wildlinge samt einem genügend großen Wurzelballen ausgehoben und versetzt werden. Föhrenwildlinge sind bei allen bisherigen Versuchen eingegangen.

Sehr wesentliche Pioniere finden sich unter den Gräsern und Krautigen. Leider sind im Handel nur Samen von solchen Gräsern und Leguminosen erhältlich (meist in sogenannten Böschungsrasen-, Dauerwiesen-, Parkrasen-, Fußballplatzmischungen usw.), die in tiefen Tallagen angebaut werden können. Der Vegetationskundler muß in vielen Fällen ihre Verwendung ablehnen und er verweist mit Recht auf die zahlreichen noch unausgenützten Arten, die zu rascherem und dauerndem Erfolg führen würden.

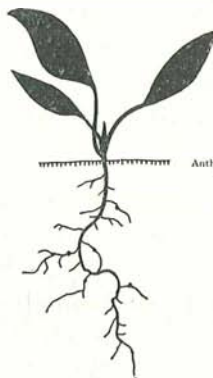
Ich habe deshalb erste kleine Versuche mit *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Calamagrostis varia* und *villosa* und *Trisetum distichophyllum* gemacht. Dabei hat sich ergeben, daß von diesen Arten, deren Samen bis zu 90% taub waren, im Freiland kein einziger Same ausgekeimt hat.

Weitere Versuche konnte ich erst im Jahre 1955 durchführen, als ich glücklicherweise durch die Firma Nungesser in Darmstadt Saatgut von *Agrostis alba* ssp. *stolonifera* und *Deschampsia caespitosa* erhielt. Soweit dies nach zwei Jahren gesagt werden kann, bewährte sich *Agrostis alba-stolonifera* in allen Versuchen gut (Abb. 3). Jedenfalls genügten das Keimprozent und die Zuwachsleistung für die Anwendung in der Praxis. Über das Ergebnis bei *Deschampsia caespitosa* kann vorerst noch nichts gesagt werden.

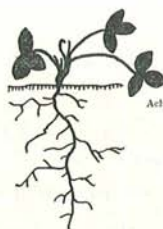
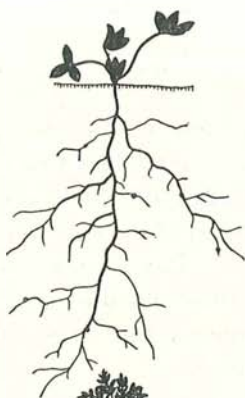
0 1 2 3 4 5 cm

Griesbach-Gaadenwald 700 m ü. d. M.

Stichriep bei Hochzirl, 1100 m ü. d. M.



Anthyllis vulneraria (Wundkeke)



Achillea millefolium (S. Aafgarbe)



Trifolium hybridum (Schwedenschee)



Agrostis alba var. *stolonifera*
(Weißes Straußgras)

Abb. 3: Einjährige Sämlinge aus verschiedenen Höhenlagen.

J. KARL (1953, 1954) unternahm mehrmals Saatversuche in den Allgäuer Bergen. Unter anderem versuchte er dabei auch *Sesleria varia* und *Festuca violacea*. Bei der dortigen großen Seehöhe von 1985 m ist es verständlich, daß die Zuwachsleistung unbefriedigend war (Abb. 4). *Sesleria* bildete im ersten Jahre überhaupt keine Wurzeln aus.

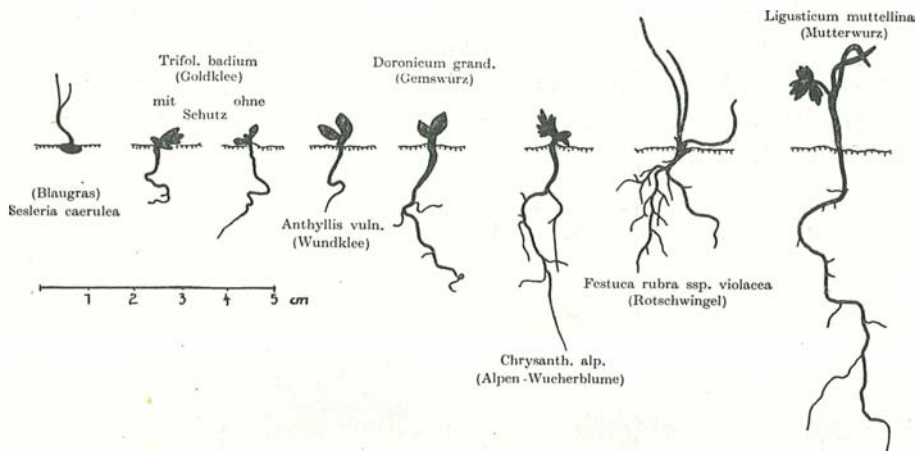


Abb. 4; Sämlinge alpiner Gräser und Kräuter nach einer Vegetationsperiode aus einer Freisaat vom Linkerskopf, Allgäu, 1985m ü. d. M. (Nach Originalen von Dr. J. Karl, Dillingen).

Die verschiedensten Bemühungen, private Saatgutzüchter zum Anbau derartiger Pioniergräser zu gewinnen, scheiterten an der mangelnden Rentabilität solcher Unternehmungen, die durch mehrere Umstände verursacht wird, u. zw. 1. den großen Hohlkornanteil des betreffenden Saatgutes, 2. den Umstand, daß zur Zucht derartiger Sorten Anlagen im Gebirge oder wenigstens Mittellagen errichtet werden müssen, die ein Maximum an Erstellungs- und Betreuungskosten fordern, aber ein Minimum an Ernte bringen, 3. die mangelnde Absatzsicherheit für größere Saatgutmengen.

Trotzdem wäre ein Erfolg in dieser Richtung ein großer Fortschritt. Für die Berasungsarbeiten bei der Wildbach- und Lawinenverbauung wären vor allem folgende Arten wesentlich: *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis varia*, *villosa*, *epigeios*, *pseudophragmites*, *Festuca ovina*, *varia*, *violacea*, *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Sesleria*, *Trisetum distichophyllum*, *Carex ferruginea*, *flacca*, *sempervirens*, *humilis*.

Für einige krautige Pioniere liegen geringe Erfahrungen vor.

Anlässlich der Begrünungsarbeiten in der Filpritta bei Feldkirch (WETTSTEIN 1951) haben Saatversuche mit wohlriechendem Gänsefuß (*Chenopodium ambrosioides*) versagt; er kommt allerdings in Vorarlberg gar nicht vor (MURR 1923); also von vornherein eine verfehlte Artenwahl.

Im Stubaital am natürlichen Standort geerntete Samen von Schildampfer (*Rumex scutatus*), Gipskraut (*Gypsophila repens*) und Alpen-Taubenkropf (*Silene inflata* ssp. *alpina*) säte ich in gleicher Seehöhe (1650 m) in den beiden Forstgärten bei der Bodensteinalm (Innsbrucker Nordkette) und Ißboden (Gemeinde Telfes/Stubai) aus.

Das Ergebnis war trotz guter Zuwachsleistung (Abb. 5) nur zum Teil befriedigend.

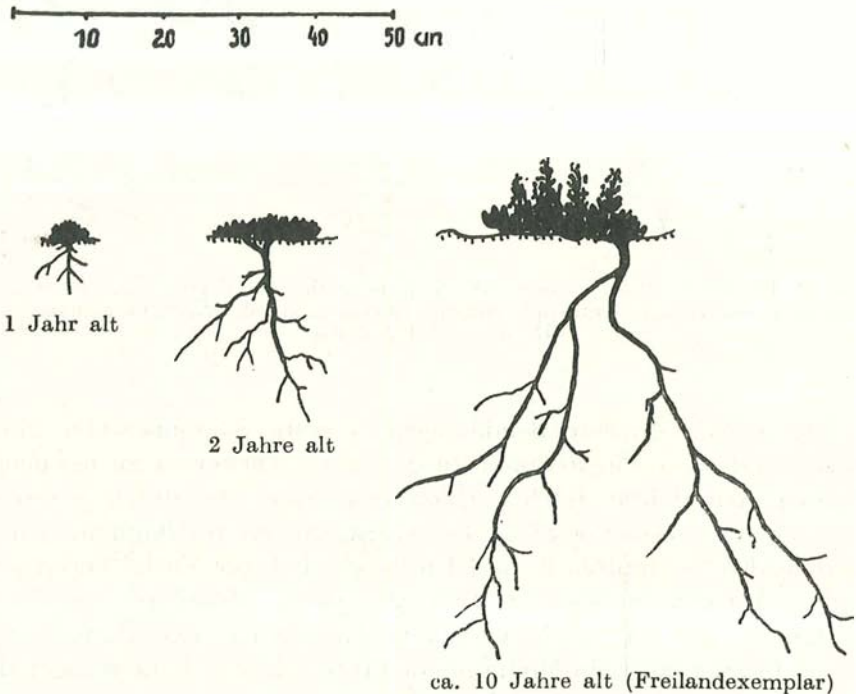


Abb. 5: *Gypsophila repens* L. aus Saat (Gipskraut).

Gipskraut wies zwar ein Keimprozent von zirka 80 auf, doch bereitet die Beschaffung des Saatgutes Schwierigkeiten, weil man fast nie entsprechend große Bestände antrifft. Beim Schildampfer waren die Samen in der Regel hohl oder durch Pilzbefall verformt und unfruchtbar, so daß nur eine Keimung von etwa 10 Prozent erzielt wurde. Der Traubenkropf wird in feuchten Jahren mangelnd befruchtet.

Auch die Erntekosten sind zu hoch. Im Jahre 1949 wurden drei geschulte Arbeiter beauftragt, im Gebiete der Kalkkögel Samen von *Rumex scutatus*, *Silene alpina*, *Gypsophila repens* und *Trisetum distichophyllum* abzuerneten. Hiezu wurden den Arbeitern Bestände zugewiesen, die als sehr günstig zu bezeichnen sind. Zur Beschleunigung des Sammelns wurden die Samen nicht sortiert, sondern gemischt abgeerntet. Trotzdem war der Erfolg ziemlich negativ. Die drei Arbeiter ernteten an einem Tag zirka ein Viertel Kilogramm Saatgut, so daß also ein Kilogramm dieser Samen auf fast 1000 S zu stehen käme, ein Preis, der unter keinen Umständen gerechtfertigt ist.

Ähnliche Erfahrungen hat auch J. KARL (nach mündlichen Mitteilungen) bei seinen Berasungsversuchen in den Allgäuer Schafbergen gemacht. Er verwendete neben den schon genannten Gräsern *Trifolium badium* (Goldklee), *Anthyllis vulneraria* (die alpine Form des Wundklee), *Doronicum grandiflorum* (großblütige Gamswurz), *Chrysanthemum alpinum* (Alpenwucherblume) und *Ligusticum mutellina* (Muttern, Madaun). Deren Samen keimten trotz des kalten, niederschlagsreichen Sommers (1953 und 1954) gut aus, obwohl die Versuchsanlage bei 1985 m ü. d. M. liegt. Als verhältnismäßig raschwüchsig erwiesen sich dabei *Ligusticum mutellina*, *Festuca violacea*, *Chrysanthemum alpinum* und *Doronicum grandiflorum*, während *Anthyllis alpestris*, *Trifolium badium* und *Sesleria caerulea* im ersten Jahr außerordentlich klein blieben. (Abb. 4). Trotz der teilweise guten Wurzel Ausbildung waren alle genannten Arten nicht imstande, den Winter, bzw. die Schmelzwassererosion zu überstehen.

Eigene mit *Achillea millefolium* und *Anthyllis vulneraria* angestellte Saatversuche waren erfolgreich. *Anthyllis* wies im Gegensatz zu J. KARLS Versuchen ein sehr gutes Wurzelwachstum auf (Abb. 3). Ob dies auf die Höhenlage oder auf die Herkunft des Saatgutes zurückzuführen ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Außer dem genannten Wund- und Goldklee wären zahlreiche andere Leguminosen wegen ihrer bodenverbessernden Wirkung für die Grünverbauung von größter Wichtigkeit. Versuche konnte ich mit *Trifolium pratense*, *repens* und *hybridum*, *Melilotus albus* und *officinalis*, *Medicago sativa*, *lupulina* und *falcata*, *Lotus corniculatus*, *Dorycnium germanicum*, *Onobrychis sativa* und *Lathyrus silvester* durchführen.

Von den im Handel erhältlichen Samenarten bewährten sich in der Praxis nur wenige, u. zw. besonders *Trifolium hybridum* (Schwedenklee) Abb. 6, 7, *Lotus corniculatus* (Hornschotenklee) Abb. 8 und *Onobrychis sativa* (Esparsette) Abb. 9. Alle 3 können nach meinen Erfahrungen trotz der oft nicht entsprechenden Provenienz (die Handelssorten stammen leider aus USA, Kanada, Dänemark oder Südfrankreich) bis in Höhen von etwa 1700 m verwendet werden, wobei allerdings die Esparsette an warme Böden gebunden ist. Auf solchen ist es unter anderem durch ihre rasche Aussaat nach dem großen Waldbrande Nederjoch im Stubaital 1947 gelungen,

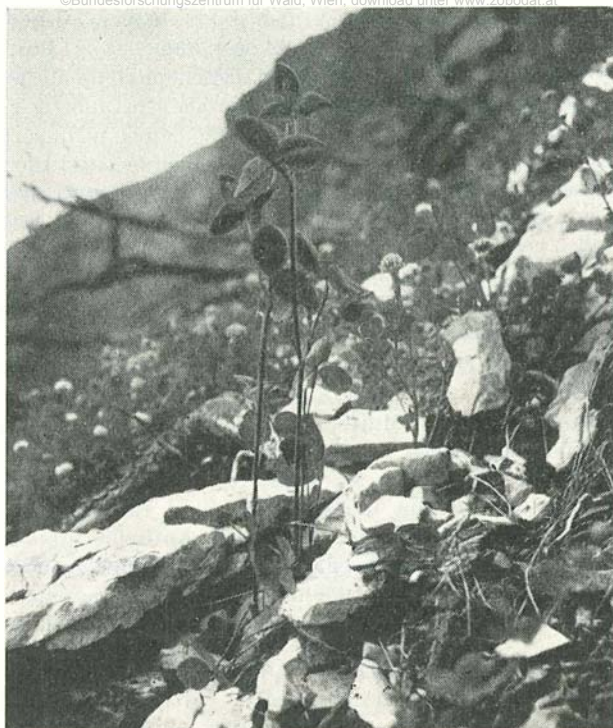


Abb. 6: *Trifolium hybridum* (Schwedenklee). 2 jährige Saat auf einer Brandfläche, 1800 m ü. d. M.

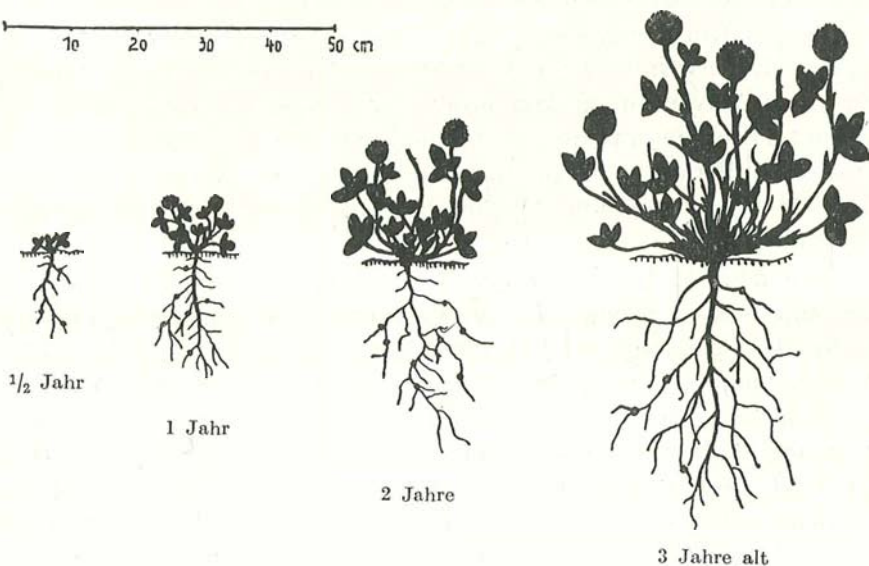
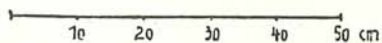


Abb. 7: *Trifolium hybridum*.

ausgedehnte Flächen schnell wieder zu besiedeln und damit vor der Verkarstung zu schützen. Dort blühen sie auch heute noch an vielen Stellen bis in 2000 m Seehöhe in Lagen, die im Winter mit 2 m Schnee und mehr bedeckt sind. Von allen verwendeten Arten hat sich der Schwedenklee (*Trifolium hybridum*) als „Hansdampf in allen Gassen“ erwiesen. Auf Brandflächen blühte er bereits im ersten Jahre bis in die Frostperiode hinein und entwickelte wahre Mastformen (Abb. 6), worunter allerdings das Wurzelwachstum litt. Besonders wertvoll ist der Schwedenklee aber auf kalten Böden rauher Lagen, wo die Auswahl geeigneten Saatgutes immer schwierig wird.

Der Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*) ist die langlebigste aller Kleearten (bis 20 Jahre). Am wertvollsten ist er für die Grünverbauung auf dichten Böden, die von anderen Pflanzen nicht aufgeschlossen werden.

Dagegen können *Trifolium pratense* (Rotklee), *T. repens* (Weißklee), Abb. 10, *Melilotus albus* und *officinalis* (weißer und gelber Riesenhonigklee), Abb. 11, *Medicago sativa*, *lupulina* und *falcata* (Luzerne, Sichel- und Hopfenklee), Abb. 8, 11 nur in tiefen Lagen und auf völlig beruhigten Böden mit Erfolg verwendet werden, wie etwa bei der Rutschung Wattens auf Quarzphyllit in 600 m Seehöhe (Abb. 12).

Von *Dorycnium germanicum*, dem deutschen Backenklee und der Waldplatterbse (*Lathyrus silvester*) erntete ich am natürlichen Standort Samen für die Versuche. Der auf trockenen Kalkhängen sehr wertvolle Backenklee keimte trotz künstlichen Quellens mit Chloralhydrat bzw. Stratifikation infolge Überliegens nur vereinzelt aus.

Über die Waldplatterbse hat schon WANG 1902 geschrieben: „Der arme, kalklose Diluvialsand erzeugt dieselben üppigen Pflanzen wie Kalk-, Basalt- oder Granitgeröll, nur im langsameren Tempo. Auffallend ist ihre Widerstandsfähigkeit gegen Kälte.“

Wang empfiehlt aber nicht die Saat der Platterbse, sondern sagt: „die beste Art ihrer Vermehrung geschehe durch Einsetzen einjähriger Pflanzen. Die Pflanzzeit beginnt im Frühjahr und kann von Mitte August bis Ende September fortgesetzt werden“.

Zwar stellte ich bei meinen Versuchen ebenfalls Überliegen eines Teiles der Samen fest, doch wuchsen dann die Keimlinge rasch (Abb. 13, 14).

Cerinth glabra (Alpen-Wachsblume) ist in Nordtirol vorwiegend auf die Lechtaler Alpen und das Brennergebiet beschränkt und bildet dort einen Bestandteil der Hochstaudenfluren, Weiden und Läger.

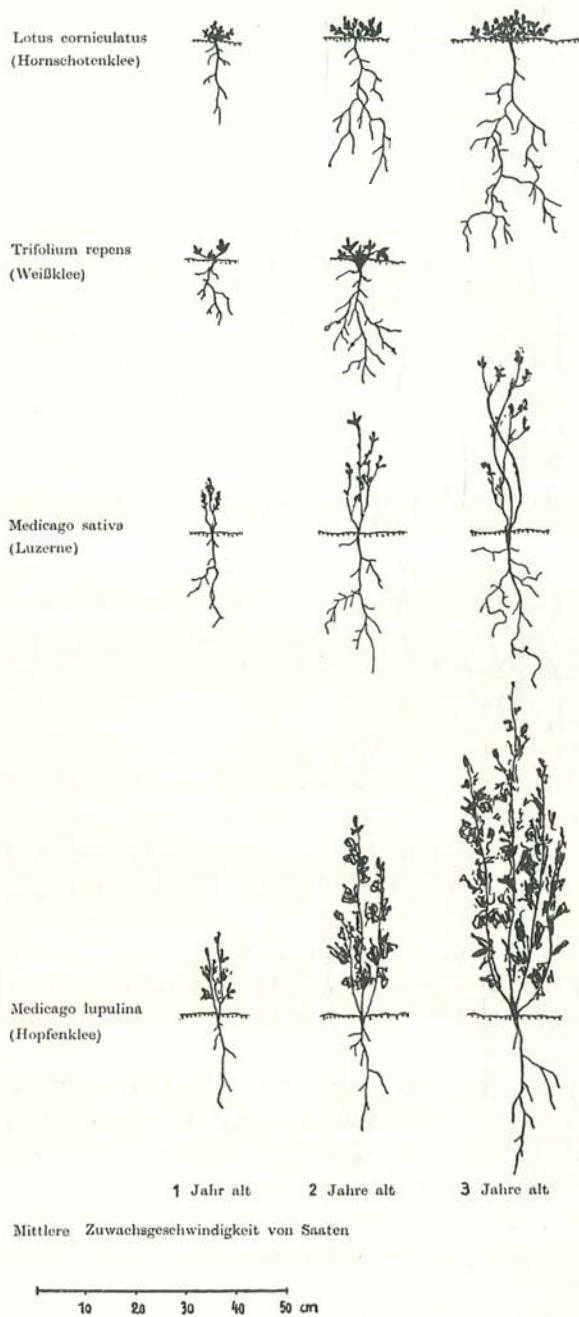


Abb. 8

Bei der Besichtigung der Lebendverbauung an den Bächen in Zwischentoren fiel sie mir auf den dortigen Schotterbänken wegen ihrer tiefen Wurzeln und wegen ihres breiten Wuchses auf, der den Boden abdeckt und vor Schlagregen und Hagel schützt. Von den in einem Forstgarten bei 1650 m ü. d. M. ausgesäten Samen keimten zirka 70% im selben, weitere 15% im folgenden Jahr und die Wuchsgeschwindigkeit der Keimlinge war enorm (Abb. 16). Das Wurzelwachstum scheint dagegen sehr von der Bodenbeschaffenheit (Nährstoffgehalt und Hydratur) abhängig zu sein.

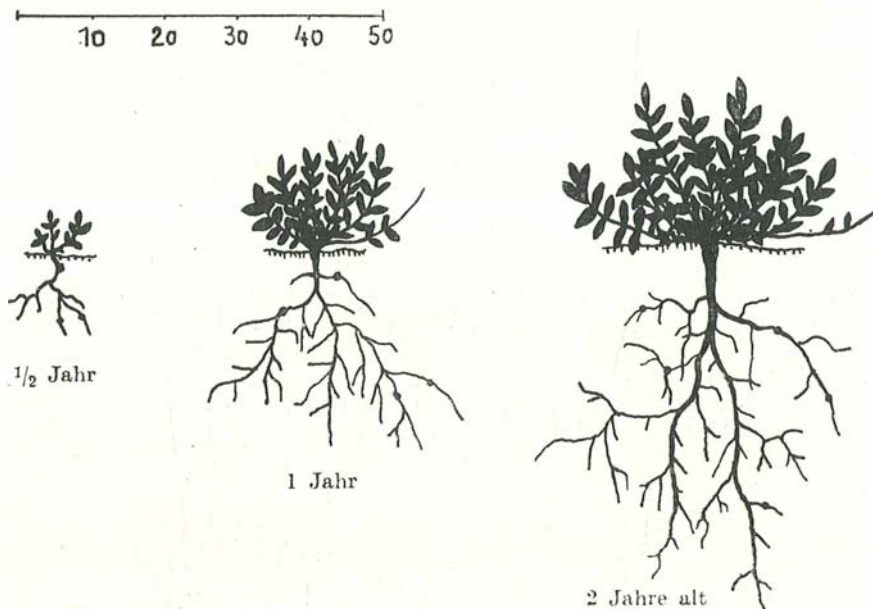


Abb. 9: *Onobrychis sativa* (Esparsette).

Salvia glutinosa (gelber Salbei) keimte bei Aussaat in einem humusarmen Schwemmsandboden mit etwa 60% aus und zeigte ab dem zweiten Jahr kräftigen Zuwachs, vor allem der Wurzeln (Abb. 16). Für die Begrünung von Waldbrandflächen und mit Waldhumus abgedeckten Böschungen kann er daher empfohlen werden.

Wertvolle Bodenbinder finden wir unter den Kompositen.

Neben der schon erwähnten Alpenwucherblume säte ich Samen der Beifußarten *Artemisia vulgaris* und *absinthium* (echter Wermut) aus. Die Keimzahl war mit zirka 20 und 15 gering und auch die Samenausbeute ist mäßig. In der Praxis dürfte sich das Auslegen der abgesicherten Fruchtstände am besten bewähren. Der gemeine Beifuß bildete sehr kräftige Wurzeln und Triebe (Abb. 17), der Wermut ebenfalls, doch braucht er dazu länger (Abb. 18).



Abb. 10: Einjähriger *Trifolium repens* (Weißklee) aus einer Saat in 1100 m Seehöhe.

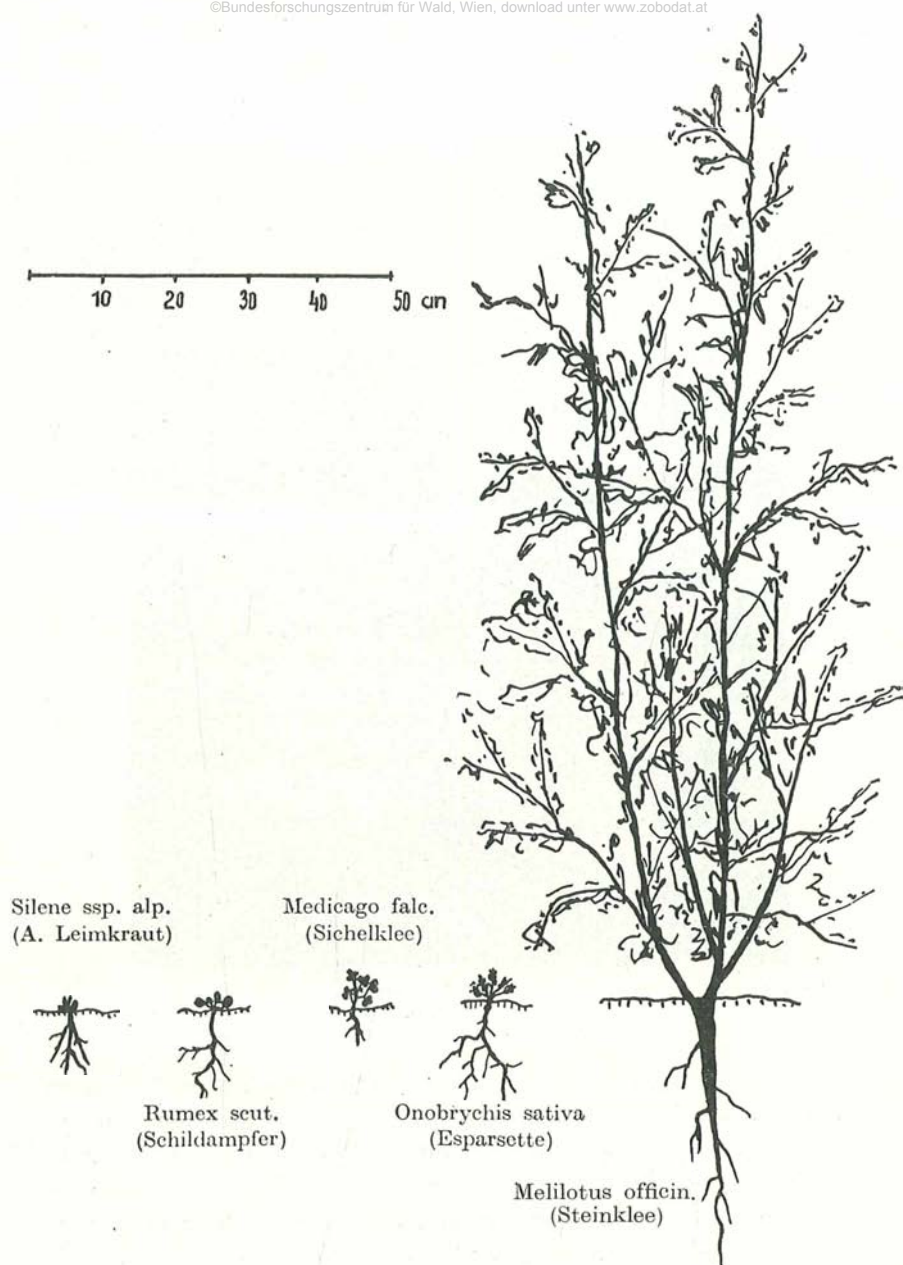


Abb. 11: Durchschnittliche Größe einjähriger Sämlinge.

Von *Petasites paradoxus* (Schneepestwurz) sammelte ich am 17. Mai 1949 in zirka 1050 m ü. d. M. auf der Rumer Mure (Hauptdolomit) zirka einviertel Kilogramm Samen, bewahrte sie absichtlich trocken und heiß auf und säte sie dann nach 6 Wochen in 1450 m Seehöhe an einer durch Weganschnitt entstandenen, grobsteinigen Rutschung am Weg von Telfes zur Pfarrachalm im Stubaital (ebenfalls Hauptdolomit) aus. Die Keimung erfolgte nach zirka 2 Wochen, u. zw. so dicht, daß wenigstens 80% der Samen gekeimt haben müssen. Die Keimlinge entwickelten im ersten Jahr durchschnittlich 15 cm lange Wurzeln, im zweiten Jahr erreichten sie eine Tiefe von 32 cm und im dritten Jahr durch-

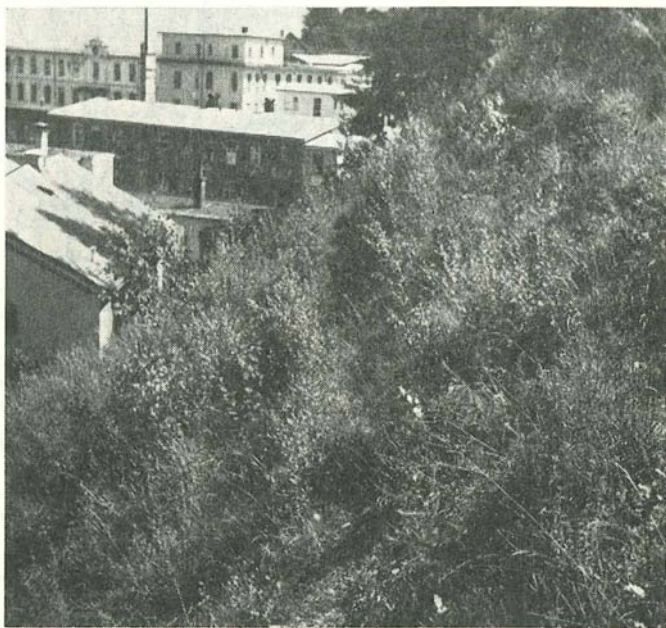


Abb. 12: Rutschung in Wattens, Inntal, im 5. Jahre nach der Begrünung. Zwischen den Weidenbuschlagen Saaten einer leguminosenreichen Böschungsrassenmischung.

wurzelten die Pflanzen bereits einen zylinderförmigen Bodenraum von zirka 40 cm Tiefe und 70 cm Durchmesser. Von den Rhizomen breiteten sich unterirdische Sprosse und Wurzeln nach allen Richtungen hin aus (Abb. 19). Damit zeigte sich, daß die Pestwurz durchaus in der Lage ist, in solchen auf den ersten Blick steril scheinenden Böden auszuweichen und auch auszuharren, sofern der Boden vor der Saat beruhigt wurde (Abb. 20). Dieser kleine Versuch mit *Petasites* ist es wert, möglichst oft in die Praxis umgesetzt zu werden. Schwierigkeiten bereitet dabei lediglich die Organisation der Samenernte.

Man wird nie Saatgut für die Begrünung von Blaiken mit mehreren Hektar Ausdehnung beschaffen können, ohne hiezu ein künstliches Saatgut-Camp anzulegen. Dagegen ist es ohne weiteres möglich, jedes Jahr einige Kilogramm Saatgut zu ernten, wenn mehrere



Abb. 13: Aus Samen gezogene Waldplatterbse (*Lathyrus Silvester*); vorne 1jährig, hinten links 2jährig, hinten rechts 3jährig. Höhe des Stockes: 1 m. FG Telfs, 600 m ü. d. M.

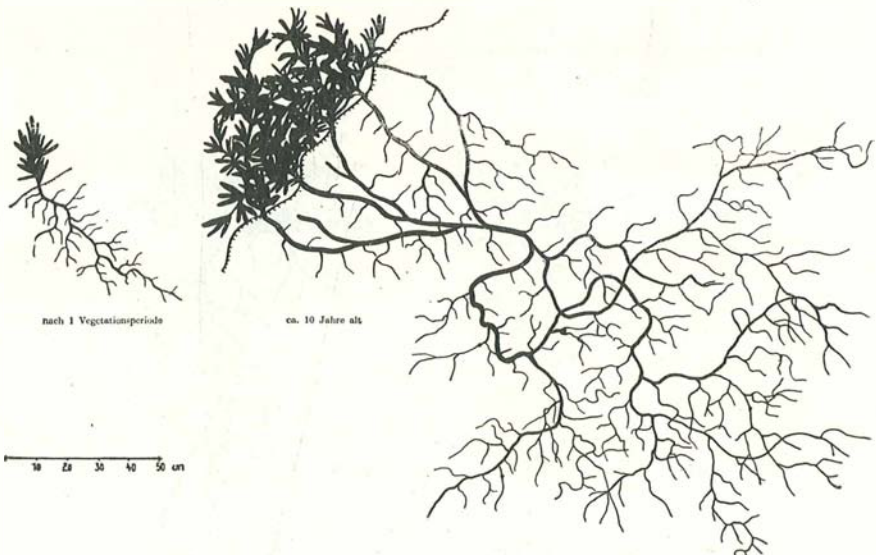


Abb. 14: *Lathyrus silvester* (Waldplatterbse), aus Saat im Freiland.

größere natürliche Bestände bekannt sind. Durch den Wildbachaufseher, der ja jährlich einmal jeden Bach zu begehen hat, können diese in der Bauleitung leicht erhoben werden, zumal die Pestwurz unter zahlreichen Namen (Bachpletschen, Blaggen, Pletschen) den Einheimischen

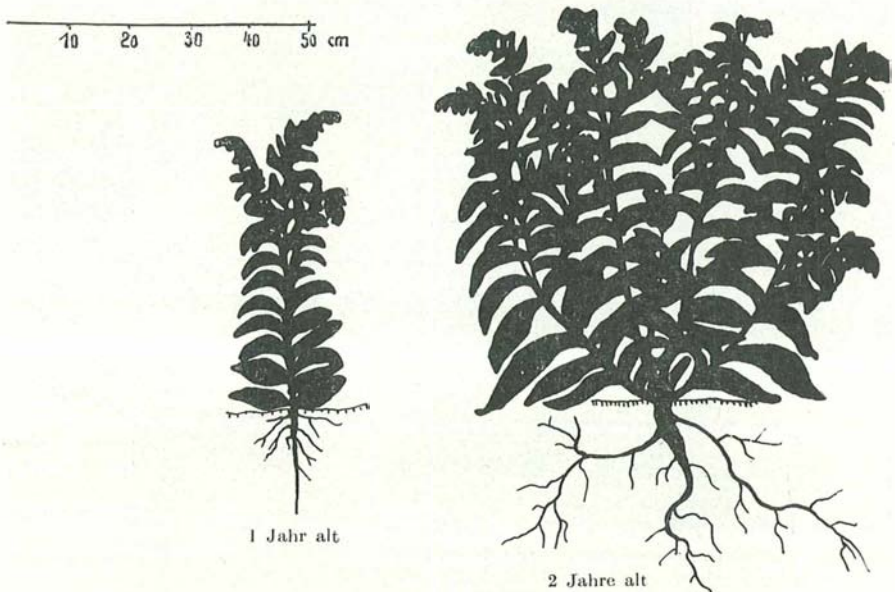


Abb. 15: *Cerinthe glabra*, aus Saat (Alpenwachsblume).

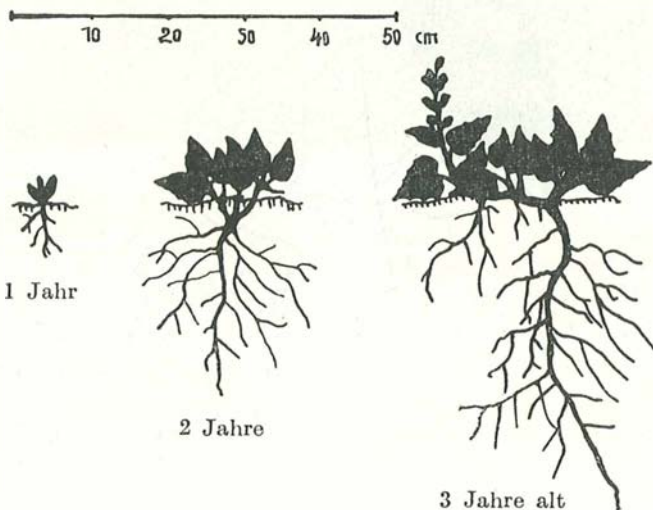


Abb. 16: *Salvia glutinosa* (gelber Salbei) aus Saat.

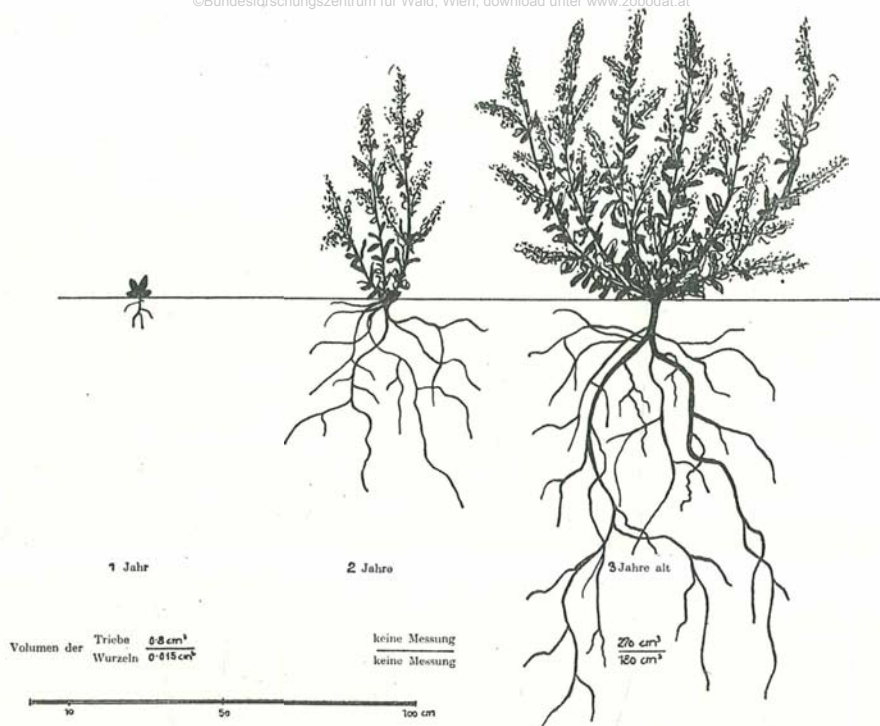


Abb. 17: Zuwachsgeschwindigkeit von *Artemisia vulgaris* (gemeiner Beifuß).

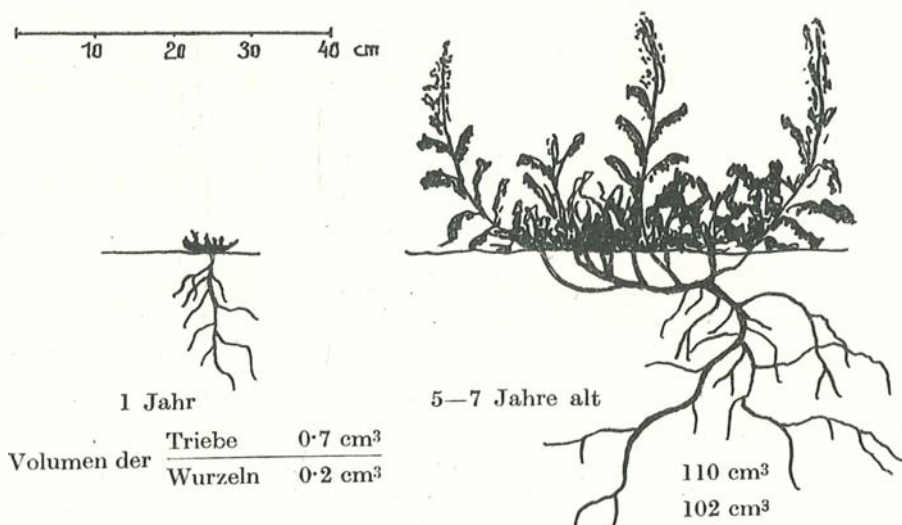


Abb. 18: Zuwachsgeschwindigkeit von *Artemisia absinthium* (echter Wermut).

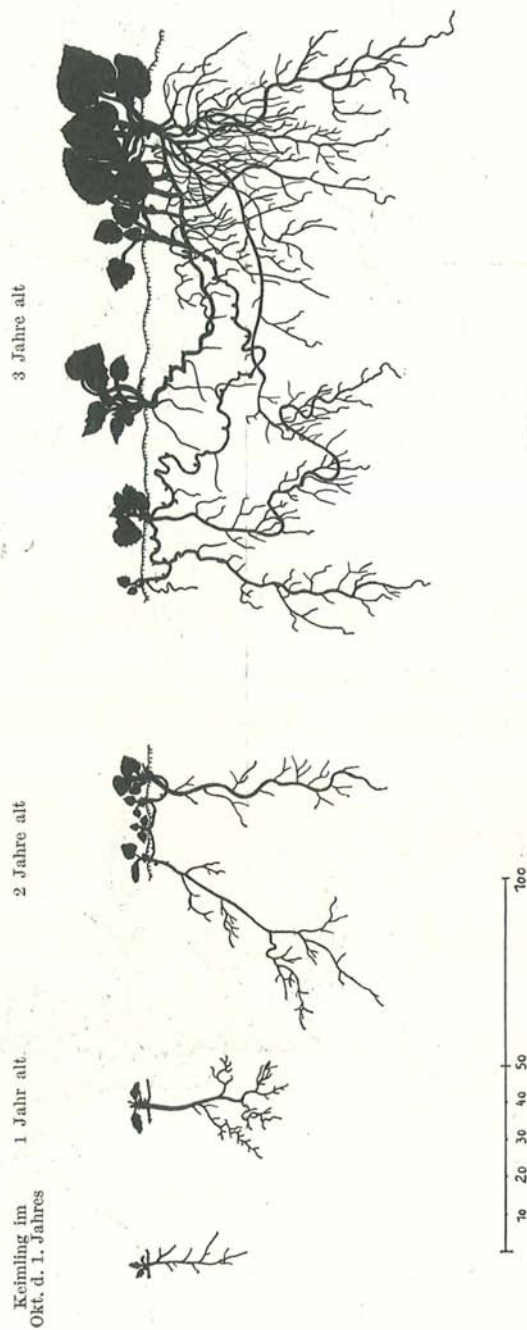


Abb. 19: Wuchsgeschwindigkeit der Schnee-Pestwurz (*Petasites paradoxus*).

wohlbekannt ist. Auf die sehr unterschiedliche Fruchtreife ist zu achten. Sie wird dadurch verursacht, daß häufig Lawinenschnee die Blütezeit verzögert.



Abb. 20: 3 jährige Sämlinge der Schnee-Pestwurz (*Petasites niveus*) im Hauptdolomit.

Auf ihre Verwendbarkeit in der Grünverbauung wären noch zu untersuchen und allenfalls in Saatgut-Camps anzubauen:

Hochstauden: *Adenostyles alliariae* und *glabra*, *Epilobium angustifolium*, *Laserpitium latifolium*, *Geranium silvaticum*, *Melandryum dioecum* und *album*, *Oxyria digyna*, *Petasites albus*;

Leguminosen: *Astragalus alpinus*, *Coronilla varia*, *Hedysarum obscurum*.

Triebstecklinge.

Die Vermehrung von Pflanzen durch Triebstecklinge ist die älteste bei der Begrünung von Rohböden angewandte vegetative Vermehrungsart. Schon DUILE empfiehlt 1834, „die Felder zwischen den Flechtzäunen mit Setzlingen von Wasser-Hölzern zu bepflanzen“ und erwähnt weiter, „man bezwecket eine allmähliche natürliche Bekleidung der wunden Flächen, besonders wenn man Gelegenheit hat, die Pfähle oder Äste von einer Holzart zu erhalten, welche sich durch Setzlinge leicht fortpflanzt. Dazu eignen sich Weiden, Erlen, Ulmen und andere Wasserhölzer, welche jedoch mit Vorsicht als Pfähle so

eingetrieben und als Äste so eingelegt werden müssen, daß sie aus der Erde die nöthigen Säfte erhalten, und somit weitere Zweige treiben können“.

LINDEMANN 1952 nennt die Faktoren, welche die Stecklingsbewurzelung beeinflussen:

1. Auswahl der Mutterpflanze,
2. Temperatur,
3. Feuchtigkeit,
4. Vermehrungssubstrat,
5. Bau und Wuchsstoffgehalt der Stecklingsteile,
6. Auswahl der Triebarten,
7. Synthetische Wachststoffe,
8. Lichteinfluß (Jahres- und Tagesrhythmus).

Bei der Grünverbauung können nicht alle diese Faktoren im selben Maß wie im Gartenbau berücksichtigt werden. So ist die Auswahl besonders vitaler Mutterpflanzen fast nie möglich, weil die Grünverbauung große Mengen Buschwerk verschlingt. Ebenso lassen sich im Freiland die Temperatur nie, Feuchtigkeit und Vermehrungssubstrat nur selten beeinflussen.

Wohl aber habe ich mehrmals Grünverbauungen im Herbst oder zeitigen Frühling ausführen können, so daß die Stecklinge bis zu der im Mai häufig auftretenden Trockenperiode bereits genügend lange Wurzeln gebildet hatten. Eine künstliche Bewässerung sollte in Rutschhängen nur in Ausnahmefällen versucht werden, da die Rohböden zu Erosion neigen.

Eine geringe, fast immer ausreichende Verbesserung des Substrates entsteht im allgemeinen bei den Vorarbeiten zu den Begrünungen beim Abböschchen der Bruchränder. Eine intensive Humusierung in der üblichen Form hat sich nicht bewährt, weil 1. die meisten Pionierpflanzen — insbesondere die Weidenarten — nicht humusbedürftig sind und 2. bei größerem Humusgehalt eine geringere Wurzelmassen-Produktion die Folge ist, so daß weder eine Bindung des aufgetragenen Erdreiches mit dem Untergrund, noch eine befriedigende Festigung der Oberfläche erreicht wird.

In den letzten Jahrzehnten wurde immer wieder die Behauptung aufgestellt, daß „bleistiftstarke“ Stecklinge am besten austreiben und bewurzeln. Beweise hiefür wurden allerdings nicht erbracht.

Andererseits schreibt SCHWAN schon 1781, daß die Weiden durch sogenannte „Satzweiden“ vermehrt werden und „Satzweiden sind Stangen, so man von den Stammweiden im Frühlinge abgehauen; sie sollen 2—3 Zoll im Durchmesser (= 5,2—7,9 cm!) und die Länge von 8 bis 12 Schuh haben“ (= 2,53—3,79 m!). „Die Buschweiden

(die oben genannten Maße bezog der Autor auf baumförmige Weidenarten) dürfen nur 3 Schuh (= 94,8 cm) lang seyn, wovon die Hälfte in die Erde zu stehen kommt“.

LEIBUNDGUT und GRÜNIG haben 1951 bei Versuchen zur Begrünung in schweizerischen Flyschgebieten die Frage nach dem günstigsten Steckrutenalter geklärt. Dazu wurden einjährige unverholzte, einjährig verholzte, zwei- und dreijährige Ruten der *Salices purpurea*, *incana*, *daphnoides*, *nigricans* und *aurita* herangezogen. **Bei allen Arten nahm das Bewurzelungsvermögen mit dem Alter und zunehmendem Durchmesser zu.** Leibundgut erwähnt gleichzeitig, daß es praktisch nicht immer möglich ist, ältere Stecklinge zu erhalten, weil man dazu ausgedehnte Muttergärten zur Verfügung haben müßte — es genüge aber die Verwendung zwei- bis dreijährigen Materials. Bei einigen Begrünungen habe ich die Erfahrung gemacht, daß meistens viel mehr älteres Rutenmaterial (bis etwa 20 Jahre und darüber) in den natürlichen Saliceten vorhanden ist als jüngeres Material. Wir haben daher derartige Probleme in den Gebirgsländern nicht, vor allem nicht in den von den Städten entfernter gelegenen Gebieten, wo noch verhältnismäßig ausgedehnte Weidenbestände erhalten geblieben sind.

Diese Ergebnisse Leibundguts und Grünigs lassen die Vermutung zu, daß die Fähigkeit zum Antreiben und Bewurzeln von Wuchsstoffen abhängig ist, die im lebenden Gewebe, vor allem in der Nähe des Vegetationspunktes, also in der Knospe, gespeichert sind. F. W. WENT fand in den Stecklingen eine wurzelbildende Substanz, die er „Rhizocaulin“ nannte. Diese Substanz wird in den Knospen gespeichert und wandert von dort zur basalen Schnittfläche, wo sie sich staut und die Wurzelbildung veranlaßt. Aus diesem Grunde wird auch zumeist die kräftigste Wurzel (speziell bei *Salix incana*) oder auch eine besonders hohe Zahl von Wurzeln (*Salix purpurea* u. a.) an der Schnittfläche gebildet. MOLISCH wies 1935 nach, daß an knospenlosen Internodien die Wurzelbildung ausbleibt. Es liegt daher die Annahme nahe, daß bei größerer Knospenzahl am Steckling auch die Wurzelbildung verstärkt wird, was eine gewisse Abhängigkeit vom Stecklingsvolumen bzw. der Stecklingslänge erklärt.

Einige der auf der Pletzachalm am Achensee (1100 m ü. d. M.) durchgeführten Stecklingsversuche mit *Salix purpurea* und *Petasites paradoxus* habe ich in dieser Richtung ausgewertet. Dort wurden die Stecklinge 1949 in einem ehemaligen, zu diesem Zwecke eingezäunten Bachausbruch eingebracht und erst nach drei Jahren ausgewertet (Oktober 1951).

Es zeigte sich, daß auch auf längere Zeit hinaus und nicht nur für die ersten Lebensmonate der längere bzw. dickere Steckling wegen seines besseren Startes höhere Zuwachsleistungen aufweist. Vor allem die Wurzellängen steigen entsprechend dem Stecklingsvolumen bzw. der Stecklingslänge (Abb. 22, 23).

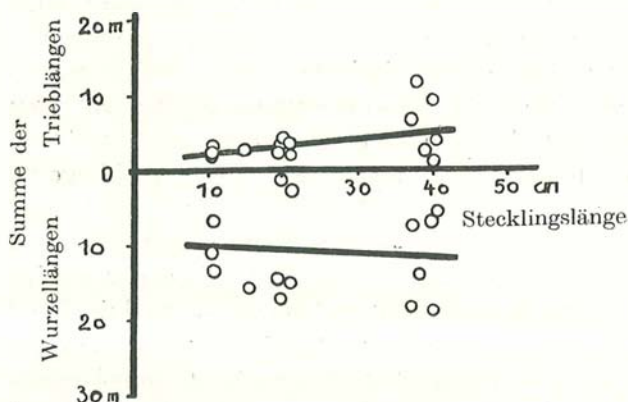


Abb. 21:

Abhängigkeit des Wachstums von der Stecklingslänge bei Purpurweide (*Salix purpurea*). Senkrecht eingebrachte Stecklinge.

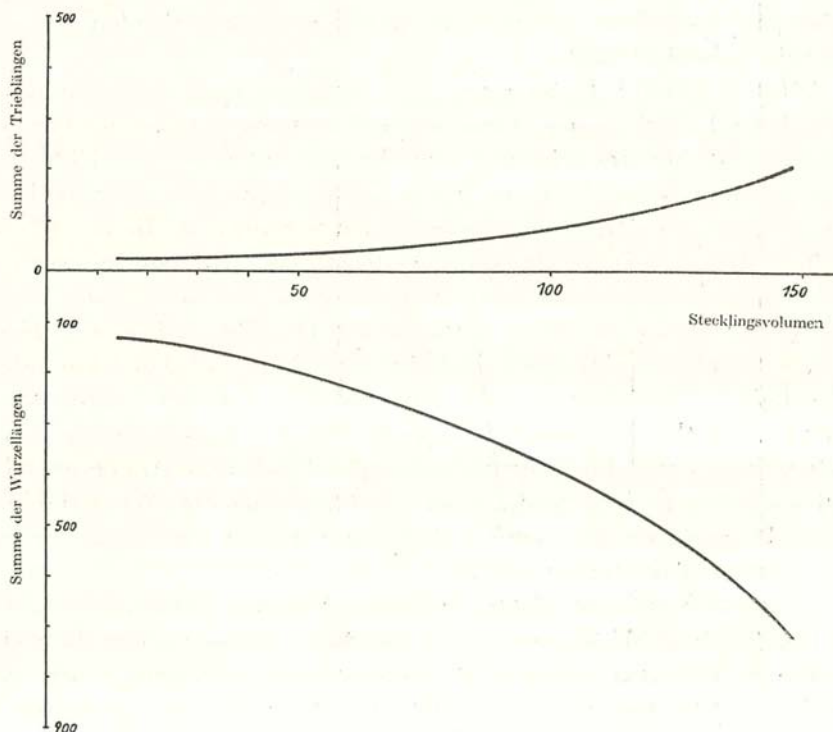


Abb. 22: Abhängigkeit des Wachstums vom Stecklingsvolumen bei Purpurweide (*Salix purpurea*). Waagrecht eingebrachte Stecklinge.

Bei den senkrecht eingebrachten Stecklingen zeigt sich deshalb kein so krasser Unterschied zwischen den einzelnen Stecklingslängen (Abb. 21, 41), weil das Rhizocaulin zum größten Teil nach unten wandert und die an der Schnittfläche gebildeten Wurzeln auch bei verhältnismäßig geringer Stecklingslänge bereits in eine günstige, der Austrocknung nicht mehr ausgesetzte Tiefe gelangen. Bei den flach eingebrachten Stecklingen bildet sich zwar häufig auch an der tiefsten (Schnitt-)Stelle die Hauptwurzel und ein ganzer Schopf von kräftigen Nebenwurzeln aus, doch bewurzelt der Steckling darüber hinaus an seiner ganzen, von Erde bedeckten Länge, so daß dadurch die Summe der Wurzellängen wesentlich beeinflußt wird. Abb. 23 zeigt typische

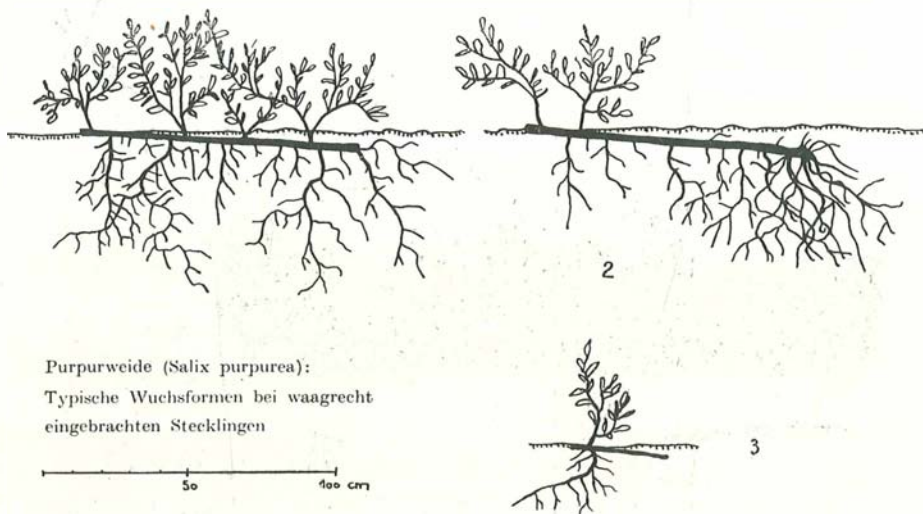


Abb. 23.

Wuchsformen, die bei den flach eingebrachten Stecklingen auftreten. 1 ist der Typ bei ausgesprochener Bereitschaft zur Bewurzelung und zum Antreiben, bei 3 wurde die Grenze der Bewurzelungsfähigkeit erreicht. Hier liegen Wurzel und Trieb unmittelbar beisammen, das Rhizocaulin ist also offenbar nicht bis zur Schnittfläche gewandert. Der Rest des Stecklings vertrocknet. Dieser Fall tritt zu ungünstigen Zeiten innerhalb des Vegetations(Jahres)rhythmus auf. 2 stellt die häufige Zwischenform zwischen 1 und 3 dar.

Innerhalb des Jahresrhythmus ist die Abhängigkeit der Bewurzelung vom Stecklingsvolumen zu den ungünstigsten Zeiten am größten.

So ergeben sich in der Gesamtwurzellänge (Summe aller Längen von Wurzeln erster Ordnung) bei einem Stecklingsvolumen von 14

bzw. 146 cm^3 Unterschiede von 1,40 bis 8,90 m! Während der nach dem Vegetationsrhythmus günstigsten Zeit ist die Abhängigkeit im Triebwachstum unwesentlich.

Bei Rhizomstecklingen scheint sich das Volumen bzw. die Länge des Stecklings nur unmerklich auf die Zuwachsleistung auszuwirken, wenigstens auf einen so langen Zeitraum hin wie bei den Versuchen auf der Pletzachalm (3 Vegetationsperioden). Bei *Petasites paradoxus* liegen die günstigsten Werte bei einer Stecklingslänge von etwa 10 cm mit einem Volumen von zirka 15 cm^3 , was auch in der Praxis stets als am wirtschaftlichsten und leicht durchführbar gelten kann.

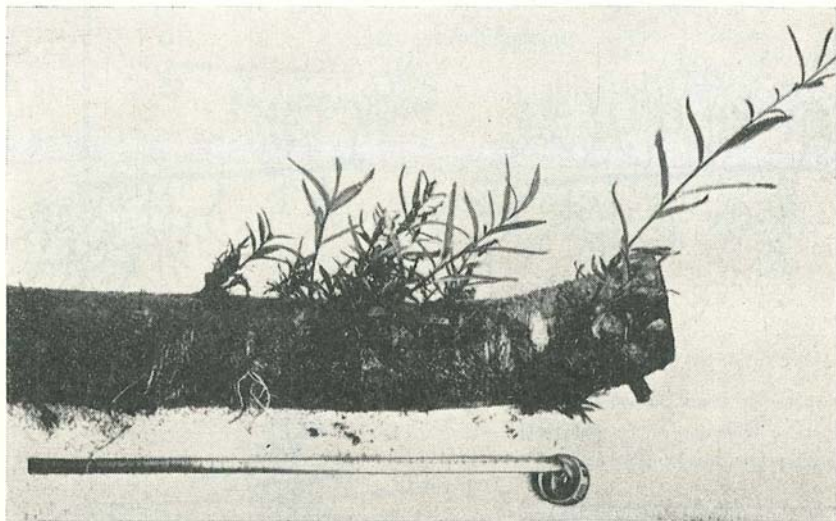


Abb. 24: 10 cm dickes Grauweiden-Steckholz, 2 Monate nach dem Einpflanzen.

Nach diesen Versuchen habe ich wiederholt Stecklinge nach verschieden langer Zeit wieder ausgegraben und dabei festgestellt, daß im allgemeinen die Zuwachsleistung dicker und verzweigter Äste größer ist. Spitzentriebe — insbesondere unverholzte — trocknen schon beim Transport aus. Eine Begrenzung der Dicke nach oben gibt es theoretisch kaum. Abb. 24 zeigt einen Ast von zirka 10 cm Durchmesser der Grauweide (*Salix incana*) eineinhalb Monate nach dem Einbringen in die Erde.

In Zirl beobachtete ich ferner, daß eine Trauerweide mit einem halben Meter Stammdurchmesser, die zerschnitten auf der bloßen Erde gelagert worden war, eine Unzahl von Trieben und Wurzelansätzen gebildet hatte. Diese sind später natürlich an der Luft abgetrocknet.

In der Praxis habe ich folgende Erfahrungen gesammelt:

Die Stärke des Stecklings ist nach oben nur durch die Rentabilität (besonders Transportschwierigkeiten — höhere Kosten) und die Nachschubfrage aus natürlichen Saliceten oder Muttergärten eingeschränkt. Ich wende deshalb alle Rutenstärken bis Armdicke und in einzelnen Fällen auch darüber an. Die dünnen Ruten und Zweigspitzen werden mitverwendet und mit den stärkeren, älteren Ästen gemischt. Möglichst lange Ruten, Äste oder Stecklinge wären wünschenswert, doch muß meist sparsam mit dem Material verfahren werden, da sich die natürlichen Vorräte erschöpfen. Bei senkrecht eingebrachten Stecklingen (z. B. Fugenbepflanzung) genügt es, wenn mit dem Steckling eine Tiefe von 30 cm erreicht wird. Für Hangbauten, wo Erosion, Verschüttung, Steinschlag, Austrocknung und Schurf einwirken, genügt diese Länge nicht. Hier lasse ich die Stecklinge etwa 0,75 bis 1,20 m lang (je nach den Bodenverhältnissen) schneiden und verwende fast durchwegs nicht Einzelstecklinge, sondern Buschwerk, also Äste mit allen ihren Abzweigungen.

Eine Angleichung der „Bauformen“ war die Folge. Sie werden später näher beschrieben. Wir unterscheiden heute

1. Zweigstecklinge, bis 3 cm Durchmesser,
2. Knüppelstecklinge, über 3 cm Durchmesser und
3. Buschwerk (ganze Äste mit allen Abzweigungen).

Für den Gärtner ist auch die Auswahl der Triebarten für die Stecklinge wesentlich. Nach LINDEMANN 1952 sind junge Sträucher einer Pflanze besser dazu geeignet als alte. Ferner sind nicht alle Triebe einer Pflanze gleich entwickelt und daher auch ungleich bewurzelungswillig. Nach PASSECKER 1949, 1954 weist ein alter Sämling eine Phasengliederung auf, wobei sich die jüngste Phase an der Basis, die älteste an den Zweigspitzen befindet. Man kann daher solche Pflanzen im wahrsten Sinne des Wortes verjüngen, indem man sie auf den Stock setzt, denn die an der Stammbasis austreibenden Ruten gehören wieder der Jugendform an. Diese Unterschiede sind auch äußerlich bei manchen Arten deutlich an der unterschiedlichen Blattform sichtbar. So bilden z. B. verschiedene Cupressineen, *Hedera helix*, einige Obstgehölze, aber auch Weiden und Zierpflanzen in der Jugend andere, gelappte oder wesentlich größere Blätter aus als in der Altersphase.

Die Altersphasen sind befähigt, Blüten und Früchte auszubilden, haben aber eine geringere Bewurzelungsfähigkeit. Bei Holzarten, die sich nur schwer vegetativ vermehren lassen, können daher durch die Verwendung von Basisteilen der Mutterpflanzen eine höhere Wurzelzahl und größeres Bewurzelungsprozent erzielt werden als bei Spitzentrieben. So stellten GARDNER 1930, UPSHALL 1932 und PASSECKER 1949, 1954 fest, daß bei Birne, Apfel, Vogelkirsche, Steinweichsel, Myrabalane, Pfirsich, Ulme, Ahorn, Thuja, Taxodium, Platane, *Paulownia tomentosa*, *Ginkgo biloba* die Verwendung von stammnahen Trieb- oder Wurzelstecklingen zu einem erheblich höheren Bewurzelungsprozent führt.

RASCHENDORFER (1953) hat bei *Salix grandifolia* und *caprea*, *Alnus incana* und *Hippophae rhamnoides* vergleichende Stecklingskulturen von stammnahen und stammfernen Trieben jeweils derselben Mutterpflanzen angelegt und als Ergebnis bei *Salix grandifolia* und *Alnus incana* einen deutlichen Unterschied zugunsten der basisnahen Stecklinge festgestellt, während bei *Hippophae* und *Salix caprea* kein eindeutiger Unterschied zu erkennen war (Abb. 25). Die Äußerung

PASSECKERS 1954, daß es heute leicht möglich sei, *Salix grandifolia* und *Alnus incana* durch Basisstecklinge zu vermehren, ist ein Fehlschluß, denn wie Abb. 26 zeigt, liegen die Spitzenergebnisse bei diesen Arten bei Freilandversuchen weit unter dem für die Praxis erforderlichen Mindestwert. Die größte Schwierigkeit für die Anwendung in der Grünverbauung ist jedoch der enorme Verbrauch an Mutterpflanzen bei einem hohen Abfallprozent. Da es meistens möglich ist, durch Wahl anderer Arten oder Nachzucht aus Samen einen billigeren Weg zu gehen, kommt der Verwendung von Basisstecklingen zur Grünverbauung nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zu. Dagegen hat sie für den Gärtner zur Erhaltung wertvoller Mutationen bzw. Erziehung wurzelechter Sorten großen Wert.

Bei *Populus nigra* hat sich die Verwendung jüngerer, ein- bis dreijähriger Stecklinge, Stockloden und Kopfstecklinge mit Terminalknospen am besten bewährt.

Zahlreiche Versuche zur Klärung der Frage, welche Pflanzenarten sich durch Stecklinge vermehren lassen, liegen vor. In älteren Arbeiten werden sehr unklare Angaben hierüber gemacht. Während DUILE (1834) sehr großzügig von „Wasserhölzern, welche sich leicht durch Setzlinge vermehren lassen“, schreibt, werden später eine Anzahl angeblich vermehrbarer Arten genannt. WANG (1902) empfiehlt wegen ihrer Ausschlagfähigkeit die Weiden und nennt speziell 26 Arten als besonders geeignet. Wenn man diese Artenliste genauer betrachtet, entdeckt man allerdings einige Synonyme, mehrere Arten, die in den Alpengebieten nicht in Frage kommen und solche, die sich bestimmt nur schwer durch Stecklinge vermehren lassen, wie z. B. *Salix caprea*. Leider wurde die Liste Wangs in der späteren forstlichen und Wildbachverbauungsliteratur immer wieder verwendet.

Neuere Arbeiten setzten sich seit 1930 wieder genauer mit dieser Frage auseinander. Von Praktikern, die solche Versuche zur unmittelbaren Anwendung im Flußbau, in der Grünverbauung und zur Flechtweidenkultur anstellten, seien in erster Linie LEIBUNDGUT/GRÜNIG 1951, STELLWAG-CARION 1936/37, KELLER 1937/38, KRICKL 1946 und PRÜCKNER 1947/48 genannt. Für die Grünverbauung in Tirol können leider die genannten Arbeiten nur bedingt verwendet werden, da die Verfasser nur mit „Edelweiden“, — meist künstlichen Bastarden und Züchtungen der Gruppen *Salix viminalis*, *daphnoides*, *caspica* und *purpurea* — gearbeitet haben, die hohe Ansprüche an Klima und Boden stellen. Aus diesem Grunde sind auch die Flechtweidenkulturen, die im Herbst 1927 im Lechtal zur Schaffung eines Nebenwerbes für die dortige Bevölkerung geschaffen worden waren, im Laufe der Jahre wieder eingegangen. Auch die bei den Flußverbauungen an der Enns, Erlauf, Schwechat u. a. von KELLER 1937/38

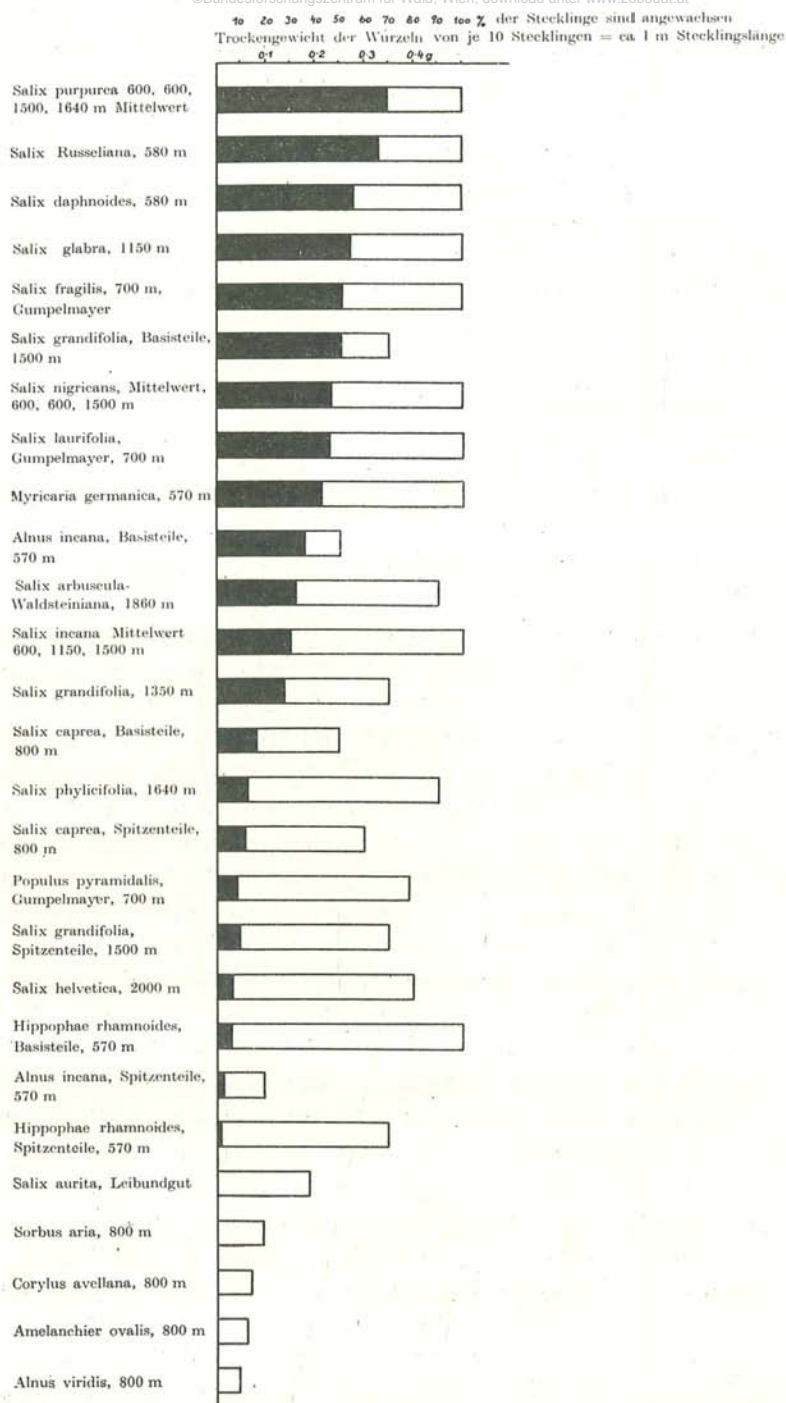


Abb. 25: Zuwachsleistung durch Triebstecklinge im Labor vermehrter Pflanzen nach den Arbeiten von RASCHENDORFER, GUMPELMAYER und LEIBUNDGUT und eigenen Untersuchungen.

und PRÜCKNER 1947/48 angewandeten Bautypen fußen auf der Verwendung langer, gerader Ruten, die wir bei den in Tirol heimischen Weiden selten vorfinden. STELLWAG-CARION 1936 gibt an, daß er mit *Salices* (ohne Speziesangaben), *Hippophae*, *Juniperus communis*, *Ligustrum* und *Populus* (wiederum ohne Speziesangaben) Erfolge, dagegen mit *Amelanchier*, *Alnus*, *Lonicera* und *Rhamnus frangula* Mißerfolge gehabt hat.

DARMER 1947 behauptet, daß sich der Sanddorn durch Stecklinge vermehren lasse und daß zweijähriges Holz dazu besser als einjähriges geeignet sei.

LEIBUNDGUT/GRÜNIG 1951 untersuchten in den Forstgärten der ETH Zürich die Weiden: *Salix purpurea*, *incana*, *nigricans*, *daphnoides* und *aurita* und kamen bei allen zu positiven Ergebnissen. GUMPELMAYER 1949 wies die Bewurzelungsfähigkeit der *Salices laurifolia* und *fragilis* und der Pyramidenpappel (*Populus nigra* var. *pyramidalis*) nach.

RASCHENDORFER (1953) hat zwei Jahre lang Versuche in Form von Fließkulturen durchgeführt, die nach jeweils 62 Tagen ausgewertet wurden. In der Abb. 26 habe ich die Wurzelmassenproduktion (Trockengewicht der Wurzeln von je 10 Stecklingen = 1 m gesamte Stecklingslänge) der untersuchten Arten aufgetragen. Die Bruch- und Lorbeerweide sowie die Pyramidenpappel (nach GUMPELMAYER 1949) und Ohrweide (nach LEIBUNDGUT/GRÜNIG 1951) habe ich mit dem Bewurzelungsprozent in die Tabelle aufgenommen; Angaben über die Massenproduktion fehlen bei diesen Autoren. Aus der Anordnung ist ersichtlich, daß die weitaus größte Wurzelmasse von der Purpurweide (*Salix purpurea*) produziert wird. Bei den vorliegenden Versuchen handelt es sich um die Unterart *Lambertiana*. Wie sich in der Praxis zeigte, bleibt die Unterart *gracilis* sowohl im Trieb-, als auch im Wurzelwachstum etwas zurück, verträgt dafür aber extrem trockene und hoch gelegene Standorte (in Nordtirol bis zirka 1900 m). Als weitere Arten scheinen in der Reihenfolge ihrer Ausschlagfähigkeit auf:

Salix Russeliana, *daphnoides*, *glabra*, *fragilis*, *grandifolia* Basisteile, *nigricans* Mittelwert, *laurifolia*, *Myricaria germanica*, *Alnus incana* Basisteile, *Salix arbuscula*, *incana* Mittelwert, *grandifolia* Mittelwert.

Die danach folgenden Pflanzenarten sind höchstens bedingt in der Praxis anwendbar. So können z. B. *Salix phylicifolia* und *helvetica* unter Umständen noch wesentlich sein, weil sie infolge ihrer spezialisierten Standortansprüche nur schwer durch andere Weidenarten ersetzbar sind (wohl aber durch *Alnus viridis*). *Populus nigra* var. *pyramidalis* kommt für die Grünverbauung ohnehin nicht in Frage;

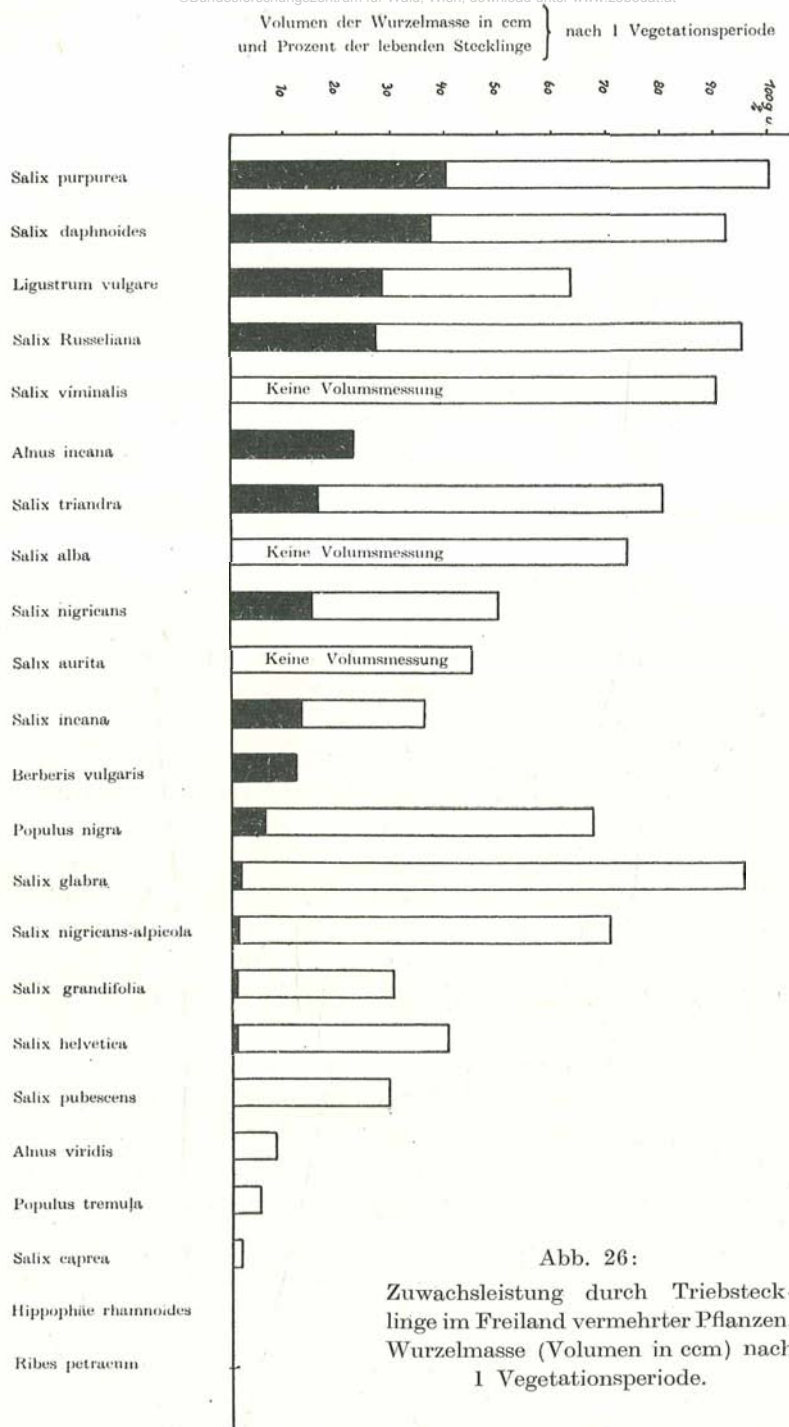


Abb. 26:

Zuwachsleistung durch Triebstecklinge im Freiland vermehrter Pflanzen. Wurzelmasse (Volumen in ccm) nach 1 Vegetationsperiode.

für gärtnerische Zwecke genügt ihr Bewurzelungs- und Ausschlagsvermögen. Bei allen anderen Arten (*Salix caprea*, *Hippophae rhamnoides*, *Alnus incana*, *Sorbus aria*, *Corylus avellana*, *Amelanchier ovalis* und *Alnus viridis*) kommt Stecklingsvermehrung für die Grünverbauung wegen ihrer geringen Leistung nicht in Frage. Von der Verwendung der *Salix aurita* würde ich ebenfalls im allgemeinen absehen, zumal sie durchwegs nur auf anmoorigen Böden zu finden ist. Immerhin dürfte sie für wasserzügige Böden (Flysch) und in den niederschlagsreichen Alpenrandgebieten und bei Sonderfällen (an Kanälen, Entwässerungsgräben, Torfstichen u. a.) von Bedeutung sein. Von den Arten mit großer ökologischer Amplitude (*Salix purpurea*, *incana* und *nigricans*) wurden je 4 Herkünfte in die Versuche einbezogen und Mittelwerte errechnet (aus 40 Stecklingen). Die Spitzenwerte dieser Arten liegen erheblich höher.

Sehr interessant ist ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der genannten Fließkulturen von RASCHENDORFER und denen, die im Freiland gewonnen wurden (Abb. 26). Bei ihnen habe ich die Wurzelmasse nicht nach dem Trockengewicht, sondern nach dem Volumen gemessen, da das Trockengewicht durch die anhaftenden Mineralteilchen völlig verfälscht würde. Im großen und ganzen ist eine ähnliche Reihenfolge wie bei Abb. 25 geblieben; die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten kommen im Freiland etwas deutlicher zum Ausdruck. Auch die Auslese der schwach ausschlagenden Holzarten erfolgt rascher. So rangiert zwar die Grauerle schon an sechster Stelle, weist aber nur mehr ein Bewurzelungsprozent von 1,5 auf, so daß sie für die Verwendung zur Grünverbauung ausscheidet. Auch der Sauerdorn wird mit 12% trotz seiner großen Wurzelmassenproduktion kaum als Steckling verwendet werden, obwohl in den ersten beiden Jahren die Stecklingspflanze dem Sämling an Zuwachs überlegen ist (Abb. 27). Die großblättrige Weide (*Salix grandifolia*) — hier durchschnittliche Stecklinge ohne Differenzierung in Basis- und Spitzenteile — liegt ebenfalls an der Grenze der Wirtschaftlichkeit und die dahinter liegenden *Salix pubescens*, *Alnus viridis*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Hippophae rhamnoides* und *Ribes petraea* können überhaupt nicht mehr als ausschlag- und bewurzelungsfähig angesehen werden.

TEUSCHER/Montreal 1952 hat wegen der Schwierigkeit, die Zitterpappel (*Populus tremula*) durch Stecklinge zu vermehren, mit einem Massenveredelungsapparat, der in Frankreich zur Veredelung der Weinreben in Gebrauch ist, die Aspenstecklinge mit Erfolg auf *Populus balsamifera* aufgepfropft.

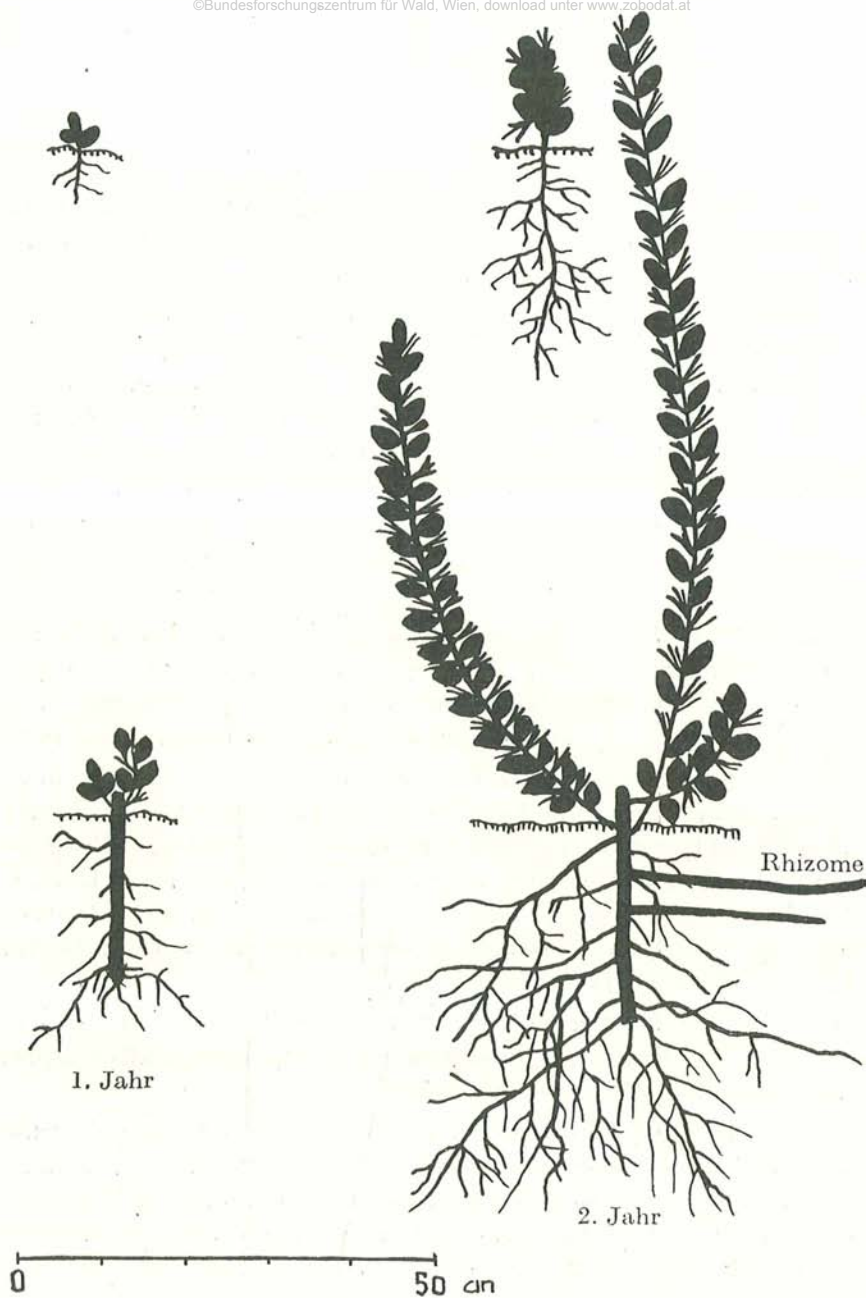


Abb. 27: Sauerdorn (*Berberis vulgaris*), aus Saat (oben) und aus Triebstecklingen (unten).

Bei Versuchen anlässlich der Begrünungsarbeiten im Schüttgraben (Steiermark) ergab sich, daß die Silberwurz (*Dryas octopetala*) nicht durch Stecklinge vermehrbar ist.

Über Versuche, bei sonst schwierig vermehrbaren Pflanzenarten das Bewurzelungsprozent durch Behandlung mit synthetischen Wuchsstoffen zu steigern, liegen mehrere Arbeiten vor.

GUMPELMAYER 1949 gelang eine Hebung des Bewurzelungsprozentes bei *Salix laurifolia* und *fragilis* und Pyramidenpappel durch 40—48ständiges Basalbad in 17—20 °C Indolylessigsäure Merck, 0,01%ig. LEIBUNDGUT und GRÜNIG 1951 haben mit dem synthetischen Wuchsstoff „Roche 202“ gearbeitet, der bei den von ihnen untersuchten Arten wenig wirksam und überdies unnötig war, da auch ohne Behandlung das Bewurzelungsvermögen befriedigend ist.

WETTSTEIN 1951 erzielte mit „Radixal“ bei Grauerlenstecklingen keine Bewurzelung.

HEITMÜLLER 1951/52 erzielte bei *Ulmus montanus* 96% Bewurzelung, *Ulmus campestris* 56%, *Acer pseudoplatanus* 96%, *Fagus sylvatica* 32% und selbst bei Nadelhölzern wie *Larix laricina* 56%, *Picea excelsa* 51%, *Pinus silvestris* 28% und *Larix europaea* 19%.

Weitere Erkenntnisse aus Heitmüllers Versuchen: Knospen bzw. Terminalknospen sind zur Bewurzelung unerlässlich; einjährige Stecklinge bilden längere Wurzeln als ältere; längere Stecklinge bewurzeln besser als kurze; alle Arten bewurzelten als junge Triebstecklinge ohne Ansatz älteren Holzes besser. Bei *Acer*, *Picea*, *Douglasia* bewurzelten Kopfstecklinge, bei *Pinus* und *Abies* Basisstecklinge besser.

Die Wuchsstoffversuche RASCHENDORFERS 1953 bei *Hippophae*, Grün- und Grauerle, *Sorbus aria* und *aucuparia* und Zitterpappel führten zu keiner Bewurzelung.

Der Anwendung von Wuchsstoffen in der Grünverbauung sollte immer die Auswahl leichter bewurzelnder Arten oder die Verwendung von Sämlingen und Schulpflanzen vorgezogen werden. Bei einzelnen Arten, wie etwa Pappeln, *Salix grandifolia* und *caprea* ist die Verwendung von Wuchsstoffen in großem Maßstab unter gewissenhafter Aufsicht durchaus möglich, sofern die günstigsten Wuchsstoffkonzentrationen ermittelt sind, was aber noch ausgedehnte Versuche erfordert.

Wurzelstecklinge, Rhizomstecklinge.

Wurzelstecklinge können wie Triebstecklinge zur Vermehrung herangezogen werden, haben aber im allgemeinen nicht mehr Erfolg als diese. Auch bei ihnen erreicht man bei stammnahen Stecklingen ein höheres Bewurzelungsprozent und eine größere Wurzelzahl als bei stammfernen nach dem Prinzip der Phasengliederung der Pflanze (PASSECKER 1949, 1954). Es kommt hin und wieder vor, daß durch Erosion Bäume oder Sträucher freigelegt wurden. In diesen Fällen ist die Verwertung des Wurzelmaterials als Stecklinge zu empfehlen. Freilandversuche im Forstgarten Bodensteinalm (1640 m ü. d. M.) auf der Innsbrucker Nordkette habe ich mit *Populus tremula* und *nigra*, *Rubus idaeus*, *Corylus avellana*, *Alnus incana* und *Salix caprea* durchgeführt (Abb. 28). Die Ergebnisse sind nicht sehr ermutigend, doch muß auch die Höhenlage des Forstgartens dabei berücksichtigt werden.

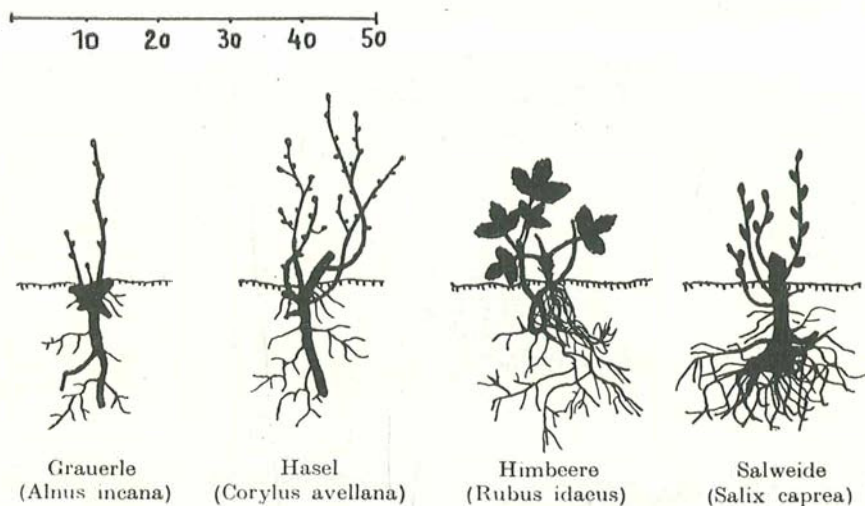


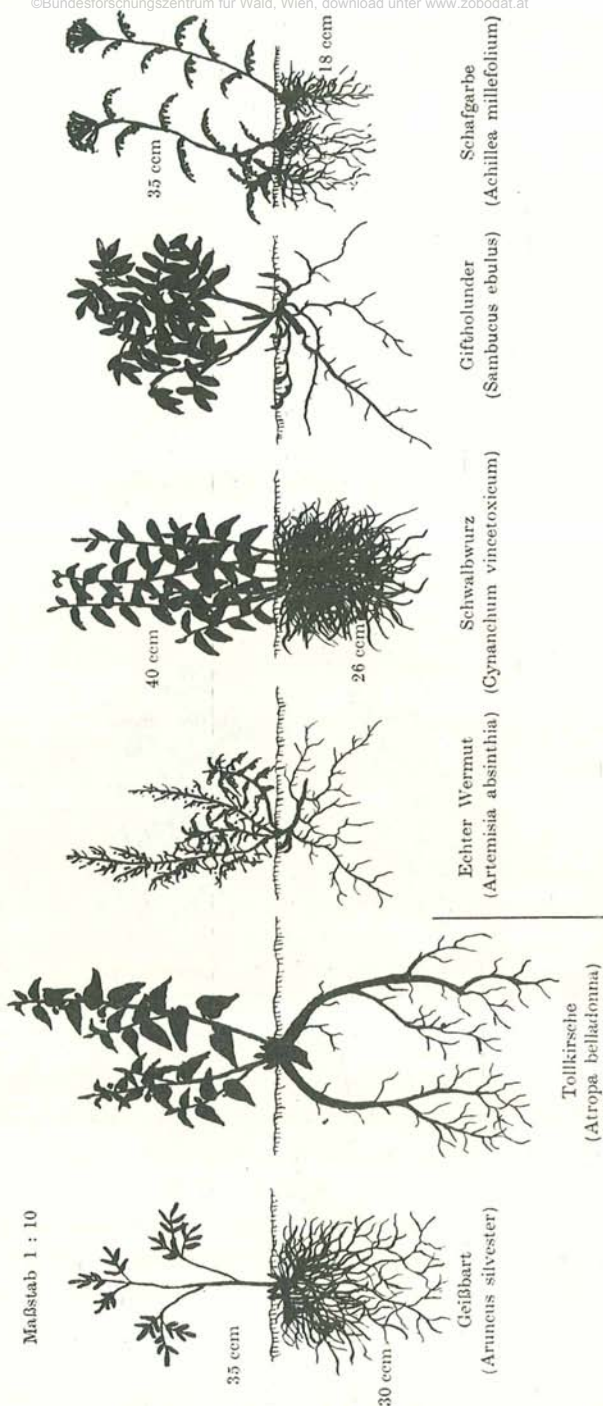
Abb. 28: Zuwachs von Pflanzen, die durch Wurzelstecklinge vermehrt wurden, nach 1 Vegetationsperiode.

Rubus idaeus hat sich jedenfalls in der Praxis mehrmals gut bewährt, z. B. am Reißenden Ranggen bei Zirl.

Auch zu Stecklingen zerschnittene Rhizome ermöglichen bei manchen Stauden eine rentable vegetative Vermehrung. Das ist bei Pestwurz (*Petasites paradoxus* und *albus*) schon des öfteren in der Literatur erwähnt worden (s. auch S. 26). DÜMLER (1946) erreichte in einem kleinen Versuch eine 100%ige Bewurzelung von Huflattich (*Tussilago farfara*). Im Forstgarten Telfs der Wildbachverbauung (600 m ü. d. M.), im Forstgarten Ißboden im Stubaitale (1650 m ü. d. M.)



Maßstab 1 : 10



Nach einer Vegetationsperiode

Nach drei Vegetationsperioden

Abb. 29: Zuwachs von Pflanzen, die im Freiland durch Rhizomstecklinge vermehrt wurden.

und bei verschiedenen Begrünungen habe ich Freilandkulturen mit Schneepestwurz, Waldgeißbart, Schwalbenwurz, Tollkirsche, Giftholunder, gemeiner Schafgarbe und Wermut angelegt. Der Erfolg geht aus den Abb. 29 bis 33 hervor. Demnach sind alle angeführten Arten verwendbar, zum Teil sogar sehr zu empfehlen. Man vergleiche die Wurzelmassen von *Atropa*, *Arunceus* usw. mit denen der Triebstecklinge in den Abb. 25 und 26.

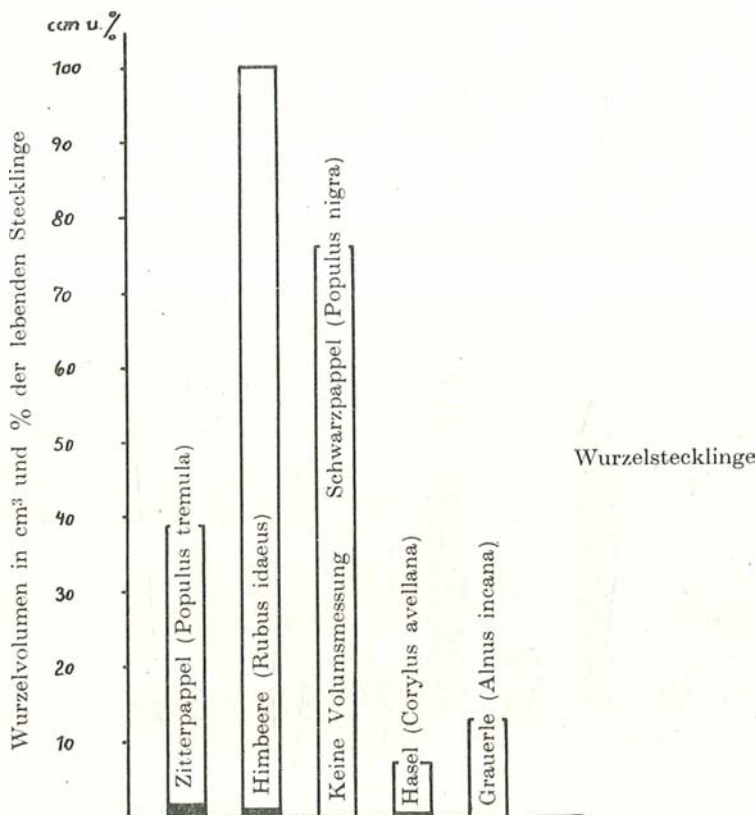


Abb. 30: Zuwachsleistung durch Wurzelstecklinge und Rhizomstecklinge vermehrter Pflanzen. Wurzelmasse (Volumen in cm) nach einer Vegetationsperiode.

Auch umgekehrt eingesetzte Stecklinge bewurzeln und treiben an. Die Stecklinge kümmern allerdings später und sind nicht konkurrenzfähig.

Der Drang nach der Wirtschaftlichkeit macht die Frage nach der vergleichenden Wuchsgeschwindigkeit zwischen Stecklingen und Sämlingen aktuell, vor allem bei denjenigen Arten, deren Nachzucht durch Samen keine Schwierigkeiten bereitet. Hiebei

zeigten die Triebstecklinge (Abb. 27, 33, 34) in den ersten zwei Jahren einen Vorsprung, der ab dem dritten, spätestens vierten Jahre wieder von den Sämlingen aufgeholt wurde. Dagegen blieben die Wurzelstecklinge immer hinter den Sämlingen zurück (Abb. 34).

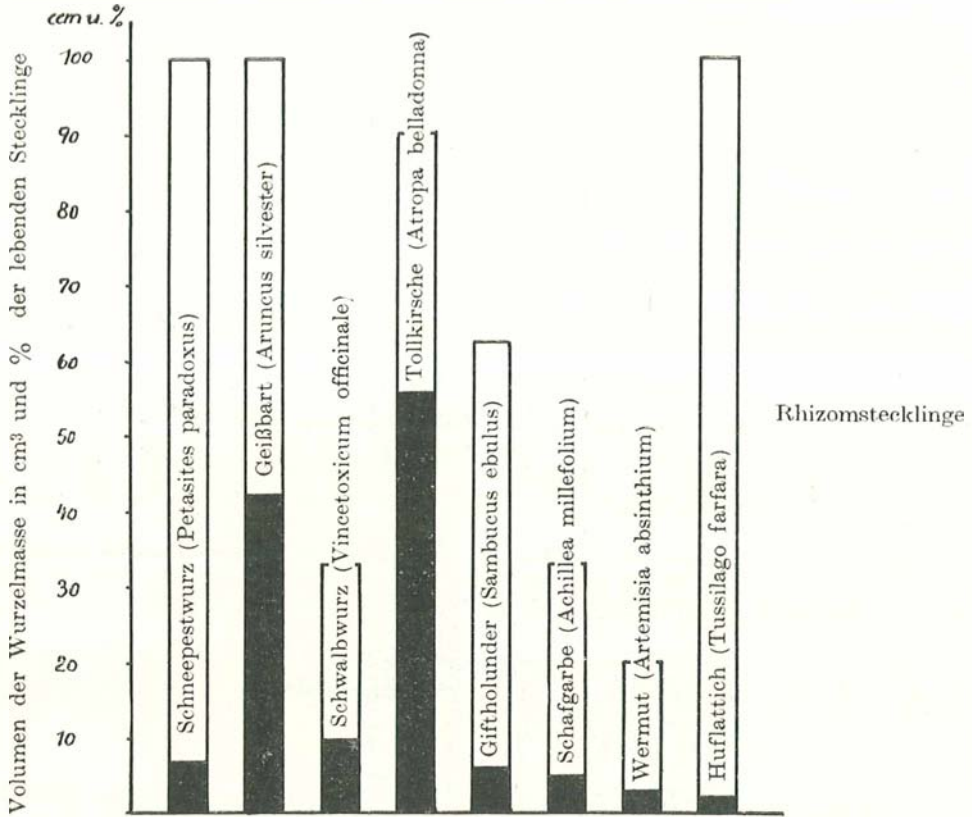


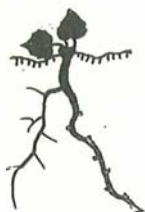
Abb. 31.

Petasites paradoxus aus Saat bildet weiter ausladende Wurzeln und junge Rhizome aus. Sonst ist die Zuwachsgeschwindigkeit aus Saat und Rhizomstecklingen ziemlich gleich groß (Abb. 19, 32). Die Saat wäre vorzuziehen, da sie billiger ist und der Verbrauch an Wurzelmaterial wegfällt.

Die günstigste Vermehrungszeit bei Stecklingen.

In der forstlichen Literatur und jener der Wildbachverbauung tauchte immer wieder das Problem auf, wann die Begrünungen am günstigsten durchzuführen seien; die am weitesten verbreitete Mei-

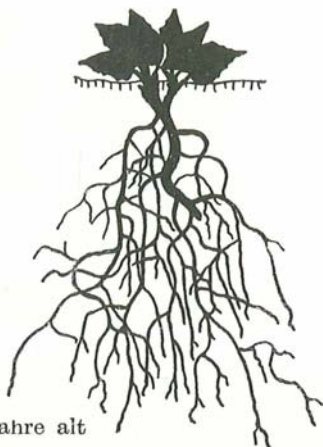
0 50 cm



1 Jahr alt



2 Jahre alt



3 Jahre alt

Abb. 32: Schnee-Pestwurz (*Petasites paradoxus*), aus Rhizomstecklingen.

0 50 cm



Rhizomsteckling



2 Jahre alt



3 Jahre alt

Abb. 33: Schwalbwurz (*Cynanchum vincetoxicum*) aus Rhizomstecklingen.
Versuch in 1650 m Seehöhe; Rhizomstecklinge aus 1000 m Seehöhe.

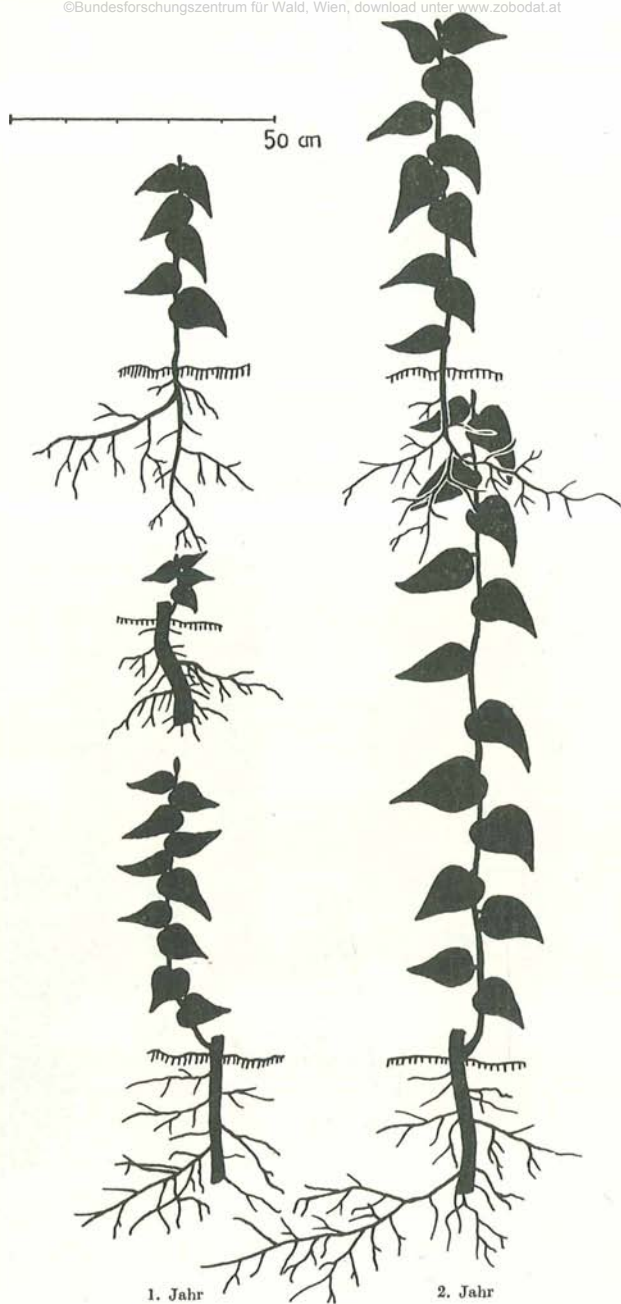


Abb. 34: Schwarzpappel (*Populus nigra*), aus Saat (oben), Wurzelstecklingen (Mitte), Triebstecklingen (unten).

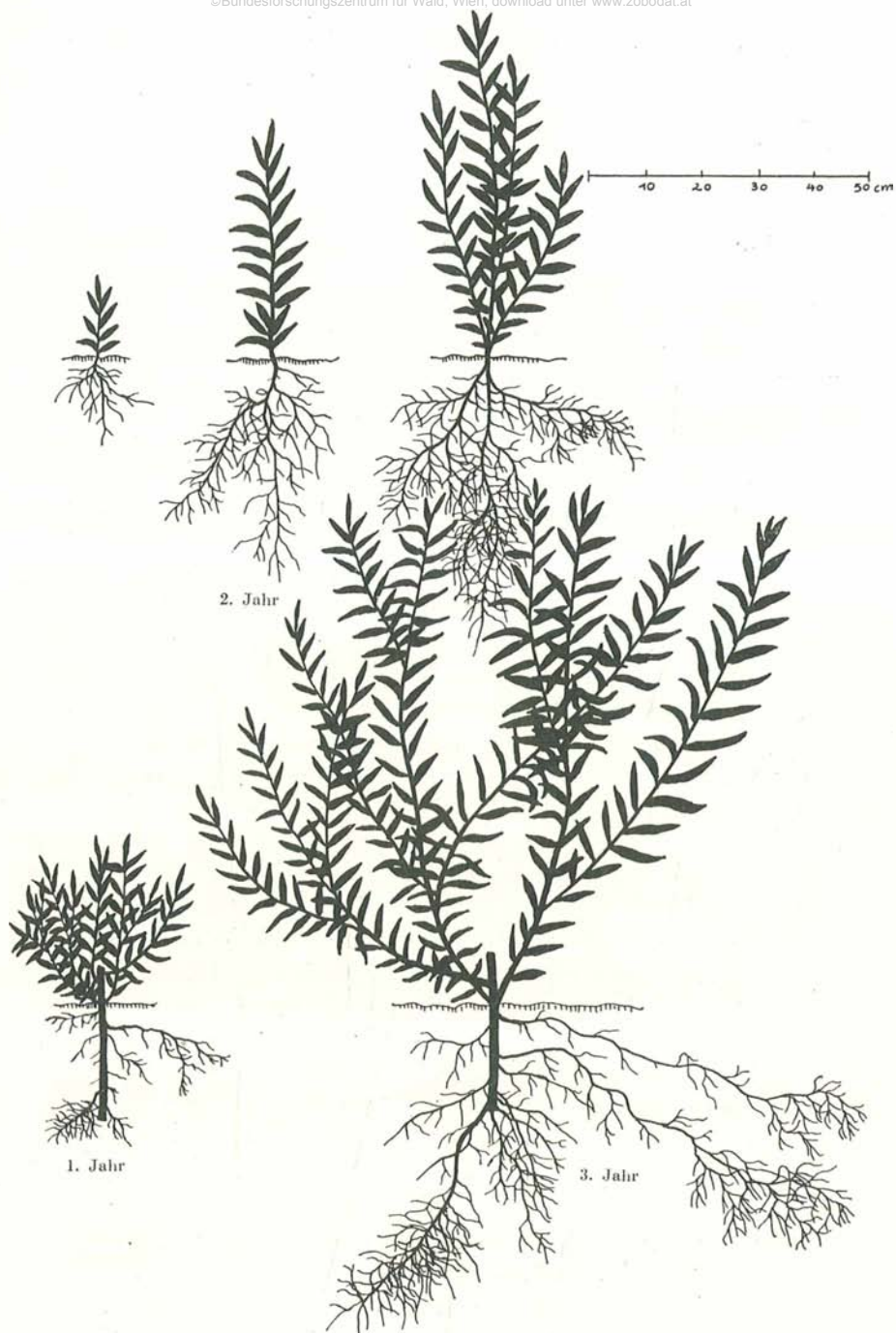


Abb. 35: Rainfarn, Liguster (*Ligustrum vulgare*), aus Saat (oben), aus Triebstecklingen (unten).

nung war, daß nur der Frühling dafür in Frage komme. Dagegen sprachen verschiedene Umstände; z. B. ist es den Gärtnern und Bauern längst bekannt, daß Laubbölzer besser im Herbst, Nadelhölzer dagegen im Frühling verschult und ungesetzt werden sollen. Bei Überprüfung mißlungener Begrünungen ließ sich mehrmals feststellen, daß eher die Zeitwahl als die Artenwahl verfehlt war. Außerdem ergab sich der Wunsch, auch im Herbst Grünverbauungen durchführen zu können, da es organisatorisch schwierig ist, größere Arbeiten in gedrängter Zeit durchzuführen.

Die Erkenntnis, daß der Lebensablauf der Pflanze innerhalb eines Jahres von einer inneren Rhythmik gesteuert wird, ist relativ alt. Alexander von HUMBOLDT beobachtete um 1800 auf seiner Reise nach Südamerika, daß dort bei den Bäumen schon einen Monat vor Beginn der Regenzeit der Laubausbruch beginnt. Er sprach von einem „Instinkt“, der den Bäumen die Regenperiode ankündigt. Später haben van der LEK (1934) und besonders BÜNNING (1939 bis 1951) die Beobachtungen, die sich auf den Rhythmus bezogen, wissenschaftlich unterbaut. Demnach handelt es sich um einen Vegetationsrhythmus, der offenbar im Plasma festgelegt ist. Er ist in allen Pflanzenteilen vorhanden, also auch in den Trieb-, Wurzel- und Rhizomstecklingen und sogar in den Samen. Der Rhythmus ist durch langjährige Auslese an den örtlichen Klimawechsel angepaßt.

Die erste Arbeit über den Jahresrhythmus bei Weiden- und Pappelarten von GUMPELMAYER (1949) ergab bei *Salix laurifolia* und *fragilis* und bei *Populus nigra* var. *pyramidalis* eine zweigipfelige Jahresperiode mit einer bedingten Vegetationsruhe im Mai und einer absoluten von Oktober bis Dezember.

RASCHENDORFER führte im Auftrage der Wildbach- und Lawinenverbauung 1949/50 die schon mehrmals zitierten ausgedehnten Stecklingsversuche durch, um wenigstens bei den wichtigsten Pflanzenarten Klarheit über den Rhythmus zu schaffen. Die Versuche sind genauer als bei GUMPELMAYER, weil nicht nur jeden Monat, sondern alle drei Wochen die Stecklinge geschnitten wurden. Als wichtigstes Ergebnis kann gesagt werden, daß

1. die Stecklingsvermehrung nicht nur im Frühling durchgeführt werden kann, und
2. daß die verschiedenen Arten einen individuellen, etwas differenzierten Rhythmus aufweisen.
3. Die Bildung von Wurzeln und Trieben ist vom Vegetationszustand der Pflanze zum Zeitpunkt des Stecklingsschnittes abhängig.

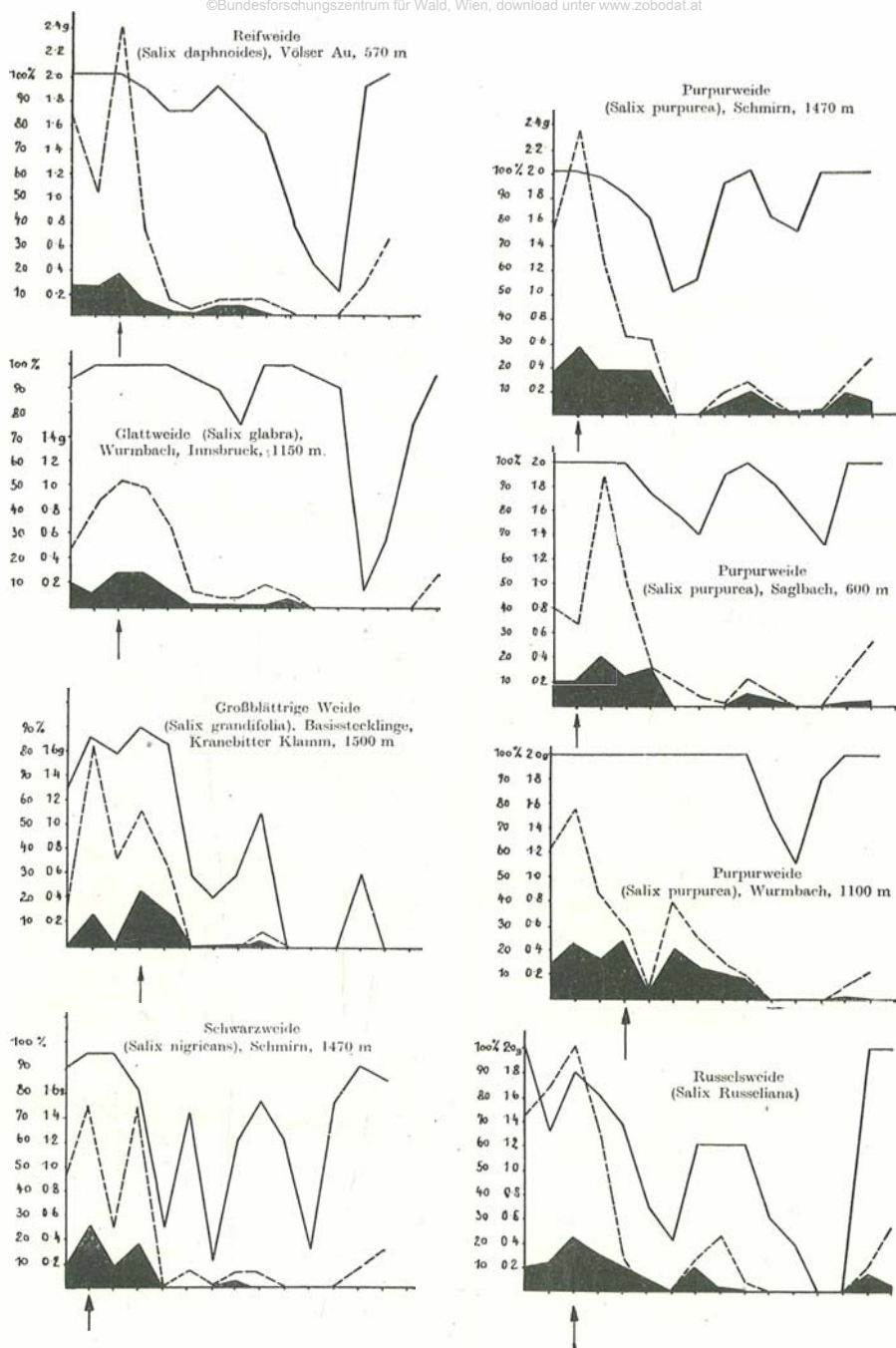


Abb. 36, 37: Vegetationsrhythmus durch Triebstecklinge vermehrter Pflanzenarten.

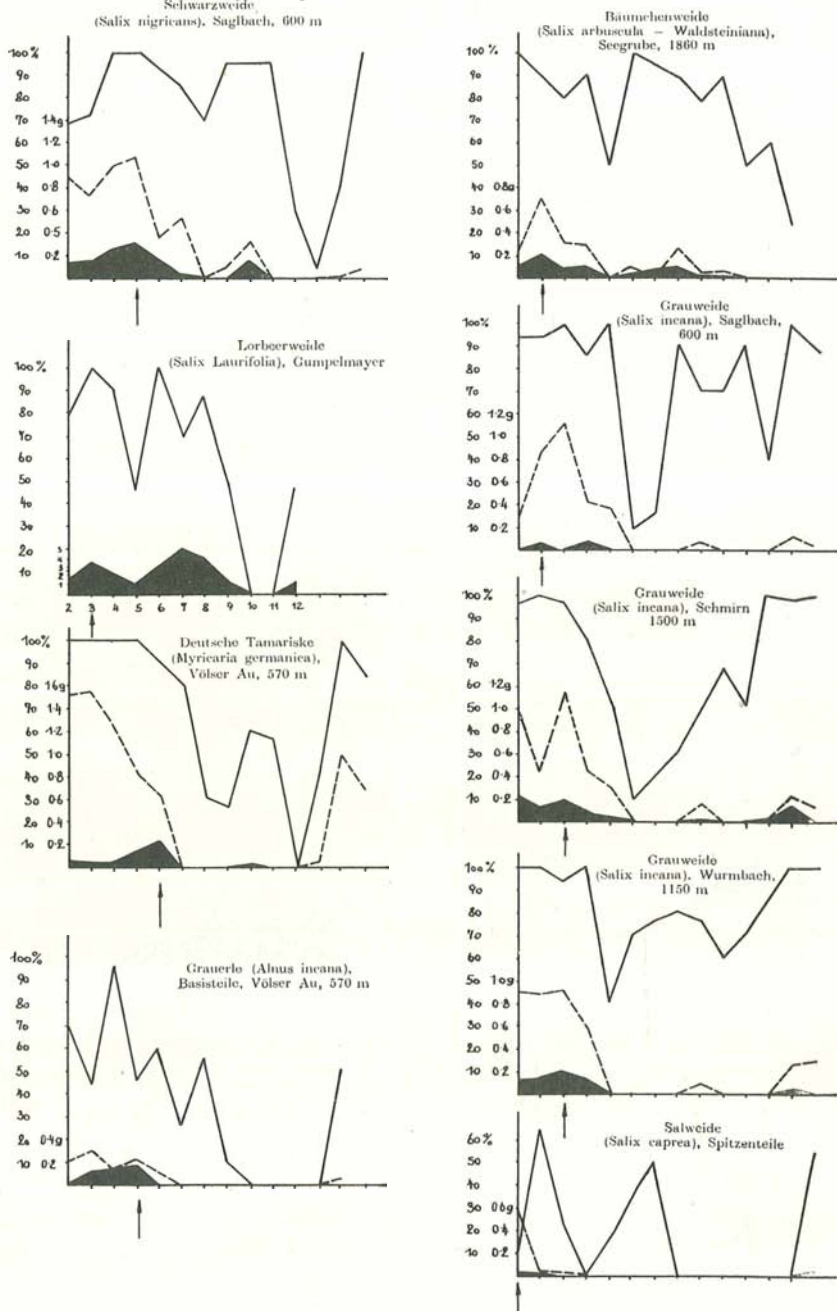


Abb. 38, 39: Vegetationsrhythmus durch Triebstecklinge vermehrter Pflanzenarten.

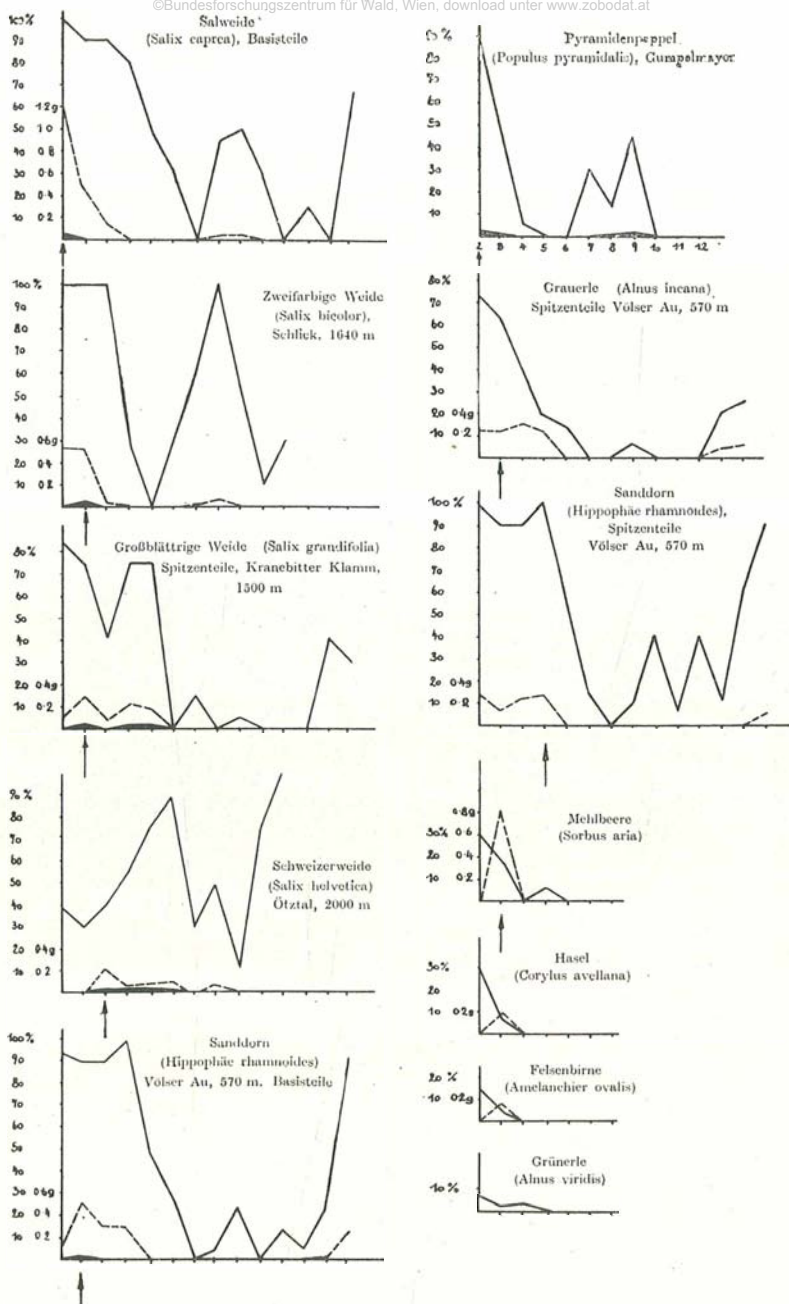


Abb. 40, 41: Vegetationsrhythmus durch Triebstecklinge vermehrter Pflanzenarten.

Die Abb. 36—41 stellen die Ergebnisse der Versuche Raschendorfers im Detail dar. Ich habe eine andere Darstellungsweise als Raschendorfer gewählt, um alle Versuche zu vereinheitlichen. Hiebei wurde auf der Abszisse nicht das Schnittdatum, sondern der Vegetationszustand der Pflanze beim Schnitt aufgetragen. Es bedeuten: k = kahl, Kn = Knospe, Bl = Blüte, Blkn = Blütenknospe, vbl = verblüht, FrA = Fruchtansatz, SR = Samenreife, JI = Junglaub, Sl = Sommerlaub, G = Blattgilben, BF = Blattfall.

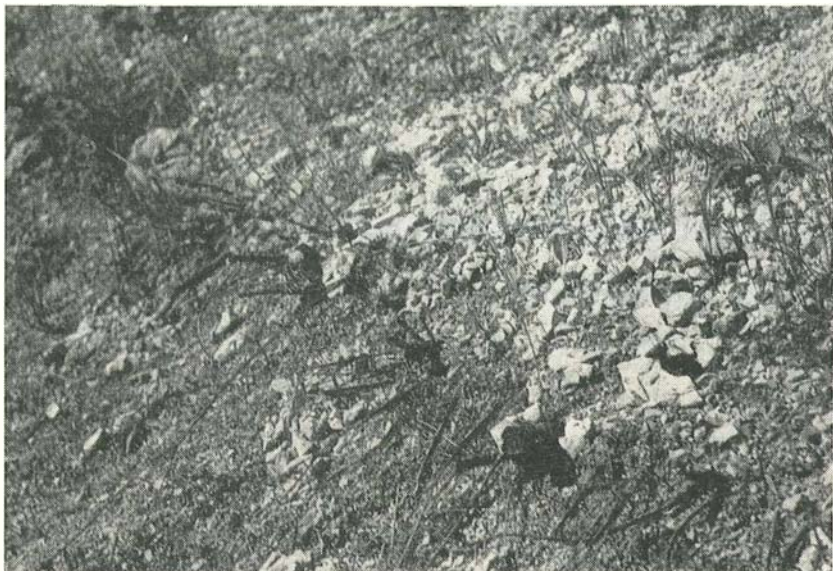


Abb. 42: Zur Zeit des Fruchtens geschnittene Weidenstecklinge (22. 5. 1951) sind nicht angewachsen.

Zum völligen Beweis einer Abhängigkeit der Bewurzelung vom Vegetationszustand, nicht von der Jahreszeit, habe ich 1951 einen kleinen Freilandversuch in der Gießenbachklamm bei Scharnitz mit *Salix purpurea* durchgeführt. Am 28. Mai brachte ich eine Reihe von Stecklingen ein, die von einem schon abgeblühten Strauch stammten. Die Fruchtkätzchen waren bereits sehr groß, das Sommerlaub voll entwickelt. Nach den Erfahrungen bei den Fließkulturen RASCHENDORFERS mußten diese Stecklinge größtenteils austrocknen, was auch tatsächlich eintrat (Abb. 42). Eine Woche später, am 4. Juni, schnitt ich von einem Strauch, der eben aus Lawinenschnee ausaperte, und noch im Knospenstadium war, ebenfalls eine Anzahl von Stecklingen und brachte diese daneben ein. Diese Stecklinge bewurzelten, wie erwartet, 100prozentig und gingen auch später nicht ein (Abb. 43).

RASCHENDORFERS Untersuchungen ergaben im allgemeinen eine Ruhezeit zwischen Verblühen und Samenreife und zwischen Blattverfärben und Blattfall. Während dieser Zeit vertrockne-

ten auch in den Fließkulturen die Stecklinge. Im einzelnen wiesen aber die verschiedenen Pflanzenarten einen individuellen Rhythmus auf. In der Ordinate der Abbildungen habe ich sowohl das Trockengewicht in Gramm der Wurzeln und Triebe (von je 10 Stecklingen a 10 cm Länge = 1 m Gesamtstecklingslänge), als auch die Prozentzahl der lebenden Stecklinge aufgetragen, so daß eine unmittelbare Bewertung der betreffenden Art auf den ersten Blick zur Verwendung für die Grünverbauung möglich ist. Die Wurzelmasse ist in punktierter Linie (dunkel angelegt), die Triebmasse gestrichelt dargestellt, um das Ergebnis auf-



Abb. 43: Im Knospenstadium am 7. 6. 1951 geschnittene Weidenstecklinge sind 100%ig angewachsen.

fallender zu machen. Der Pfeil an der Abszisse gibt an, wann der Maximalwert aufgetreten ist. Bei allen Arten war dies in der Zeit vor der Blüte bis knapp nach der Blüte der Fall. Die drei Kurven: Wurzel- und Triebmassenproduktion und Bewurzelungsprozent gehen größtenteils parallel; zumindest weisen sie zur selben Zeit die Dellen auf (Abb. 36—41).

Für die Praxis ist auch die Gleichzeitigkeit von Massenproduktion der Wurzeln und Triebe mit der entsprechend hohen Prozentzahl angetriebener Stecklinge erforderlich. Als Wertung aus den Abb. 36 bis 41 ergibt sich das auf den Seiten 40 u. 42 zu Abb. 26 Gesagte.

Die Gewächshauskulturen GUMPELMAYERS und RASCHEN-DORFERS haben den Nachteil, daß die unnatürlichen Bedingungen den Steckling auch zu einer Zeit zum Austreiben zwingen, zu der er es im Freiland nicht tun würde. Die Rhythmuskurven lassen sich daher nicht unmittelbar auf die Praxis übertragen. Raschendorfer hat aus diesem Grunde am Wildlahnerbach im Schmirntal und am Saglbach bei Telfs vergleichende Freilandversuche angestellt, deren Ergebnis eine veränderte Kurve war. Die untersuchten *Salices purpurea*, *incana* und *nigricans* weisen auch im Herbst eine Spitze auf, die sogar noch größer als die im Frühling ist.

Meine eigenen Versuche auf der Pletzachalm am Achensee ergaben für die Praxis direkt übertragbare Ergebnisse und es zeigte sich,

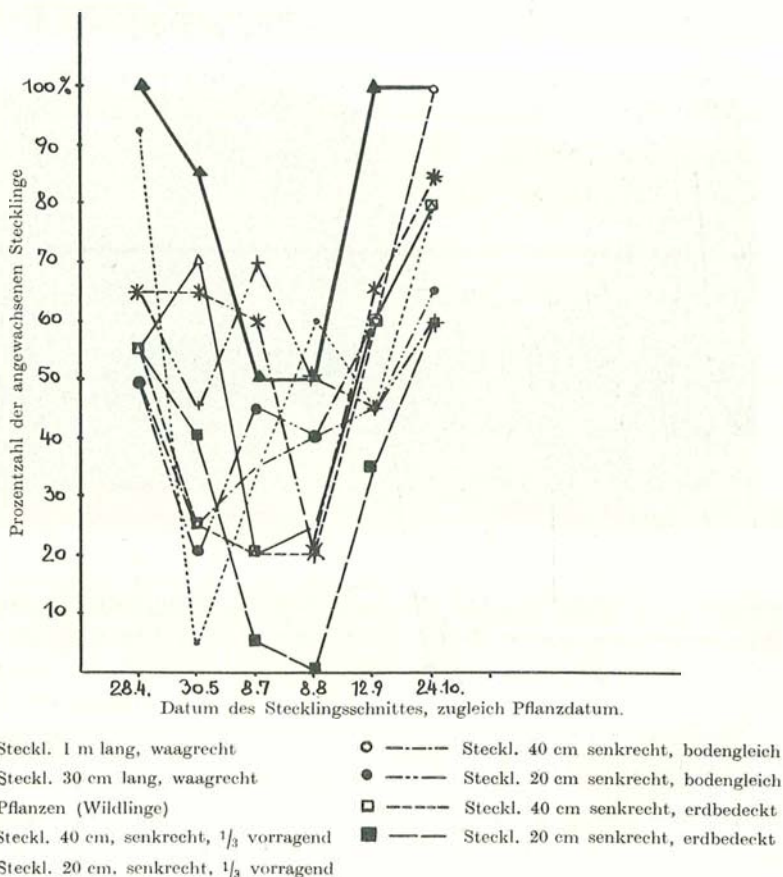


Abb. 44: Purpurweide (*Salix purpurea*). Vegetationsrhythmus (Prozentzahl der angewachsenen Stecklinge).

daß selbst nach drei Vegetationsperioden der Einfluß des Vegetationszustandes der Pflanzen zur Zeit des Schnittes an der Wurzel- und Triebmassenproduktion (= Zuwachs) spürbar ist.

Ziel der Versuche bei der Pletzachalm war ferner

1. Ermittlung der günstigsten Schnittzeiten,
2. günstigste Einbringungsart der Stecklinge,
3. günstigste (wirtschaftlichste) Stecklingslänge.

Um klare Unterschiede zu erhalten, wurden die Versuche auf extrem unfruchtbarem, grobsteinigem Dolomitschotter in rauhem Klima und auf völlig freier, ungeschützter Fläche durchgeführt. Lediglich ein Zaun sollte eine Störung des Versuches durch Weidevieh verhindern. Da sich *Salix purpurea* schon als die wichtigste Weidenart für die Grünverbauung erwiesen hatte, wurde der Versuch aus Platz- und Zeitmangel auf sie beschränkt. Weil auch *Petasites paradoxus* in großer Menge in der Umgebung wuchs, zog ich auch sie heran.

An folgenden Tagen schnitt ich die Stecklinge:

- 28. April = Knospen bis beginnender Laubausbruch,
- 30. Mai = Laub fast entwickelt, Samen beinahe reif,
- 8. Juli = Sommerlaub, Samen bereits abgeflogen,
- 8. August = Sommerlaub, knapp vor dem Gilben,
- 24. Oktober = während des Blattfalles.

An jedem Schnittdatum wurden je 40 Stecklinge in ein Beet eingebracht, u. zw.

- | | | |
|--------|---|--|
| 100 cm | } | flach liegend, maximal 10 cm mit Schotter bedeckt |
| 30 cm | | |
| 40 cm | } | vertikal gesteckt, $\frac{1}{3}$ des Stecklings aus dem Boden ragend |
| 20 cm | | |
| 40 cm | } | vertikal gesteckt, bodengleich abgeschnitten |
| 20 cm | | |
| 40 cm | } | vertikal gesteckt, das obere Ende noch etwas mit Erde bedeckt |
| 20 cm | | |

Wildlinge aus der Umgebung.

Die Auswertung erfolgte im Oktober 1951, also nach drei Vegetationsperioden.

Ergebnisse: Die Kurven des Jahres-Vegetationsrhythmus haben eine wesentlich andere Form als bei den Fließkulturen, u. zw. ähnlich, wie oben bereits angedeutet, im Herbst eine höhere Spitze als im Frühling. Auch im Sommer trat nur ein einziges Mal der Fall ein, daß die Null-Linie erreicht wurde, u. zw. bei den 20 cm langen Stecklingen, erdbedeckt, die am 8. August zu 100% eingetrocknet

sind (Abb. 44). Im großen und ganzen ist aber auch hier bei allen Kurven eine sommerliche Ruhezeit nach der Samenreife gegeben. Die Abb. 44 und 45 geben genaue Auskunft; Abb. 44 gibt die Prozent-

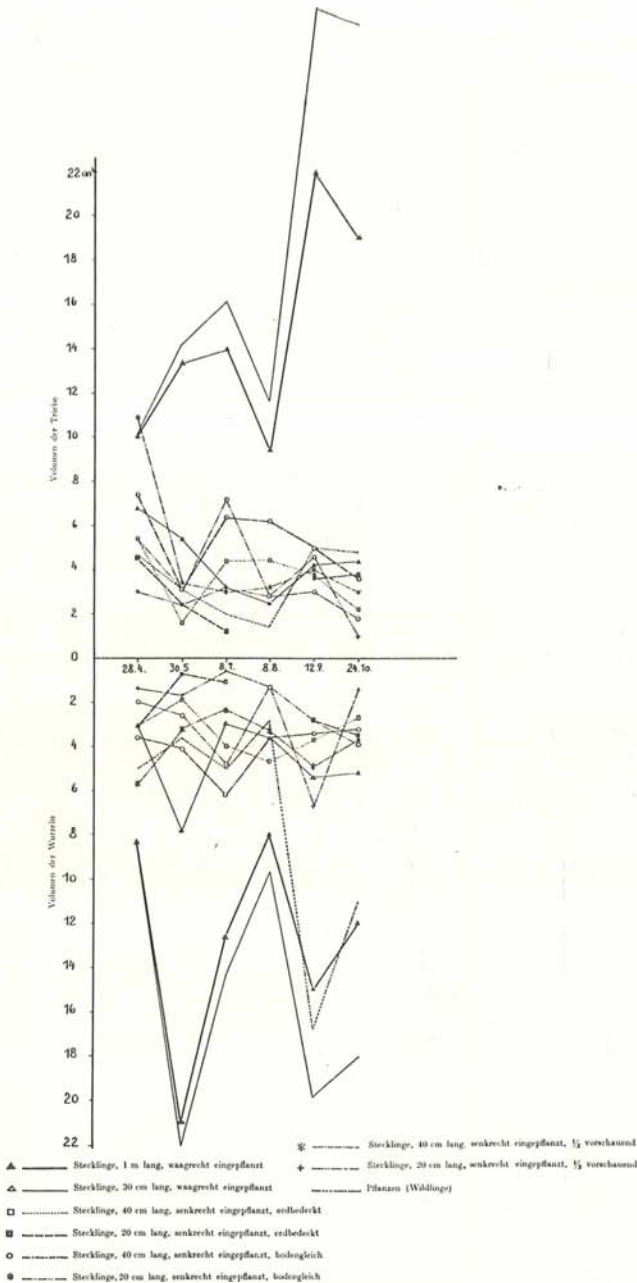


Abb. 45:

zahl der nach 3 Jahren noch lebenden Stecklinge an. Ein weiterer Ausfall ist nicht mehr zu erwarten. Die Streuung ist hier groß.

Es ergab sich sogar ein Jahresrhythmus nach der Wurzeltiefe und der Triebhöhe.

In beiden Abbildungen (44, 45) sind die extremsten Kurven die der 100 cm langen, flach eingebrachten Stecklinge (nach dem Alter berichtigt, denn durch die verschiedenen Schnitt- und Pflanzzeiten sind ja die im Oktober eingebrachten Stecklinge um eine ganze Vegetationsperiode jünger als die im April gesteckten). Diese Berichtigung ist nur einmal pro Abbildung dargestellt; für alle anderen Kurven ist sie analog.

Als günstigste Schnittzeit ergibt sich aus allen Kurven bei *Salix purpurea* die Zeit im Frühling bis zum Verblühen und im Herbst von Mitte August an. Zu dieser Zeit hat die Blattverfärbung noch nicht eingesetzt und die Sträucher tragen noch das volle Sommerlaub. Es erscheint deshalb gewagt, zu dieser Zeit bereits mit Stecklingsvermehrung zu beginnen. Ich habe aber selbst wiederholt bei Begrünungsarbeiten an mehreren Baustellen schon im August voll belaubte Stecklinge ohne spürbaren Ausfall verwendet. In dieser Jahreszeit entwickeln sich noch zahlreiche Wurzeln, das Triebwachstum setzt aber erst im folgenden Frühling ein. Wesentlich ist wohl, daß zur Schnittzeit schon Knospen gebildet sind, da ja durch das in ihnen enthaltene Rhizocaulin die Wurzelbildung ausgelöst wird. Ab August ist das der Fall.

Die alte Streitfrage, ob Frühling- oder Herbstpflanzung vorzuziehen sei, wäre demnach zugunsten des Herbstes zu entscheiden. Nun liegen allerdings die Verhältnisse bei den einzelnen Baustellen sehr verschieden. Im August sind der Transport und die Lagerung des Buschwerkes und der Stecklinge möglichst abzukürzen. Das ist dort schwer möglich, wo die Weiden in einem weiter entfernten Bestand gewonnen werden müssen. In solchen Fällen soll erst mit Eintritt der kühleren Jahreszeit (Austrocknung) geschnitten werden. Der bei den Glashauskulturen eine große Rolle spielende Zeitpunkt um Blattverfärbung und Blattfall herum braucht kaum berücksichtigt zu werden, weil ja die Stecklinge nicht mehr sofort, sondern erst im kommenden Frühling austreiben. Immerhin habe ich sicherheitshalber eine Woche lang zur Zeit der Blattverfärbung den Weidenschnitt unterbrochen. Aber selbst, wenn man erst nach dem Blattfall mit der Grünverbauung beginnen will, bleibt noch mehr Zeit (Oktober, November und je nach Witterung und Höhenlage der Baustelle auch

ein Teil Dezember) als im Frühling, denn bis die Wege zu den Baustellen schneefrei und befahrbar sind, sind die Weiden bereits in voller Blüte, so daß oft nur 2 bis 3 Wochen Arbeitszeit bleibt.

Auf der großen Blaike des Geroldsbaches oberhalb Götzens kam ich zu einer Kompromißlösung zwischen Herbst- und Frühjahrsarbeit. Die Blaike liegt im Mittel 1500 m ü. d. M. Die Südhänge apert schon im März, die Nordhänge und Mulden erst Mitte Mai aus. In der Zeit von März bis Mai ließen sich daher die Südhänge ohne weiteres begrünen. Die Zufahrtswege sind zu dieser Jahreszeit unbefahrbar. Noch eine zweite Erfahrung, die wir am Geroldsbach machten, verschärfte das Problem:

Es stellte sich heraus, daß im Frühling geschnittene Weiden höchstens eine Woche gelagert werden dürfen (selbstverständlich im Schatten und abgedeckt, nach Möglichkeit mit Wasserberieselung). Nach drei Tagen trockneten bereits die Zweigspitzen aus, nach einer Woche zeigten auch dicke Stecklinge Dürreflecken und waren nicht mehr zu retten. Andererseits blieben zufällig einmal Weidenäste von der Herbstarbeit im Walde (Halbschatten) liegen. Als ich sie im Frühling entdeckte, ließ ich sie zur weiteren Beobachtung liegen. Im Mai begannen sie zu treiben und hielten sich bis Juli, dann trockneten sie ein, weil die Wurzeln die bewachsene Bodenschicht nicht durchdringen konnten. Am selben Lagerungs-ort waren die im Frühling (6 Monate später) geschnittenen Weiden über einen Monat früher vertrocknet! Im nächsten Jahr ließ ich die Weiden im Herbst während der Frostperiode schneiden, zur Baustelle transportieren und abgedeckt lagern. Im Frühling konnten sie bereits im März verwendet werden und der Erfolg zeigte sich in Form einer wesentlich erhöhten Zuwachsleistung (Ruten- und Wurzellängen).

Günstigste Einbringungsart der Stecklinge.

In den Kurven der Abb. 44, 45 ist ein deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen **Einbringungsarten** zu erkennen. Die **flach eingebrachten** Stecklinge **haben durchwegs mehr Wurzel- und auch Triebmasse produziert als die senkrecht gesteckten**, u. zw. nicht nur die 100 cm, sondern auch die 30 cm langen Ruten. Die Ursache ist darin zu suchen, daß die Stecklinge auf ihrer ganzen Länge bewurzeln und ausschlagen (Abb. 23). Dadurch wird die begrünzte Fläche und der durchwuzelte Raum größer als bei der senkrecht gesteckten Rute, obwohl es auf den ersten Blick den Anschein hat, als wenn der Stecklings-Materialverbrauch größer wäre. Am meisten überrascht, daß sogar die Prozentzahlen (Abb. 44) bei den flach eingelegten Stecklingen über dem Durchschnitt liegen. Für die Praxis ist dies von großer Bedeutung, war man doch bisher der Meinung, daß die Stecklinge möglichst tief eingebracht werden müssen; ein Verfahren, das die Arbeit wesentlich verteuert.

Übrigens schreibt schon **Schwan 1781**: „Das gewöhnliche Pflanzen mit dem Pfaleisen nutzt nichts; weit besser ist es drei Schuh tiefe und zwey Schuh weite Löcher zu machen, und die lokale Erde um den Stamm gehörig antreten zu lassen. Man kann sie auch ganz in die Oberfläche der Erde legen, in welcher Gestalt sie von einem Ende zum anderen Schößlinge treiben.“

Die Verwendung von **Wildlingen** hat sich nicht besonders bewährt. Wenn auch die Zuwachsleistungen um den Mittelwert liegen (Abb. 44, 45), so ist doch ihre Verwendungsmöglichkeit dadurch einge-

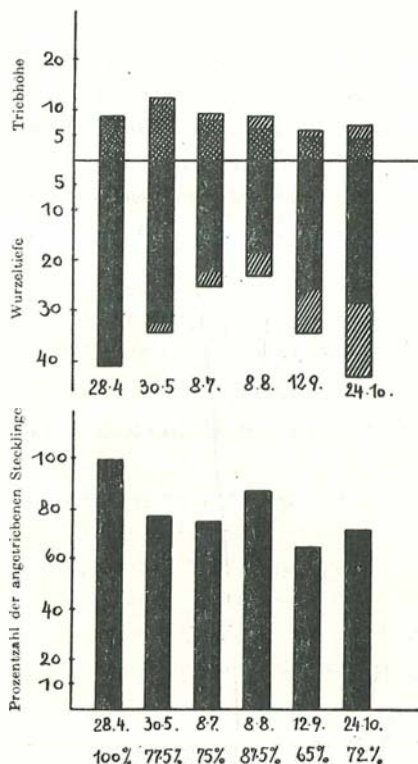


Abb. 46: Schnee-Pestwurz (*Petasites paradoxus*). Vegetationsrhythmus.

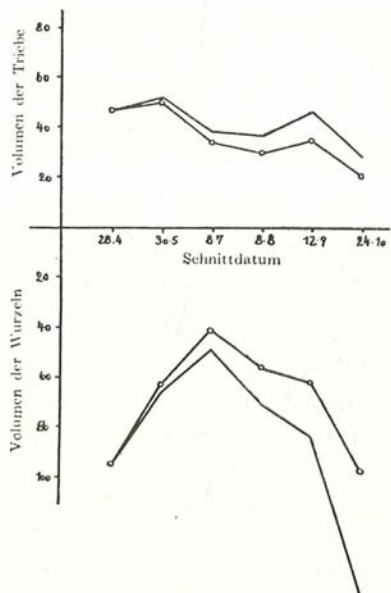


Abb. 47: Schnee-Pestwurz (*Petasites paradoxus*). Vegetationsrhythmus—Volumen.

schränkt, daß fast nie homogenes, annähernd gleichaltriges Material zur Verfügung steht, die Kosten höher kommen, als bei der Verwendung von Stecklingen und die Wildlinge beim Ausheben stark beschädigt werden.

Die **senkrecht eingepflanzten Stecklinge** interessieren vor allem für die Fugenbepflanzung an Dämmen und Leitwerken, wo die Ruten zwischen den Steinen nicht anders eingelegt werden können. Bei den Abb. 44, 45 zeigt es sich, daß die Kurven der 3 Einbringungsarten —

erdbedeckt, bodengleich und ein Drittel vorragend — ziemlich nahe beisammen liegen und nicht einmal zwischen den 20 und 40 cm langen Stecklingen ergibt sich ein besonderer Unterschied. Für die Praxis genügt es deshalb, die Stecklinge so zu stecken, daß sie bis 30 cm unter die Oberfläche reichen. Ich lasse daher seit den vorliegenden Versuchen die Ruten 40 cm lang schneiden und so einbringen, daß sie nur einige Zentimeter aus dem Boden ragen. Damit haben wir auch stets die besten Erfolge gehabt.

Die Parallelversuche an Pestwurz (*Petasites paradoxus*) hatten ganz ähnliche Ergebnisse wie die bei *Salix purpurea*. Das **Bewurzelungsprozent** ist verhältnismäßig hoch (Abb. 46) und liegt auch zur ungünstigsten Zeit am 12. September noch bei 62,5. Alle Kurven sind wie bei *Salix purpurea* nach der Vegetationsdauer berichtet und zeigen eine Delle im Juli bzw. August. Als Pflanzzeit kann daher das ganze Jahr mit Ausnahme dieser beiden Sommermonate gewählt werden (Abb. 46, 47).

Folgende Pflanzenarten können nach den angeführten Versuchen bei der Grünverbauung in Tirol vegetativ vermehrt werden. Erfahrungen liegen bereits vor:

Triebstecklinge (Zweig-Knüppelstecklinge, Buschwerk, Halmstecklinge):

Ligustrum vulgare bis 1200 m,

Myricaria germanica bis 1600 m (am Rotmoos/Gurgl bei 2300 m blühend),

Phragmites communis bis zirka 1400 m (1700),

Salix alba bis 1000 m (1300),

Salix alba ssp. *vitellina* bis 1000 m,

Salix arbuscula ssp. *Waldsteiniana* bis 2100 m,

Salix aurita bis 1600 m,

Salix caesia bis 1800 m (2100),

Salix cinerea bis 1000 m,

Salix daphnoides bis 1700 m,

Salix fragilis bis 700 m,

Salix glauca bis 2200 m (2500),

Salix glabra bis 1850 m (1980),

Salix grandifolia bis 1800 m (2050),

Salix hastata bis 2300 m,

Salix helvetica bis 2500 m,

Salix incana bis 1600 m,

Salix Mielichhoferi bis 2000 m (2200),

Salix nigricans bis 1650 m (1800),

Salix pentandra (= *laurifolia*) bis 1600 m (1900),
Salix purpurea ssp. *gracilis* bis 1700 m (1900),
Salix purpurea ssp. *Lambertiana* bis 1500 m,
Salix repens bis 1200 m,
Salix Russeliana bis 1000 m,
Salix triandra bis 1200 m (im Bretterwandbach bei Matrei i. O.
 bis 1600 m verwendet),
Salix viminalis bis 600 m.

Wurzelstecklinge:

Alle oben genannten Arten,
Rubus idaeus bis 2000 m,
Alnus incana
Salix caprea
Berberis vulgaris
Corylus avellana

} nur in Sonderfällen (Aufarbeiten erodierter Mutterpflanzen)

Rhizomstecklinge:

Achillea millefolium bis 2200 m (2450),
Artemisia absinthium bis 1900 m (1960),
Artemisia campestris bis 1300 m (1500),
Artemisia vulgaris bis 1300 m (1500),
Aruncus silvester bis 1500 m (1600),
Atropa belladonna bis 1400 m,
Phragmites communis bis 1400 m (1700),
Petasites albus bis 1600 m (1800),
Petasites paradoxus bis 1800 m (2200),
Sambucus ebulus bis 1500 m (1700),
Vincetoxicum officinalis bis 1400 m.

Folgende Arten dürften ebenfalls vegetativ vermehrbar sein, doch liegen noch keine Versuche und Erfahrungen vor:

Triebstecklinge:

Salix arbuscula-foetida, *Hegetschweileri*, *myrsinites*, *retusa*; *Salix serpyllifolia* (kommen aber kaum für die Grünverbauung in Betracht).

Wurzelstecklinge:

Alle oben genannten Arten, *Rubus caesius*, *Rubus fruticosus*, *Rubus saxatilis*, *Rosa rubiginosa*, *canina*, *pendulina*, *Sambucus nigra* und *racemosa*.

Rhizomstecklinge:

Adenostyles alliariae, *glabra*, *Laserpitium latifolium*, *panax*, *siler*,
Oxyria dygina, *Rumex scutatus*.

In Südtirol, im Trentino und Venetien werden mit Erfolg neben Grauweiden auch die beiden dort wild wachsenden Goldregenarten *Laburnum alpinum* und *anagyroides* zum Bau von lebenden Flechtzäunen verwendet (Abb. 48).

Im Mittelmeergebiet werden an vegetativ vermehrbaren Arten unter anderen verwendet: *Ailanthus glandulosa*, Eucalyptusarten, *Puerraria thunbergiana* und *japonica* = „Kudzu“. (Wird in USA besonders für die „Gullybegrünung“ und in Dalmatien für die Schaffung einer Ziegen- und Eselsweide als Entlastung der Waldweide angebaut. Sie kommt wegen ihrer enormen Frostempfindlichkeit in Tirol nicht in Frage. Meine Versuche mit dalmatinischem Material ergaben im Forstgarten Telfs ein Bewurzelungsprozent der Triebstecklinge von 85 und eine durchschnittliche Jahrestrieblänge von über 5 m! Nach zwei Frösten gingen alle Pflanzen wieder zugrunde); *Tamarix parviflora*, *gallica*, *articulata*, *africana*.

Opuntia ficus indica wird am Ätna und Vesuv zur Erstbesiedlung der Lava durch Auslegen der abgebrochenen Sprosse verwendet (Abb. 49).

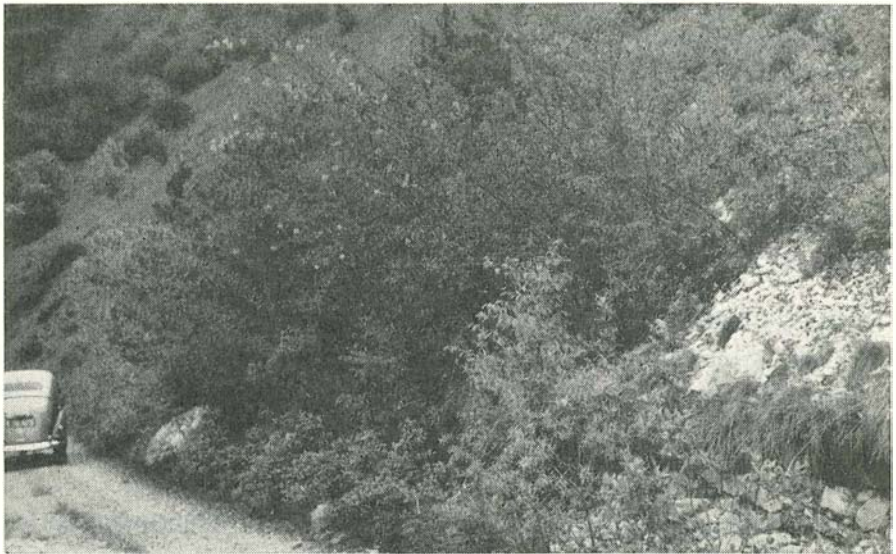


Abb. 48: Flechtzaun aus Goldregen (*Laburnum alpinum* und *anagyroides*) an der Tremalzo-Paßstraße (Gardasee).

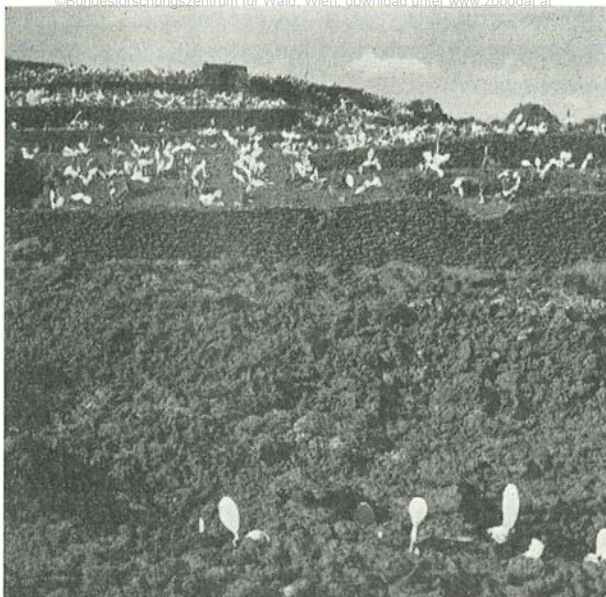


Abb. 49: Künstliche Vorkultur mit Opuntien (Feigenblatt-Kaktus) auf einem jungen Lavastrom am Abhang des Ätna durch Auslegen der Sprosse.

Für die **USA**, besonders **Kalifornien**, gibt KRAEBEL 1936 nachstehende Arten als vegetativ vermehrbar an: *Baccharis viminea*, *Pipularis glutinosa*, *Salix lasiolepis*, *laevigata*, *hindsiana*, *lemmonii*, *Sambucus glauca*. Konkrete Bewurzelungsversuche schildert Kraebel aber nicht.

In **Brasilien**, wo bisher die dort dominierenden Lehm Böden mit Teeranstrich gegen Wassereintritt geschützt wurden, hat man in den letzten Jahren — besonders durch deutsche Ingenieure angeregt — wegen der häufig notwendigen Nachbesserungen dieser Anstriche an Bahnböschungen und entlang von Druckrohrleitungen die Vermehrung von heimischen Pflanzenarten zur Befestigung der Böschungen versucht. Dabei haben sich mit bestem Erfolg auch in den dichtesten Lehm Böden verschiedene *Bambus*arten bewährt, welche als Rhizomstecklinge eingepflanzt wurden (nach mündlicher Mitteilung von Dipl.-Ing. Baudisch).

Absenker sind im Gartenbau eine wichtige Vermehrungsform. In der Grünverbauung kann sie bei bereits stockenden oder künstlich eingebrachten Pflanzen angewandt werden, indem deren Äste durch Astgabeln an den Boden gedrückt und mit Erde bedeckt werden. Damit erreicht man eine raschere Vergrößerung von bestehenden Grüninseln bzw. Schließung von Lücken.

Für die Wurzelstock- und Horstteilung gilt das bei Wurzelstecklingen Gesagte. Durch Erosion oder bei den Abböschungs- und Skarpierungsarbeiten freigelegte Pflanzen können zerteilt und wieder eingepflanzt werden. Das ist bei allen Pflanzen möglich, die mehrere Sprosse (Stämme), bilden, also vor allem bei Sträuchern, aber auch bei Gräsern und Stauden mit kräftigem, horstartigem Wuchs. Weil die Samen fast immer ein ungenügendes Keimprozent aufweisen, vermehrte ich *Lasiagrostis Calamagrostis* ausschließlich und mit Erfolg durch Teilung der Horste (z. B. auf der Rumer Mure).

Im Forstgarten Ißboden im Stubaital, 1650 m ü. d. M. habe ich bei *Poa alpina* ssp. *vivipara* die Vermehrung durch Brutknospen versucht. Auf ein Beet mit zirka 10 m² legte ich die eingesammelten Fruchtstände (diese müssen so weit „reif“ sein, daß die Stengel kein Grün mehr zeigen und sich der Fruchtstand bereits dem Boden zu-neigt) auf und beschwerte sie am Halm mit kleinen Steinchen, so daß sie gegen Verwehen geschützt waren. Auf 1 m² legte ich zirka 100 Fruchtstände, eine Menge, die in wenigen Minuten geerntet werden kann. Alle Fruchtstände bewurzelten rasch und bildeten dichte Rasen aus. Nach der ersten Vegetationsperiode war der Boden etwa zur Hälfte, nach dem zweiten Jahr fast ganz bedeckt. Für die Grünverbauung kommt die Verwendung dieses Rispengrases selten in Frage, wohl aber zur Schließung kleiner Lücken (Trittsiegel), kleiner Schlipfe, Absitzungen an Viehsteigen u. a. z. B. in den durch Schafttrieb erodierten Allgäuer Almen, die vorwiegend auf Lias-Mergeln liegen (KARL 1953/54). Diese Vermehrungsart würde gegenüber der Saat ähnlicher Arten (s. Abb. 4) einen Vorsprung von einer Vegetationsperiode ermöglichen.

Einfluß der Provenienz:

Durch zahlreiche Arbeiten u. a. von H. BURGER, A. CIESLAR, A. DENGLER, F. FISCHER, PH. FLURY, W. NÄGELI, C. SCHROETER wurde der große Einfluß auch kleinster Unterschiede in der Herkunft von Samen bei Nadelhölzern nachgewiesen. In den Alpen mit ihren oft hart aneinander stoßenden Klimagrenzen machen sich diese Unterschiede rascher und intensiver bemerkbar als auf dem flachen Lande.

Die Konsequenz aus diesen Erkenntnissen ist die immer schärfere Unterteilung von Wuchsgebieten der zu beerntenden Bäume, die Ernte in Eigenregie und die Eigenklengung.

Weniger ist über den Einfluß der Provenienz bei Pionierholzarten bekannt.

1954 hat A. F. von der SCHULENBURG beim 8. Botanischen Kongreß in Paris ein Referat über „Probleme um Provenienzfragen bei Vorwald-Holzarten“ gehalten, in dem er auch bei Birke nachwies, daß bei verschiedener Provenienz der Samen verschiedene Wuchsformen und verschiedene Wuchsgeschwindigkeit die Folge sind.

Ich selbst hatte Gelegenheit, in den letzten Jahren das Ergebnis unpassender Provenienz in zwei Fällen zu verfolgen:

Das Pflanzenmaterial an Sanddorn, das während des zweiten Weltkrieges für die Bepflanzung der Dämme bei der Lawinenverbauung Arzler Alm und am Inn oberhalb Innsbruck zur Verwendung kam, wurde aus Holland bezogen, obwohl sich in Tirol zahlreiche schöne Bestände geradezu anbieten. Dort hätte man Samen und Wurzelbrut in Hülle und Fülle gewinnen können. Die Folge dieser Fehlprovenienz war in den genannten Fällen zwar nicht tragisch, aber trotzdem wurde das Ziel einer geschlossenen, dichten Bedeckung der Böschungen nicht erreicht, weil die Pflanzen die Form von Obstbäumen mit regelrechter Kronenbildung entwickelten, anstatt buschförmig zu bleiben und sich nach der Breite auszudehnen. Die bei der Lawinenverbauung auf der Arzler Alpe verwendeten Sanddorn-„Bäume“ hatten in der Folgezeit sehr unter Schneedruck zu leiden und der Bestand blieb lückig.

Bei der Verbauung der Gallina bei Feldkirch vor zirka 30 Jahren wurden auch Grauerlen verwendet, jedoch zu wenig auf deren Herkunft geachtet. Die vermutlich im Rheintal herangezogenen Pflanzen aus dort geerntetem Saatgut kümmernten in der zirka 1200 m ü. d. M. gelegenen Blaike des „Filpitter Tobels“ und gingen zu einem großen Teile ein (Abb. 50 und 51).

W. NEGER und E. MÜNCH 1931 schreiben zur Provenienzffrage bei Erlen: „Das in Norddeutschland verbreitete Absterben von 12—20jährigen Erlenbeständen („Erlensterben“) beruht auf Verwendung von Pflanzen fremder, ungeeigneter Rassen; diese sind kenntlich an vorzeitiger Fruchtbildung (mit 5—7 Jahren) und meist größeren Zapfchen“.

Nicht nur bei Holzgewächsen, sondern auch unter den krautigen Pionierpflanzen und Gräsern gibt es erbbeständige Rassen, die eine ganz verschiedene Chromosomenzahl und auch völlig andere Standortansprüche aufweisen. In der Regel ist die Widerstandsfähigkeit gegen Kälte, Trockenheit und mechanische Schäden bei den Arten und Rassen mit erhöhter Chromosomenzahl größer als bei solchen mit niederer.

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß bei vielen, für die Grünverbauung in Frage kommenden Pflanzenarten die Herkunft ihrer Samen einen entscheidenden Einfluß auf ihre Entwicklung ausübt. Weil damit das Gelingen der Grünverbauung innig zusammenhängt, ist der Samenprovenienz größte Beachtung zu schenken.

Die Höhenlage der zur Anzucht der Pflanzen bestimmten Forstgärten scheint dagegen nur geringen Einfluß zu haben, zumindest können die Vorteile einer geeigneten Provenienz dadurch nicht verdeckt werden. Wohl aber muß im Forstgarten für die Ausbildung kräftiger Wurzeln und gedrungener Triebe gesorgt werden, was durch Verschulen, Unterlassen von Stickstoff-Düngungen und Mykorrhizen-Impfung erzielt werden kann.

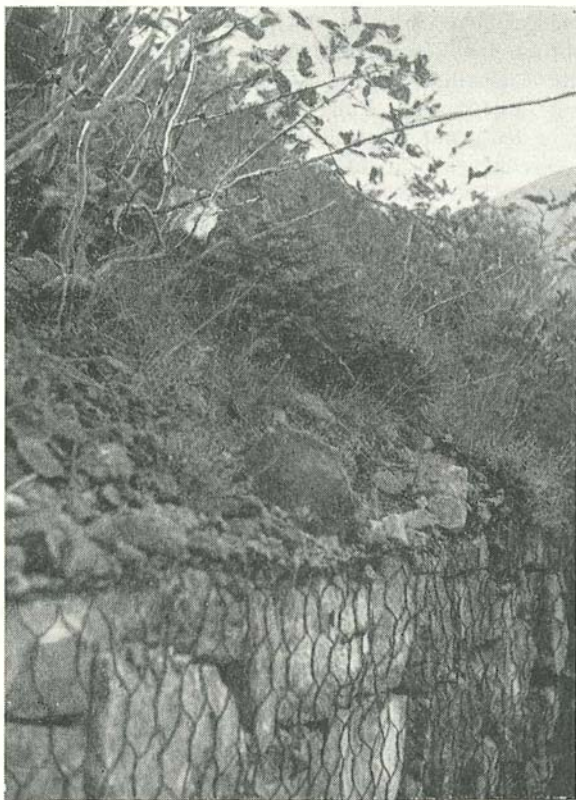


Abb. 50: Natürlicher Fichtenanflug in 30jähriger Grünverbauung. Grauerlen wegen Fehlprovenienz absterbend. Gallinabach, Vorarlberg.

Mittlere Lagen sind für Forstgärten im allgemeinen vorzuziehen. Hochlagen weisen ihnen gegenüber den Nachteil größerer Infektionsgefahr durch die Schneeschütte (*Herpotrichia nigra*) auf, haben jedoch bei Begrünungen und Aufforstungen in diesen Höhenlagen den Vorteil, daß das in ihnen erzogene Pflanzenmaterial von Anfang an demselben Jahresrhythmus unterworfen ist.

Ad 4.: Artenwahl nach der Resistenz der Pflanzen gegen mechanische Beanspruchungen.

Resistenz der Pflanzen gegen mechanische Beanspruchungen ist auch bei stabilsten Bauformen erforderlich, weil in den ersten Jahren mit geringen Bewegungen an der Bodenoberfläche, mit Steinschlag und Schneeschurf gerechnet werden muß. Die Pflanze ist auch dann diesen Einflüssen ausgesetzt, wenn sie in Buschlagen, Heckenpflan-



Abb. 51: Natürlicher Fichtenanflug in 30 jähriger Grünverbauung. Grauerlen wegen Fehlprovenienz absterbend. Gallinabach, Vorarlberg.

zungen usw. eingebracht wird, wenngleich sie dort durch die enge Berührung mit den benachbarten Pflanzen einen höheren Schutz genießt.

Arten, die solchen Beanspruchungen gewachsen sind, besitzen eine gewisse „Aufbaukraft“ für ganze Biozönosen und helfen die Sukzession einzuleiten.

Neben den Wuchsformen nach Eugen HESS 1909 und C. SCHROETER 1926, welche bei den alpinen Schuttpionieren der Ausdruck der Angleichung an ähnliche Verhältnisse — besonders Bodenbewegung — sind, finden wir auch bei anderen Pionierpflanzen abnormale Wuchsformen (zum Teil Kampfformen), die auf eine Angleichung an extreme Lebensbedingungen zurückgehen.

Solche Mechanomorphosen kennzeichnen Arten, die extremen Beanspruchungen gewachsen sind. Sie sind der Ausdruck einer korrelativen Reaktion auf Verlust des Gipfeltriebes, Kipplage, Schneedruck und -schub, Bodenerosion, Verschüttung, Schwanken des Bodenniveaus, Steinschlag.

Schwankungen des Bodenniveaus, also Verschotterung und Erosion abwechselnd, halten solche Arten aus, deren unterster Wurzelhorizont nach Verschüttung und Bildung von Adventivwurzelhorizonten noch in Funktion bleibt, was nur bei elastischen Holzarten der Fall ist. Unter den Nadelhölzern fallen als solche die Weißkiefer (*Pinus silvestris*) und die aufrechte Bergföhre, (*Pinus uncinata*) auf. Die Fichte, mit Ausnahme der Haselfichte, ist dagegen unelastisch und wird bald chlorotisch, ihr Zuwachs gehemmt und schließlich geht sie ein. Sie verträgt in allen Altersstufen nur wenig Verschüttung (Abb. 52, 54). Die alten Wurzelhorizonte sterben ab, wenn sekundäre gebildet wurden. Dadurch geht sie bei nachfolgender Erosion ein. Bei zunehmender Verschüttung werden die Dürreschäden immer augenfälliger und auch alten Bäumen bedeutet eine Verschüttung von etwas über 2 m den Tod. Da Murschübe von solcher Mächtigkeit häufig sind, sterben dort ganze Bestände von Fichten ab, nur einzelne „Haselfichten“ halten sich noch jahrelang. In den Karwendeltälern um den Achensee fand ich solche Haselfichten, die mit 67 Jahren 70 cm bis 1,5 m überschottert wurden und noch weitere 84 Jahre am Leben blieben. Der Längenzuwachs war dabei fast ganz eingestellt, der Dickenzuwachs verringert (Abb. 52).

Abb. 54 von der Urschenreißer in Gnadenwald beweist ebenfalls die Überlegenheit der *Pinus silvestris* gegenüber der Fichte. Die Bestände werden dort immer wieder von Murgängen heimgesucht, die die Fichte zugunsten der Kiefer verdrängen. Die absterbenden Fichten haben aber wenigstens 20 Jahre ausgehalten und in dieser Zeit wie die Kiefern kräftige Adventivwurzelhorizonte ausgebildet. Die ursprünglichen und die sekundären Wurzelhorizonte sind deutlich sichtbar; die Überschotterung beträgt durchschnittlich über 1 m. Der Längenzuwachs ist auch bei der Kiefer fast eingestellt, der Dickenzuwachs dagegen kaum gehemmt. Während ich bei der Fichte auf Grund des verringerten Dickenzuwachses den Zeitpunkt der größeren Murgänge ermitteln konnte, war dies bei der Weißkiefer nicht möglich.

Im Saglbach bei Telfs grub ich einige verschotterte Kiefern aus, denen äußerlich wie auch am Dickenzuwachs keine Schädigung anzukennen war, obwohl die Überschotterung bis 1,15 m betrug und sehr

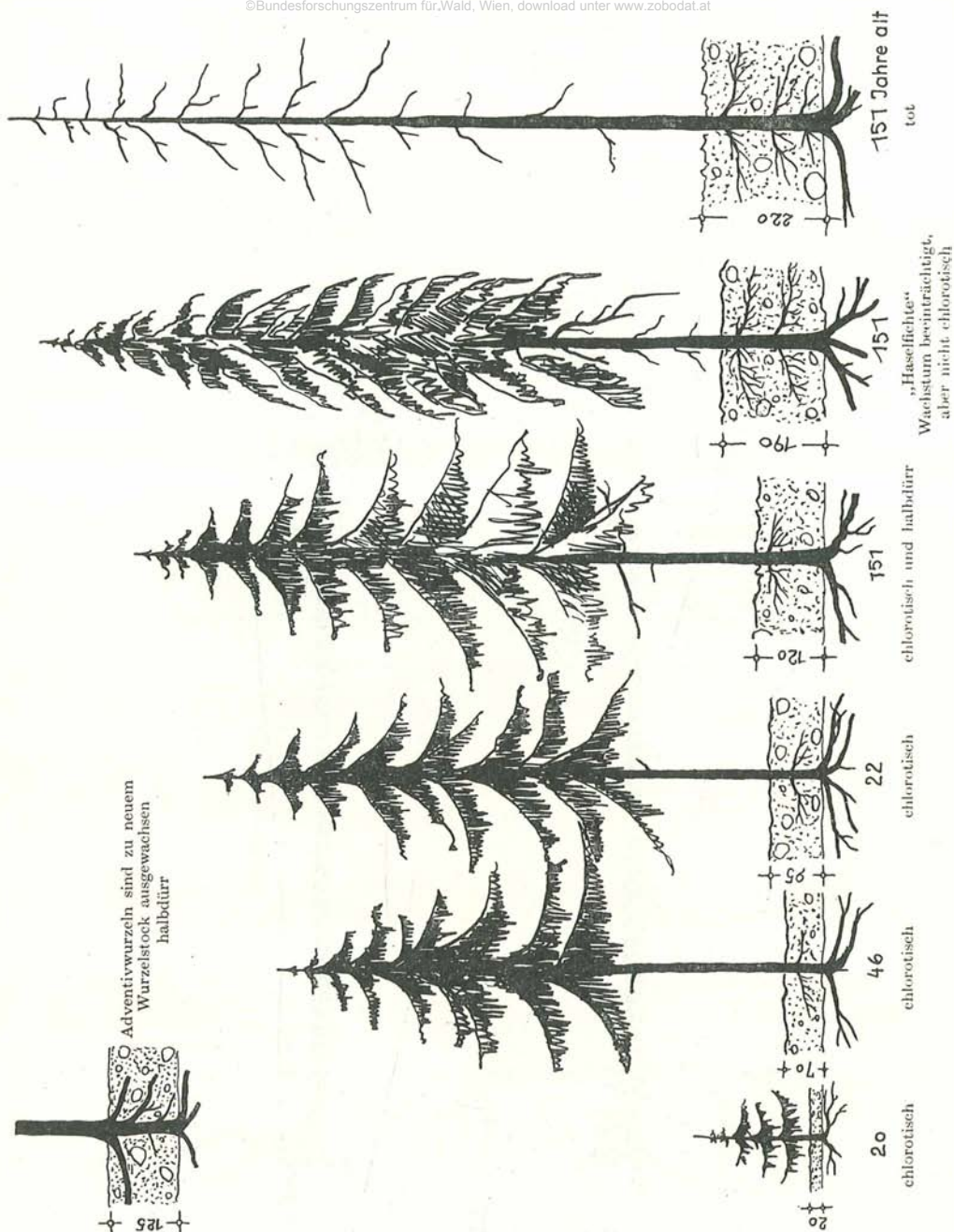


Abb. 52: Überschottete Fichten.

lange Zeit angehalten haben mußte, da sich bereits eine geschlossene Erikastrauchschicht mit zirka 10 cm Humus gebildet hatte. Pinus bildet nur bei lange anhaltender Überscotterung Adventivwurzeln aus (Abb. 48).

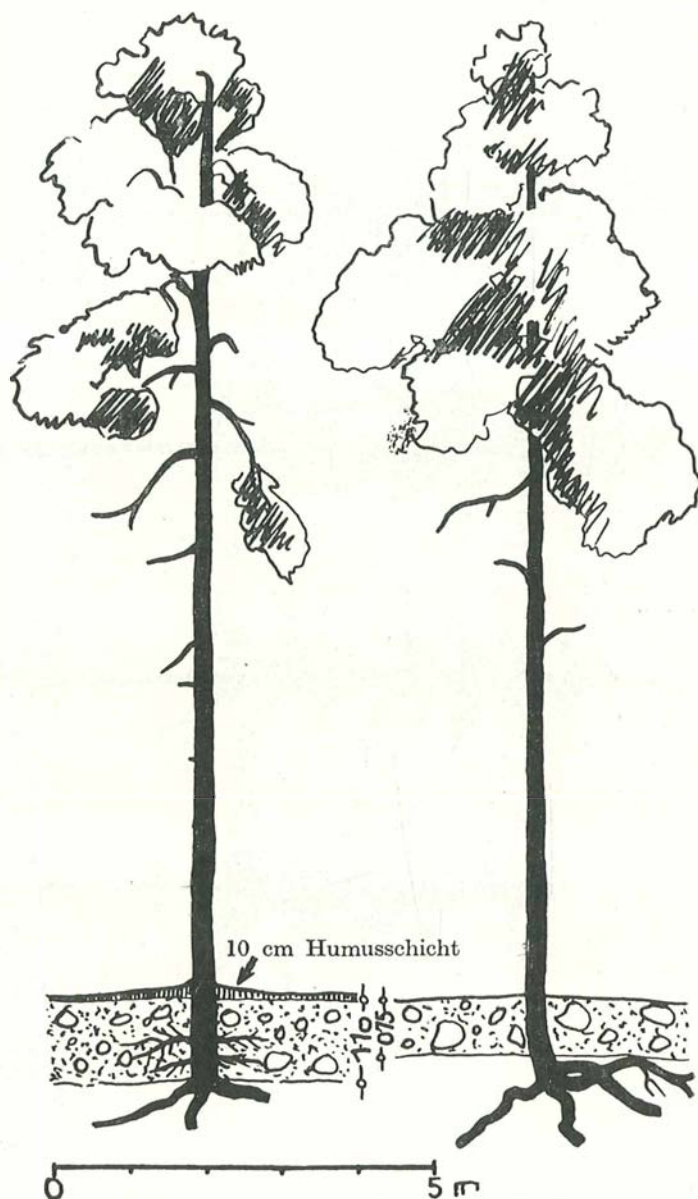


Abb. 53: Überscotterter Kiefer (*Pinus silvestris*).



Abb. 54: In mehrfach verschottertem und wieder erodiertem Kiefern-Fichten-Bestand sterben die Fichten ab, während die Weißkiefen nur eine Zuwachsminderung erfahren. Starke Adventivwurzelbildung.

Das bisher äußerste Überschüttungsextrem, das ich beobachten konnte, war die mehrmalige Vermurung eines Weißkiefernbestandes, die wie bei Wanderdünen den Bäumen bis an die Kronen reichte (Abb. 55). Es ragten nur mehr die Gipfeläste aus dem Schutt hervor und man mußte annehmen, daß die Bäume diese Belastung nicht überstehen würden. Doch zeigte sich, daß dem nicht so ist. Obwohl einzelne Bäume verdorrt, wiesen andere nur Teilschäden auf. Die Verschüttung bis zur Krone des Baumes darf allerdings nur eine bis zwei Vegetationsperioden dauern.

Die Legföhre verträgt keine Überschotterung. Ganze Latschenfelder gehen ein, wenn sie nur einige Dezimeter verschüttet werden (Abb. 56). Dagegen entdeckte ich in den nördlichen Karwendeltälern wiederholt starke Verschotterungen der *Pinus uncinata*, u. zw.

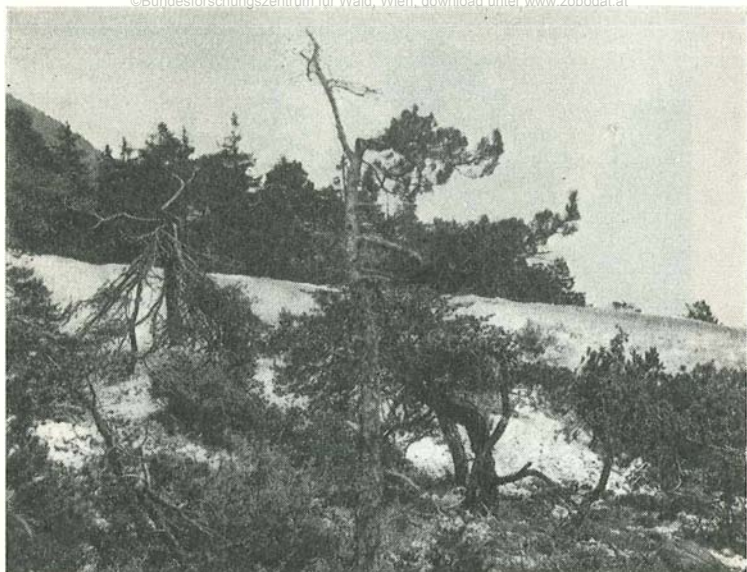


Abb. 55: Weißkiefern werden zum zweiten Male unter einem Murgang begraben. Kein Totalschaden!

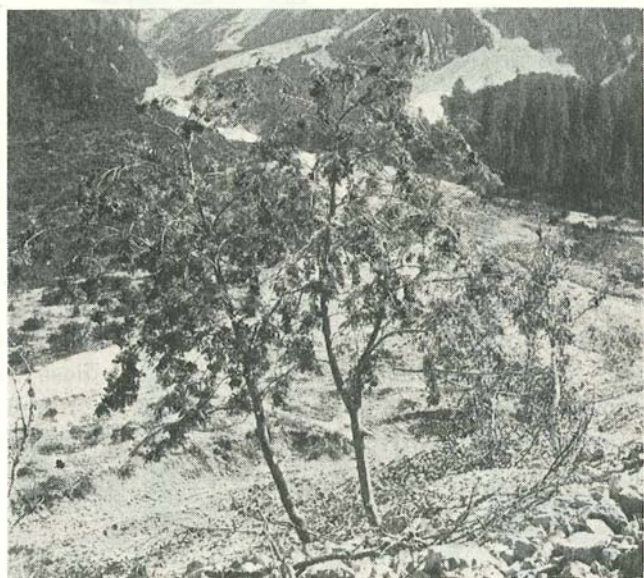


Abb. 56: Etwa einen Meter tief verschüttete Eberesche und Flaumbirken. Im Hintergrund durch Verschüttung absterbende Legföhrenbestände.

aufrecht wachsende „Spirke“ und liegende „Spirkzunter“. Abb. 57 zeigt zwei nebeneinander stehende Spirken in Eppzirl, auf einer weiten Schotterfläche neben einem Bergahorn die einzigen Reste eines ehemaligen Bergwaldes, dessen Verschotterung vor 30 Jahren einsetzte. Beide Formen der *Pinus uncinata* bildeten kräftige Adventivwurzeln.

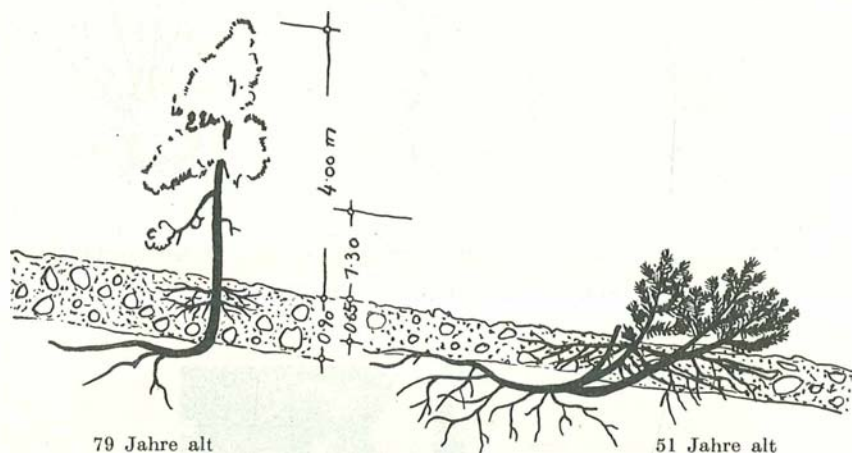


Abb. 57: Verschüttete *Pinus uncinata*; links aufrechte Bergföhre, rechts sogenannte „Spirkzunter“.

Die mangelnde Widerstandskraft der Legföhre gegen Überschotterung trägt dazu bei, daß die schützenden Krummholzgürtel bald durchbrochen werden und die Muren in den Hochwald eindringen. Dabei zeigt sich, daß die Tannen zwar größere Rindenschäden erleiden und deshalb empfindlicher gegen Steinschlag sind als die Fichten, daß sie aber die Verschüttung besser aushalten, solange sie im Kronenschluß stehen.

Auch bei *Juniperus communis* konnte ich eine beachtliche Resistenz gegen Überschotterung feststellen. Abb. 58 zeigt einen Wacholder, der im Saglbach bei Telfs einen halben Meter überdeckt wurde. Das ursprüngliche Wurzelsystem und auch Teile der Triebe sind abgestorben. Am Schuttkegel „Satteltgries“ bei Gießenbach stehen schlankwüchsige, hochstämmige Wacholder-Bäume, die in der Form an „Haselkiefern“ erinnern (WIESER 1954). Obwohl dort der Boden aus Hauptdolomit besteht und laufende Überschotterungen von einigen Dezimetern bis zu einem Meter stattfinden, sind diese Wacholder beinahe gleich groß wie die Spirken, zwischen denen sie stocken (Abb. 59). Bei einem Alter von 73 Jahren und einem Brustdurchmesser von 16 cm erreichen sie eine Höhe von zirka 8 m!

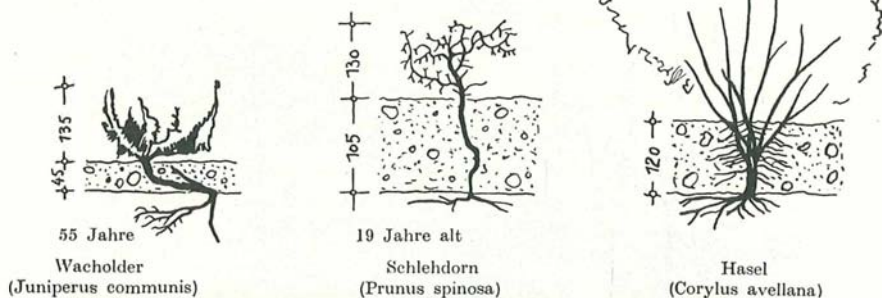


Abb. 58: Verschüttete Sträucher.

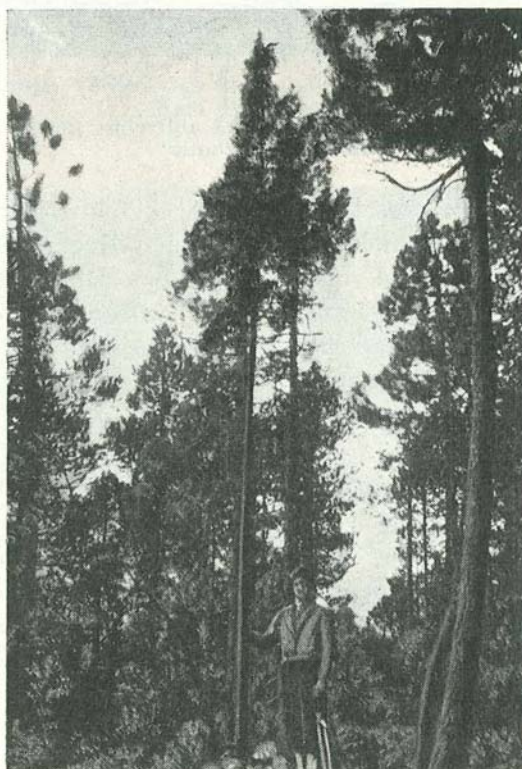


Abb. 59: Häufig überschotterter Spirkenbestand mit baumförmigem Wacholder.
„Satteltgries“ bei Scharnitz.

Von einigen Laubhölzern — wenigstens den Pionieren unter ihnen — erwartet man viel eher als von den Nadelhölzern eine hohe Resistenz gegen Verschüttung. Überraschend ist jedoch, daß auch solche Arten einiges aushalten, die als humusbedürftig bekannt sind, wie *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia* und *Acer pseudoplatanus*.

Bergahorn ist unter den Gehölzen der Bergwälder immer die letzte Art, die noch aushält. Abb. 60 zeigt einen verhältnismäßig jungen

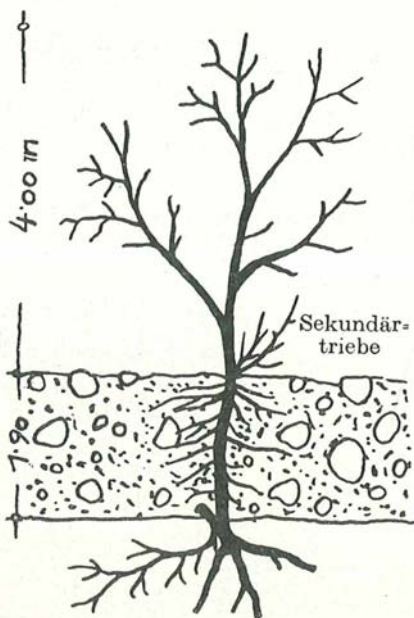


Abb. 60: Überschotterter Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Baum völlig gesund.

Acer pseudoplatanus, der zu 42% seiner Höhe verschüttet wurde, ohne daß ihn diese Verschüttung in seiner Vitalität beeinflußt hätte.

Vielfach sah ich auch verschotterte Ebereschen. In den Zentralalpen, wo sie bis 2200 m hoch steigen, kann man das vielfach studieren, so z. B. am Lüsenser Fernerboden, wo ganze Bestände bei 1800 m ü. d. M. nicht nur der Vermurung, sondern auch den Lawinen ausgesetzt sind. In den Nordtiroler Kalkalpen beobachtete ich auch durch Hauptdolomitschutt vermurte Vogelbeeren wie die der Abb. 56 bei 1500 m in den Schuttströmen des hinteren Falzthurntales, wo sie trotz Verschotterung von über 1 m Mächtigkeit fruchteten und Wuchsfreudigkeit zeigten. Dasselbe Bild zeigt, daß *Betula pubescens* weit weniger resistent ist — wenigstens im Hauptdolomit. Die wenig überdeckte Birke im Hintergrund zeigt noch keine Schä-

den, während die im Vordergrund links bei zirka 1 m Verschüttung bereits verdorrt ist.

In einem Garten bei Kitzbühel sah ich sogar einen Pflaumenbaum, der im Alter von 21 Jahren durch Muren einen halben Meter eingeschüttet wurde, aber trotzdem noch weitere 20 Jahre am Leben blieb und Früchte trug.

KIRCHNER/LÖW/SCHRÖTER 1908 beschrieben leicht verschottete Walnußbäume aus dem Berner Oberland.

Alle bisher geschilderten Leistungen werden von den Weiden übertroffen. Sämtliche in Nordtirol heimischen Weidenarten, sind nicht nur restistent gegen Übermurungen, sondern auch gegen dauernde Niveauschwankungen. Am wichtigsten sind diese Fähigkeiten bei den am häufigsten verwendeten *Salix purpurea*, *incana* und *nigricans*, von welchen ich mehrmals verschottete Exemplare ausgrub. Bei allen diesen konnte ich keinerlei Vitalitäts- und Zuwachsminderung erkennen.

Mehrere Schwarzweiden- (*Salix nigricans*) Bäume steckten bis 2 m im Schotter. Das einige sichtbare Anzeichen hiefür war die veränderte Wuchsform (Busch statt Kleinbaum). Auch relativ junge Schwarzweiden halten bis zu 2 m Überschüttung aus (Abb. 61).

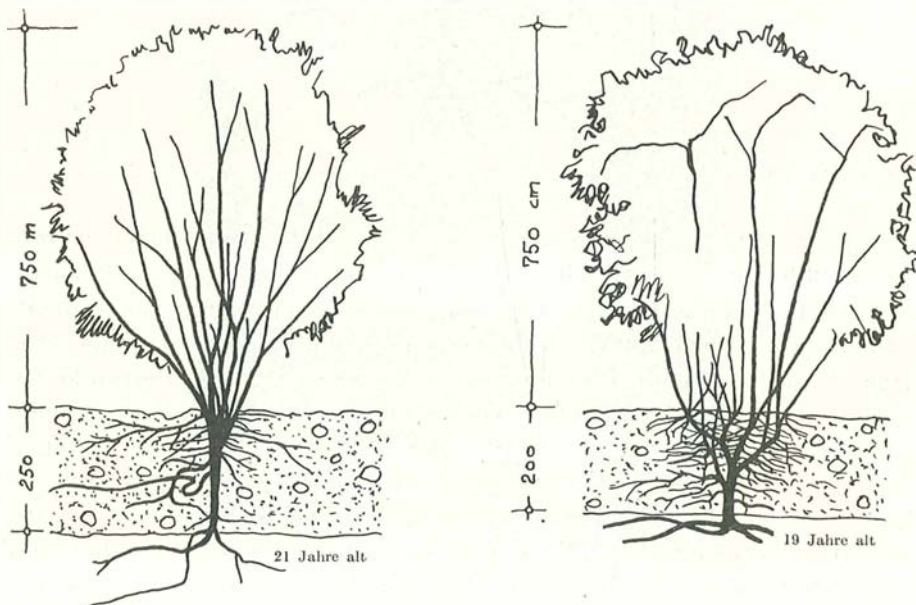


Abb. 61: Keine Zuwachsminderung! Überschottete Purpurweide (*Salix purp.-Lamb.*) und Schwarzweide (*Salix nigricans*).

Die Elastität der Purpurweide (*Salix purpurea* — *Lambertiana*) ist längst bekannt. Es überrascht daher nicht, daß 20jährigen Großsträuchern eine 2,5 m hohe Vermurung nichts ausmacht (Abb. 61).

Die Purpurweide auf Abb. 62 wurde von den Murschüben des berühmten Bretterwandbaches bei Matrei in Osttirol verschüttet und dabei der herausragende Teil abgerissen. Die Pflanze regenerierte sich, bildete Adventivwurzeln und lebt heute noch, nachdem sie bei späteren Hochwässern wieder freigelegt wurde.



Abb. 62: Die Purpurweide behauptet sich trotz Verschüttung und Erosion durch ihre Fähigkeit der Stelzwurzel-, Etagenwurzelbildung und Triebverjüngung.

Ähnliche Etagenbewurzelung (SIEGRIST 1913) entsteht häufig durch Niveauschwankungen in Auen (Abb. 63).

Ich glaube, sagen zu können, daß die Grauweide (*Salix incana*) der Purpurweide an Widerstandskraft gegen Niveauschwankungen sogar noch überlegen ist, wahrscheinlich infolge ihrer meist baumförmigen Wuchsform und der tieferreichenden Wurzeln.

Da bei den Weiden aus ihren Jahresringen meist wie bei den Kiefern der Murgang nicht datierbar ist, nützte ich eine andere Gelegenheit zur Datierung und damit Bestimmung der Verschüttungsdauer aus, die sich mir im Schloßbach bei Zirl bot. Dort wurde 1938 eine große Geschiebesperre gebaut, in deren Verlandungs-

raum einige Grauweiden standen. Als im Jahre 1940 die Sperre verlandete, wurden die Weiden je nach Standort 1,35—1,80 m tief eingeschottert. Zwei der Weiden waren schon vor Verlandung der Sperre einem Murgang ausgesetzt gewesen, worauf auch ihre Hakenform zurückgeht (Abb. 64). 1950 wurde die genannte Sperre

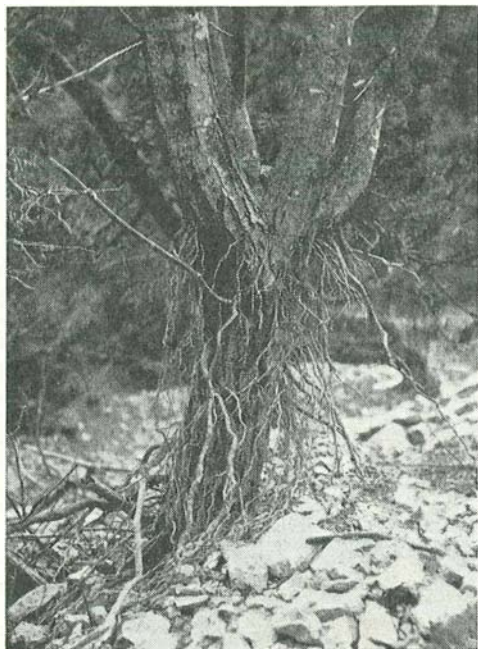


Abb. 63: Kräftige Adventivwurzelbildung bei Grauweide infolge Verschüttung. Die alten Wurzelhorizonte sterben bei Verschüttung nicht ab.

durch Öffnen der Dohlen entleert, wodurch die Weiden zum Teil wieder freigelegt wurden (Abb. 65). Ich grub sie dann völlig aus und stellte Alter, Höhe und Verschüttungshöhe fest. Die jüngste Weide war zur Zeit der Verlandung 7, die älteste 22 Jahre alt. Während der 10jährigen Verschüttung bildeten sie zahlreiche Sekundärtriebe und -wurzeln. Der Längen- und Dickenzuwachs wurde durch die Verschotterung nicht beeinträchtigt.

Die bisher absolut größte Verschotterung mit 3,40 m ohne Schädigung der Pflanze beobachtete ich an einer Grauweide im Saglbach bei Telfs (Abb. 66, 67). Das Alter des Baumes war nicht einwandfrei zu ermitteln; es lag bei etwa 35 Jahren. Die Vermurung dürfte in einem einzigen Schub erfolgt sein; nur wenige, aber kräftige Adventivwurzeln waren gebildet worden.

Zugleich mit dieser Grauweide ließ ich zwei daneben stehende Berberitzen- und Ligusterbüsche ausgraben. Beide waren tief verschüttet (1,68 bzw. 2,0 m) und wiesen ein gesteigertes Längenwachstum auf (Abb. 68).

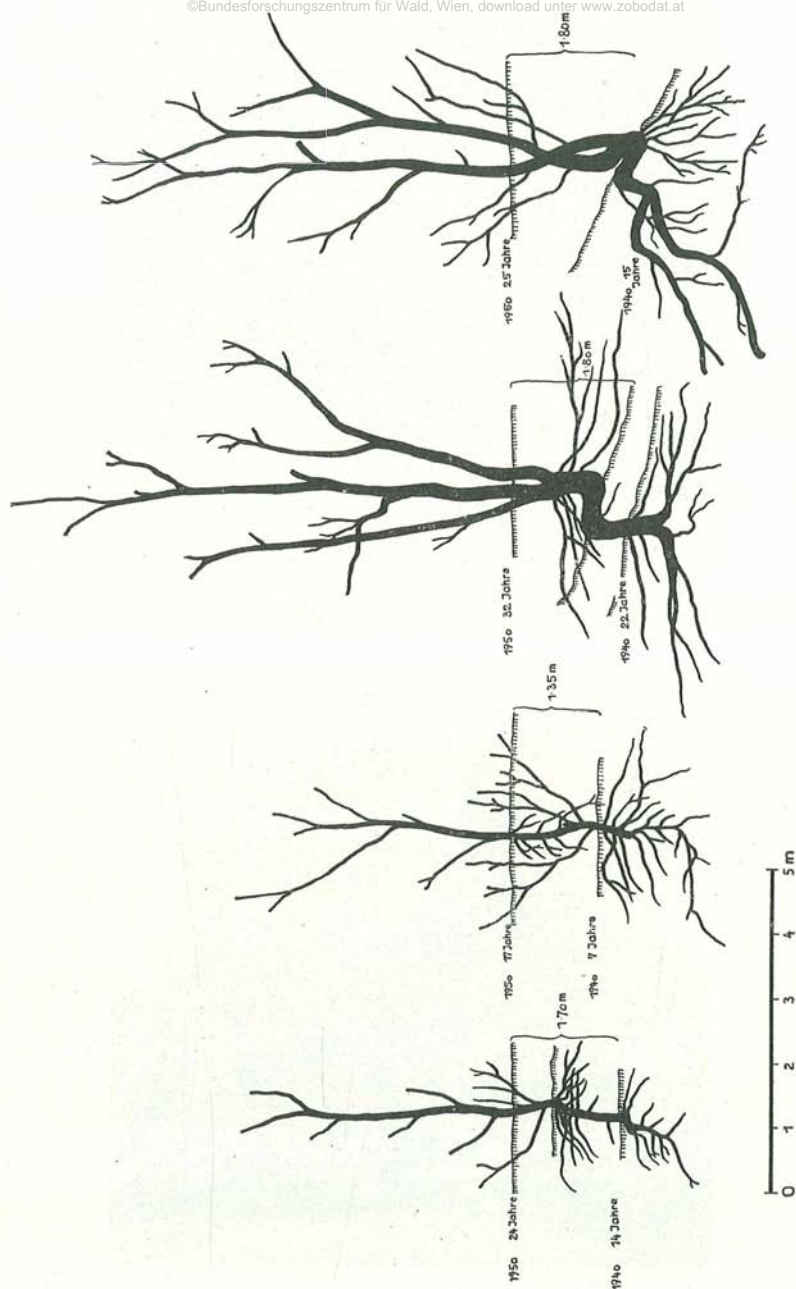


Abb. 64: Überscotterung von Grauweiden (*Salix incana*) im Laufe von 10 Jahren.

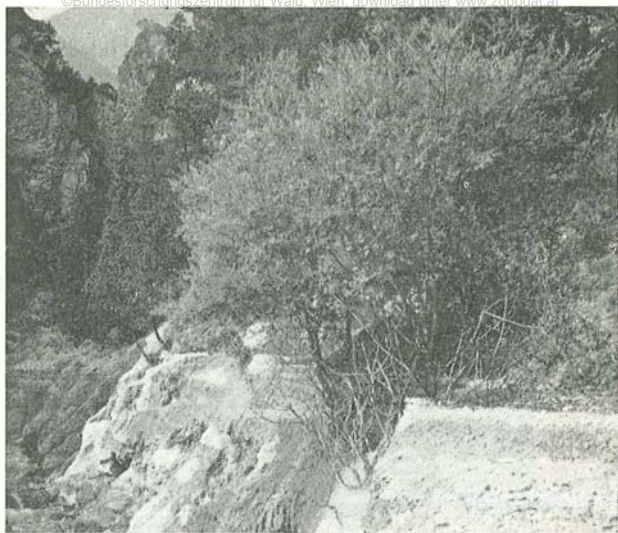


Abb. 65: Durch Verlandung einer Stausperre verschüttete und später wieder freigelegte Grauweide (*Salix incana*). Keine Zuwachsminderung, kräftige Stocklodenbildung.

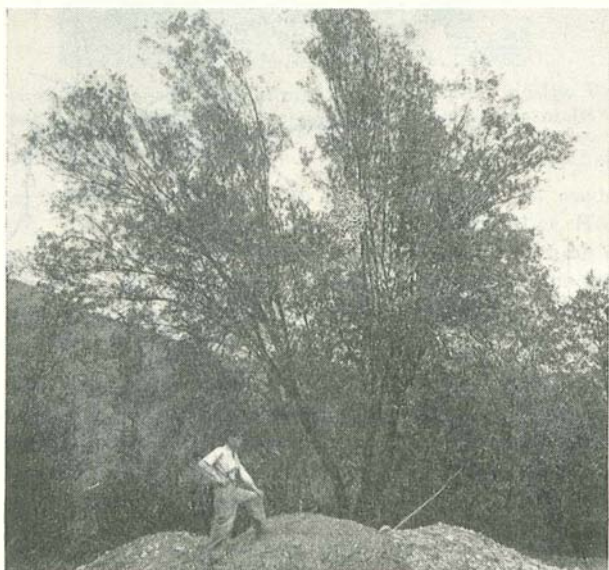


Abb. 66: Durch einen Murgang 3·4m tief verschüttete Grauweide. Keine Zuwachsminderung.

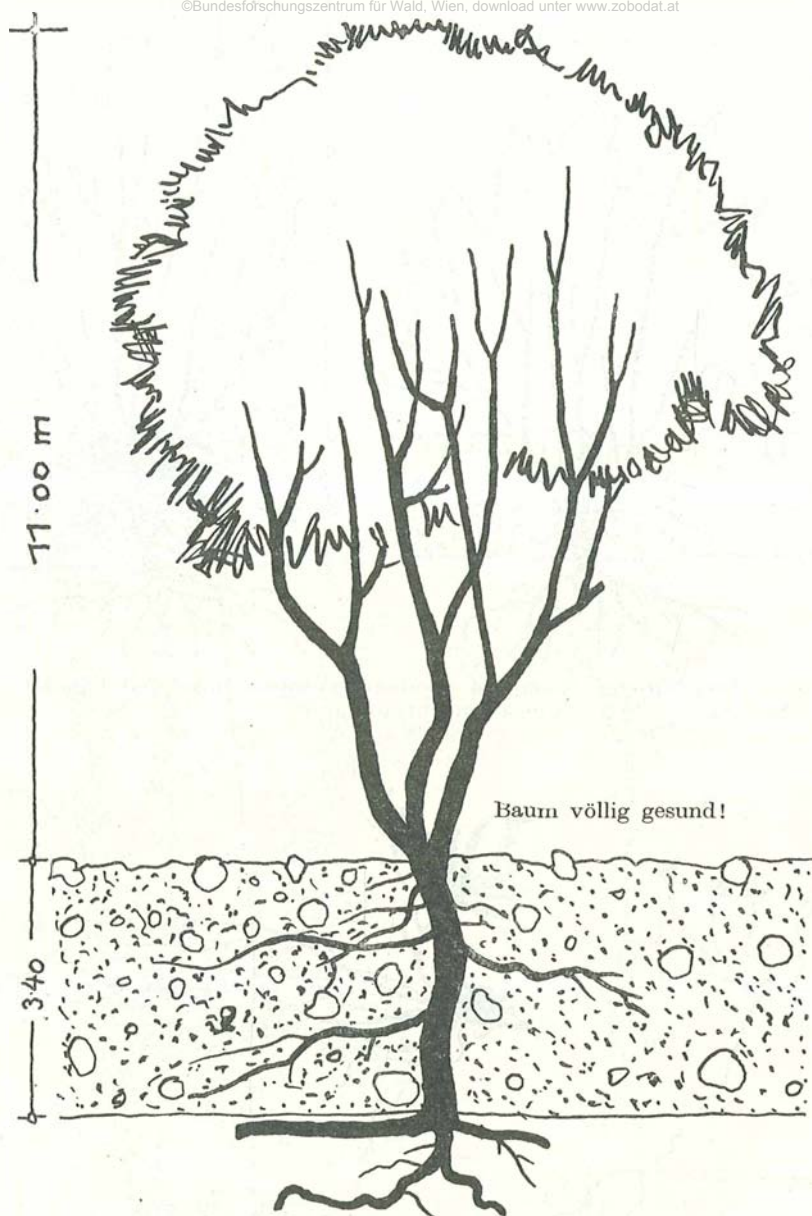


Abb. 67: Verschlammte Grauweide (*Salix incana*).

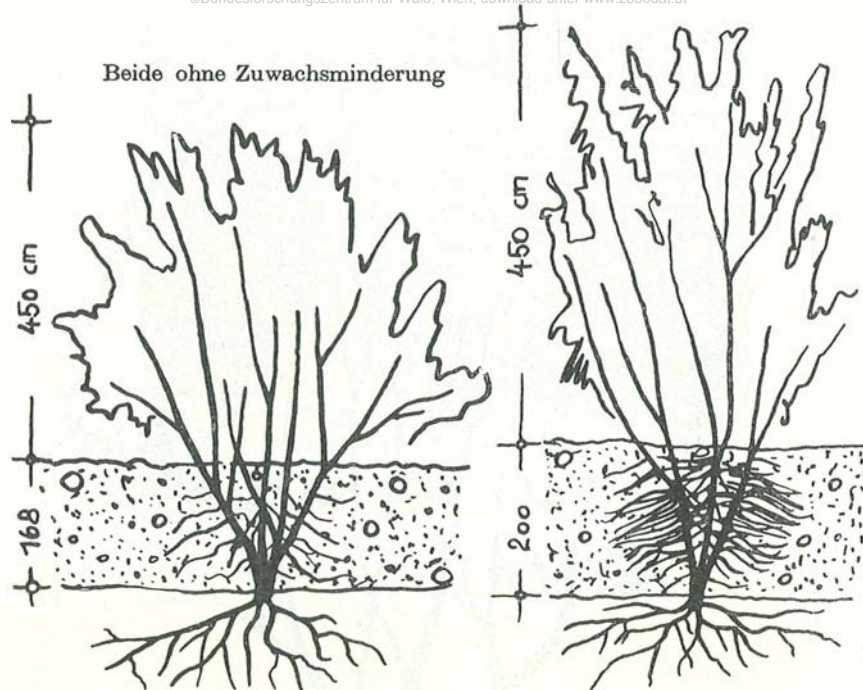


Abb. 68: Verschütteter Sauerdorn (*Berberis vulgaris*) links und Liguster (*Ligustrum vulgare*) rechts.

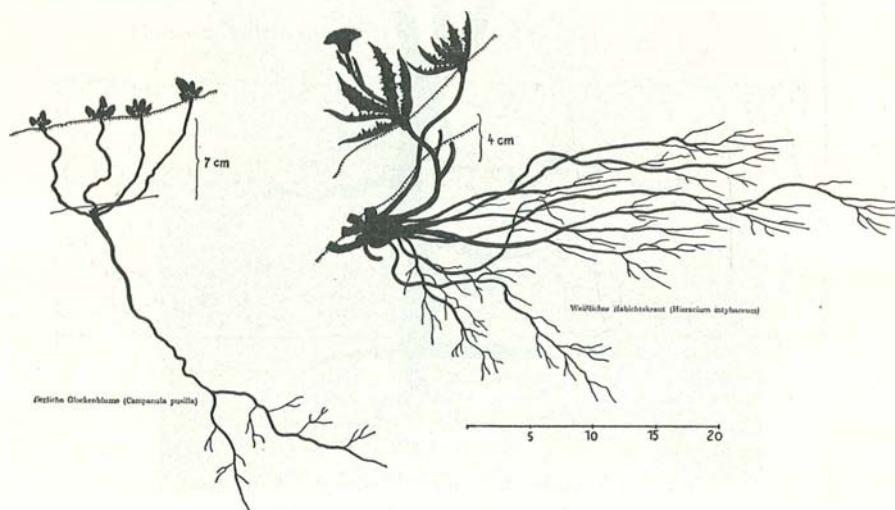


Abb. 69: Übershotterte krautige Pionierpflanzen.

Bei anderen Sträuchern konnte ich ebenfalls große Resistenz gegen Verschüttung feststellen, so bei *Corylus avellana* (Abb. 58) bis 1,20 m, bei *Prunus spinosa* bis 1,65 m, was 56% seiner Gesamthöhe ausmachte! (Abb. 58), bei *Crataegus monogyna* und *Sambucus racemosa*.

Die Reihe der Verschüttungsresistenten ist mit den holzigen Gewächsen nicht erschöpft. Die Leistungen der verschiedenen spezifisch alpinen Schuttpflanzen auf diesem Gebiete sind aus der Literatur hinlänglich bekannt. Abb. 69 zeigt als typische Fälle *Campanula pusilla* und *Hieracium inthybaceum*. Beide weisen die charakteristischen „Schopftriebe“ auf, welche die Regeneration der Triebe ermöglichen.

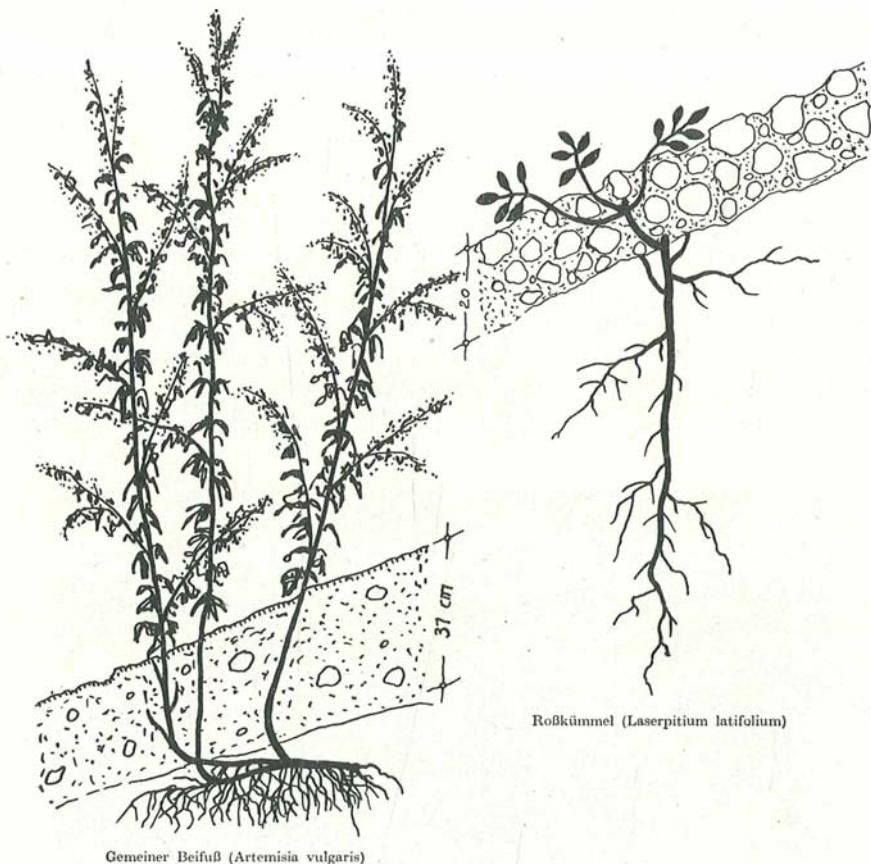


Abb. 70.

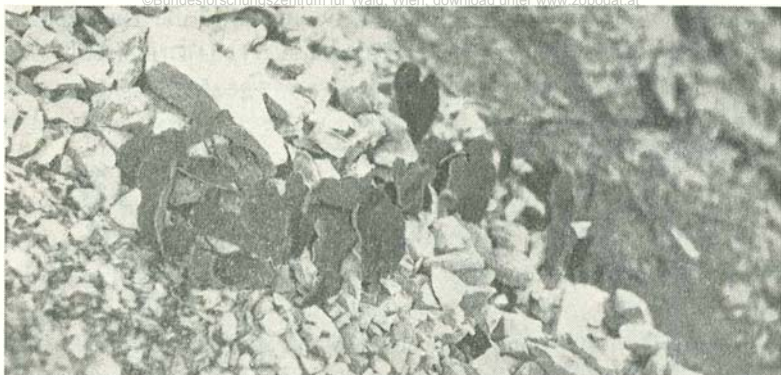


Abb. 71: Stark verschütteter Roßkümmel (*Laserpitium latifolium*).

Auch solche Pflanzen, die man nicht als typische Schuttpioniere bezeichnen kann, sind unter Umständen sehr widerstandsfähig gegen Verschüttung. Bei *Laserpitium latifolium*, das sich wegen seiner zugfesten, tiefgehenden Pfahlwurzeln hervorragend für die Grünverbauung eignet, *Valeriana tripteris* und *Artemisia vulgaris* sah ich wiederholt stark verschüttete Pflanzen ohne sichtbare Zuwachseinschränkung (Abb. 70, 71).

Überraschend dürfte wohl sein, daß sich die Himbeere (*Rubus idaeus*) als eine der allerhärtesten Pflanzen sogar im Hauptdolomit in bezug auf Verschüttung (Abb. 72) und Steinschlag (Abb. 73) erwies. Im Reißenden Ranggen bei Zirl eroberte sie durch diese Fähigkeit weite Flächen, wo sich noch keine einzige Holzart anzusiedeln vermochte und hielt sich, da sie nicht konkurriert wurde, jahrzehntelang. Durch fortwährende Verschüttung und Zerschlagen ihrer Triebe bildete



Abb. 72: Himbeere im Hauptdolomit.

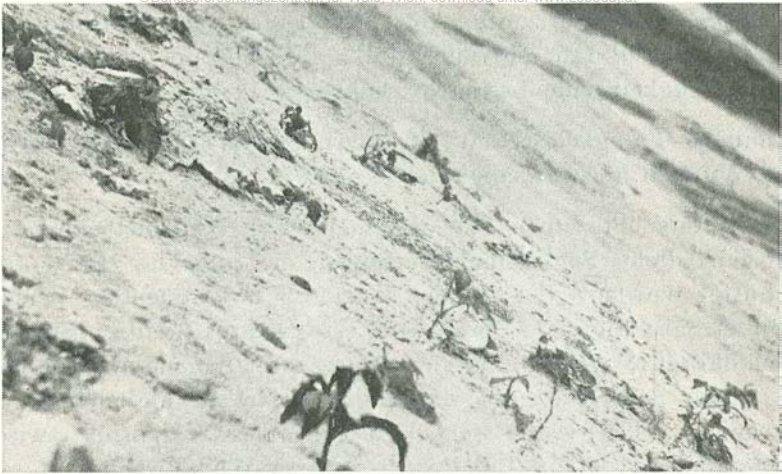


Abb. 73: Himbeere als Erstpionier in der extremen Steinschlagzone der Rangger Reiben.

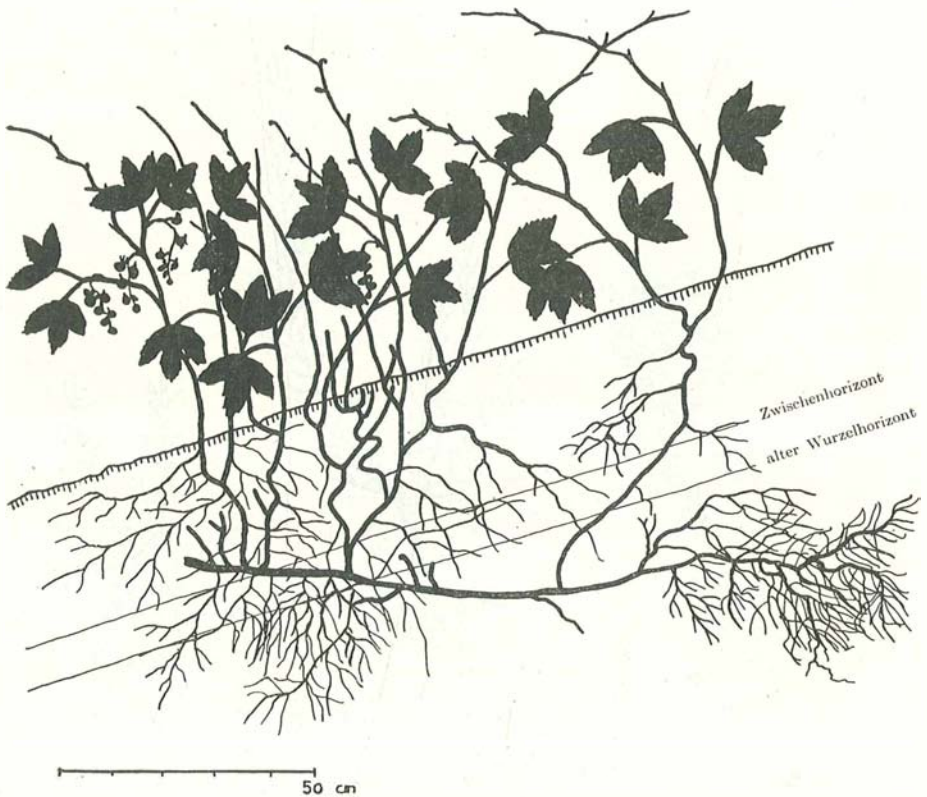


Abb. 74: Verschüttete Himbeere (*Rubus idaeus*)

sie mehrere Wurzelhorizonte (Abb. 74). Die festigende Wirkung der Himbeere ist dadurch und auch durch ihre enorme vegetative Ausbreitungsfähigkeit eine besonders hohe.

Ähnliche Fähigkeiten hat der Huflattich (*Tussilago farfara*), dessen Wurzeln aber brüchig sind (Abb. 87).

Ich untersuchte auch einzeln eingesetzte Weidenstecklinge, die durch ganz dichte **Schlammablagerungen** im Laufe des ersten Jahres verschüttet wurden. Bei solchen sauerstoffverdämmenden Verschüttungen ist *Salix nigricans* die resistanteste, während *Salix incana* empfindlich darauf reagiert und an der Grenze ihrer Regenerationsfähigkeit liegt. Auch *Salix purpurea* empfindet derartige, abdichtende Verschüttungen als schweren Schock (abnormales Verhältnis zwischen starker Triebentwicklung und gedrosseltem Wurzelwachstum, Eintrocknen der Stecklingsenden). Für Abb. 75 wurden Mittelwerte aus je 10 Stecklingen erhoben.

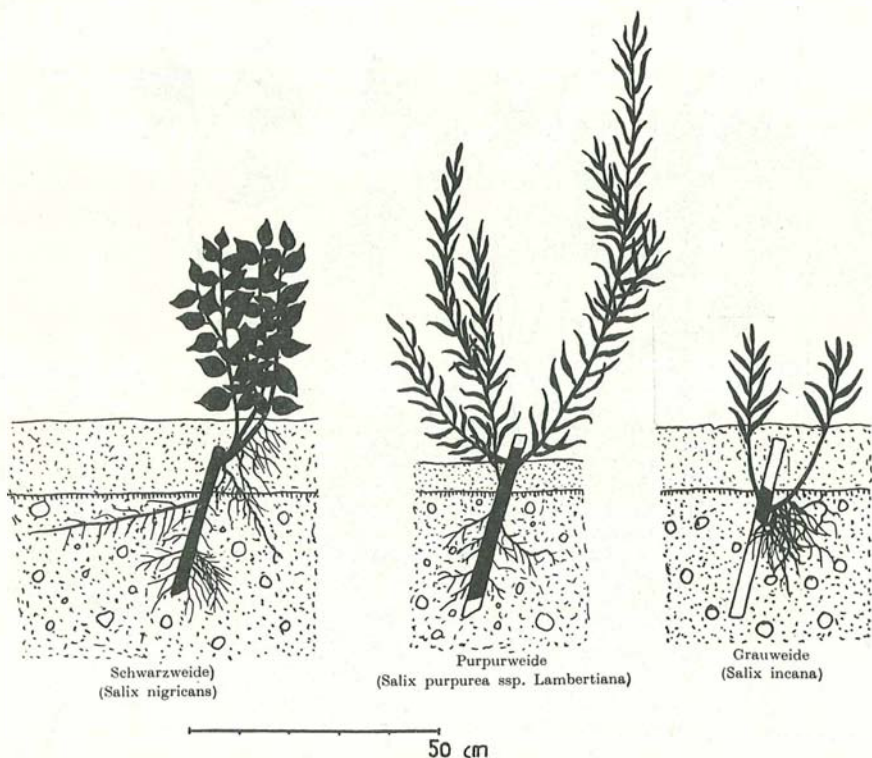


Abb. 75: Verschüttung einjähriger Stecklinge durch Schlammablagerung.

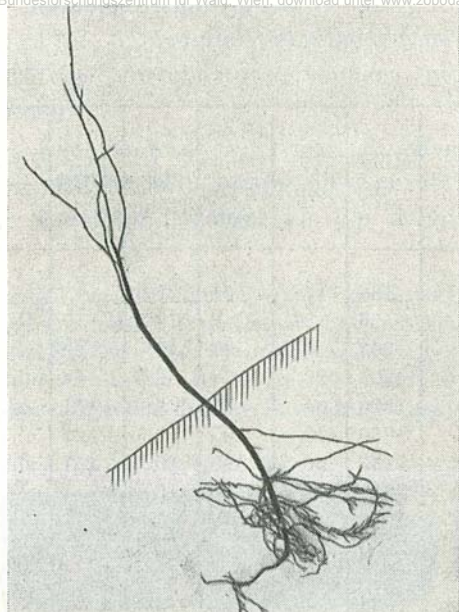


Abb. 76: Grauerle (*Alnus incana*), ein Jahr nach Verpflanzen. Beginnende Adventivwurzelbildung durch 20cm tiefe Verschüttung.

Selbst Einzelpflanzen geeigneter Arten vermögen schon im ersten Jahre nach Verpflanzung in die Blaike Verschüttung hinzunehmen. Das ist besonders für die Verwendung solcher Pflanzen zu Heckenpflanzungen von Bedeutung. Derartige Pionierpflanzen — in Abb. 76 ist es eine Grauerle — bewurzeln dann am ganzen, von Erde bedeckten Teil des Stammes adventiv, so daß dadurch eine bessere Bodenbindung als normal erzielt wird.

Liste der wichtigsten Verschüttungsresistenten, die ich in den vergangenen Jahren beobachten konnte:

Pflanzenart	Höhe cm	Ø cm	Über- schot- terung in cm	% der Höhe	Alter	Zustand
<i>Juniperus comm.</i>	185	7	51	27.5	—	—
<i>Picea excelsa</i>	66	3	6	9	10	Hakenform
„	203	5	24	10	20	—
„	905	22	70	6.6	46	chlorotisch
„Haselfichte“	1500	34	70	5	151	langsam wüchsig
<i>Picea excelsa</i>	1050	18	100	9.5	22	chlorotisch
„	1150	26	120	10	151	chlorotisch, halbdürr
„	1250	26	190	15	—	chlorotisch, sterbend
„	1500	—	220	14.5	—	tot
<i>Pinus silvestris</i>	1350	25	70	5.2	—	—
„	—	24	115	8.8	—	—
„	1300	27	115	8.8	—	—
<i>Pinus uncinata</i>	490	—	105	21.5	79	etwas chlorotisch
„	200	6	70	35	51	—
<i>Acer pseudoplatanus</i>	580	14	170	29.5	35	—
„	610	12	170	28	25	—
„	650	20	190	29	32	—
<i>Betula pubescens</i>	400	—	100	25	—	etwas verdorrt
<i>Berberis vulgaris</i>	450	5.5	168	37.5	—	—
„	450	4.5	130	29	—	—
<i>Corylus avellana</i>	370	8	120	32.5	—	—
<i>Ligustrum vulgare</i>	550	4	200	36.5	—	—
<i>Prunus spinosa</i>	201	3.4	71	35.4	—	—
<i>Salix incana</i>	450	4	170	38	24	—
„	450	7.5	135	30	17	—
„	800	18	180	22.5	32	—
„	650	14	180	27.5	25	—
„	1100	—	340	31	—	—
<i>Salix nigricans</i>	600	22	210	35	—	—
<i>Salix purp. Lamb.</i>	750	7	220	29.4	—	—
<i>Artemisia vulgaris</i>	125	—	31	25	—	—
<i>Laserpitium latifol.</i>	80	—	20	25	—	—
<i>Rubus idaeus</i>	70	—	36	51.5!	—	—

In Norditalien lernte ich *Tamarix gallica* und *Ailanthus glandulosa* als sehr widerstandsfähig gegen Verschüttung kennen.

Erosionsresistente Arten:

Wie bereits erwähnt, haben die Weiden die wertvolle Eigenschaft, nicht nur eine kräftige Verschüttung, sondern auch darauffolgende Erosion hinzunehmen.

An Fluß- und Bachrändern, wo derartige Niveaushiftungen die Regel sind, werden deshalb häufig die Saliceten zu Dauergesellschaften, weil sie widerstandsfähiger als die flachwurzelnden Weißerlen sind.

Ich hatte Gelegenheit, auch bei der Esche (*Fraxinus excelsior*) eine 4 Monate währende Entblößung des halben Wurzelstockes zu beobachten, die durch Aushubarbeiten bei einem Kraftwerkbau verursacht worden ist. Der zirka zwanzigjährige Baum (Abb. 77) wurde hernach wieder mit Erde zugeschüttet und zeigte in den darauffolgenden Jahren fast dieselbe Zuwachsleistung wie seine unberührten Nachbarn.

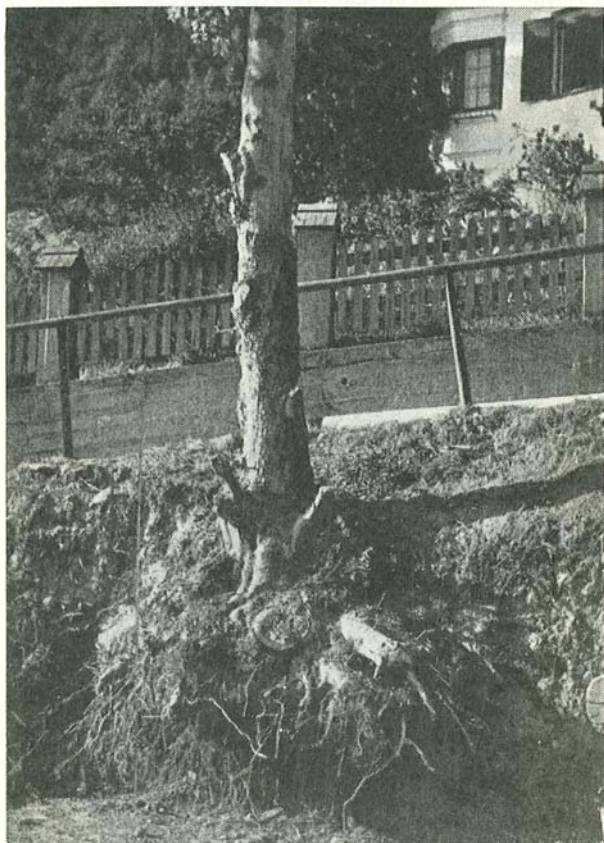


Abb. 77: Anlässlich Bauarbeiten $\frac{1}{2}$ Jahr lang zur Hälfte ausgegrabene Esche; wieder zugeschüttet wies sie nur geringe Zuwachsminderung auf.

Ausgesprochen erosionsresistent sind natürlich alle spezifischen Schuttpflanzen, besonders die alpinen und subalpinen. Unter ihnen fallen immer wieder die Schneepestwurz, die „Schnöller“ (*Silene inflata* ssp. *alpina*), *Rumex scutatus* und *acetosella*, *Epilobium angustifolium*, *Hieracium staticifolium*, *Rubus saxatilis* und *caesius*, *Trifolium badium*, *pallens*, *Thymus* sp., *Teucrium montanum*, *Campanula pusilla*, *Valeriana tripteris*, *Euphorbia cyparissias*, *Lathyrus silvester*, *Hippocrepis comosa*, *Lotus corniculatus*, *Gypsophila repens*, *Tussilago farfara*, *Anthyllis alpestris*, *Dorycnium germanicum* auf. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß wir diese Pflanzen immer wieder auf verschiedenen Blaiken finden. Alle flach wurzelnden Arten scheiden bei Erosion aus. Dadurch ist es zu erklären, daß tiefgehende Stauden manchmal widerstandsfähiger gegen Erosion sind als seicht wurzelnde Holzgewächse.

Durch Bodenerosion verursachte Morphosen können Stelzenform (Abb. 78) oder Wurzelhänger (Abb. 79 bei Gipskraut und Abb. 80 bei Mehlbeere, *Sorbus aria*) sein, wie sie RAUH 1939/42 und VARESCHI

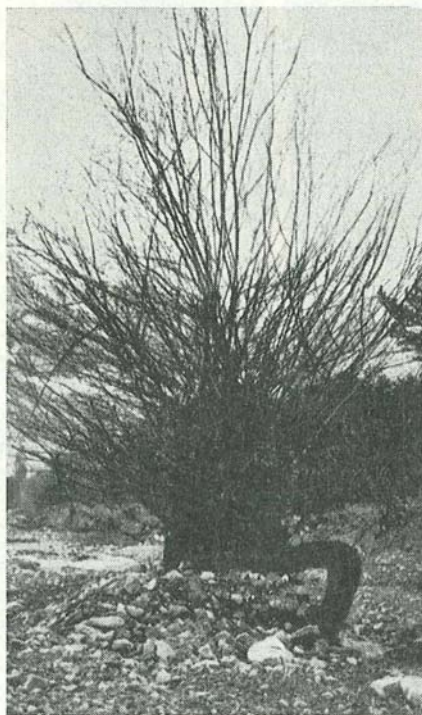


Abb. 78: Grauweide: Hakenbildung des Stammes durch Knickung und nachfolgendes geotropisches Aufrichten, Niveauschwankung des Bodens zirka 1 Meter.

1937 abgebildet haben. Die Wurzel wird dabei zum Halteorgan, später bilden sich wieder Adventivwurzeln entlang der tauartigen Pfahlwurzel aus.

Gegen **Schneescurf**, **Kriechschnee** und **Schurf durch Muren** gibt es drei Möglichkeiten für die Pflanze, ihr Leben zu verteidigen:

1. Zähigkeit des Holzes auch während der Frostperiode. Die Triebe sind steif und widerstandsfähig und werden durch das Ein-

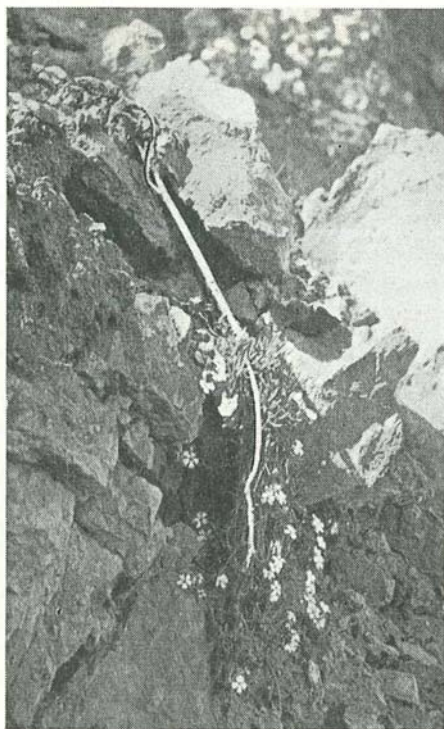


Abb. 79: Gipskraut (*Gypsophila repens*). Wurzelhängeform durch zweimalige Erosion.

schneien nicht niedergelegt, sondern ragen aus dem Schnee hervor, diesen stauend ähnlich den technischen Stützverbauungen, die der Verhinderung des Lawinenabbruches dienen. Der Prototyp der „schneestauenden“ Holzarten in den Alpen ist die Eberesche, *Sorbus aucuparia*. Sie ist befähigt, in Lawinenabbruchs- und Kriechschneegebieten zu siedeln. Infolge Angleichung an die Belastung der Schneedecke oder Schuttschurf wird unter Umständen bei baumförmig wachsenden Arten Basitonie gefördert; kräftige Stockloden in größerer Zahl

führen zu mehrstämmigen Großsträuchern. Charakteristische Mechanomorphosen: Knickform des Hauptstammes, Hakenbildung (Abb. 78), Stammverdickungen.

2. Elastische Arten legen sich bei Belastung nieder und entgehen dadurch einer Schädigung. Typische Vertreter sind Grünerle (*Alnus viridis*), Legföhre (*Pinus montana*), großblättrige Weide (*Salix grandifolia*) und Strauchbuche (*Fagus sylvatica*). Sie schützen dadurch sich selbst vor größeren Schurfschäden und decken den Boden gegen Erosion ab. Die charakteristische Angleichungsform: Säbelwuchs



Abb. 80: Wurzelhängeform bei Mehlbeere (*Sorbus aria*). Sekundäre Wurzel- und Triebbildung entlang der freigelegten Hauptwurzel.

mitunter „Harfenform“ (SCHRÖTER 1908) durch Kipplage (Abb. 81). Diese Arten sind imstande, in Lawengassen und Abbruchgebieten von Lawinen zu siedeln. Vielfach kann im Sommer nach der Verteilung der Strauchbuchenbestände, Grünerlen- und Latschenfelder das Abbruchgebiet von Lawinen oder die normale Lawinenbahn abgegrenzt werden.

3. Stauden werden durch Schurf häufig am Wurzelhals oder tiefer abgerissen. Bei Geschiebeschurf scheren die Steine die Triebe ab, in der kriechenden Schneedecke entsteht der Bruch durch Zugbeanspruchung, wenn die Triebe am Schnee anfrieren. Die Pflanzen erfahren

also vorerst eine schwere Schädigung. Wenn sie tief wurzeln oder Rhizome besitzen, sind sie weitgehend regenerationsfähig (Abb. 69). Typische Vertreter sind *Petasites paradoxus*, *Silene inflata* ssp. *alpina*, *Gypsophila repens*, *Rumex scutatus*, *Oxyria digyna* und andere. Angleichungsformen sind „Schuttüberkriecher“, „Schuttstrecker“ und „Schuttdecker“ nach Schröter. Mehrfach sah ich ganz flach an den Boden angepreßte Gipskrautpolster in Lawinenrunsen der Innsbrucker Nordkette, die Jahr für Jahr mehrere Lawinen über sich ergehen lassen müssen. Legföhren waren dort dieser Beanspruchung nicht gewachsen.



Abb. 81: „Harfenform“ (Schröter) durch Kipplage infolge Lawinenschurfes bei Hasel.

Für die Grünverbauung ist zu überlegen, welche der drei genannten Widerstandsformen die geeignetste ist und demnach ist die Artenwahl zu treffen. Kombinationen werden die Regel sein.

Artenliste von Pflanzen, deren Widerstandsfähigkeit ich in Nordtirol an vielen Stellen beobachtete:

Zu 1.: *Betula pubescens*, *Acer pseudoplatanus* im Alter, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus aria*, *Prunus padus*, *Salix incana* im Alter.

Zu 2.: *Acer pseudoplatanus* in der Jugend, *Berberis vulgaris*, *Alnus viridis*, *Cornus sanguinea*, *Fagus silvatica* Strauchform, *Ligustrum vulgare*, *Pinus montana*, *Salix arbuscula* ssp. *Waldsteiniana* und *foetida*, *helvetica*, *hastata*, *incana* in der Jugend, *glabra*, *grandifolia*, *purpurea*.

Zu 3.: *Gypsophila repens*, *Lotus corniculatus*, *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Petasites paradoxus*, *Rubus idaeus*, *Rumex scutatus*, *Silene inflata* ssp. *alpina*, *Trifolium hybridum*.

Die Liste ist nicht vollständig.

Widerstandsfähigkeit gegen Steinschlag:

Unter den Nadelhölzern sind Legföhre und Wacholder typische „Steinschlagpflanzen“. In den Latschenfeldern bleiben ganze Felsstücke liegen, ohne daß die Legföhren sonderlich beschädigt werden. So empfindlich sie gegen Verschüttung reagiert, so widerstandsfähig ist sie gegen Steinschlag.

Laubhölzer reagieren anders, besonders wenn die Hauptsteinschlagperiode in die Vegetationsruhe fällt, in der das schützende Laub fehlt.

Sämlinge werden getötet, wenn sie ein Stein trifft, mehrjährige Triebe an der Prallseite entrindet und die Zweige nach unten gedrückt. Selbst das Holz der Äste zersplittert oft unter dem Hagel der Steine. Im folgenden Frühling entstehen an der Unterseite des Stammes, wo Rinde und Kambium noch erhalten sind, meist nahe am Wurzelhals neue Triebe. Diese wachsen rasch empor und werden im nächsten Jahr häufig wieder das Opfer einer Steinschlagperiode. Die Pflanze regeneriert sich daraufhin neuerlich und erhält hiedurch eine gestufte Form (Abb. 82, 83). Dieser Vorgang kann sich viele Male wiederholen, bis das Wurzelsystem so groß ist, daß es in einem einzigen Jahre einen Trieb entwickeln kann, der dem Steinschlag gewachsen ist. Die alten, niederliegenden Äste sterben ab und werden schließlich vom Steinschlag weggebrochen. Die stärkeren Stämme erfahren weiterhin Jahr für Jahr Schäden; sie bilden aber für die weiter unten stehenden Pflanzen einen Schutzwall und so kann sich die Vegetation behaupten, manchmal sogar nach oben vordringen.

In Auen werden durch schwere Hochwässer die ganzen Büsche zu Boden gedrückt und geknickt. Durch nachfolgende Regeneration nach Rückgang des Wassers bilden sich neue Sprosse, so daß ebenfalls eine Stufenform („Harfenform“ nach Schröter 1908) entsteht. Diese ist oft bei *Myricaria germanica*, aber auch bei fast allen anderen

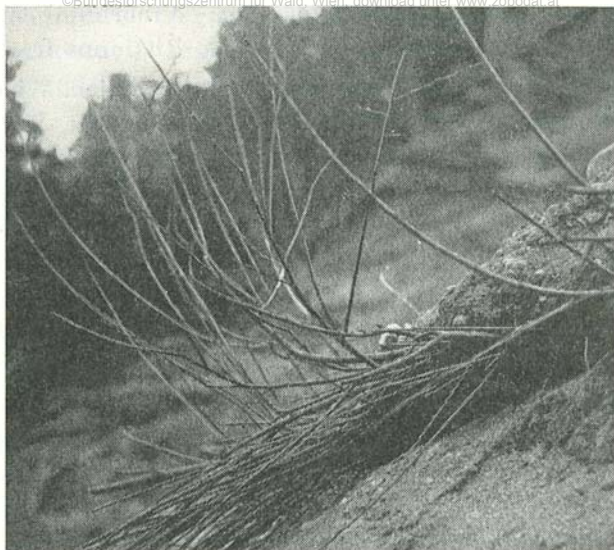
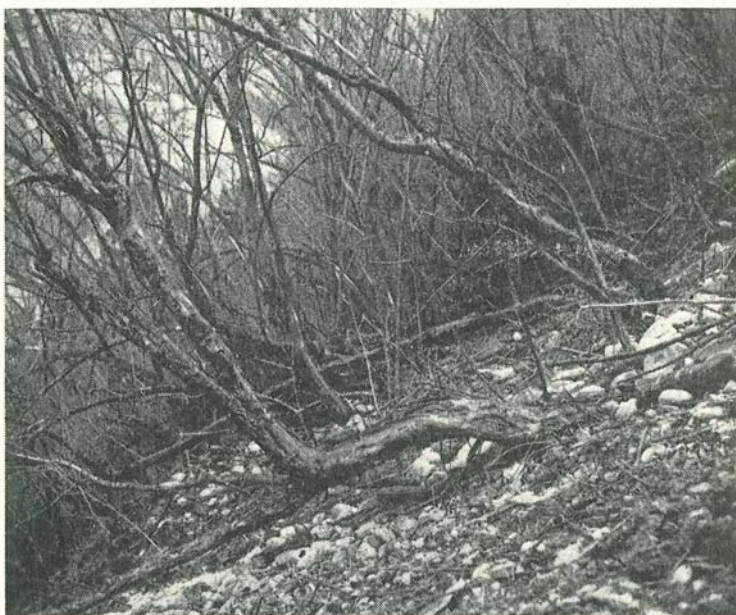


Abb. 82: „Harfenform“ durch Steinschlag bei einer 2 jährigen Weidenbuschlage.



[Abb. 83: „Harfenform“ durch Steinschlag bei Grauerlen und Salweiden.

Augehölzen zu beobachten (*Hippophae*, *Viburnum lantana* und *opulus*, *Lonicera xylosteum*, *Prunus padus*, *Rhamnus frangula* u. a.).

Auf Blaiken fand ich solche Morphosen bei den Weiden, Grauerlen, Hasel, Holunder, Heckenkirschen, Zitterpappel, Birke, Schneeball, Esche, Mehl- und Vogelbeere, Sanddorn, Liguster, Berberitze, Traubenkirsche und Bergahorn. Die Grauerle ist erheblich steinschlaghärter als alle Weidenarten, was bei ihrem steifen, unelastischen Wuchse überrascht.

Wie bei den Schurfresistenten ist auch bei den Steinschlagresistenten eine Gruppe von Pflanzen vertreten, die vorerst eine Schädigung hinnimmt. Aus den Rhizomen oder Schopftrieben (schlafende Augen) setzt hernach eine Regeneration ein.

Die **Liste** von Arten, deren Widerstandskraft bei schwerem Steinschlag ich vielfach beobachtet habe: *Acer pseudoplatanus*, *Alnus incana* und *viridis*, *Betula pubescens* und *verrucosa*, *Berberis vulgaris*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Hippophae rhamnoides*, *Juniperus communis*, *nana*, *Lonicera xylosteum*, *Ligustrum vulgare*, *Pinus montana*, *Populus tremula*, *Prunus padus*, *Salix caprea*, *grandifolia*, *daphnoides*, *nigricans*, *incana*, *purpurea*, *glabra*, *arbuscula* ssp. *Waldsteiniana* und *foetida*, *Sambucus nigra* und *racemosa*, *Sorbus aria* und *aucuparia*.

Aruncus silvester, *Calamagrostis epigeios*, *Epilobium angustifolium*, *Lathyrus silvester*, *Petasites paradoxus*, *Rubus idaeus*, *Tussilago farfara*.

Ad 5.: Artenwahl nach der „Aufbaukraft“.

Aufbauende Arten müssen besiedelungstüchtig sein und bestandbildende Kraft besitzen. Häufig opfern sie sich selbst und tragen hiedurch in kurzer Zeit zur Ansiedlung von höherwertigen Biozönosen bei.

Die Aufbauarbeit solcher Arten äußert sich am auffälligsten in der Einleitung der Sukzession.

Sie beruht auf

1. allgemeinen Pioniereigenschaften, d. h., daß sie als spontane Rohbodenbesiedler ihr Optimum erreichen und, nachdem sie einer Nachfolgegesellschaft die Lebensmöglichkeit geschaffen haben, von selbst wieder verschwinden;
2. auf der Fähigkeit, den Boden zu verbessern und
3. Festigung und Bindung des Bodens.

Die Bodenverbesserung kann auf vielerlei Art geschehen. Erlen, Sanddorn, Robinien und Leguminosen reichern den Boden mit dem Stickstoff-Überschuß an, den ihre Wurzelsymbionten erzeugen. Nach neuesten, noch nicht abgeschlossenen Forschungen in England soll die Stickstoffanreicherung im Boden bei Leguminosen nicht vom Besitze der Wurzelknöllchen abhängen (mündliche Mtt. v. Dr. M. MOSER 1956).

Pflanzenarten mit tiefen und weitreichenden Wurzeln lockern den Boden, fördern den Sauerstoffzutritt und erleichtern damit die Entwicklung einer Bodenfauna. Die Beschattung und Abdeckung der Bodenoberfläche durch großblättrige Pflanzen verursacht eine wesentliche Änderung des Mikroklimas, das wiederum die Lebensexistenz der Bodenfauna und die rasche Humusbildung ermöglicht.

Der Abfall leicht verrottender Pflanzenteile (Blätter, Blütenstände u. a.) entscheidet Geschwindigkeit, Menge und Qualität des daraus entstehenden Humus. Darum sind Erlen und breitblättrige Weiden und namentlich die großblättrigen Stauden (Petasites, Tussilago, Adenostyles, Mulgedium, Cerinthe u. a.) so wichtig.

SIEGRIST 1913 notiert über die Aufbaukraft des Sanddorns, daß er den Boden fixiert, durch Humusbildung bereichert und eine spätere Besiedlung durch andere Pflanzen begünstigt.

C. SCHRÖTER 1926 schreibt über die bodenverbessernden Eigenschaften der Grünerle:

„Wo man sie auf der Alp ausreutet, kann man in niederen Lagen direkt Kartoffeln pflanzen, wie das zum Beispiel auch im Entlibuch geschieht.“

Oder an anderer Stelle über Anthyllis: „er ist so ein wichtiger Pionier der Vegetation, der durch die mächtigen Wurzelreste, die er im Boden hinterläßt, sehr zur Verbesserung desselben beiträgt (Stickstoffsammler)“.

KRUEDENER 1940 schreibt über *Epilobium angustifolium*:

„ist ein vorzüglicher Waldpflug des Oberbodens“, liefert außerdem weiche, zersetzende Blätter, die den Boden humoser gestalten. Es vermindert das Erscheinen der bodenaustrocknenden und ihn verfilzenden Gräser, bereitet ein vorzügliches Keimbett vor. Als typische Nitratpflanze ist das Weidenröschen zwar Stickstoffzehrer, aber auch, dank seiner vorzüglichen Durchlüftungsarbeit ein Niederschlagsmobilisierer angesammelter, sich nicht rasch genug zersetzender Humusmassen ...“

Ad 6.: „Bodenfestigende Pflanzenarten“.

Die Eigenschaft „Bodenfestigung“ ist eine Resultierende aus Wurzelform, Dichte der Bodendurchwurzelung und Wurzelmasse. Diese können zum Teil durch entsprechende Zugfestigkeit kompensiert werden.

Schon zu Beginn der ersten größeren Blaikenbegrünungen in Nordtirol 1949 fiel mir auf, daß man nach der Form der oberirdischen Teile meist eine ganz andere als die tatsächliche Wurzelform erwartet. In den folgenden Jahren grub ich deshalb einige Tausend Pflanzen aus, oder beobachtete sie an durch Naturkatastrophen oder Kunstbauten entstandenen Anschnitten. So ergab sich eine sehr umfangreiche Sammlung von Unterlagen, die ich hier, möglichst auf das Wesentliche reduziert, auszuwerten versuche. Bei einer Anzahl der am häufigsten in Blaiken Nordtirols vorkommenden Pionierpflanzen habe ich dadurch Mittelwerte der Form und Masse erhalten. Diese Mittelwerte entstammen für den einzelnen Standort den Messungen von mindestens zehn verschiedenen Pflanzen. Wo am selben Wuchsort verschiedenaltige Pflanzen auftraten, wurden entsprechend mehr Pflanzen ausgewertet (in einzelnen Fällen bis zu 50 je Art). Es war mir aber nicht darum zu tun, absolute Ziffern zu erhalten, sondern eine annähernde Vergleichswertung der betreffenden Arten und Standorte zu ermöglichen. Den betreffenden Standort skizzierte ich grob mit Angaben von Seehöhe, Exposition, Bodenart und Vegetation der Umgebung. In Form schematischer Wurzelpreise versuchte ich den Wert der einzelnen natürlichen Pioniergesellschaften graphisch darzustellen. Links oben sind jeweils das durchschnittliche Volumen der Triebe und Wurzeln der betreffenden Pflanzen maßstäblich aufgetragen, um zahlenmäßige Vergleichung zu ermöglichen. Der sonst üblichen Ermittlung des Trockengewichtes habe ich die Messung des Volumens vorgezogen, weil das Volumen viel unmittelbarer für die Praxis verwendbare Werte ergibt und die an den Wurzeln haftenden Mineralteilchen bei der Ermittlung des Trockengewichtes zu groben Fehlern führen.

Beschreibung der einzelnen Wurzelpreise.

„Große Blaiken“ im Geroldsbach (Götzens bei Innsbruck)

1200—1550 m ü. d. M.

Fichtenwald-Stufe.

Substrat: Umgelagerte Moräne eines lokalen Gletschers über stellenweise anstehendem, sehr klüftigem Biotit-Plagioklas-Gneis. Starker Zustandswechsel zwischen steinhart und breiartig je nach Trockenheit.

Blaikentype V nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 236.

1. Erstgesellschaften:

Deckung: Noch zirka 50% offener Boden;

Reihung nach Anzahl der Individuen.

Festuca ovina
Hieracium staticifolium
Epilobium angustifolium
Rumex acetosella
Hieracium murorum
Lotus corniculatus
Luzula sp.
Sagina Linnaei
Taraxacum officinalis
Veronica officinalis
Gnaphalium silvaticum
Carex leporina
Salix grandifolia 1—2jährig
Alnus viridis
Picea excelsa
Calluna vulgaris
Polytrichum juniperinum

2. *Alnetum viridis*:

Deckung: 100%, Reihung nach Individuenzahl.

Alnus viridis
Salix grandifolia, *nigricans*, *caprea*
Picea excelsa
Petasites albus
Epilobium angustifolium
Lotus corniculatus
Festuca ovina
Sagina Linnaei
Hieracium murorum
Tussilago farfara
Carex leporina
Fragaria vesca
Epilobium palustre
Potentilla erecta
Polytrichum juniperinum
Scoparia nemorosa

Die für die Bodenfestigung wesentlichen Arten zeigen die Abb. 84, 85.

Wegen der großen Zerstörungen im Bestand durch das Ausgraben habe ich im weiteren die Strauchgesellschaften nur mehr so weit untersucht, daß ich mir ein Bild von der für die betreffende Art typischen Wurzelform machen konnte.

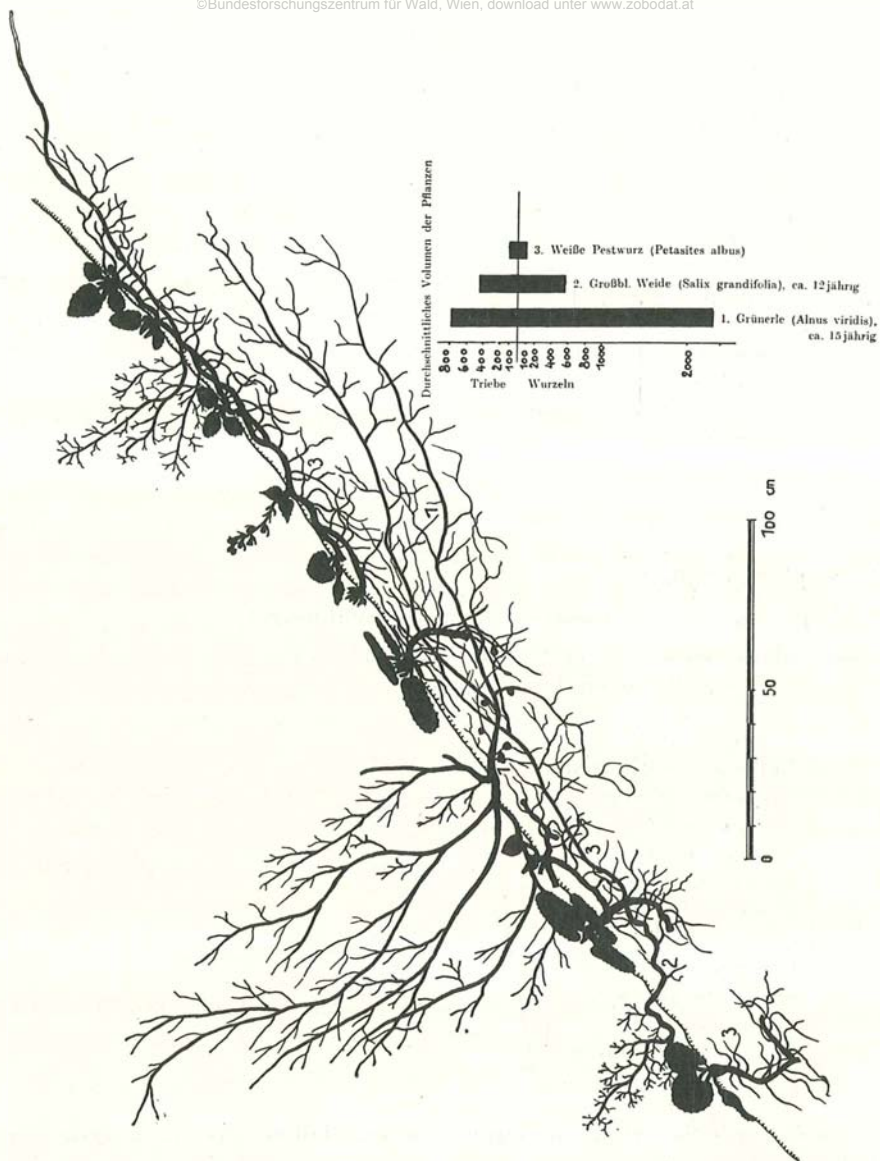


Abb. 84: Schematisches Wurzelprofil von einem bereits beruhigten Teil der Großen Blaike im Geroldsbach, 1550 m ü. d. M. Lokale Untermoräne über Biotit-Plagioklas-Gneis, Fichtenstufe, NE-Hang.

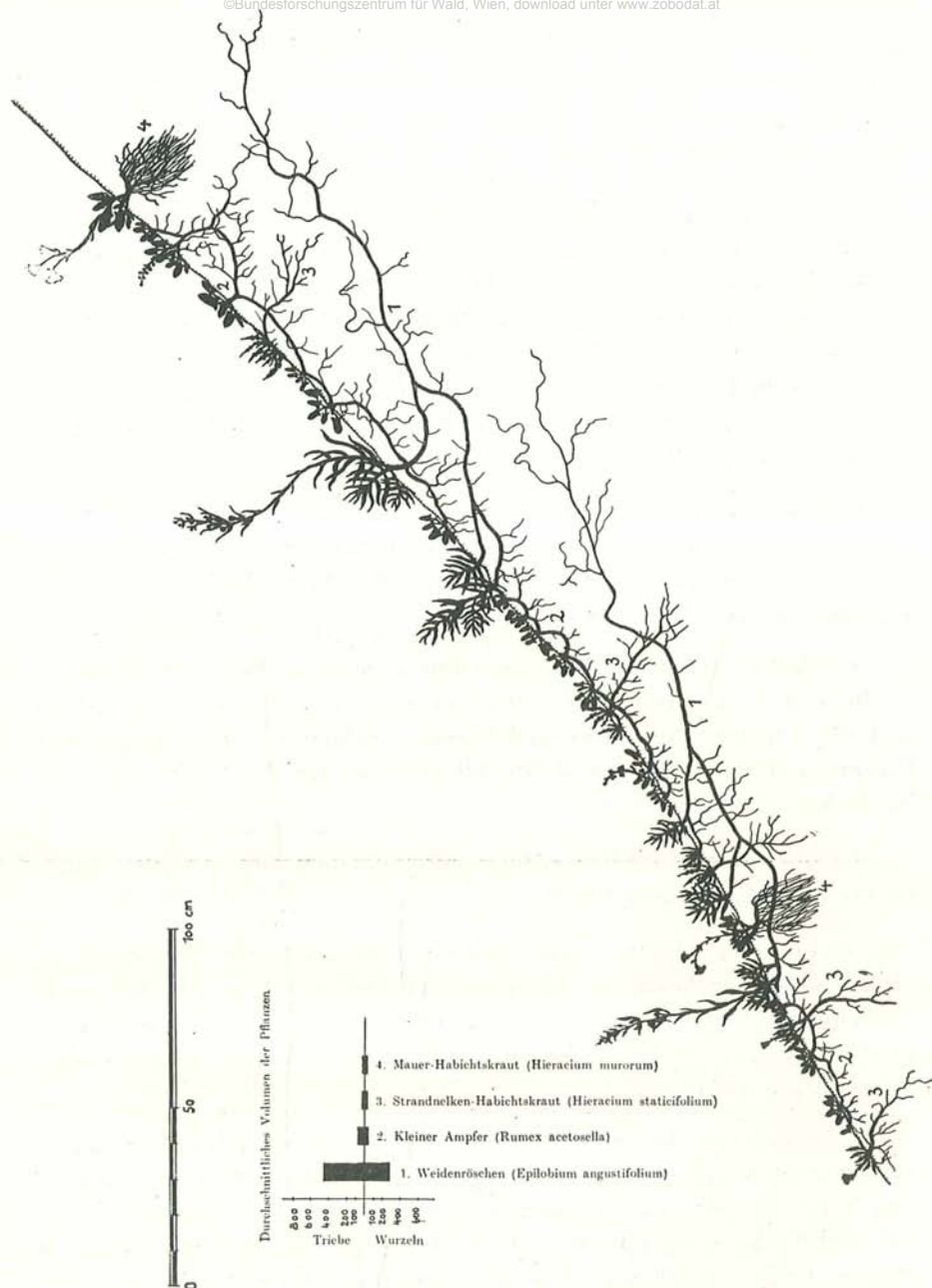


Abb. 85: Schematisches Wurzelprofil von einem noch nicht völlig beruhigten Teil der Großen Blaike im Geroldsbach, 1550 m ü. d. M. Lokale Untermoräne über Biotit-Plagioklas-Gneis, Fichtenstufe, NE-Hang.

Vergleicht man die beiden Zeichnungen, so fällt auf, daß die Durchwurzelung des Bodens bei beiden etwa gleichwertig ist. Besonders die Wurzeltiefe bei *Epilobium* überrascht; die gebänderten und vielfach gewundenen Wurzeln reichen selbst in die Klüfte des Gesteins hinein. Bei krautigen Pflanzen stellte ich so etwas nur dreimal, u. zw. außer bei *Epilobium* bei *Lathyrus silvester* in der Rumer Mure auf Muschelkalk und bei *Gypsophila repens* fest. Auch in der Wurzelform zeigen sich Parallelen etwa zwischen *Epilobium* und *Salix grandifolia* oder *Rumex acetosella* und *Petasites albus*; freilich nur bezogen auf den technischen Wert derselben. Während die einen tiefgehende, aber auch weitreichende, derbe Wurzelstränge besitzen, durchwurzeln die anderen nur die obersten 10–20 cm des Bodens mit dichten, dünnen Wurzeln (*Rumex*) oder fingerdicken Rhizomen (*Petasites*), ganze Teppiche bildend.

Obwohl *Salix grandifolia* hier neben der stets oberflächlich wurzelnden *Alnus viridis* verhältnismäßig tief wurzelnd erscheint, ist sie unter den subalpinen Weiden neben *Salix glabra* und *retusa* die am flachsten wurzelnde.

Das Aufkommen der Hieracien unter den extremen Bedingungen ist nur durch das rasche Wurzelwachstum in den ersten beiden Jahren und die enorme Regenerationsfähigkeit erklärbar. Die abgebildeten Hieracien dürften unter 5 Jahre alt sein, während ich die *Epilobien* für zirka zehnjährig halte.

Die oberirdischen Pflanzenteile unterscheiden sich bei den beiden Gesellschaftstypen wesentlich.

Obwohl das Alnetum die gleitende Schneedecke keinesfalls zu bremsen vermag, stellt es infolge der elastischen Äste der Erlen und Weiden und den großen Blättern der Pestwurz eine vorzügliche Bodenabdeckung gegen Schneeschurf, Hagel, Schlagregen, Steinschlag, Wassererosion dar.

Die absoluten Werte für Wurzel- und Triebvolumen der einzelnen Pflanzen sind natürlich bei *Alnus viridis* und *Salix grandifolia* wesentlich höher als bei allen Krautigen. Bei diesen beiden bleibt mehr als die Hälfte der Wurzelmasse an der Oberfläche, nur dünne Wurzeln reichen tiefer. Dagegen ist bei *Epilobium* die Wurzel etwa 1 m lang, fast gleich dick und auch gleich zugfest. Auffallend ist ferner, daß *Epilobium angustifolium* mehr als das doppelte Volumen der mit so dicken Rhizomen ausgestatteten Pestwurz besitzt!

„Reißender Ranggen“ bei Zirl

590—836 m ü. d. M.

Terrassenschotter, 30—45° geneigter N-Hang.

Umgebung der Rutschung von Unterhang-Laubmischwald bestanden, der nach Westen einen hohen Lärchen-, nach Osten einen hohen Fichtenanteil aufweist.

Das Fehlen der Vegetation geht einerseits auf die bis 1950 geübte Entnahme von Betonschotter am Böschungsfuß, zur Hauptsache aber auf Steinschlag zurück.

Blaikentype IV c nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 235.

Pioniergesellschaft mit zirka 90% Deckung:

Häufig:

- Rubus idaeus*
- Epilobium angustifolium*
- Tussilago farfara*
- Hieracium staticifolium*
- Cardamine impatiens*

Vereinzelt:

- Rumex acetosella*
- Fragaria vesca*
- Angelica silvestris*
- Campanula persicifolia*
- Senecio Fuchsii*
- Calamagrostis epigeios*
- Aruncus silvester*
- Petasites albus*
- Geranium Robertianum*
- Luzula nemorosa*
- Festuca gigantea*
- Poa nemoralis*
- Brachypodium pinnatum*
- Epilobium montanum*
- Aegopodium podagraria*
- Veronica urticifolia*
- Phytolacca sp.*
- Artemisia vulgaris*
- Hieracium murorum*

Diese Pionier-Gesellschaft geht später in ein kräuterreiches Erlen-Weidengebüsch über mit *Alnus incana*, *viridis*, *Salix nigricans*, *purpurea*, *incana*, *triandra*, *daphnoides*, *caprea*, *Russeliana*.

Zu den oben genannten Pflanzen gesellen sich noch: *Dryopteris filix mas*, *Humulus lupulus*, *Stellaria media*, *Actaea spicata*, *Turritis glabra*, *Solanum dulcamara*, *Galeopsis Tetrahit*, *Scrophularia nodosa*, *Galium silvaticum*, *Lactuca muralis*.

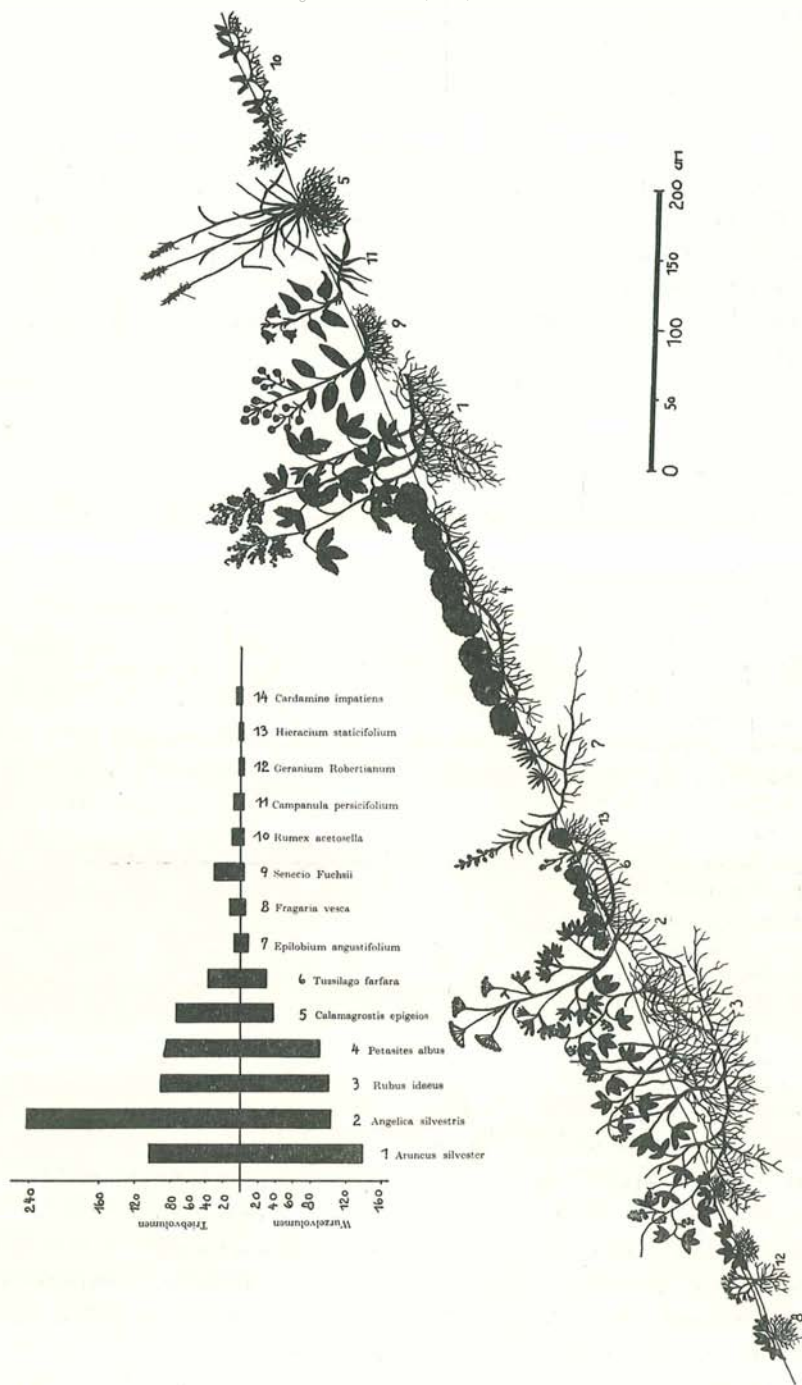


Abb. 86: Idealisiertes Wurzelprofil vom Reißenden Ranggen bei Zirl, 570—800 m ü. d. M. NNW, Terrassenschotter, Unterhang-Laubmischwald.

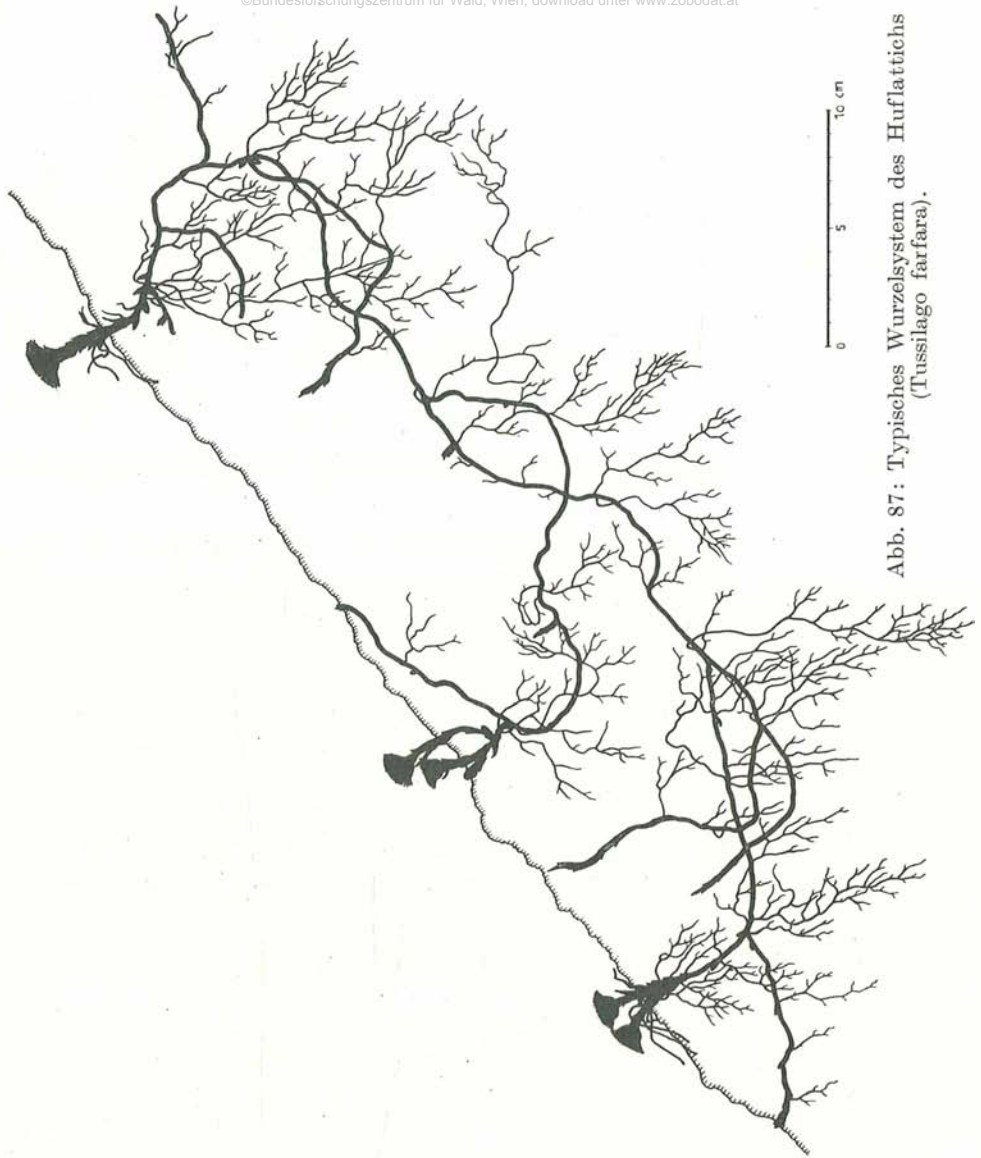


Abb. 87: Typisches Wurzelsystem des Huflattichs
(*Tussilago farfara*).

In ältere Alneta mischen sich ein: *Prunus padus*, *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Populus tremula*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris* und *Corylus avellana*.

Abb. 86 zeigt einige Pflanzen der Erst-Pionier-Gesellschaft. Dabei fallen wie beim Alnetum viridis (Abb. 84) **die Höhe, sowie Blatt- und Triebmasse der Stauden** auf, was für **feuchte Standorte** typisch ist (*Angelica silv.* zirka 600 cm³!).

Anderseits begegnen uns hier Pflanzen von hohem bodenbindendem Wert. *Rubus idaeus* ist an erster Stelle zu nennen, obwohl er von *Aruncus* und *Angelica* an Wurzelvolumen überrundet wird. Die Rhizompflanzen decken zwar den Boden gut ab und durchwurzeln ihn intensiv; doch sind die Rhizome meist brüchig. Bei *Campanula persicifolia* tragen die eiszapfenförmigen Speicherwurzeln praktisch nicht zur Bodenbindung bei.

Epilobium angustifolium, *Geranium Robertianum* und *Hieracium staticifolium* bilden viel schwächere und kürzere Wurzeln aus als in trockenen, ärmeren Böden; auch die Wurzelmasse ist geringer.

Oberflächenwurzler sind *Petasites albus*, *Tussilago farfara* (Abb. 87) und *Rumex acetosella*.

Calamagrostis epigeios ist die einzige Art dieser Gesellschaft mit einem typisch intensiven Wurzelsystem. Obwohl ihre Wurzeln nicht tief reichen, haben sie einen sehr hohen bodenbindenden Wert. Man versuche nur einmal, einen solchen Horst auszureißen!

Auch *Fragaria* kann bedingt als Intensivwurzler gelten; ihr Wert liegt aber nur in der raschen Bedeckung der Oberfläche durch die Bildung von Ausläufern.

Cardamine impatiens hat wie alle Anuellen höchstens für die Abdeckung des Bodens Bedeutung.

„Teufelsries“ im Kochental bei Telfs (Abb. 88)

750—820 m ü. d. M.

Umgebung Erica-Föhren-Wald, SW-Hang im Hauptdolomit-Altschutt, extrem trocken und heiß. Zerstörung und Fehlen einer Vegetationsdecke durch Muren und Schlägerungen.

Blaikentype III nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 234.

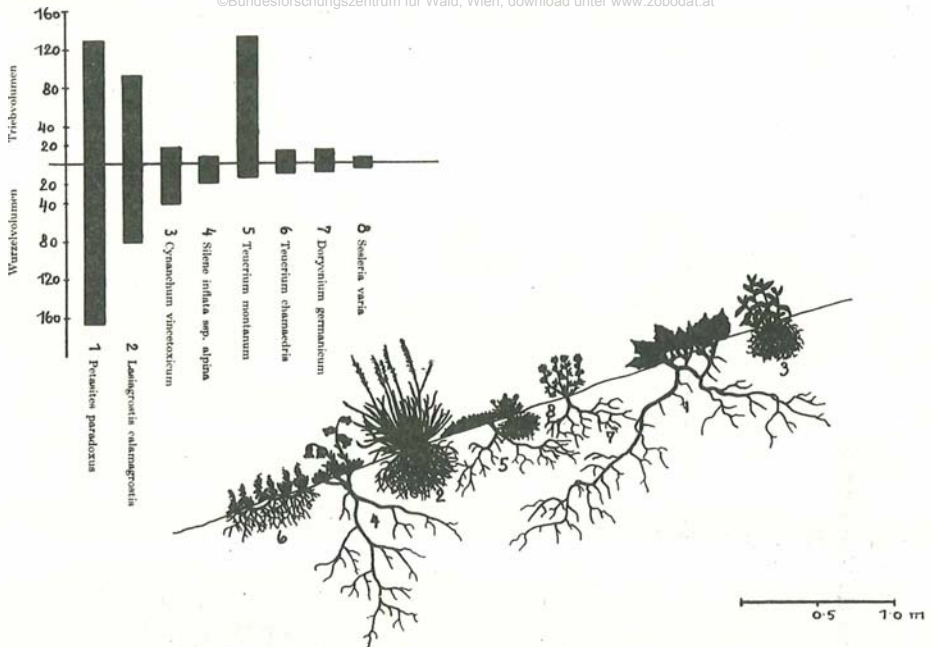


Abb. 88: Schematisches Wurzelprofil aus der „Teufelsries“ bei Telfs, 750—820 m ü. d. M. Hauptdolomit-Altschutt, SW-Hang, Erika-Föhren-Wald.

Aufkommende Pionier-Vegetation: Max. 40% Deckung.

Häufig:

Lasiagrostis Calamagrostis
Teucrium montanum
Vincetoxicum officinale
Doryenium germanicum

Vereinzelt:

Sesleria varia
Teucrium chamaedrys
Silene inflata ssp. alpina
Petasites paradoxus
 bis 5jährige Sämlinge von *Amelanchier* und *Pinus silvestris*.

Charakteristik der Bewurzelung: Fast alles hochwertige Bodenbinder. Dies dürfte auf den heißen Standort mit tiefliegendem Grundwasserspiegel zurückzuführen sein. Ich habe selbst wiederholt festgestellt, daß dieselben Pflanzenarten auf trockenen Böden kräftigere, tiefergehende Wurzeln ausbilden als auf feuchten Böden. *Petasites paradoxus* und *Silene inflata ssp. alpina* sind Vertreter der „Extensivwurzler“ (s. S. 135), zu denen auch *Teucrium montanum* mit sehr

kräftigen und im oberen Teil auch dicken Wurzeln und *Doryenium germanicum* mit zwar dünnen, aber zähen, zugfesten Wurzeln zählen. *Lasiagrostis Calamagrostis* ist von den mir in Nordtirol bekannten „Intensivwurzlern“ (s. S. 135 f) der widerstandsfähigste, *Cynanchum* steht nicht viel nach.

Lasiagrostis, *Teucrium montanum*, *Petasites* vereinigen zwei wertvolle Eigenschaften in sich: Bodenbindung und Abdeckung durch kräftige Triebe bzw. große Blätter; auffallend das große Triebvolumen bei *Teucrium montanum*.

„Stichriepe bei Hochzirl“ (Abb. 89)

920—1100 m ü. d. M.

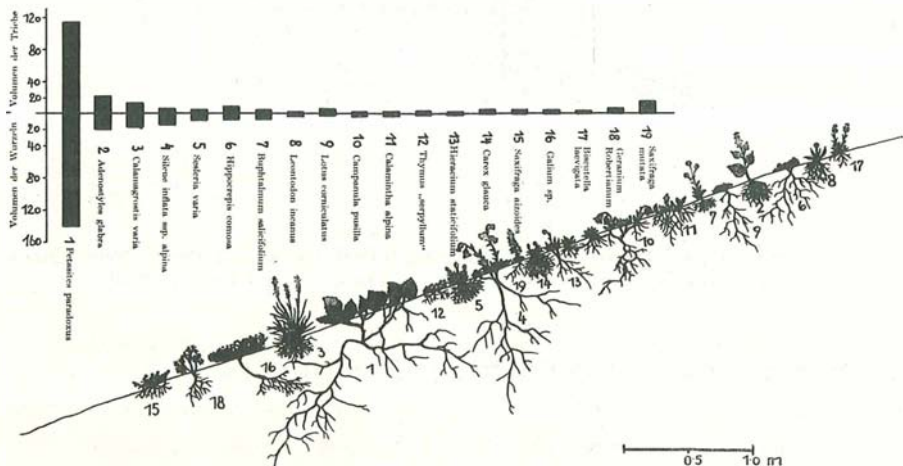


Abb. 89: Schematisches Wurzelprofil aus der Stichriepe bei Hochzirl, 920—1100 m ü. d. M. Hauptdolomit-Grundmoräne, SW-NW-Hänge, Erika-FöW, Bu-Ta MW, Spirkenwald, Übergang.

Übergang von Erica-Föhren-Wald zum Fichten-Lärchen-Mischwald einerseits und Buchen-Tannen-Mischwald bzw. Spirkenwald andererseits.

SW- bis NW-Hänge in Grundmoräne mit vorwiegend Hauptdolomit-schutt.

Blaikentype III nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 234.

Lockere Pionier-Gesellschaften mit zirka 10% Deckung:

Häufig:

Hieracium staticifolium

Petasites paradoxus

Calamagrostis varia

Vereinzel:*Carex alba* und *ornithopodoides**Sesleria varia**Silene inflata* ssp. *alpina**Linaria alpina**Saxifraga mutata**Euphorbia Cyparissias**Lotus corniculatus**Hippocrepis comosa**Thymus* sp.*Calamintha alpina**Campanula pusilla**Campanula rotundifolia**Leontodon hispidus**Tofieldia calyculata**Linum catharticum**Galium pumilum**Prunella grandifolia**Bupthalmum salicifolium**Carduus defloratus**Bellidiastrum Michellii**Adenostyles glabra**Tortella inclinata**Ctenidium molluscum**Campyllum protensum**Dicranum scoparium*

An Holzigen treten vereinzelt *Erica carnea*, *Salix incana*, *grandifolia*, *nigricans*, *Pinus silvestris*, *Picea excelsa* und *Betula verrucosa* auf.

Charakteristik der Pflanzenbewurzelung: Von den häufig auftretenden Pflanzen ist *Petasites* der beste Bodenbinder. Unter den vereinzelt vorkommenden wären vorzuziehen als Extensivwurzler (s. auch S. 135): *Silene inflata* ssp. *alpina*, deren hoher Wert kaum genug betont werden kann, *Campanula pusilla*, die nur oberirdisch zierlich erscheint und sehr zähe, wenn auch dünne Wurzeln besitzt. *Hippocrepis comosa*, *Lotus corniculatus* und *Galium pumilum*; als Intensivwurzler (s. auch S. 135 f): *Adenostyles glabra*, *Carex flacca*, *Calamagrostis varia*, von geringerem bodenbindendem Wert als *Lasiagrostis Calamagrostis*, dafür mit der Eigenschaft, sich rascher auszubreiten.

„Gießenbach bei Scharnitz“ Klammstrecke (Abb. 90)

1150 m ü. d. M.

Grenzgebiet zwischen *Erica*-Föhren- und Fichten-Wald.

Nach SW geneigte Blaike im anstehenden Hauptdolomit, rezenter Schutt. Ursache für die Zerstörung bzw. das Fehlen der Vegetation: Bodenbewegung durch Hanganschnitt beim Wegbau und Abwitterung.

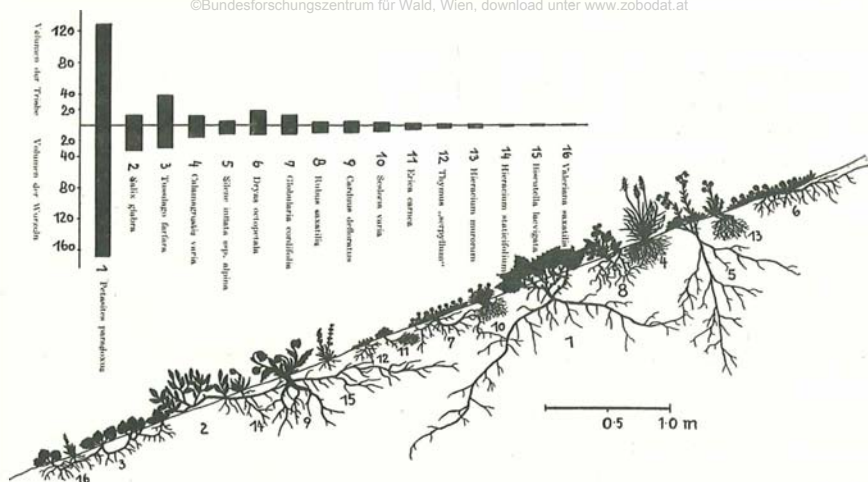


Abb. 90: Schematisches Wurzelprofil vom Giessenbach bei Scharnitz (Klammstrecke), 1150 m ü. d. M. Blaike im anstehenden Hauptdolomit. Grenzgebiet Erica-Fö-Wald — Fichtenwald.

Blaikentype II nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 233.

Vorhandene Pionier-Vegetation mit zirka 60% Deckung:

Häufig:

Sesleria varia
Calamagrostis varia
Petasites paradoxus
Carduus defloratus
Silene inflata ssp. *alpina*

Vereinzelt:

Erica carnea
Salix grandifolia
Salix incana
Salix purpurea
Salix glabra
Alnus incana
Globularia cordifolia
Biscutella laevigata
Campanula pusilla
Tussilago farfara
Hieracium staticifolium
Thymus sp.
Carex flacca
Saxifraga aizoides
Lotus corniculatus
Hippocrepis comosa

Rubus saxatilis
Hieracium murorum
Leontodon hispidus
Calamintha alpina
Valeriana saxatilis

Charakteristik der Pflanzenbewurzelung: Unter den häufig auftretenden Pflanzen dieser Blaikentype sind wiederum *Petasites paradoxus*, *Silene alpina*, *Carduus defloratus* die wesentlichsten Repräsentanten der Extensivwurzler; mit *Calamagrostis varia* und *Sesleria varia* treten zwei bedeutende Intensivwurzler mit flachem Wurzelhorizont häufig auf. *Carduus* variiert in seiner Wurzelform sehr, wobei es wesentlich ist, daß sie auf unfruchtbaren Rohböden tiefegehende Pfahlwurzeln entwickelt.

Alle anderen Pflanzen mit wirklich festigendem Wurzelsystem siedeln in der Gießenbachblaike nur vereinzelt. Zu ihnen zählt in erster Linie *Salix glabra*, die ein oft mehrere Meter weit streichendes Wurzelsystem entwickelt, das aber nicht solche Tiefen wie bei anderen Weiden erreicht. Bisher nicht besprochene Pflanzen sind die schuttdeckenden *Dryas* und *Globularia cordifolia*, deren ausgedehnte Polster in gleicher Weise wirksam den Boden vor Erosion schützen wie die sehr kräftigen Wurzeln die obersten Bodenschichten binden.

Alle übrigen Pflanzen von Bedeutung dieser Blaikentype sind schon früher besprochen worden.

„Halsbach“ im Stubaital, Rutschung am Weg (Abb. 91)

1400 m ü. d. M.

Vegetation der Umgebung: Übergang von *Erica*-Föhren-Wald zum Fichten-Wald bzw. Legföhren-Krummholz.

W-Hang im groben, brüchigen Hauptdolomit-Altschutt. Zerstörung und Fehlen der Vegetationsdecke durch Weganschnitt.

Blaikentypen I, II nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 232, 233.

Aufkommende Pionier-Vegetation mit zirka 55% Deckung:

Häufig:

Petasites paradoxus, künstlich durch Saatversuch vermehrt (Abb. 19, 20)
Valeriana tripteris
Rubus idaeus
Thymus sp.

Vereinzelt:

Salix grandifolia
Hieracium murorum
Epilobium montanum

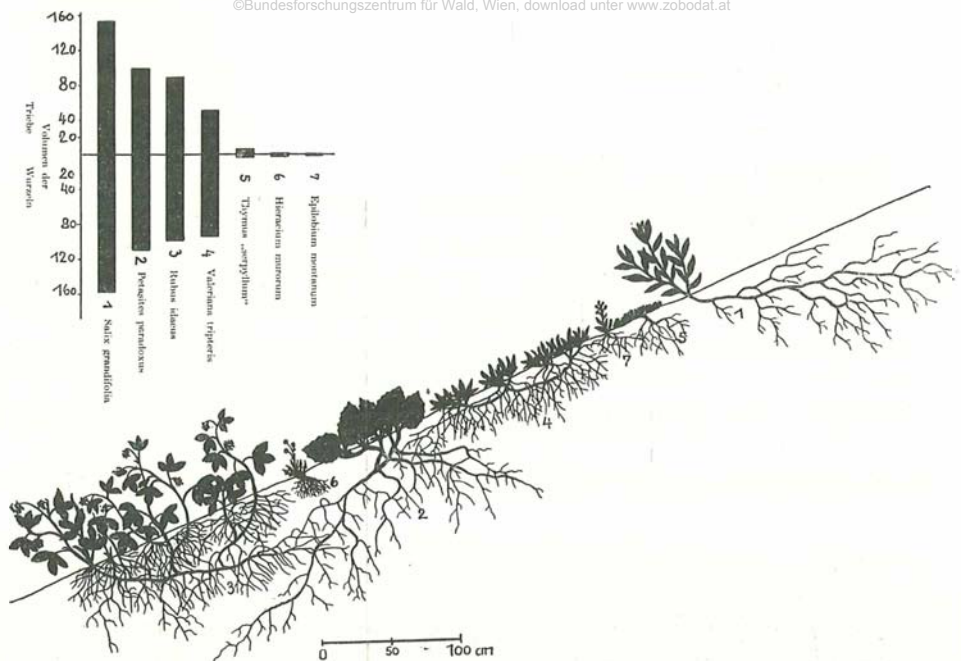


Abb. 91: Schematisches Wurzelprofil vom Halsbach/Stubai, Rutschung am Wege, 1400 m ü. d. M. Grober, kantiger Hauptdolomit-Altschutt, W-Hang, Grenze Erika-Föhrenwald — Fichtenwald.

Die geringe Artenzahl erklärt sich daraus, daß die Rutschung erst 5 Jahre alt ist. Sie wäre zweifellos noch in völlig unbesiedeltem Zustand, wäre nicht durch Totflechtzäune für eine völlige Beruhigung gesorgt worden. Ein Übriges tat die Versuchssaat mit Pestwurz, die in unerwarteter Weise ein voller Erfolg wurde.

Charakteristik der Bewurzelung: Die größte Wurzel- und Triebmasse produzierte in der kurzen Zeit die höchstens 4 Jahre alte *Salix grandifolia*, deren Wurzeln allerdings, wie schon erwähnt, nicht so tief reichen wie etwa bei *Petasites* oder *Rubus idaeus*. Sie ist überhaupt in ihrem Wachstum sehr von der Bodenbewegung abhängig. Ich habe schon 20jährige Exemplare ausgegraben, die — in öfters leicht übermurten Hängen stockend — erst einige Zentimeter groß waren, andererseits können 5jährige Sträucher auf völlig unbewegtem Boden Mannshöhe erreichen.

Die Himbeere erscheint hier nicht nur als Art mit großer Standortamplitude (wir haben sie ja schon am Reißenden Ranggen auf Terras-

sensedimenten und im Gießenbach auf Hauptdolomit gefunden), sondern sie setzt sich gerade im Grobschutt infolge ihres raschen Wurzelwachstums gut durch.

Der oberirdisch unscheinbar wirkende Dreiblatt-Baldrian entpuppt sich beim Ausgraben als für die Bodenbindung sehr wertvolle Pflanze.

Auch hier zeigt sich die große Zuwachsleistung der Erstpioniere auf grobem Schutt mit tiefliegendem Grundwasserspiegel.

„Große Blaike“ des Bretterwandbaches bei Matrei in Osttirol (Abb. 92) 1400—1700 m ü. d. M.

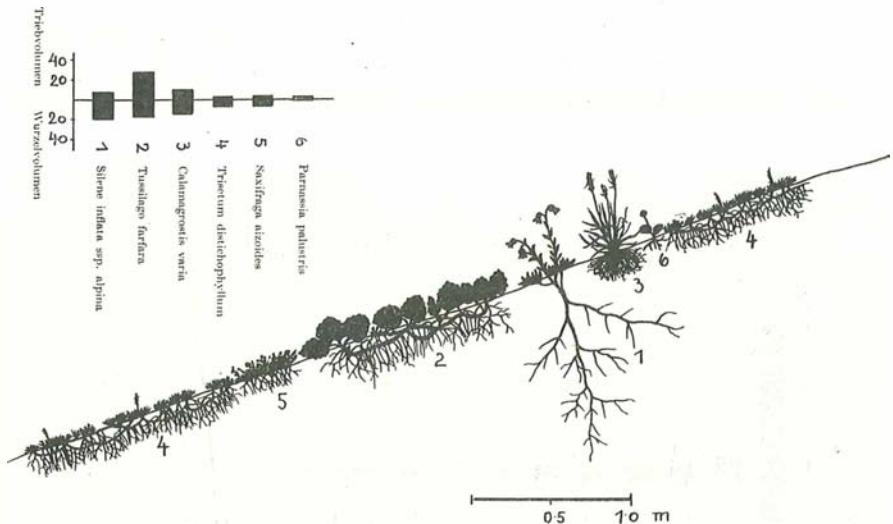


Abb. 92: Schematisches Wurzelprofil aus der Blaike des Bretterwandbaches bei Matrei i. O., 1400—1700 m ü. d. M. Kalkglimmerschiefer, SSW-Exposition, Fichtenstufe.

Vegetation der Umgebung: Fichten-Lärchen-Wald SSW-Hang im Kalkglimmerschiefer.

Zerstörung und Fehlen der Vegetation durch viele Jahrzehnte anhaltende Murgänge und Wassererosion.

Blaikentyp V nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 236.

Aufkommende Pionier-Vegetation mit zirka 65% Deckung:

Häufig:

- Trisetum distichophyllum*
- Calamagrostis varia*
- Tussilago farfara*

Vereinzelt:

Picea excelsa
Larix decidua
Pinus montana
Salix purpurea ssp. *gracilis*
Salix arbuscula ssp. *Waldsteiniana*
Salix grandifolia
Alnus incana
Silene inflata ssp. *alpina*
Saxifraga aizoides
Parnassia palustris

Charakteristik der Bewurzelung: Die für die Bodenbindung wesentlichste Pflanzenart ist *Trisetum distichophyllum*. Er verwebt mit Sprossen und Wurzeln so dicht die einzelnen Steine, daß die oberen Bodenschichten wie in einem Netz zusammengefaßt sind.

Alle anderen Pflanzen sind schon früher beschrieben. *Parnassia palustris* hat keinen bodenfestigenden Wert.

„Rote Riepe“ der Rumer Mure bei Innsbruck (Abb. 93)
 1500 m ü. d. M., Buntsandstein, S-Hang.

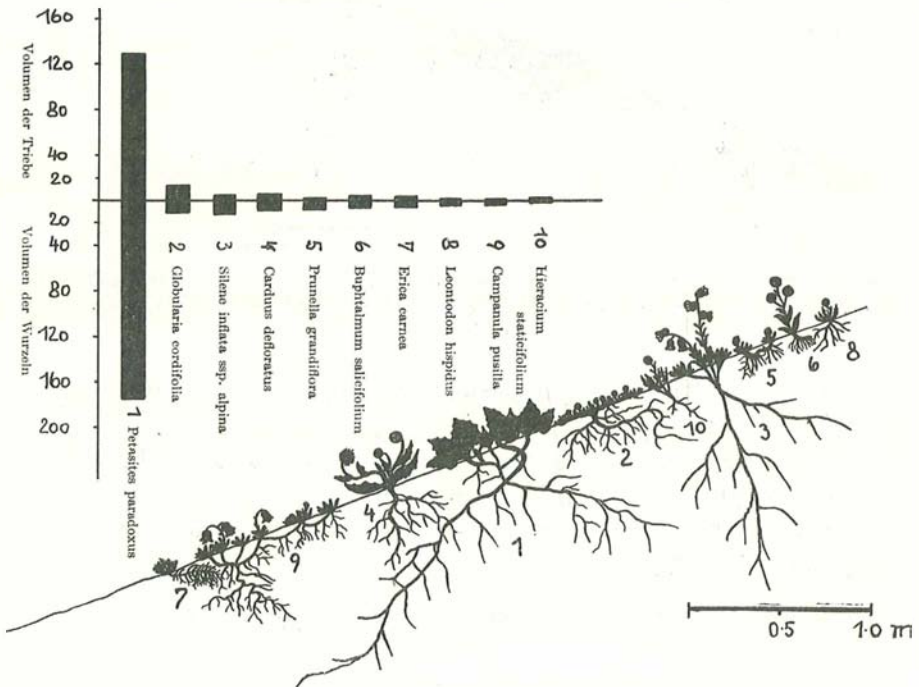


Abb. 93: Schematisches Wurzelprofil aus der Roten Riepe bei Innsbruck, 1500 m ü. d. M., Buntsandstein, Süd-Hang, Obere Fichtenwaldstufe.

Vegetation der Umgebung: Legföhren-Krummholz und Fichten-Buchen-Tannen-Wald. Zerstörung und Fehlen einer Vegetation durch zirka seit 200 Jahren anhaltende Murgänge und Oberflächenerosion.

Blaikentype I nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 232.

Aufkommende Pionier-Vegetation:

Häufig:

Hieracium staticifolium
Petasites paradoxus
Campanula pusilla
Silene inflata ssp. *alpina*

Weniger häufig:

Leontodon hispidus
Prunella grandiflora
Bupthalmum salicifolium
Carex flacca
Globularia cordifolia
Erica carnea
Pinus montana
Salix purpurea ssp. *gracilis*

Charakteristik der Bewurzelung: Stets verblüfft die kräftige Wurzelbildung der *Petasites paradoxus*, besonders wenn man die hier zunächst höchstmögliche Gesellschaft, das Legföhrenkrummholz in Vergleich zieht. Gegenüber diesem wäre das Petasitetum vom Standpunkt der Bodenbindung und Humusbildung vorzuziehen. Das Verhältnis zwischen Pinetum *mughi* und Petasitetum *paradoxi* ist ein ähnliches wie zwischen dem beim Geroldsbache besprochenen Alnetum *viridis* und der dortigen Gesellschaft krautiger Pionierpflanzen.

„Kaltwasserbach“ bei Seefeld (Abb. 94)

1650 m ü. d. M.

Vegetation der Umgebung: Fichten-Lärchen-Wald.

N-Hang im Hauptdolomit-Altschutt.

Zerstörung und Fehlen der Vegetation durch Seitenschurf.

Blaikentype I nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 232.

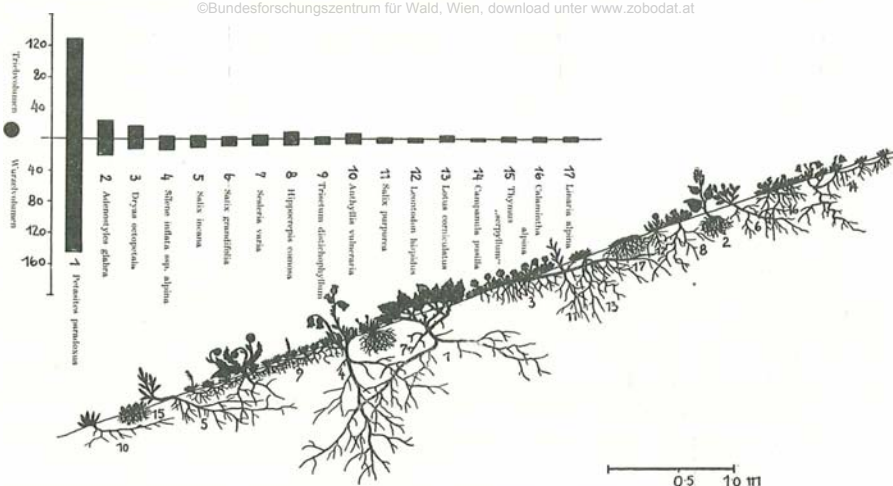


Abb. 94: Idealisiertes Wurzelprofil vom Kaltwasserbach bei Seefeld, 1650 m ü. d. M. Blaike im Hauptdolomit-Altschutt, N-Hang, obere Fichtenstufe.

Aufkommende Pionier-Vegetation:

Häufiger:

- Sesleria varia*
- Carduus defloratus*
- Campanula pusilla*
- Petasites paradoxus*
- Silene inflata ssp. alpina*
- Thymus sp.*
- Linaria alpina*
- Dryas octopetala*
- Salix incana, purpurea ssp. gracilis, grandifolia*

Vereinzelt:

- Leontodon hispidus*
- Trisetum distichophyllum*
- Adenostyles glabra*
- Lotus corniculatus*
- Calamintha alpina*

Zufällige:

- Anthyllis alpestris*
- Hippocrepis comosa*

Charakteristik der Bewurzelung: Der hohe Wirkungsgrad an Bodenbindung liegt in der glücklichen Verbindung von Tiefwurzeln bzw. Extensivwurzeln (*Petasites paradoxus*, *Silene*, *Carduus*, *Salices*, *Lotus*, *Hippocrepis*, *Anthyllis*) mit Flachwurzeln, denen Schuttwanderer (*Trisetum dist.*), Schuttstrecker (*Calamintha*, *Thymus*, *Linaria*) und Schuttdecker (*Dryas*) angehören und Intensivwurzeln (*Adenost. glabra*), (*Sesleria varia*), die gleichzeitig Schuttstauer sind.

„Turmkammblaike“ bei Eppzirl (Abb. 95)

1750 m ü. d. M.

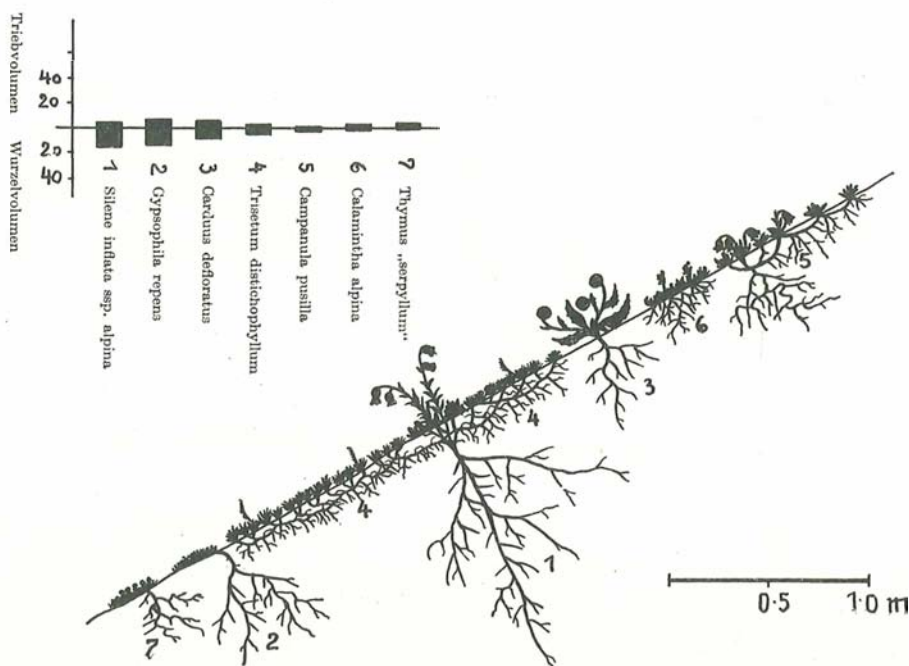


Abb. 95: Schematisches Wurzelprofil aus der Turmkammblaike bei Eppzirl, 1750 m ü. d. M. Hauptdolomit-Altschutt, W-Hang, Krummholzstufe.

Vegetation der Umgebung: Legföhrenkrummholz.

W-Hang im Hauptdolomit-Altschutt.

Zerstörung und Fehlen der Vegetation durch Seitenschurf und Nachbrechen der Einhänge.

Blaikentype I nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 232.

Aufkommende Pionier-Vegetation:

Häufig:

- Silene inflata* ssp. alpina
- Carduus defloratus*
- Campanula pusilla*
- Trisetum distichophyllum*

Vereinzelt:

- Gypsophila repens*
- Linaria alpina*
- Calamintha alpina*
- Thymus* sp.

Selten:

- Salix grandifolia*
- Salix arbuscula*-*Waldsteiniana*
- Rumex scutatus*
- Valeriana saxatilis*

Charakteristik der Bewurzelung: Obwohl arm an Arten, besteht die Gesellschaft nur aus wertvollen Bodenfestigern, so daß als Wertmesser für die Bodenbindung der Deckungsgrad und das Verteilungsverhältnis zwischen Pflanzen mit verschiedenen Wurzelhorizonten dienen kann.

Erstmalig stoßen wir hier auf *Gypsophila repens*, einen ganz hervorragenden Bodenbinder mit der Kombination tiefreichender, äußerst kräftiger Pfahlwurzeln mit dichten, abdeckenden Polstern.

„Stallsinsblaiken“ im Voldertal (Abb. 96)

1710 m ü. d. M.

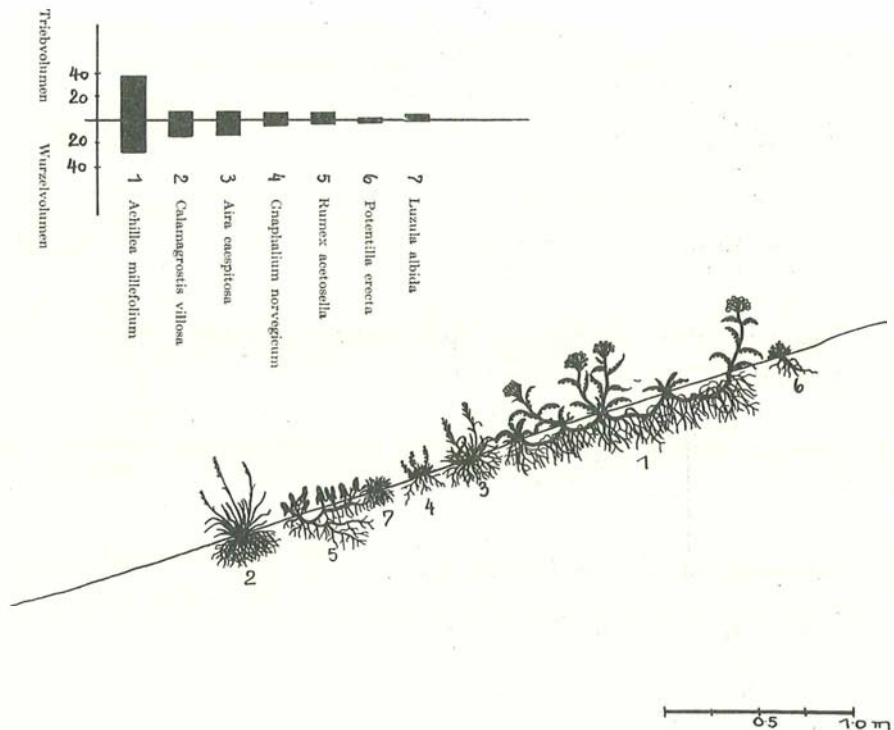


Abb. 96: Schematisches Wurzelprofil aus der Stallsinsblaike im Voldertal, 1710 m ü. d. M. Quarzphyllit, Osthang, Lärchen-Zirben-Stufe.

Vegetation der Umgebung: Zirben(Lärchen-Fichten)wald.
O-Hang im Quarzphyllit.

Zerstörung und Fehlen der Vegetation durch Murbrüche infolge Wasserübersättigung (Schlipf).

Blaikentype VI b nach RASCHENDORFER. Natürliche Pflanzensukzession s. S. 238.

Aufkommende Pionier-Vegetation:

Häufig:

Calamagrostis villosa
Luzula albida
Deschampsia caespitosa
Gnaphalium norvegicum
Achillea millefolium

Vereinzelt:

Poa nemoralis
Nardus stricta
Rumex acetosella
Potentilla erecta
Galeopsis Tetrahit
Sieversia montana
Alchemilla vulgaris
Polygala vulgaris
Ajuga pyramidalis
Homogyne alpina
Rubus idaeus
Blechnum spicant
Lycopodium scoparium
Rhytidiadelphus triquetus
Pleurozium Schreberi
Polytrichum communis
Polytrichum juniperinum
Tortula muralis

Charakteristik der Bewurzelung: Diese Gesellschaft ist, wie meist auf wasserzügigen Böden nur aus flachwurzelnden Arten zusammengesetzt. Deshalb ist die Gefahr des Weiterfressens der Rutschung erst dann gebannt, wenn eine vollkommene Abdeckung des Bodens erreicht ist. Besonders empfindlich sind solch einseitig entwickelte Gesellschaften gegen Vertritt durch Vieh, so daß als erste Maßnahme Einzäunung zu empfehlen ist. Die einzelnen Pflanzen sind an sich von großem Wert, u. zw. teils wegen der raschen Vermehrung (*Achillea*, *Rumex*, *Calamagrostis*), anderseits wegen des intensiven Wurzelsystems und der raschen Abdeckung gegen Niederschläge.

Abb. 97, 98, 99 zeigen die **Nachfolgegesellschaften** am Nederjoch im Stubaital (1750 m ü. d. M.) auf verschiedenen Hanglagen 7 Jahre **nach dem Waldbrande**. Während auf stark verschotterten bzw. erodierten Teilen (Abb. 97) der geringste Deckungsgrad mit 35% erreicht

wurde, weist von den beiden übrigen untersuchten Flächen nicht die in einer Mulde — 59% — (Abb. 99), sondern die andere, auf einem zirka 35° geneigten SW-Grat gelegene (Abb. 98) mit 81% den höheren Deckungsgrad auf. Die Ursache dürfte darin liegen, daß das ganze Gebiet ein Föhn-Prallhang ist, auf dessen vom Wind umspülten Rippen und Graten in erster Linie die von ihm verbreiteten Samen ansiedeln. In der Tat macht bei der untersuchten Fläche am SWgeneigten Rücken die föhnbedingte *Saponaria ocymoides* 20% des 81% betragenden Deckungsgrades aus.

Nach einem mehrere Jahre andauernden *Funaria hygrometrica*-*Marchantia polymorpha*-Stadium und einem zweijährigen *Verbascum*-Stadium finden sich allmählich stabilere Pioniere ein, die nun — 7 Jahre nach dem Waldbrand — diese Anfangsstadien bis auf bescheidene Reste verdrängt haben. Dabei ist die Wiederbesiedlung weitgehend vom Relief und der Intensität der Brandzerstörung abhängig, was bei den *Funaria*-*Marchantia*- und *Verbascum*-Stadien nicht der Fall war. Ohne zu dominieren, tritt in allen Höhenlagen und Expositionen *Epilobium angustifolium* auf, das daher auch in den drei hier beschriebenen Fällen nicht fehlt.

1. Waldbrandfläche Nederjoch, stark erodierter Teil, rezenter Hauptdolomit-Schutt, Südhang (Abb. 97).

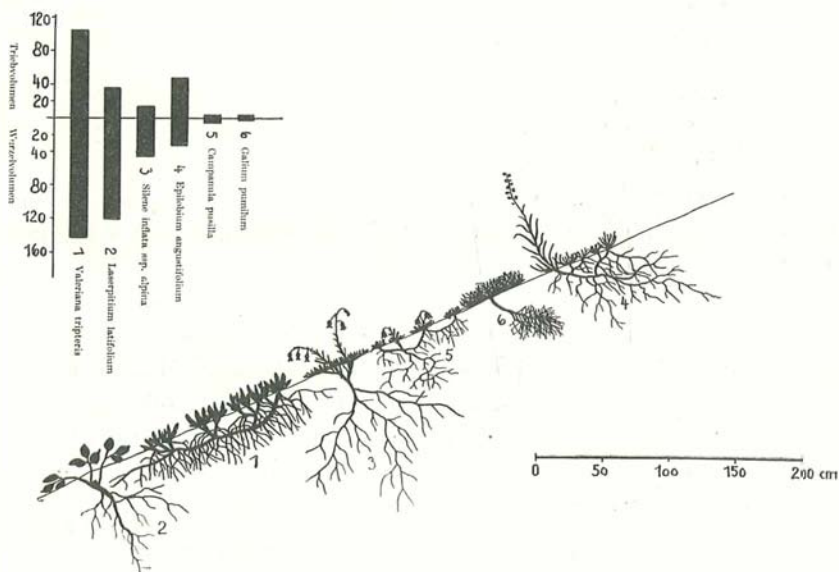


Abb. 97: Schematisches Wurzelprofil aus einem stark erodiertem Teil der 1750 m ü. d. M. gelegenen Brandfläche Nederjoch im Stubaital. 7 Jahre nach dem Waldbrande, ursprünglich Legföhrenkrummhholz mit Fichtenhorsten. Hauptdolomitschutt, Südhang.

Aufkommende Pionier-Vegetation: Vom ehemaligen Waldboden ist nichts mehr zu sehen.

<i>Silene inflata</i> ssp. <i>alpina</i>	11%
<i>Valeriana tripteris</i>	7%
<i>Laserpitium latifolium</i>	6%
<i>Campanula pusilla</i>	5%
<i>Epilobium angustifolium</i>	5%
<i>Galium pumilum</i>	1%
	35%

Charakteristik der Bewurzelung: Die Tatsache, daß trotz der geringen Bodenbedeckung die Vegetation in der Lage war, sich zu halten, beweist zur Genüge, daß alle beteiligten Pflanzen sehr widerstandsfähig gegen Bodenbewegung sind. Solche Pflanzen sind stets gute Bodenbinder. Die charakteristischen „Wandertriebe“ bei *Laserpitium*, *Valeriana*, *Silene*, *Campanula* und *Epilobium* ermöglichen ein Angleichen an die Bodenbewegung, durch ihre zahlreichen Knospen aber auch Regeneration, wenn sie reißen sollten. Auch *Galium pumilum* — der einzige Schuttdecker — erweist sich als elastisch.

Betrachtet man *Laserpitium latifolium* von oben, so ahnt man nicht, welch enorme Wurzelstränge bis über 1 m in die Tiefe reichen. Die Pfahlwurzel hat die Stärke eines mehrjährigen *Taraxacum*, ist aber wesentlich zäher (Abb. 70, 71).

2. Waldbrandfläche Nederjoch, SW-Rücken, Hauptdolomit-Altschutt mit Humusresten, ehemals Fichten-Föhren-Wald (Abb. 98).

Aufkommende Pionier-Vegetation:

<i>Thymus</i> sp.	26%
<i>Saponaria ocyroides</i>	20%
<i>Calamintha alpina</i>	19%

<i>Melandryum album</i>	} je zirka 1%
<i>Epilobium angustifolium</i>	
<i>Lotus corniculatus</i>	
<i>Festuca ovina</i>	
<i>Leontodon incana</i>	
<i>Carduus defloratus</i>	
<i>Trisetum distichophyllum</i>	
<i>Urtica dioica</i>	
<i>Tussilago farfara</i>	
<i>Globularia cordifolia</i>	
<i>Erica carnea</i>	
<i>Plantago lanceolata</i>	
<i>Cirsium arvense</i>	

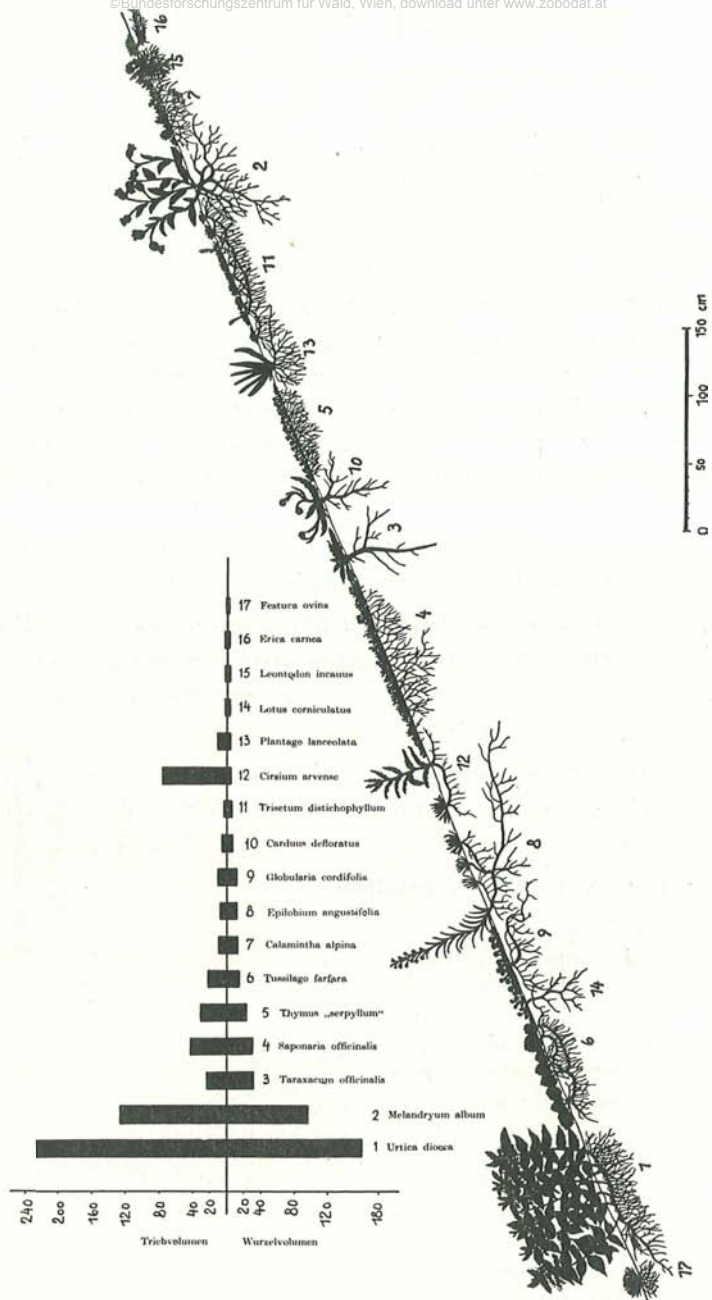


Abb. 98: Schematisches Wurzelprofil eines Teiles der Brandfläche Nederjoch/Stubaital, 1730 m ü. d. M. SW-Grat. 7 Jahre nach dem Waldbrand. Hauptdolomit-Altschutt. Ehemals Fichten-Föhrenwald.

<i>Silene alpina</i>	} weniger als 1%
<i>Cerastium</i> sp.	
<i>Sedum atratum</i>	
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	
<i>Hippocrepis comosa</i>	
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	
<i>Biscutella laevigata</i>	

Deckungsgrad: zirka 81%

Offenbar sind auf diesem Standorte besonders tiefgehende Wurzeln nicht erforderlich. Das Auftreten von flacher wurzelnden Arten gerade auf Rippen und Graten ist auch für alle Blaiken typisch und dürfte mit der dort geringeren Bodenbewegung zusammenhängen. Auch werden stets die Grate zuerst besiedelt, was hier aus dem höchsten Deckungsgrad hervorgeht.

Melandryum album wie *Plantago lanceolata*, *Taraxacum* und *Urtica dioica* entwickeln Mastformen, *Melandryum* besitzt trotzdem kräftige, fleischige Wurzeln bis 70 cm Tiefe und muß als wertvoller Bodenbinder eingeschätzt werden.

Urtica entwickelt zwar mächtige Sprosse, doch bleibt das Wurzelsystem gegenüber anderen Standorten etwas zurück; auch scheint sie auf lokale Nitratanreicherungen angewiesen zu sein, da sie sich nirgends ausbreitet. Auch andere Pflanzen zeigen infolge Vergeilung ein schwächeres Wurzelsystem, so *Epilobium angustifolium*, *Globularia cordifolia*. *Cirsium arvense* kann in keiner Weise als Bodenbinder gelten.

Trotzdem weist die Mehrzahl der Pflanzen ein über dem Durchschnitt liegendes Wurzel- und Sproßvolumen auf.

3. Waldbrandfläche Nederjoch, Mulde und Osthang: Hauptdolomit-Altschutt mit Bodenresten des ehemaligen Fichtenwaldes (Abb. 99).

Aufkommende Pionier-Vegetation:

<i>Petasites paradoxus</i>	35%
<i>Rubus idaeus</i>	5%
<i>Salix grandifolia</i>	5%
<i>Hieracium murorum</i>	5%
<i>Thymus</i> sp.	5%
<i>Valeriana tripteris</i>	2%
<i>Epilobium montanum</i>	1%

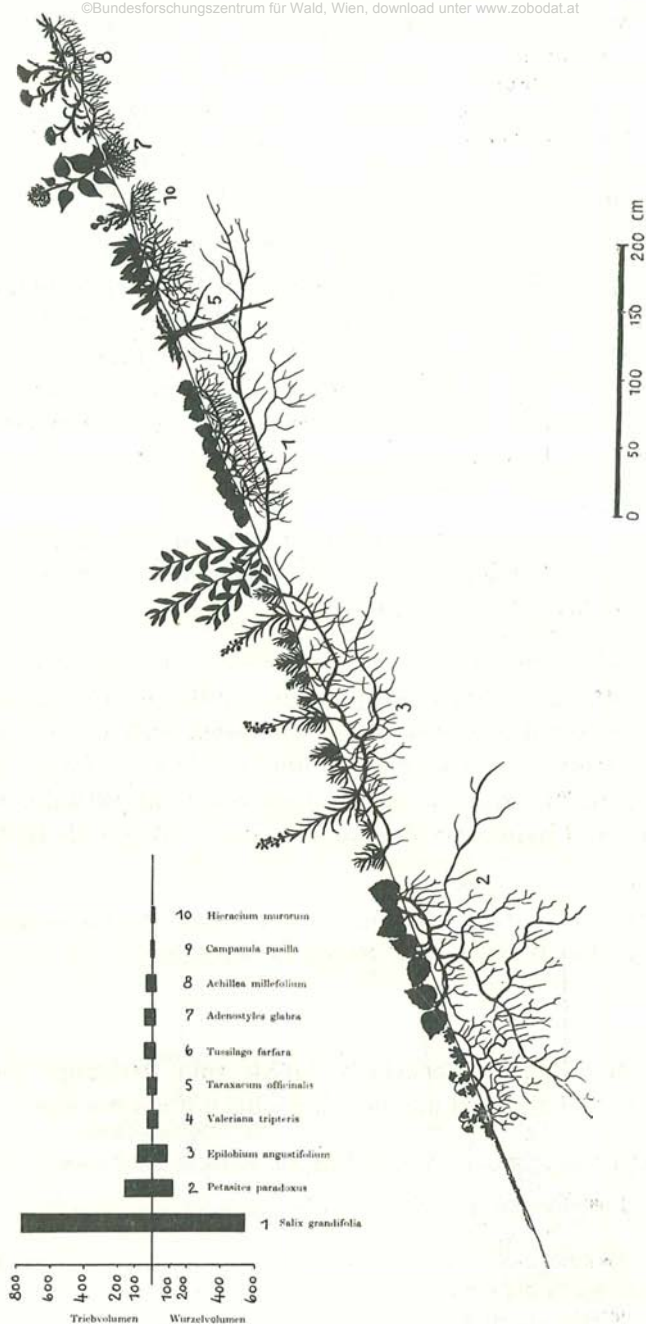


Abb. 99: Schematisches Wurzelprofil eines Teiles der Brandfläche Nederjoch/Stubaital, 1730 m ü. d. M. Mulde und Osthang, Hauptdolomit-Altschutt. 7 Jahre nach dem Waldbrand. Ehemals Fichtenwald.

<i>Adenostyles glabra</i>	} weniger als 1%
<i>Campanula pusilla</i>	
<i>Achillea millefolium</i>	
<i>Tussilago farfara</i>	
<i>Taraxacum officinale</i>	
<i>Epilobium angustifolium</i>	
<i>Urtica dioica</i>	
<i>Laserpitium latifolium</i>	} Reste
<i>Cerastium</i> sp.	
<i>Funaria hygrometrica</i>	
<i>Marchantia polymorpha</i>	} Reste
<i>Bryum argenteum</i>	

Deckungsgrad: 59%

Charakteristik der Bewurzelung: Auch hier Mastformen; bei *Epilobium* schwächeres Wurzelsystem als in stickstoffarmen Böden. Trotzdem ist es auch hier wegen seiner raschen Ausbreitung durch Wurzelbrut von größter Bedeutung.

Die wertvollsten Bodenbinder der Gesellschaft sind außer *Epilobium* zweifellos *Petasites* und *Salix grandifolia*. Letztere weist ebenfalls Mastformen mit Blättern über 10 cm Länge auf und entwickelt überraschenderweise ein weitreichendes Wurzelsystem.

Auch alle anderen abgebildeten Pflanzen sind von bodenbindendem Wert. Die unbedeutenden Arten ließ ich in der Zeichnung weg.

Anschließend kann gesagt werden, daß die heute auf der Waldbrandfläche Niederjoch siedelnden Pflanzenarten nur auf wenigen Stellen nicht zur Bodenbindung genügen, so daß eine vermehrte Rutsch- und Erosionsgefahr nur in Runsen und unter anstehenden Felsklippen zu befürchten ist, wo durch Abwitterung neue Geschiebeherde entstanden. 7 Jahre nach dem Waldbrand ist meines Erachtens sogar die Begründung eines Föhren-Fichten-Lärchen-Hochwaldes in jenen Gebieten, die früher mit Legföhren bestockt waren, leichter als vor dem Brande.

Abschließend seien bisher nicht genannte Pflanzen erwähnt, die ebenfalls des öfteren in Rutschungen als Pioniere auftreten und von Bedeutung für die Bindung und Festigung des Bodens sind. Die Abb. 100, 101 zeigen die etwas schematisierten Sproß- und Wurzelformen von *Equisetum arvense*, *Solanum dulcamara*, *Euphorbia cyparissias*, *Trifolium repens*, *Rumex scutatus*, *Senecio carniolicus*, *Achillea moschata*, *Hieracium inthybaceum*.

Die drei letzten sind Beispiele hochalpiner Schuttpioniere, deren es zahlreiche und auch wertvollere gibt. *Senecio carniolicus* und *Hieracium inthybaceum* sind Schuttstauer, *Achillea moschata* Schuttstrecker.

Rumex scutatus hat die kräftigsten Pfahlwurzeln bis 1 m tief, doch müßte er in der Praxis zur Bindung des Oberbodens durch eine flacher wurzelnde Art ergänzt werden.

Verhältnismäßig tief reichen die Wurzeln auch bei *Euphorbia Cyparissias* (50 cm), *Solanum dulcamara* (45 cm) und *Equisetum arvense* (35 cm), deren unterirdische Sprosse besonders derb und zäh sind.

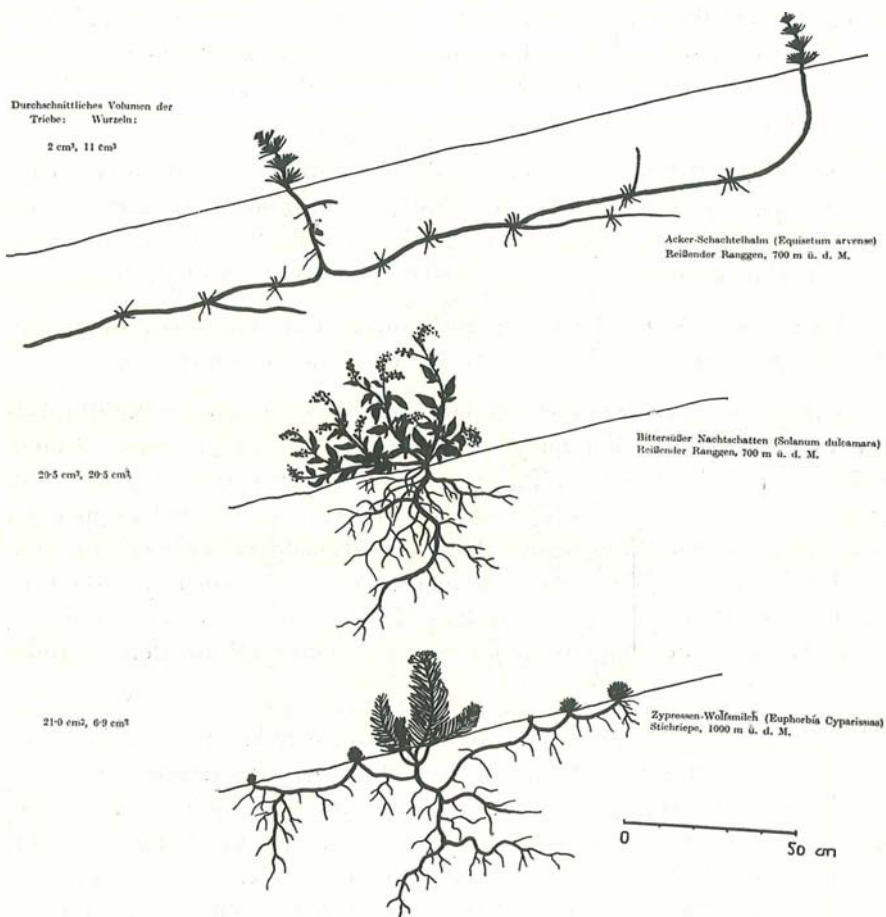


Abb. 100: Wurzeltypen verschiedener Pflanzen in Rutschungen Nordtirols.

Trifolium repens ist die am flachsten wurzelnde der angeführten Arten; ihr großer Wert beruht vor allem darauf, daß die niederliegenden Sprosse an den Knoten Adventivwurzeln bilden, so daß der ganze Polster fest im Boden verankert ist.

Das Verhältnis zwischen Trieb- und Wurzelvolumen ist sehr ungleich. Bei *Equisetum arvense* erreichen die oberirdischen Sprosse nur zirka ein Fünftel der unterirdischen, bei *Rumex* etwas mehr als ein Drittel. Bei *Solanum* besitzen ober- und unterirdische Teile dieselbe Masse, bei *Senecio carniolicus* und *Achillea moschata* haben die

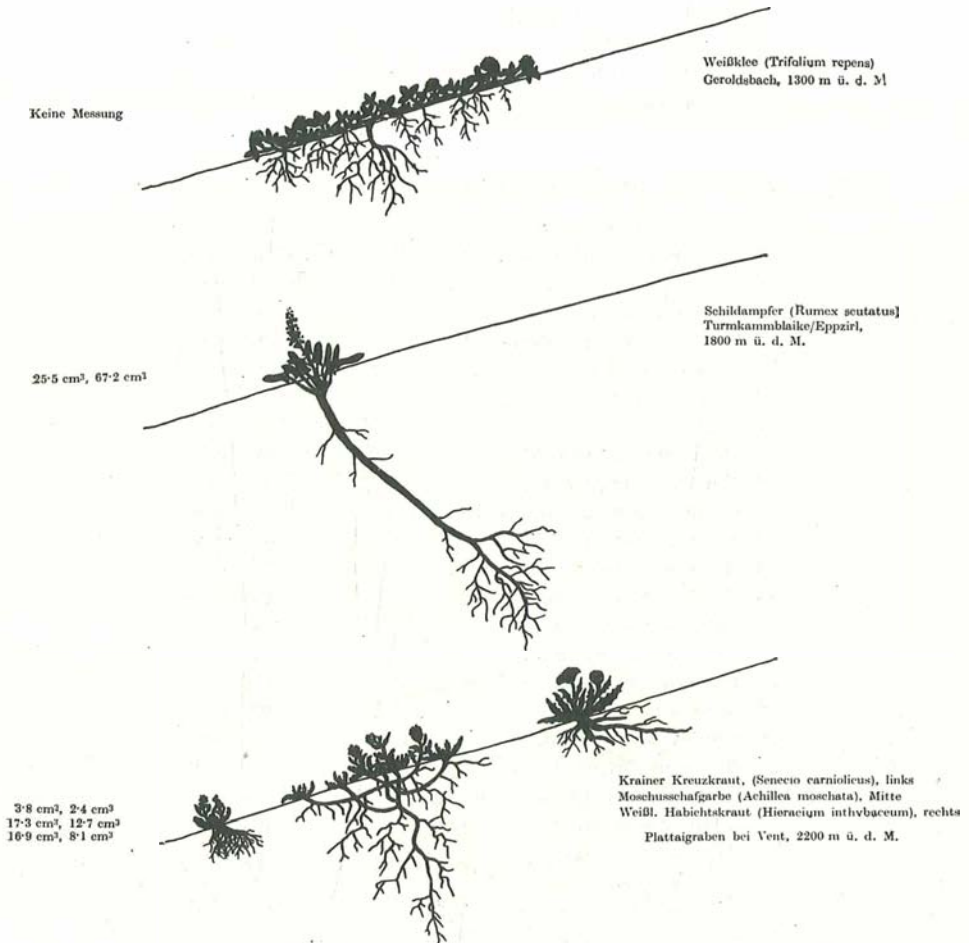


Abb. 101

Wurzeln ein um ein Drittel kleineres Volumen als die Triebe und bei *Hieracium inthybaceum* beträgt es nicht einmal mehr die Hälfte des Triebvolumens, bei *Euphorbia Cyparissias* knapp ein Drittel.

Habe ich bisher in erster Linie die Wurzelform betrachtet, so möchte ich nun noch auf die Wurzelmasse (Volumen) hinweisen.

Vergleicht man nur die Werte für das **Wurzelvolumen**, so ergibt sich unter den untersuchten Arten folgende Reihung (Mittelwerte aus mindestens 10 etwa gleichalten Pflanzenindividuen):

Holzige (nur als Vergleichsobjekte, wobei relativ langsamwüchsige angeführt seien):

<i>Alnus viridis</i> , 15jährig	2300	cm ³
<i>Salix grandifolia</i> , 12jährig	580	cm ³
<i>Dryas octopetala</i>	11	cm ³
<i>Globularia cordifolia</i>	11	cm ³
<i>Erica carnea</i>	6	cm ³

Halbsträucher und Stauden:

1 <i>Epilobium angustifolium</i>	300	cm ³
2 <i>Petasites paradoxus</i>	140—160	cm ³
3 <i>Urtica dioica</i>	160	cm ³
4 <i>Aruncus silvester</i>	140	cm ³
5 <i>Laserpitium latifolium</i>	120	cm ³
6 <i>Petasites albus</i>	100	cm ³
7 <i>Rubus idaeus</i>	100	cm ³
8 <i>Angelica silvestris</i>	100	cm ³
9 <i>Melandryum album</i>	97	cm ³
10 <i>Valeriana tripteris</i>	95	cm ³
11 <i>Lasiagrostis Calamagrostis</i>	82	cm ³
12 <i>Rumex scutatus</i>	67,2	cm ³
13 <i>Rumex acetosella</i>	50	cm ³
14 <i>Vincetoxicum officinale</i>	43	cm ³
15 <i>Calamagrostis epigeios</i>	38	cm ³
16 <i>Taraxacum officinale</i>	32	cm ³
17 <i>Tussilago farfara</i>	30	cm ³
18 <i>Saponaria ocymoides</i>	30	cm ³
19 <i>Silene infl. ssp. alp.</i>	22	cm ³
20 <i>Solanum dulcamara</i>	20,5	cm ³
21 <i>Hieracium staticifolium</i>	20	cm ³
22 <i>Adenostyles glabra</i>	20	cm ³
23 <i>Hieracium aurantiacum</i>	15	cm ³
24 <i>Calamagrostis varia</i>	15	cm ³
25 <i>Calamagrostis villosa</i>	14	cm ³
26 <i>Teucrium montanum</i>	14	cm ³
27 <i>Gypsophila repens</i>	13	cm ³

28	<i>Deschampsia caespitosa</i>	13	cm ³
29	<i>Achillea moschata</i>	12,7	cm ³
30	<i>Teucrium chamaedrys</i>	12	cm ³
31	<i>Equisetum arvense</i>	11	cm ³
32	<i>Carduus defloratus</i>	9	cm ³
33	<i>Prunella grandiflora</i>	9	cm ³
34	<i>Dorycnium germanicum</i>	9	cm ³
35	<i>Hippocrepis comosa</i>	8,5	cm ³
36	<i>Sesleria varia</i>	8,5	cm ³
37	<i>Hieracium inthybaceum</i>	8,1	cm ³
38	<i>Trisetum distichophyllum</i>	8	cm ³
39	<i>Bupthalmum salicifolium</i>	7	cm ³
40	<i>Euphorbia Cyparissias</i>	6,9	cm ³
41	<i>Fragaria vesca</i>	6	cm ³
42	<i>Anthyllis vulneraria</i>	6	cm ³
43	<i>Gnaphalium norvegicum</i>	6	cm ³
44	<i>Leontodon hispidus</i>	5	cm ³
45	<i>Cirsium arvense</i>	5	cm ³
46	<i>Senecio Fuchsii</i>	4	cm ³
47	<i>Geranium Robertianum</i>	4	cm ³
48	<i>Campanula persicifolia</i>	4	cm ³
49	<i>Leontodon incanus</i>	4	cm ³
50	<i>Lotus corniculatus</i>	4	cm ³
51	<i>Campanula pusilla</i>	4	cm ³
52	<i>Plantago lanceolata</i>	4	cm ³
53	<i>Saxifraga mutata</i>	3,4	cm ³
54	<i>Calamintha alpina</i>	3	cm ³
55	<i>Thymus</i> sp.	3	cm ³
56	<i>Linaria alpina</i>	3	cm ³
57	<i>Potentilla erecta</i>	3	cm ³
58	<i>Galium pumilum</i>	3	cm ³
59	<i>Cardamine impatiens</i>	2	cm ³
60	<i>Carex flacca</i>	2	cm ³
61	<i>Saxifraga aizoides</i>	2	cm ³
62	<i>Festuca ovina</i>		
63	<i>Biscutella laevigata</i>	0,6	cm ³
64	<i>Parnassia palustris</i>	0,4	cm ³
65	<i>Valeriana saxatilis</i>	0,2	cm ³
66	<i>Luzula albida</i>	0,2	cm ³

Ganz besonders wichtig erscheint mir das **Verhältnis zwischen Trieb- und Wurzelvolumen(-Masse)**, zumal man hiedurch ohne langwierige Ausgrabungen an Hand der sichtbaren Pflanzenteile die in der Erde verborgenen abzuschätzen vermag. Die angeführten Werte sind Mittelwerte aus zahlreichen Messungen und aus verschiedenen Seehöhen. Die Verhältnisswerte Triebvolumen : Wurzelvolumen schwanken übrigens nach der Seehöhe nur unwesentlich.

Holzige:

<i>Salix glabra</i>	2,4
(Wurzelvolumen = 2,4 Triebvolumen = 1)	
<i>Viburnum lantana</i>	2,3
<i>Erica carnea</i>	2,0
<i>Salix incana</i>	1,8
<i>Salix nigricans</i>	1,8
<i>Salix grandifolia</i>	1,7
<i>Alnus viridis</i>	1,6
<i>Salix purpurea</i>	1,5
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,5
<i>Lonicera xylosteum</i>	1,3
<i>Ligustrum vulgare</i>	1,2
<i>Rhamnus cathartica</i>	1,2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,1
<i>Populus tremula</i>	1,1
<i>Rubus idaeus</i>	1,1
<i>Hippophae rhamnoides</i>	1,0
<i>Globularia cordifolia</i>	0,9
<i>Rosa canina</i>	0,9
<i>Cornus sanguinea</i>	0,7
<i>Berberis vulgaris</i>	0,6
<i>Dryas octopetala</i>	0,6
<i>Salix Russeliana</i>	0,5
<i>Populus nigra</i>	0,4
<i>Salix triandra</i>	0,4
<i>Clematis vitalba</i>	0,14

Stauden:

<i>Equisetum arvense</i>	5,5
<i>Rumex scutatus</i>	5,0
<i>Silene inflata</i> ssp. <i>alpina</i>	3,7
<i>Laserpitium latifolium</i>	3,4
<i>Leontodon hispidus</i>	2,8
<i>Vincetoxicum officinale</i>	2,7
<i>Hieracium murorum</i>	2,6
<i>Leontodon incanus</i>	2,6
<i>Trisetum distichophyllum</i>	2,6
<i>Prunella grandiflora</i>	2,5
<i>Rubus saxatilis</i>	2,0
<i>Valeriana tripteris</i>	1,9
<i>Hieracium staticifolium</i>	1,8
<i>Carduus defloratus</i>	1,7
<i>Campanula pusilla</i>	1,7
<i>Gypsophila repens</i>	1,7
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1,6
<i>Calamagrostis villosa</i>	1,6
<i>Calamintha alpina</i>	1,5
<i>Geranium Robertianum</i>	1,5

<i>Bupththalmum salicifolium</i>	1,4
<i>Petasites paradoxus</i>	1,4
<i>Sesleria varia</i>	1,3
<i>Taraxacum officinalis</i>	1,3
<i>Thymus</i> sp.	1,3
<i>Calamagrostis varia</i>	1,2
<i>Epilobium angustifolium</i>	1,1
<i>Festuca ovina</i>	1,1
<i>Aruncus silvester</i>	1,1
<i>Lasiagrostis Calamagrostis</i>	1,0
<i>Linaria alpina</i>	1,0
<i>Petasites albus</i>	1,0
<i>Solanum dulcamara</i>	1,0
<i>Adenostyles glabra</i>	0,9
<i>Artemisia absinthium</i>	0,9
<i>Potentilla erecta</i>	0,9
<i>Anthyllis vulneraria</i>	0,8
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	0,8
<i>Hippocrepis comosa</i>	0,8
<i>Melandryum album</i>	0,8
<i>Tussilago farfara</i>	0,8
<i>Achillea millefolium</i>	0,7
<i>Achillea moschata</i>	0,7
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,7
<i>Lotus corniculatus</i>	0,7
<i>Urtica dioica</i>	0,7
<i>Saponaria ocymoides</i>	0,7
<i>Carex flacca</i>	0,6
<i>Dorycnium germanicum</i>	0,6
<i>Rumex acetosella</i>	0,6
<i>Senecio carniolicus</i>	0,6
<i>Saxifraga aizoides</i>	0,6
<i>Biscutella laevigata</i>	0,5
<i>Calamagrostis epigeios</i>	0,5
<i>Fragaria vesca</i>	0,5
<i>Hieracium inthybaceum</i>	0,5
<i>Campanula persicifolia</i>	0,4
<i>Cardamine impatiens</i>	0,4
<i>Galium pumilum</i>	0,4
<i>Parnassia palustris</i>	0,4
<i>Valeriana saxatilis</i>	0,4
<i>Plantago lanceolata</i>	0,4
<i>Euphorbia Cyparissias</i>	0,3
<i>Angelica silvestris</i>	0,2
<i>Senecio Fuchsii</i>	0,2
<i>Teucrium montanum</i>	0,1
<i>Luzula albida</i>	0,07
<i>Cirsium arvense</i>	0,06
<i>Saxifraga mutata</i>	0,03

Bei den Krautigen kommen Wurzeln mit dem fünffachen Volumen der Triebe vor, während bei den Holzigen als günstigstes Verhältnis ein 2,4faches Volumen der Wurzeln gegenüber den Trieben auftritt.

Die vorliegende Liste ist noch unvollständig, weil ich mich hiebei nicht mit Einzelwerten begnügen wollte. Ich habe deshalb etliche Pflanzen, von denen ich nur wenige Messungen machen konnte, nicht mithineingenommen.

Zusammenfassung.

Aus meinen Untersuchungen über die Bewurzelungsverhältnisse der Pionier-Pflanzen ergeben sich folgende Erfahrungssätze, die für die Praxis wesentlich erscheinen:

1. Aus dem Sproßwachstum läßt sich kein Gesetz über die Ausformung der Wurzeln ableiten. Am ehesten könnten hiezu bei Holzigen die Stammendenausformungen herangezogen werden, wie dies KRUEDENER 1940 getan hat. Dies gilt aber nur für Varianten in der Wurzelform auf verschiedenen Böden bei ein und derselben Pflanze;
2. nach der Wurzelform können wir bei Pionier-Pflanzen Extensivwurzler, Intensivwurzler und gemischte unterscheiden.

Zu den Extensivwurzlern zähle ich alle Pflanzen, die ein tiefgehendes oder weitstreichendes Wurzelsystem ausbilden, wobei die Begründung hiefür in der Notwendigkeit einer starken Verankerung oder im tiefen Grundwasserspiegel liegen kann (Xerophyten). Eine ähnliche Unterscheidung treffen auch KIRCHNER, LÖW, SCHRÖTER 1908 bei einigen Pflanzen und weisen auf die konträre Wasserwirtschaft dieser Arten hin. Der durchwuzelte Erdkörper ist oft mehrere Kubikmeter groß, wie z. B. bei *Petasites paradoxus*, den Weiden, *Epilobium angustifolium*, *Lathyrus silvester* u. a.; jedenfalls beträgt er immer ein Vielfaches des Wurzelvolumens. Die der Ernährung dienenden Saugwurzeln liegen weit außen bzw. tief unten an dem Ende der Hauptwurzelstränge. Auch die Pfahlwurzler gehören dieser Gruppe an.

Infolge der tiefliegenden Wurzelen sind diese Pflanzenarten für die Begründung von Rutschungen von größter Bedeutung.

Zu den Intensivwurzlern gehören die meisten Gräser, vor allem diejenigen, die kräftige Horste bilden, wie *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Calamagrostis*-Arten, *Carex sempervirens* u. a. (Schuttstauer nach Schröter). Obwohl die Wurzeln der Intensivwurzler meist flach

bleiben, verbinden sie sich auf das innigste mit dem Boden. Innerhalb des Wurzelballens extremer Intensivwurzler ist die Wurzelmasse oft gleich groß oder größer als die gebundene Erdmasse. Im Verein mit tiefwurzelnenden Arten sind die Intensivwurzler sehr wirksam für die rache Bodenbindung.

ÖTTLI 1904 und WETTER 1918 beschreiben die Wurzel Ausbildung verschiedener Pflanzen in Felsspalten. Ersterer schildert die Wurzel form von *Potentilla caulescens*:

„Meist erfolgt eine reiche Verzweigung der Hauptwurzel schon einige Zentimeter unter der Oberfläche. Wie bei anderen Felspflanzen, z. B. *Sesleria* und *Globularia*, entsteht dabei aus all den in einer Ebene verlaufenden Fasern ein dichtes, stoffartiges Gewebe von zirka Taschentuchgröße, ein förmliches Wurzel tuch.“

Besser könnte man die „Wurzelfilze“ der Intensivwurzler gar nicht beschreiben. Nur liegen bei unseren Schotterböden die „Wurzel tücher“ parallel zur Bodenoberfläche, also horizontal gerichtet statt vertikal, was bei den Felsspalten auf Platzmangel zurückzuführen ist. Da hingegen die Pflanzen der Rohböden genügend Platz haben, bilden die dichten Wurzelfilze nicht nur die Form von „Wurzel tüchern“, sondern mehr von „Wurzelkugeln“ aus, wie z. B. bei *Vincetoxicum officinale* (Abb. 29) oder *Lasiagrostis Calamagrostis* (Abb. 88).

Eine andere Form der Intensivwurzler sind die Pionierpflanzen mit Rhizomen, von denen aus die Wurzeln ebenfalls manchmal äußerst dicht abzweigen. Diese Dichtwurzler mit Rhizomen reichen meist etwas tiefer in den Boden hinein als die oben genannten.

Auch Schuttwanderer gehören zu den Intensivwurzlern, da sie horizontale unterirdische Sprosse ausbilden, die sich nach allen Richtungen hin verzweigen und die Steine regelrecht umspinnen. Von den Sprossen weg zweigen unzählige dünne, aber zugfeste Faserwurzeln ab.

Sehr gute Bodenbinder und -festiger finden wir unter denjenigen Pflanzen, deren Wurzelsystem sich aus extensiven, weitreichenden Streichwurzeln und intensiven dicht angeordneten Wurzeln an der Oberfläche zusammensetzt. Hier sind zwei unterschiedliche Formen festzustellen, u. zw. im wesentlichen die Schuttdecker und die Schutt überkriecher.

Die Schuttdecker bilden einen Spalierrasen, der zuerst von einer tiefgehenden, kräftigen Streichwurzel ausgeht und der dann später an vielen Stellen mit kurzen Oberflächenwurzeln anwächst. Der Hauptanteil des Wurzelvolumens kann sowohl auf die Streichwurzel,

als auch auf die Oberflächenwurzeln fallen. Die Schuttdecker sind besonders wertvoll als Schutz der Bodenoberfläche gegen mechanische Schädigung, wie Schlagregen oder Hagel, aber auch gegen Schurf.

Die Schuttüberkriecher bilden von einer Pfahlwurzel weg eine Anzahl unterirdischer elastischer Kriechtriebe, die dann an der Oberfläche zu einer — wie es von oben gesehen scheint — selbständigen Pflanze auswachsen. Stehen diese dicht beisammen, entsteht ein Lockerrasen. Von den unterirdischen Sprossen aus werden zahlreiche kurze Wurzeln gebildet.

3. Stufige Wurzelhorizonte festigen den Boden wirkungsvoller als gleichmäßige. Daher sind Monokulturen möglichst zu vermeiden, u. zw. auch solche, die aus lauter Tiefwurzlern bestehen. Auch autochthone Gesellschaften, deren Wurzelhorizont in einer Ebene liegt, neigen zu Rutschungen und Absitzungen und genügen zur Bodenbindung im steilen Gelände auf die Dauer nicht (Abb. 84, *Alnetum viridis*, 92, 96).
4. Das Volumen des gesamten Wurzelsystems einer Pflanze steht in einem bestimmten Verhältnis zum Volumen ihrer gesamten oberirdischen Teile. Diese Verhältnisziffern unterliegen nur geringen Schwankungen und können deshalb praktisch verwertet werden. Will man die Wurzelmasse und die Verteilung der Wurzeln im Boden abschätzen, so kann man die auf den Abb. 84 — 101 gezeigten Wurzelbilder zu Rate ziehen. Da man dann nur aus der Tabelle auf der Seite 134 die Verhältnis-ziffern zwischen Trieben und Wurzeln entnehmen braucht, kann ohne Berücksichtigung des Alters der Pflanze (das ja bei Krautigen nicht zu eruieren ist) unschwer ermittelt werden, inwieweit die betreffende Pflanze für die Bodenbindung von Wert ist.
5. Pflanzen mit großer Widerstandsfähigkeit gegen Überschotterung bei Bodenbewegung und Erosion sind fast immer gute Bodenbinder, da nur solche Pflanzen eine derartige Widerstandskraft besitzen, die entweder über ein tiefgehendes, elastisches, zugfestes oder dichtes Wurzelsystem verfügen, aus dem sie die bei extremen Beanspruchungen auftretenden Zerstörungen an den Sprossen wieder ausheilen können („Schlafende Augen“). Die Fähigkeit der Bodenbindung und der Resistenz gegen mechanische Beanspruchungen hängen also auf das innigste zusammen.

6. Trieb- und Wurzelform und Wurzel- bzw. Triebvolumen sind nach dem Standort der Pflanze Schwankungen unterworfen, u. zw. reagiert die Pflanze hierbei auf Bodenfeuchte (Hydrotropismus) und Nährstoffgehalt (Chemotropismus).

Je höher die Bodenfeuchte und der Nährstoffgehalt eines Bodens sind, desto flacher wurzeln die Pflanzen und desto höher wird das Trieb- im Verhältnis zum Wurzelvolumen. Auf gleichmäßig feuchten, nährstoffreichen Böden hat es die Pflanze nicht notwendig, kräftige Wurzeln auszubilden und kann trotzdem größere Blätter und längere Triebe entwickeln. In den Abb. 84—101 finden sich zahlreiche Beispiele und Vergleichsmöglichkeiten hierfür. Es können aber die absoluten Werte des Wurzelvolumens trotzdem bei feuchten und nährstoffreichen Böden über denen von armen, trockenen Böden liegen; die Relationswerte zwischen Wurzeln und Trieben bleiben aber ungünstig.

Ganze Gesellschaften feuchter Standorte weisen flache Wurzelhorizonte auf, während die Bewurzelung auf Trockenhängen und armen Böden (etwa Hauptdolomit) Optima erreicht (vgl. Abb. 88, 91, 97).

HARTMANN 1951 kommt auf Waldböden zu ähnlichen Ergebnissen. Auch dort gibt es, durch den Tropismus bedingt, bei derselben Pflanze auf verschiedenartigen Böden unterschiedliche Wurzelformen.

Durch zunehmende Seehöhe wird die Entwicklungsgeschwindigkeit der Pflanze gehemmt, da die Vegetationsdauer kürzer ist. Dies ist schon im ersten Jahre zu beobachten (Wundklee aus Abb. 3). Noch deutlicher wird dies beim Vergleich der Abb. 3 mit der Abb. 4. Einen sehr guten Maßstab für die Beeinträchtigung des Wachstums durch die zunehmende Seehöhe erhält man aus Abb. 102.

Drei Wurzelp Profile aus künstlichen, 3jährigen Begrünungen ganz unterschiedlicher Rutschhänge mögen als Vergleich zu den Wurzelp Profilen der autochthonen Gesellschaften dienen. Sie bringen gleichzeitig den Beweis, daß es schon im ersten Jahr durch entsprechende Pflanzmethoden gelingt, eine Festigung und Bindung des Bodens zu erzielen, wie sie aus Sämlingen erst nach vielen Jahren möglich ist.

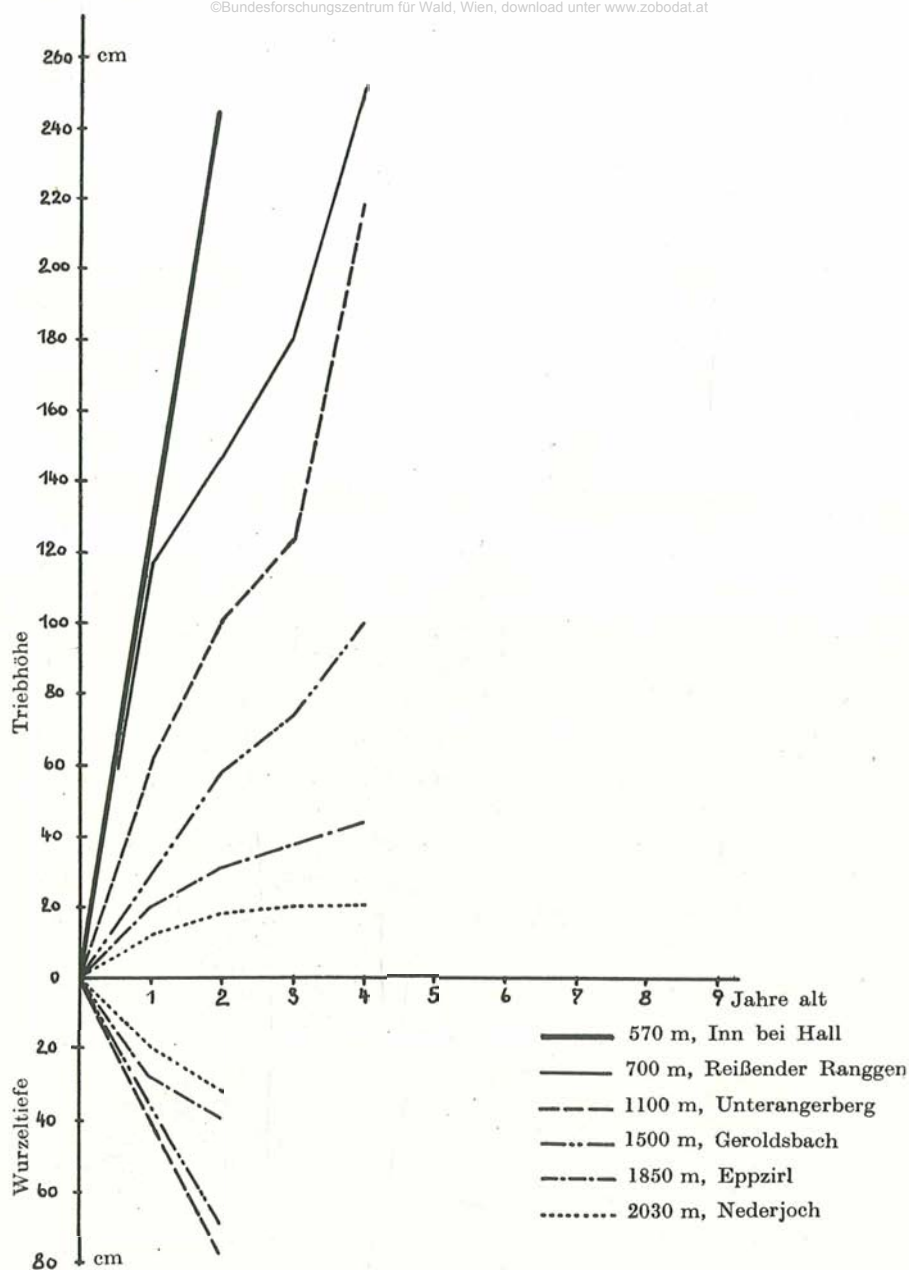


Abb. 102: Purpurweiden-Buschlagen: Abhängigkeit der Zuwachsleistung von der Seehöhe.

1. Begrünung der Rutschung an der Wattentalstraße (Abb. 103),

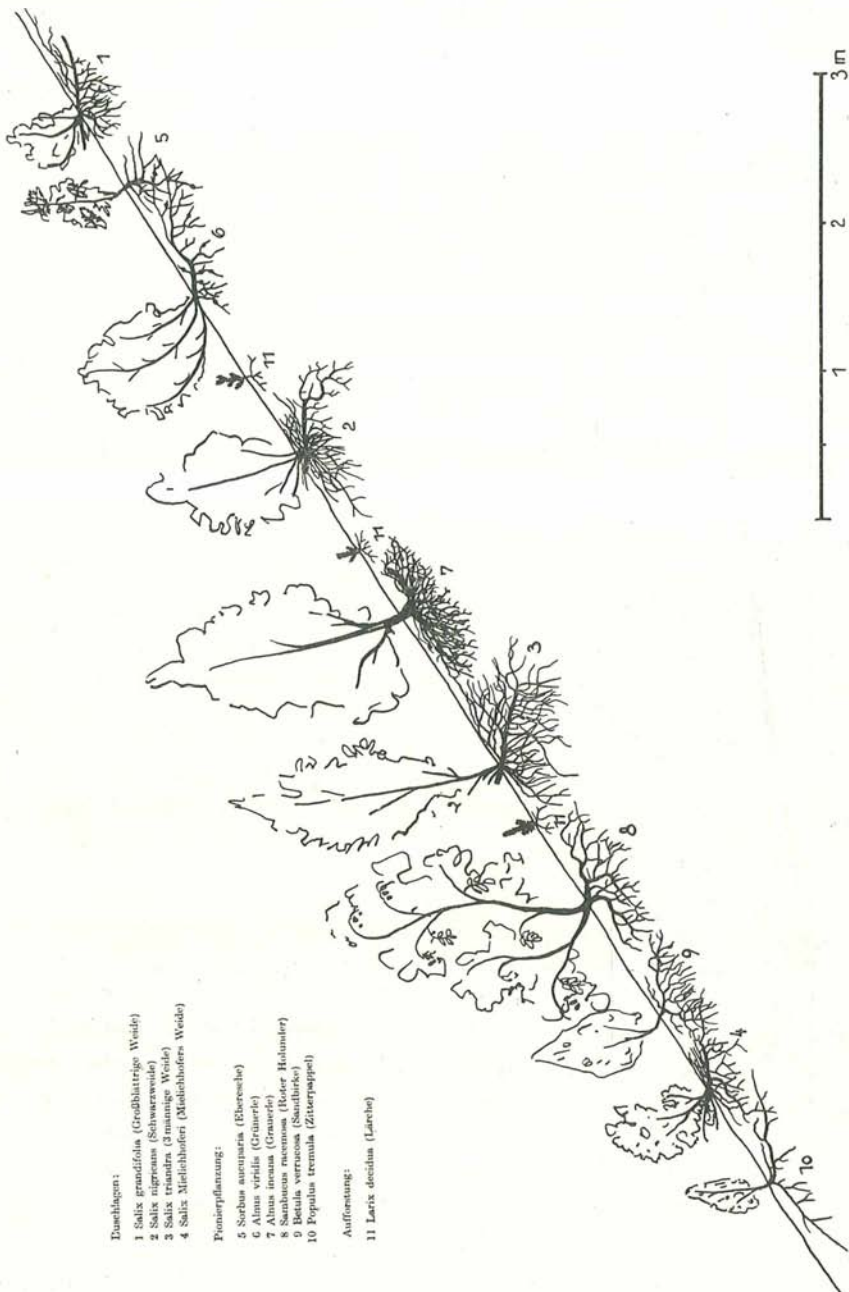


Abb. 103: Schematisches Wurzelprofil aus der künstlichen Begrünung, Rutschung Wattentalstraße, 1350 m ü. d. M., nach 3 Vegetationsperioden, NW-Exposition im Quarzphyllit, Fichtenstufe.

Quarzphyllit, 1350 m ü. d. M. Blaikentypus IV c nach RASCHEN-DORFER.

Für den Buschlagenbau bewährten sich *Salix triandra* und *nigricans* am besten. Die zwar ebenfalls großblättrigen *S. grandifolia* und *Mielichhoferi* erreichen ihr Optimum in größeren Höhen und weisen eine geringe Wuchsgeschwindigkeit auf. Sie vermögen daher mit den vorigen hier nicht Schritt zu halten und werden bald unterdrückt.

Bei der Einzelpflanzung von Pioniergehölzen wiesen *Sambucus racemosa* und *Alnus incana* die größten Zuwachsleistungen auf. Während bei *Sambucus* ab dem zweiten Jahr der Breitenzuwachs überwiegt, wächst *Alnus incana* etwa 20 Jahre lang mehr in die Höhe als in die Breite.

Alnus viridis zeigt schon im ersten Jahre ihren charakteristischen Säbelwuchs.

Mit *Sorbus aucuparia*, *Betula verrucosa* und *Populus tremula* wurden bewußt schon im ersten Jahr Laubhölzer eingebracht, die höhere Anforderungen stellen als die vorgenannten. Auf Quarzphyllit entsprechen ihre Zuwachsleistungen auf alle Fälle den höchsten Erwartungen.

Die im zweiten Jahre versuchsweise durchgeführte Aufforstung mit Lärchen kam gut voran; die Pflanzen sind nach zwei Vegetationsperioden zirka 30 cm hoch. Es erwies sich, daß auf Quarzphyllit sofort im ersten Jahr nach Vollendung der Begrünungsarbeiten oder — wenn diese im Frühling durchgeführt wurde, im Herbst desselben Jahres — die Pflanzen der gewünschten Endgesellschaft eingebracht werden müssen, damit sie nicht später von der Vorkultur verdrängt werden.

Im ganzen gesehen überwiegt hier das Triebwachstum und es gilt das vorne schon Gesagte, daß auf feuchten Böden alle Pflanzen zur Flachwurzelnung neigen.

Zeigt Abb. 86 das schematische Wurzelprofil einer autochthonen Pioniervegetation von nicht bestimmbarem Alter im **Reißenden Ranggen**, so stellt Abb. 104 ein Wurzelprofil der dortigen künstlichen Begrünung nach drei Vegetationsperioden dar (Abb. 104). Die großteils feinkörnigen Terrassensedimente des Reißenden Ranggen sind relativ fruchtbar und wegen der Nordexposition gleichmäßig feucht. Im Mai treten des öfteren empfindliche Rückschläge ein, wenn bei Trockenperioden der Hang durch das fortwährende Abrieseln der oberflächlich austrocknenden Sande einer Düne gleicht.

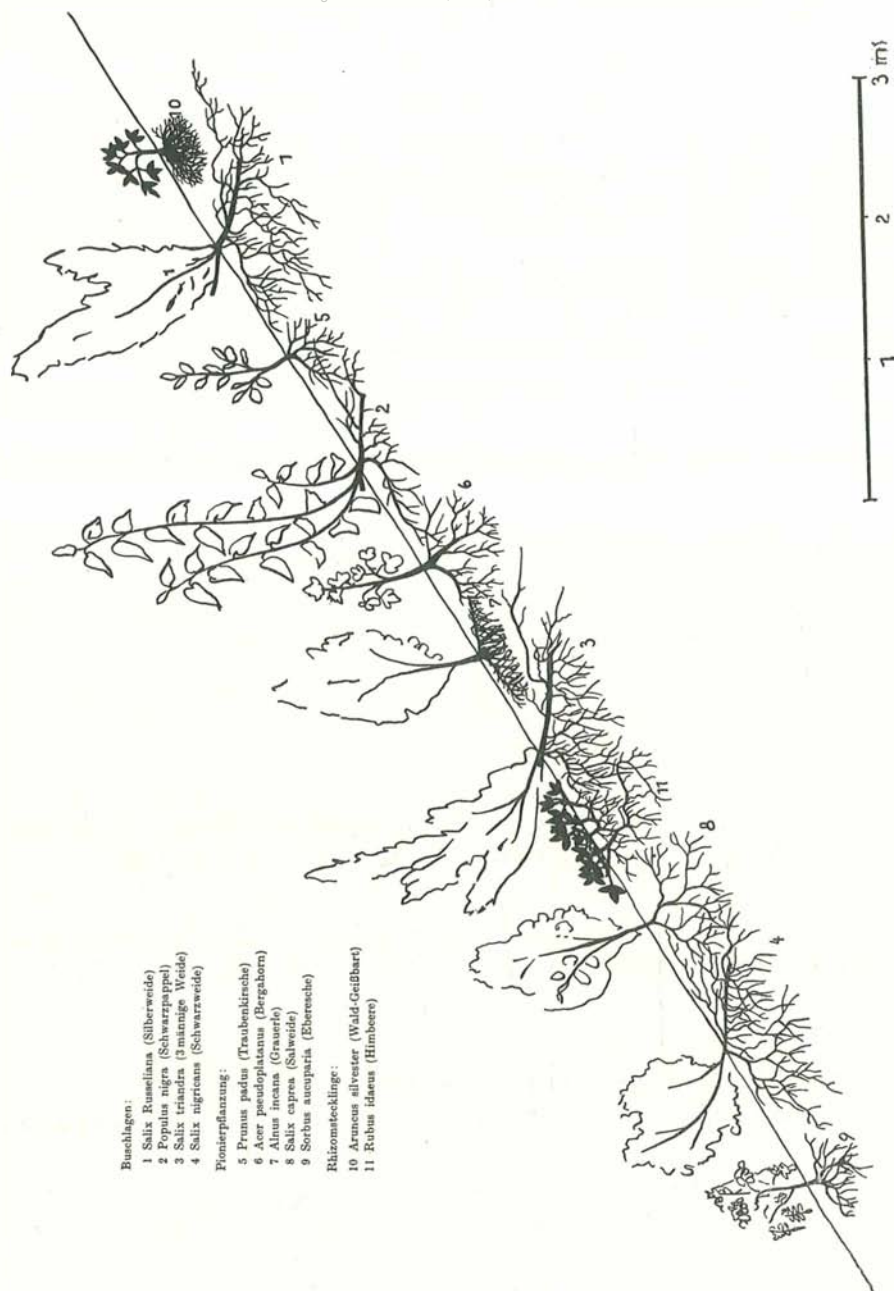


Abb. 104: Schematisches Wurzelprofil der künstlichen Begrünung im Reißenden Ranggen bei Zirl, 700 m ü. d. M., nach 3 Vegetationsperioden. Nordhang im Terrassenschotter. Unterhang-Laubmischwald.

Zum Buschlagenbau bewährten sich hier gleichermaßen *Salix Russeliana*, *triandra*, *nigricans* und *Populus nigra*. Wenngleich die Schwarzpappel stets einen Vorsprung im Triebwachstum aufweist, entwickelt sie das schwächste Wurzelsystem. Hier ist aber das Triebwachstum entscheidender als das der Wurzeln, da es im Reißenden Ranggen wohl dauernd zu Verschüttungen, aber nie zu Abrutschungen kommt. Rascher Triebzuwachs und Resistenz gegen Verschüttung und Steinschlag sind also hier die geforderten Fähigkeiten, welche von den in Abb. 104 gezeigten Pflanzen auch am besten erfüllt wurden.

Beim Vergleich der Abb. 86 und 104 fällt auf, daß bei der nur dreijährigen künstlichen Begrünung bereits eine bessere Bodendurchwurzelung erzielt wurde als bei der wenigstens 10 Jahre alten autochthonen Gesellschaft. Auch zeigt dieser Vergleich, daß bei der Begrünung mit bestem Erfolg mehrere Sukzessionsstadien übersprungen werden können.

Ganz andere, weit ungünstigere Standortsverhältnisse weist die **Stichriepe bei Hochzirl**, 1100 m ü. d. M. auf, da sie im Schutt von Hauptdolomit, der unfruchtbarsten Gesteinsart der Nordtiroler Kalkalpen liegt und größere Steilheiten aufweist. Abb. 105 zeigt wieder ein schematisches Wurzelprofil nach drei Vegetationsperioden, ein lehrreiches Pendant zu dem Wurzelprofil der autochthonen Pionier-Gesellschaft (Abb. 89).

Auch hier wurden bereits holzige Arten höherer Sukzessionsstadien zur Begrünung ausgewählt und an beruhigten Stellen sogar mit *Pinus silvestris* und *Larix europaea*, den beiden auf solchen Rohböden entsprechendsten Gehölzen der Endgesellschaft, aufgeforstet.

Lag bei den beiden vorigen Fällen das Schwergewicht an Zuwachseleistung bei den oberirdischen Pflanzenteilen, so verlagert sie sich hier auf die Wurzeln. Die für den Buschlagenbau verwendeten Purpur-, Grau- und Schwarzweiden zeigen ein enormes Wurzelvolumen, das bei der *Salix purpurea* stets am größten ist, u. zw. bei beiden Unterarten *Lambertiana* und *gracilis*. Letztere bildet kürzere und dünnere Ruten aus. Die Wurzeln der *Salix incana* streben rasch der Tiefe zu, während sie bei *Salix purpurea* und *nigricans* weit ausholen. Gemeinsam ist ihnen der betont extensive Wuchs im Gegensatz zum Wurzelprofil (Abb. 103) auf Quarzphyllit. Die Steckruten der Weide wachsen an ihrer ganzen Länge an und tragen dadurch schon im ersten Jahr nach ihrem Einbau zur Festigung des Hanges wesentlich bei. Bei feuchten Böden kann es geschehen, daß die Hauptwurzeln an der

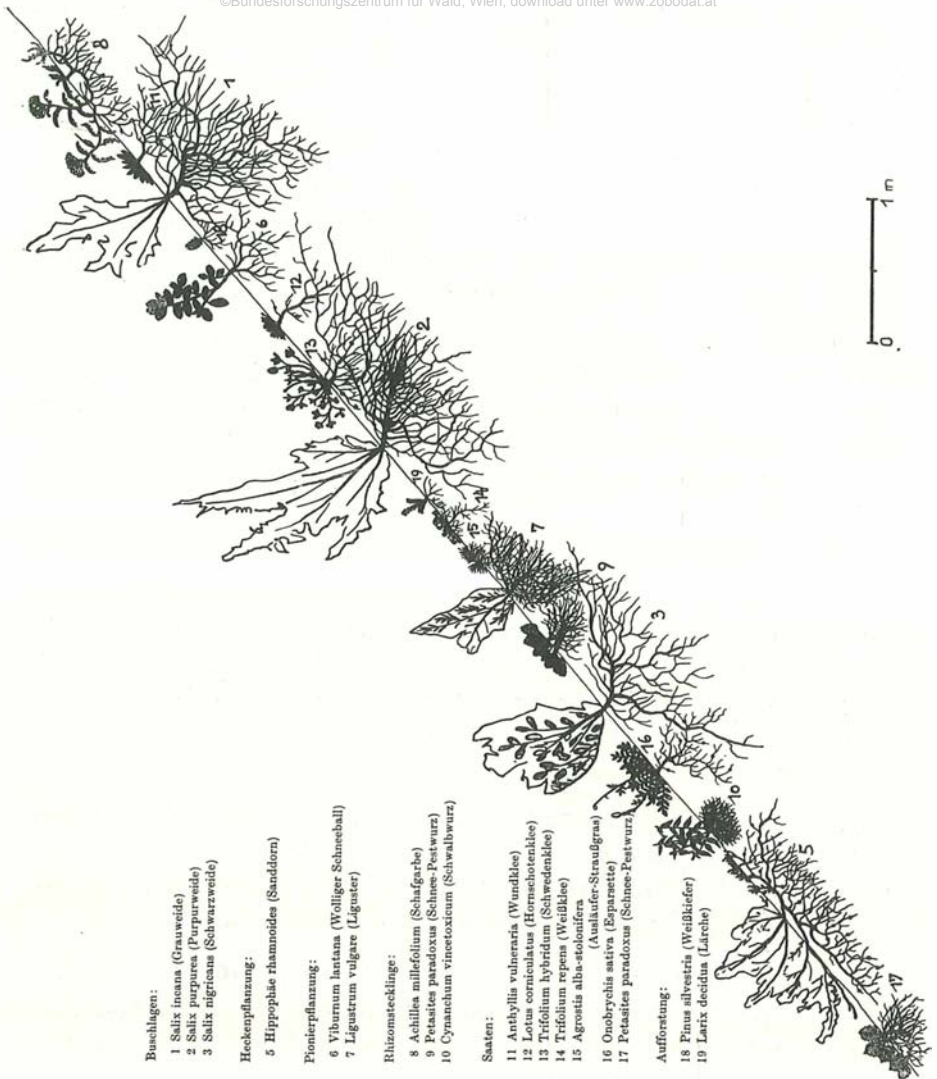


Abb. 105: Schematisches Wurzelprofil aus der künstlichen Begrünung der Stichriepe bei Hochzirl, 1100 m ü. d. M., nach 3 Vegetationsperioden, West-Expos. auf Hauptdolomit Grenze Erika-Föhrenwald — Fichtenwald.

Bodengleiche gebildet werden und der unterste Teil der Steckrute abfällt. Hier dagegen bilden sich die Hauptwurzeln an der basalen Schnittfläche der Stecklinge aus.

Der Sanddorn wurzelt weniger tief und besitzt wenig zugfeste Wurzeln, wächst aber sehr rasch in die Breite, da er immer neue Wurzelbrut ausbildet.

Viburnum lantana ist ebenso wie der Sanddorn und der Liguster ein Trockenhangspezialist, wächst jedoch verhältnismäßig langsam. Der Liguster verträgt Trockenheitsextreme und seine Wurzeln sind eine geradezu ideale Verbindung von weitstreichenden, festigenden Starkwurzeln und dicht verzweigten, bindenden Faserwurzeln. Eine Funktionsteilung in haltende und ernährende Organe ist unverkennbar.

Weil auf Dolomitmöden eine zu lange Zeit verstreichen würde, bis sich die Lücken zwischen den künstlich angepflanzten Holzgewächsen schließen, ist es unbedingt notwendig, dazu brauchbare Krautige heranzuziehen. Bei *Vincetoxicum officinale* und *Achillea millefolium* lohnt sich hiezu auch die Vermehrung mittels Rhizomstecklingen. Bei *Petasites paradoxus* dagegen führt die Vermehrung mittels Rhizomstecklingen zu einer nur mäßigen $\pm$ Intensivwurzelbildung, während generativ vermehrte Pestwurz im gleichen Alter stark verzweigte Wurzelbildung aufweist und sich diese Pflanzen auch oberirdisch rascher ausbreiten (vgl. Nr. 9 und 17 der Abb. 105).

Die übrigen, durch Saat vermehrten Pflanzen, hier *Onobrychis sativa*, *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium hybridum*, *repens*, *Agrostis alba* sp. *stolonifera* weisen recht verschiedene Wurzelformen und -volumina auf, was für eine Saat in Mischungen von Vorteil ist, weil dadurch ein gestufter Wurzelhorizont erreicht wird.

Aus allen drei gezeigten Wurzelprofilen künstlicher Begrünungen ist also ersichtlich, daß es in der kurzen Zeit von drei Jahren bei entsprechender Pflanzendichte möglich ist, eine genügende Festigung und Bindung des Erdreiches zu erzielen und daß eine den autochthonen Pionier-Gesellschaften zumindest ebenbürtige Durchwurzelung bei richtiger Artenwahl und richtiger Pflanzenmethode erreicht werden kann.

Ad 7.: Artenwahl nach der Zugfestigkeit der Wurzeln.

Der Techniker wird diesem Punkte sehr skeptisch gegenüberstehen, weil er sich mit Recht sagt, daß keine Pflanzenwurzel, die bei Erdrutschungen auftretenden Spannungen aufzunehmen vermag, da diesen Spannungen selbst die stärksten Stahlseile oft nicht gewachsen wären.

Um solche tiefgründige Rutschungen geht es hier aber nicht, sondern um die Ausheilung der bereits abgerutschten Hänge, wobei immer wieder Zugspannungen auftreten, solange die Schotterböden der Witterung direkt ausgesetzt sind. An mehreren Stellen haben

eben erst fertiggestellte oder noch im Bau befindliche Grünverbauungen bereits schwere Hagelschläge überstanden, ohne sichtbaren Schaden zu erleiden (Geroldsbach bei Götzens, im Enterbach bei Inzing, Gallinabach in Vorarlberg u. a.). Es gibt zahlreiche Pflanzen, die ohne weiteres Spannungen aushalten können. Man erinnere sich nur an verschiedene krautige Pfahlwurzler, wie etwa die Kleearten, deren Wurzeln ein Mann schwer oder gar nicht abzureißen vermag.

Die Pflanze reagiert auf einseitige Druck- oder Zugreize durch Längen- oder sekundäres Dickenwachstum. Das haben bereits SENN 1922/23 und HERBERG 1923 bei Pyramidenpappel und Feldulme (Brettwurzelbildung) und RUBNER 1934 bei Fichte (Wurzelversteifung bei einseitiger Windbeanspruchung) beobachtet. Bei Pflanzen im Steilhang habe ich fast in der Regel eine Arbeitsteilung der Wurzeln in haltende und ernährende festgestellt. Die tauartigen, dicksten Wurzelstränge gehen am Hang stets schräg nach oben und wirken dadurch wie Zuganker.

Absolute Festigkeitsmessungen wurden bisher nur von Josef STINY 1947 vorgenommen.

Alle Pflanzen stammten aus gutem, lockerem, humosem Ackergrunde. Wurzelabschnitte wurden in ein Gerät zur Ermittlung der Zugspannung eingeklemmt und belastet. Stiny ermittelte bei diesen Messungen nachstehende Werte:

Pflanzenart	Minimalwert kg/cm ²	Maximalwert kg/cm ²
Agriopyrum repens	72	253
Trifolium pratense	109	285
Atriplex patulum	93	306
Convolvulus arvensis	48,4	210
Plantago lanceolata	40	74
Plantago major	26,3	60
Capsella bursa pastoris	37,5	101,5
Campanula Trachelinum	0,0	37,2
Taraxacum officinale	0,0	44,0
Solanum nigrum L.	162	389
Rumex conglomeratus	14	61,9
Amaranthus retroflexus	19,6	48,1

Die Streuung der Werte erscheint verhältnismäßig groß; Stiny führt sie weniger auf die Meßmethode, vielmehr vorwiegend auf die örtlichen Wuchsunregelmäßigkeiten zurück (Schwächestellen an den Wurzeln).

Immerhin wurden durch diese Arbeit Stinys zum ersten Male konkrete Ziffern bekannt. Es ist eine großartige Leistung von einer Pflanzenwurzel, daß sie beinahe 400 kg pro Quadratcentimeter Zug-

spannung aufzunehmen vermag! Die von Stiny untersuchten Arten interessieren freilich den Grünverbauer nicht sonderlich; am ehesten *Trifolium pratense* und allenfalls *Solanum nigrum*, das die höchsten Werte erzielte (nicht nur die größten Maxima, sondern auch die höchsten Minima).

Durch Stinys Messungen angeregt, baute ich mir selbst eine Meßvorrichtung. Dabei zeigte sich bald, daß das Einspannen der Wurzeln nicht einfach ist, sollen sie nicht durch die Klemmen gequetscht werden, was eine Verfälschung der Ergebnisse zur Folge hätte. Durch die Verwendung von Froschklemmen, deren Seitendruck kontinuierlich mit zunehmender Zugbelastung zunimmt, konnte ich diese Schwierigkeit umgehen. Um Zufälligkeiten zu vermeiden, verwendete ich als einheitliche Länge der zu prüfenden Wurzelstücke 20 cm.

Auch die Scherfestigkeit versuchte ich zu messen, was methodisch einfacher als die Zugfestigkeitsprüfung war. Die Prüfungen führte ich an Hand von Pflanzenmaterial durch, das ich auf der Rutschung Reißender Ranggen bei Zirl ausgegraben hatte. Die Luzerne entstammte künstlichen Saaten auf der Stichriepe bei Hochzirl, 1100 m ü. d. M.

Nach einleitenden Messungen an dünneren Wurzeln, ging ich auf solche von annähernd 3 mm Durchmesser über. Ich kam zu außerordentlich hohen Zahlen. Die 3 mm starken Luzernewurzeln erwiesen sich nämlich als stärker als die Meßvorrichtung, welche hiebei zerstört wurde. Meine Arbeit an der Ermittlung von Wurzel-Zugfestigkeiten wurde dadurch vorläufig unterbrochen. Ein stabileres Prüfgerät ist noch in Arbeit.

Nachstehend die bescheidenen Ergebnisse (Mittelwerte aus je 5 Messungen):

	Zug		Abscherung	
	kg/cm ²		kg/cm ²	
	min.	max.	min.	max.
<i>Populus nigra</i>	49,3	120	101,4	105
<i>Artemisia campestris</i>	91	264	65,5	477
<i>Medicago sativa</i>	254 !	665!	103,5	262,1

Gewisse Gesetzmäßigkeiten haben sich angedeutet; sie sind mit Vorsicht aufzunehmen:

1. Die Zugfestigkeit steigt mit zunehmendem Wurzeldurchmesser, die Scherfestigkeit sinkt mit zunehmendem Wurzeldurchmesser,
2. holzige Wurzeln weisen im Verhältnis zur Zugfestigkeit eine hohe Scherfestigkeit auf, bei krautigen dagegen ist die Zugfestigkeit meist mehr als doppelt so hoch wie die Scherfestigkeit,
3. die „Zuganker“-Wurzeln sind zugfester als Stücke der übrigen Wurzelteile.

Die großen Leistungsunterschiede zwischen den drei untersuchten Pflanzenarten beweisen, daß die Arten in bezug auf Wurzelfestigkeit stark differenziert sind. Weitere Messungen wären deshalb wertvoll. Sind schon die vorliegenden Ergebnisse überraschend, so möchte ich sogar behaupten, daß es noch weitaus zugfestere Arten gibt, z. B. *Lathyrus silvester*, *Epilobium angustifolium*, *Silene inflata* ssp. *alpina*, *Rubus idaeus*. Andere Arten dagegen, die sonst für die Grünverbauung sehr geeignet sind, besitzen Wurzeln, die keine hohe Zugbeanspruchung vertragen, weshalb diese Pflanzen nur in mehr oder minder beruhigtem Gelände verwendet werden sollten. Solche sind unter anderem *Hippophae*, *Petasites*, *Tussilago*. Diese Pflanzen haben dafür die Fähigkeit, daß alle abgerissenen, in der Erde verbliebenen Teile rasch neu anwurzeln.

Pflanzen mit tiefgehenden, dünnen Wurzeln sind häufig besonders zugfest. Unter den in der nachstehenden Tabelle angeführten ist dies der Fall bei:

Dorycnium germanicum, *Teucrium germanicum*, *Lotus corniculatus*, *Epilobium angustifolium* u. a.

Dagegen sind manche Arten mit großen Wurzelmassen gegen Zugbeanspruchung empfindlicher (*Petasites*, *Tussilago* u. a.).

Bei meinen zahlreichen Ausgrabungen habe ich viele Pflanzenarten notiert, die mir wegen ihrer zugfesten Wurzeln aufgefallen sind:

Acer pseudoplatanus, *Anthyllis vulneraria*, *Artemisia absinthium*, *campestris*, *vulgaris*, *Atropa belladonna*, *Berberis vulgare*, *Carduus defloratus*, *Clematis vitalba*!, *Coronilla varia*, *Dorycnium germanicum*!, *Dryas octopetala*, *Epilobium angustifolium*!, *Fraxinus excelsior*, *Hedysarum obscurum*, *Gypsophila repens*!, *Hippocrepis comosa*, *Laserpitium latifolium*!, *Lathyrus silvester*!, *Ligustrum vulgare*!, *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata*, *sativa*!, *lupulina*, *Melilotus albus*, *officinalis*, *Onobrychis sativa*, *Oxyria digyna*, *Prunus spinosa*!, *Rosa campestris*, *pendulina*, *rubiginosa*, *Rubus caesius*, *saxatilis*, *idaeus*!, *Rumex scutatus*!, *Salices* alle, *Silene inflata* ssp. *alpina*!, *Trifolium hybridum*, *repens*, *pallescens*, *pratense*, *Trisetum distichophyllum*.

Ad 8.: Artenwahl nach der Wuchsgeschwindigkeit:

Daß die Wahl raschwüchsiger Pflanzen für das Gelingen von Grünverbauungen entscheidend sein kann, braucht nicht näher erläutert zu werden. Vor allem ist es wichtig, daß die Wurzeln schon in den ersten Jahren eine entsprechende Tiefe erreichen und die Triebe — den Boden abdeckend — schnell in die Breite wachsen.

Die bei der Beschreibung der Vermehrungsarten verwendeten Abbildungen geben auch Aufschluß über deren Zuwachsleistungen.

Über die Wuchsgeschwindigkeit der zur Grünverbauung bisher herangezogenen Pflanzen berichte ich bei den einzelnen Bautypen.

Von einigen Bäumen und Sträuchern, die zur Grünverbauung herangezogen werden können, versuchte ich, die durchschnittliche Zuwachsleistung bis in höheres Alter zu ermitteln. Höhenlagen und Ort der Messung sind jeweils angegeben.

Die Altersbestimmung führte ich mittels Schwedischem Zuwachsbohrer aus, sofern sie nicht am liegenden Stamm möglich war. Bei jungen Exemplaren und bei den Zwergsträuchern mußte ich notgedrungen zur Schere greifen, um die Jahresringe zählen zu können.

Die Streuung ist bei manchen Holzarten groß, vor allem durch die Einflüsse der Beschattung und des Bodens. Deshalb habe ich bei *Salix incana* und *Hippophae rhamnoides* je eine Kurve für Freiland und Kronenschluß gezeichnet.

Ich habe die Diagramme nur bis zu einem Alter von 25 Jahren gezeichnet, weil diese Zeit für Grünverbauungen und Vorkulturen die wichtigste ist; in meinem Erhebungsmanuale sind zahlreiche ältere Bäume vertreten. So konnte ich bei meinen Messungen feststellen, daß manche Holzarten weitaus älter werden können als in der Literatur angegeben oder landläufig bekannt ist. Das ist in erster Linie dort der Fall, wo durch menschlichen Eingriff der Abbau einer Pflanzengesellschaft durch eine höhere verzögert wird (z. B. bei Auen durch intensive Beweidung und Streunutzung). Im Gegensatz dazu ist bei alpinen Zwergsträuchern längst bekannt, daß sie außerordentlich alt werden können. Ich stieß z. B. mehrmals auf *Salix herbacea*- und *Salix retusa* ssp. *serpyllifolia*-Individuen, die mehr als 50 Jahre alt waren. Bei *Dryas* konnte ich wiederum feststellen, daß sie verhältnismäßig rasch wachsen kann. Auf zirka 1100 m hoch gelegenen Schuttkegeln in der Umgebung von Scharnitz fand ich wiederholt *Dryas*-polster, die — etwa zehnjährig — eine Fläche von annähernd $\frac{3}{4}$ Quadratmetern bedeckten.

Beim Sanddorn konnte ich in keinem Falle ältere als 35jährige Sträucher (der Form nach eigentlich kleine Bäume) beobachten, doch ist er, wenn er abstirbt, von einem Kreis jüngerer Nachfolger umgeben, die aus seiner Wurzelbrut hervorgingen.

Bei den *Salices* ist in höherem Alter die Zählung der Jahresringe wegen der Stammfäule selten möglich. Immerhin konnte ich bei *Salix caprea* und *pubescens* bis 50jährige, *daphnoides* bis 46jährige, *purpurea* bis zirka 60jährige, *alba* und *Russeliana* bis zirka 70jährige,

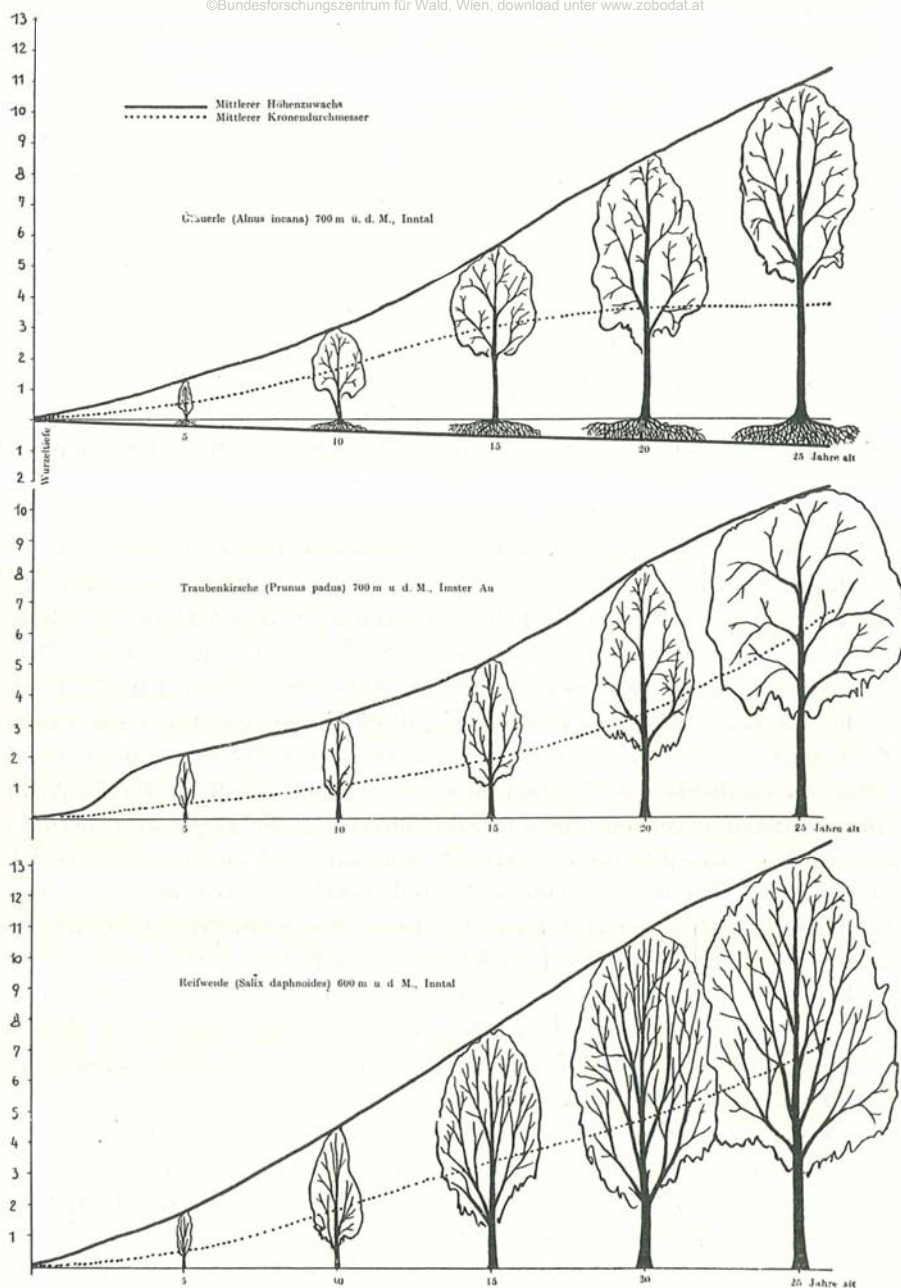


Abb. 106: Durchschnittliche Wuchsgeschwindigkeit einiger Laubgehölze in Tirol.

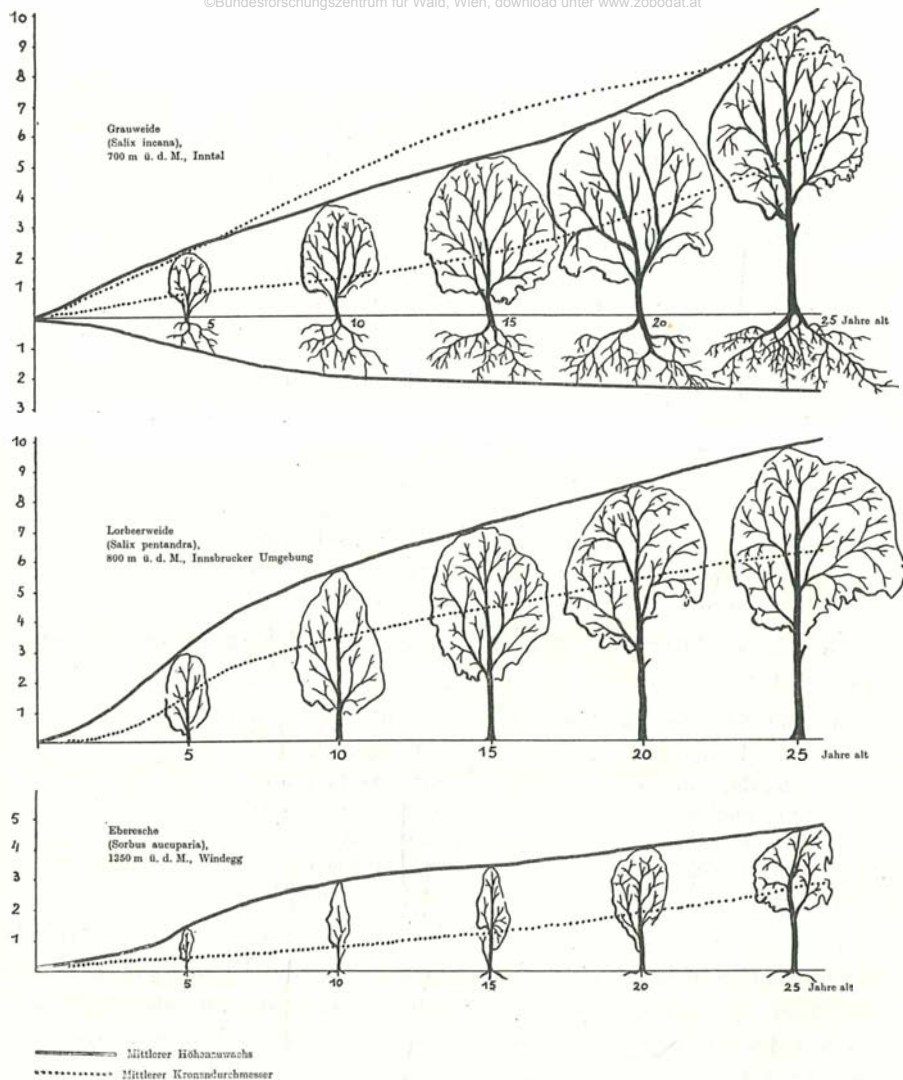


Abb. 107: Durchschnittliche Wuchsgeschwindigkeit verschiedener Laubgehölze in Tirol.

pentandra bis 79 jährige und Mielichhoferi bis über 80 jährige Exemplare feststellen, die alle noch einwandfrei meßbar, wenn auch nicht fäulnisfrei waren.

Bei *Rhamnus frangula* fand ich 60 jährige Bäume und von *Alnus incana* solche bis zu 80 Jahren, von einer schon halb verdorrten Grauerle in der Dristenau am Achensee ganz abgesehen, deren Alter ich mit 90 Jahren nur mehr schätzen konnte. HUECK 1929 gibt dagegen das Durchschnittsalter für die Grauerle mit 40—50 Jahren, auf schlechten Böden mit 20—25 Jahren an.

In den Abb. 106 und 107 ist die Zuwachsgeschwindigkeit von 6 Laubbäumen aufgetragen. Die einzelnen Arten sind differenziert. Auch verlaufen die Kurven des Höhen- und Kronenbreitenzuwachses sehr verschieden. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Wertungen:

Bei einem Alter von 5 Jahren heißt die Reihung:

für den Höhenzuwachs:

1. *Salix pentandra*
2. *Salix incana*
3. *Prunus padus*
4. *Salix daphnoides*
5. *Sorbus aucuparia*
6. *Alnus incana*

für die Kronenbreite:

- Salix pentandra*
- Salix incana*
- Alnus incana*
- Salix daphnoides*
- Prunus padus*
- Sorbus aucuparia*

Bei einem Alter von 10 Jahren sieht diese Reihung bereits anders aus, u. zw.:

für den Höhenzuwachs:

1. *Salix pentandra*
2. *Salix daphnoides*
3. *Salix incana*
4. *Prunus padus*
5. *Alnus incana*
6. *Sorbus aucuparia*

für die Kronenbreite:

- Salix pentandra*
- Salix daphnoides*
- Alnus incana*
- Salix incana*
- Prunus padus*
- Sorbus aucuparia*

Damit nimmt in den ersten Jahren die lorbeerblättrige Weide die Spitzenstellung ein, doch wie die folgende Reihung bei einem Alter von 25 Jahren beweist, kann sie diese nicht halten; die Reifweide gewinnt das Rennen. Mit 25 Jahren erreicht sie eine Durchschnittshöhe von $13\frac{1}{2}$ Metern bei einer Kronenbreite von $6\frac{1}{2}$ Metern!

Höhenzuwachs:

- Salix daphnoides*
- Alnus incana*
- Prunus padus*
- Salix pentandra*
- Salix incana*
- Sorbus aucuparia*

Kronenbreite:

- Salix daphnoides*
- Salix pentandra*
- Prunus padus*
- Salix incana*
- Alnus incana*
- Sorbus aucuparia*

Von 13 Sträuchern ist in den Abb. 108, 109 auf dieselbe Art die Wuchsgeschwindigkeit festgehalten. Hierbei ergeben sich noch größere Unterschiede in der Kurvenform. Bei *Myricaria germanica*, *Rhamnus frangula*, *Salix nigricans*, *Sambucus nigra* und *Viburnum opulus* schneiden sogar die Kurven der Kronenbreite die des Höhenzuwachses, d. h., daß von einem gewissen Alter an der Breitenzuwachs überwiegt. Die Ursache liegt zum Teil in äußeren Einflüssen des Standortes (bei *Myricaria* verursachen meist Hochwässer ein gewaltsames Niederdrücken der Büsche, bei den anderen genannten Arten spielt der Schneedruck eine entscheidende Rolle), zum anderen Teil genotypische Wuchscharakteristika wie etwa Epitonie bei Sanddorn, Rosen, Weißdorn, Sauerdorn oder Basitonie bei Holunder und Tamariske (RAUH 1939, 1942).

Hier lautet die Reihung nach der Zuwachsleistung in den ersten 5 Lebensjahren:

Höhenzuwachs:

1. *Sambucus nigra*
2. *Salix purpurea* Lamb.
3. *Salix nigricans*
4. *Cornus sanguinea*
5. *Ligustrum vulgare*
6. *Viburnum opulus*
7. *Myricaria germanica*
8. *Rhamnus frangula*
9. *Hippophae rhamnoides*
10. *Viburnum lantana*
11. *Crataegus monogyna*
12. *Salix Mielichhoferi*
13. *Lonicera xylosteum*

Kronenbreite:

1. *Sambucus nigra*
2. *Myrcaria germanica*
3. *Salix purpurea* Lamb.
4. *Viburnum opulus*
5. *Salix Mielichhoferi*
6. *Cornus sanguinea*
7. *Rhamnus frangula*
8. *Salix nigricans*
9. *Hippophae rhamnoides*
10. *Lonicera xylosteum*
11. *Crataegus monogyna*
12. *Ligustrum vulgare*
13. *Viburnum lantana*

Sambucus nigra ist beide Male der erste, *Hippophae* steht an 9., *Crataegus monogyna* an 11. Stelle. Alle anderen Sträucher gehen in der Reihung des Höhen- und Breitenzuwachses auseinander. *Lonicera xylosteum* kann wohl in allen Altersstufen als die langsamwüchsigste gelten. Der Höhenzuwachs ist in den ersten Jahren wichtiger, da mangelnder Breitenzuwachs durch entsprechende Pflanzdichte ersetzt werden kann, wenngleich auch die Pflanzkosten sehr dadurch beeinflußt werden.

Wenige Jahre später zeigt sich bereits, daß *Salix purpurea*, *nigricans*, *Sambucus nigra* und *Cornus sanguinea* von den 13 untersuchten Sträuchern bezüglich Höhenzuwachs am raschesten wachsen und so bis in ein Alter von 25 Jahren bleiben.

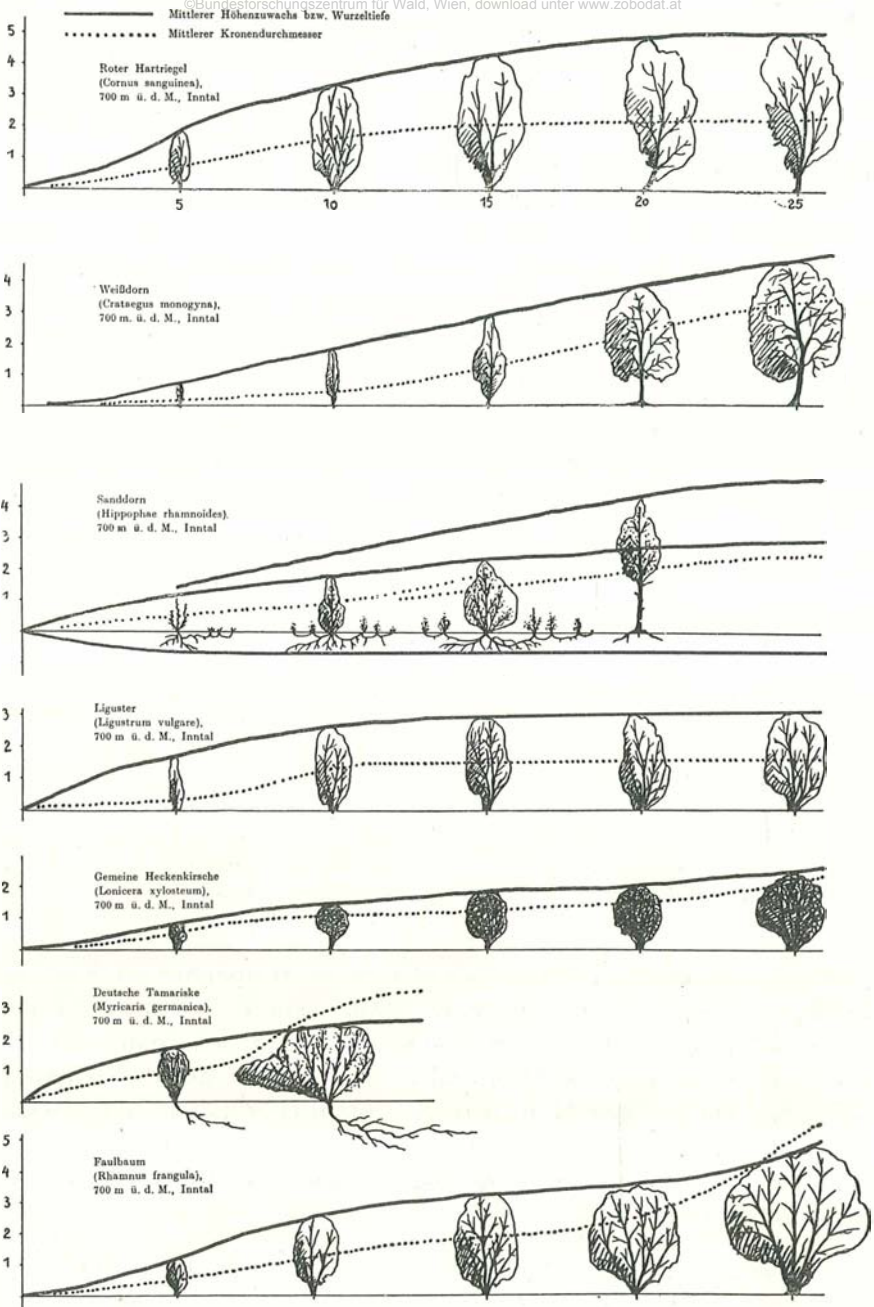


Abb. 108: Durchschnittliche Wuchsgeschwindigkeit einiger Sträucher in Tirol.

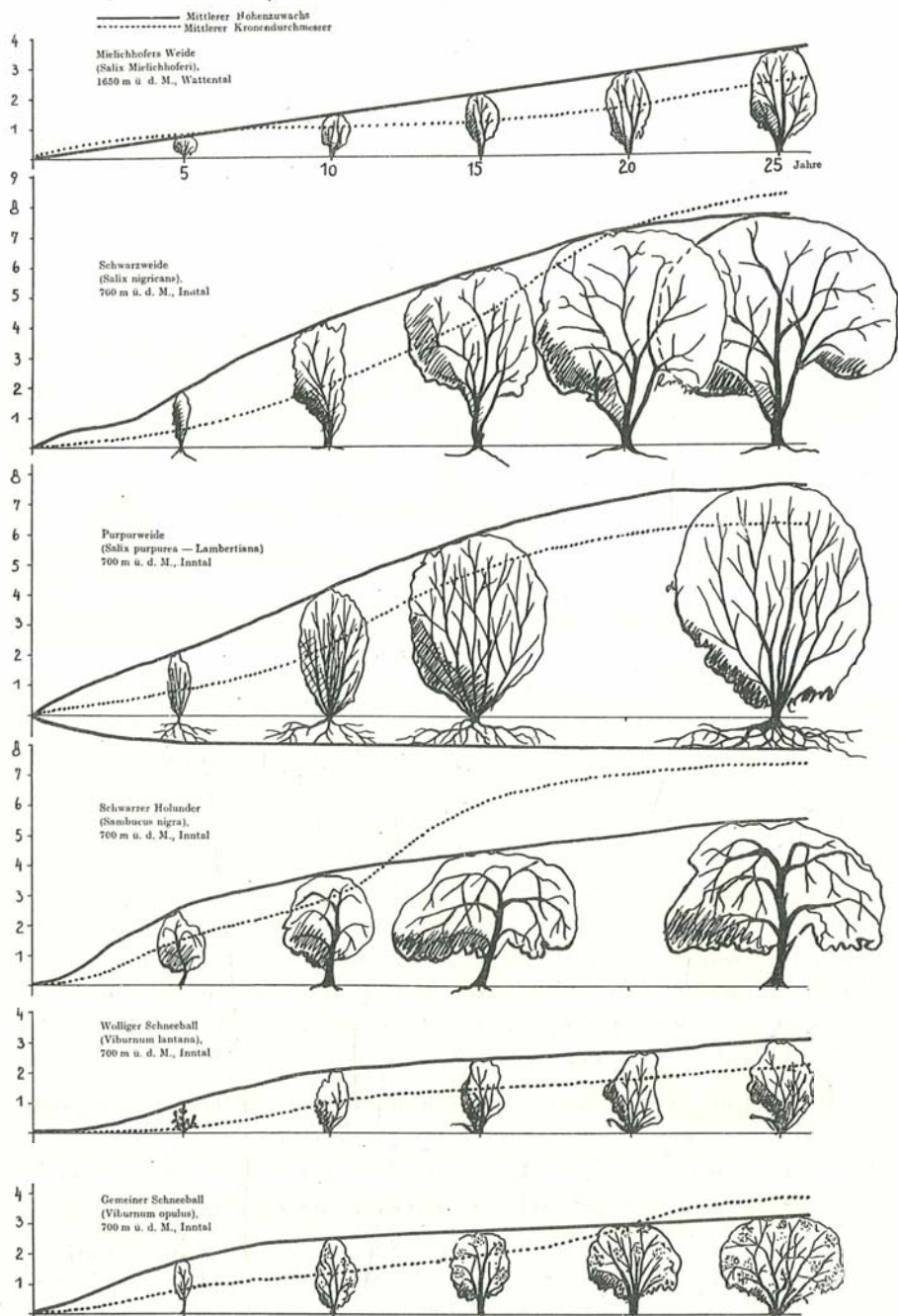


Abb. 109: Durchschnittliche Wuchsgeschwindigkeit einiger Sträucher in Tirol.

Beim Breitenzuwachs führen *Sambucus nigra*, *Salix nigricans* und *purpurea*.

Nach 25 Jahren läßt sich folgende Reihung beobachten, nachdem die höchstens 15 Jahre alt werdende *Myricaria* ausgefallen ist:

Höhenzuwachs:

1. *Salix purpurea* Lamb.
2. *Salix nigricans*
3. *Sambucus nigra*
4. *Cornus sanguinea*
5. *Crataegus monogyna*
6. *Hippophae rhamnoides*
7. *Rhamnus frangula*
8. *Salix Mielichhoferi*
9. *Viburnum opulus*
10. *Ligustrum vulgare*
11. *Viburnum lantana*
12. *Lonicera xylosteum*

Breitenzuwachs:

1. *Salix nigricans*
2. *Sambucus nigra*
3. *Salix purp.* Lamb.
4. *Rhamnus frangula*
5. *Viburnum opulus*
6. *Crataegus monogyna*
7. *Salix Mielichhoferi*
8. *Cornus sanguinea*
9. *Hippophae rhamnoides*
10. *Lonicera xylosteum*
11. *Viburnum lantana*
12. *Ligustrum vulgare*

Einen interessanten Vergleich zu den vorstehend behandelten Sträuchern bieten die meist als Krummholz zu wertenden der Abb. 110. Auch hier sind Wuchsgeschwindigkeit und Form der Zuwachskurven bei den verschiedenen Arten sehr unterschiedlich; auch bei solchen, die häufig miteinander vergesellschaftet sind wie z. B. *Alnus viridis* und *Salix grandifolia*.

Bestimmt ist es kein Zufall, daß von den fünf ausgewählten Arten gleich bei dreien die Höhenzuwachskurve und bei einer auch die Zuwachskurve der Wurzeltiefe eine Gerade bilden. Beim Vegetationsrhythmus weisen ja auch die subalpinen Arten eine größere Gleichmäßigkeit auf (Abb. 36—39), aber auch Arten mit größerer Höhenverbreitung zeigten in Hochlagen weniger ausgeprägte Dellen und größere Massenproduktion (z. B. *Salix purpurea* Abb. 37). Offensichtlich bleibt die Zuwachsleistung hinter der von Pflanzen in Tieflagen zurück (was aber nur für die oberirdischen Teile und nicht für die Wurzel gilt), sie ist aber gleichmäßiger.

Als Beispiel kann *Salix serpyllifolia*, eine Vertreterin alpiner Spaliersträucher dienen. Von einem Höhenzuwachs ist keine Rede mehr. Der Breitenzuwachs der dicht am Boden liegenden spalierförmigen Triebe beträgt nur ein Zehntel der langsamwüchsigen *Salix arbuscula*.

Bei *Alnus viridis*, *Salix arbuscula*-*Waldsteiniana* und *grandifolia* ist der Höhenzuwachs von Anfang an geringer als der Breitenzuwachs, während bei allen früher beschriebenen Sträuchern und Bäumen ein Überwiegen des Breitenzuwachses erst ab 12—25 Jahren eintrat.

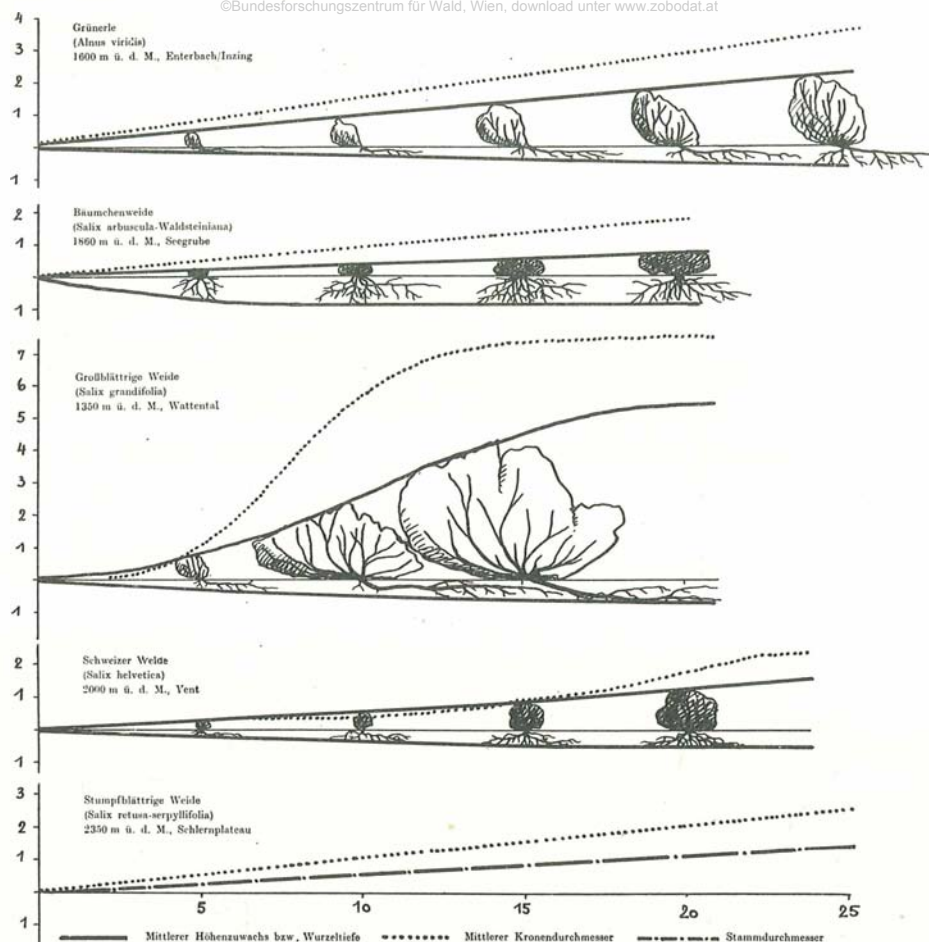


Abb. 110: Durchschnittliche Wuchsgeschwindigkeit subalpiner Krummholz- und alpiner Spaliersträucher in Tirol.

Zweifelloos hängt der betonte Breitenzuwachs mit den Standorteigenarten (Strahlung, Schneehöhe, kurze Vegetationsdauer, Temperatur) zusammen.

Salix helvetica ist hierin die atypischste Art, da bei ihr die Kurven des Höhen- und Breitenzuwachses bis zu einem Alter von 15 Jahren ziemlich beisammen liegen und sich dann erst (im selben Sinne wie bei den anderen Krummholzarten) trennen.

Die Reihung nach der Zuwachsleistung ist in allen Altersstufen dieselbe, was ebenfalls gegenüber allen bisher beschriebenen Laubhölzern neu ist. Sie lautet:

Höhenzuwachs:

Salix grandifolia
Alnus viridis
Salix helvetica
Salix arbuscula Waldsteiniana

Breitenzuwachs:

Salix grandifolia
Alnus viridis
Salix arbuscula Waldsteiniana
Salix helvetica
Salix serpyllifolia

Ad 9.: Artenwahl nach der späteren Nutzungsmöglichkeit, der Schönheit und Farbenpracht der Pflanzen.

Bei Blaikenbegrünungen scheint es auf den ersten Blick absurd, schon zu Beginn, wenn man noch vor einem tief ins Gelände eingeschnittenen Murbruch steht, von einer zukünftigen Nutzung zu sprechen. In Wirklichkeit ist das aber gar nicht so unsinnig.

Soll z. B. der Endzustand der Grünverbauung eine Rasendecke sein, kann diese ohne weiteres schon nach wenigen Jahren zur Mahd, wesentlich später allerdings erst als Weide nutzbar sein.

Auch Bebuschungen, Nieder-, Jung- und Hochwälder sind ja schließlich einmal nutzbar, auch wenn sie aus Begrünungen hervorgegangen sind. Diese Nutzung kann in tieferen Lagen in Form von Durchforstungen (Christbäume, Stangen-, Schleif-, Brennholz) verhältnismäßig bald einsetzen.

Auch bei den allerschwierigsten Grünverbauungen besteht eine nicht unwesentliche Nutzungsmöglichkeit in Form der Bienenweide, über die ich bereits in zwei Imkerzeitschriften (1953/54) ausführlicher berichtete.

Augenscheinlicher ist die Nutzung von Uferbegrünungen auf Flechtweiden oder als Mutterbestand für die Beschaffung von Stecklingsmaterial für weitere Begrünungen. Dasselbe gilt für die Bepflanzung von Straßenkörpern, Anlage von Windschutzstreifen, Haldenaufforstungen von Bergwerken und Industrieanlagen.

Es ist also durchaus begründet, auch nach wirtschaftlichen Erwägungen die Artenwahl zumindest der Schlußgesellschaften auszurichten.

Die Auswahl nach der landschaftsarchitektonischen Schönheit und Farbenpracht wurde vor allem durch die fruchtbare Tätigkeit von A. SEIFERT (1936—1950) gefördert. Hat sie sich anfangs vorwiegend

auf die deutschen Autobahnen und Alpenstraßen beschränkt, so setzt sie sich heute doch immer mehr auch bei anderen Begrünungen und Bepflanzungen durch.

Bei der Wildbachverbauung kommt die Berücksichtigung landschaftsarchitektonischer Gesichtspunkte sowie die Auswahl der Pflanzen nach ihrer Schönheit, Form und Farbenpracht relativ selten in Frage; am ehesten zur Begrünung von Unterlaufgerinnen und Ablagerungsplätzen. Wohl aber kommt den Grünverbauungen, Begrünungen von Ufern usw. an Stelle weniger schöner oder sogar störender technischer Bauten unbedingt größte Bedeutung im Sinne der Erhaltung bzw. Verschönerung des Landschaftsbildes zu.

II. BAUFORMENTYPEN BEI DER GRÜNVERBAUUNG:

Bevor der Mensch mit seiner Tätigkeit beginnt, bietet sich die zu begrünende Fläche als eine Wunde in einer noch gesunden Umgebung dar. Der Laie wird sofort vermuten, daß bei richtiger Wahl der entsprechenden Pflanzenarten diese nur möglichst dicht und rasch eingepflanzt werden müssen, um zum gewünschten Ergebnis zu kommen.

Im Gegensatz zu dieser Meinung hat sich in der Praxis jedoch herausgestellt, daß oft noch entscheidender als die Artenwahl die Anwendung solcher Einbringungsmethoden ist, die es der Pflanze ermöglichen, auch schwere mechanische Beanspruchungen (Steinschlag, Überschotterung, Erosion, Kriechschnee, Schnee Bretter und sogar leichtes, oberflächliches Absitzen von Hangteilen) zu überstehen, obwohl sie als einzelne Pflanze vielleicht dazu nicht prädestiniert ist.

Aus diesem Grunde müssen auch technische und Grünverbauung Hand in Hand gehen. Die technische Verbauung, die meist eine lineare ist, kann nicht durch die Grünverbauung ersetzt werden und auch die stärkste Pflanzenwurzel kann andererseits nicht die beim Abrutschen eines ganzen Hanges entstehende Spannung aufnehmen. Die technische Verbauung ist auf den flächigen Anbrüchen vorteilhaft durch die Grünverbauung zu ergänzen oder zu ersetzen.

Zu den Vorarbeiten für die Grünverbauung sind zumindest kleine technische Arbeiten notwendig, die meistens einen höheren Arbeitsaufwand erfordern als die eigentliche Begrünung selbst. Ziel dieser Vorarbeiten ist

1. die Ausschaltung der Ursache, welche zur Rutschung geführt hat (durch Entwässerung, Sohlen- und Fußsicherungen),
2. Schaffung einer für die Begrünung geeigneten Geländeform.

Dem Arbeitsfortgang entsprechend sind folgende unmittelbare **Vorarbeiten** in der Regel erforderlich (SCHIECHTL 1954/55):

1. Runstbauten zur Verhinderung weiterer Sohleneintiefung,
2. Hangbauten zur sofortigen Bindung von Schüttmaterial an der Bodenoberfläche,
3. Abböschungs- und Skarpierungsarbeiten zur Erzielung einer erträglichen Geländeform,
4. Entwässerung (Tiefen- und Oberflächenentwässerungen) zur Verhinderung weiterer Durchnässung.

Einzelne dieser Arbeiten können nur auf technischem Wege hergestellt werden, bei anderen lassen sich technische (tote) und lebende Baustoffe kombinieren. So z. B. kann bei den Runstbauten ebensogut Graß (Äste nicht ausschlagfähiger Gehölze, besonders von Nadelhölzern, die lange ihre Nadeln behalten, wie Legföhren, Wacholder, Föhrenarten) als auch Buschwerk (Äste ausschlagfähiger Holzarten) verwendet werden.

Wir unterscheiden bei Runstbauten:

- a) Holzbauten,
- b) Grünschwellen.

Sie können sowohl aus Lärchen-, Fichten-, Kiefernholz, als auch aus Stämmen ausschlagfähiger Arten (Weiden und Pappeln) gebaut werden (einfache Krainerwände, Anzug mindestens 5 : 1, Höhe höchstens 2,0 m). Besonders gut eignen sich diese für Zangen, weil dazu keine großen Längen benötigt werden und die Zangen tief in den Hang hinein zu liegen kommen, so daß sie leichter ausschlagen als die Längsbäume. Von denen können am ehesten die untersten mit ausschlagfähigen Holzarten gebaut werden. In die Zwischenräume der Längsbäume wird Buschwerk so eingelegt, daß nur ein Fünftel bis ein Viertel der Astlänge herauschaut (Abb. 111, 112). Der Rest muß völlig von Erde bzw. Schotter umgeben sein. An Stelle des

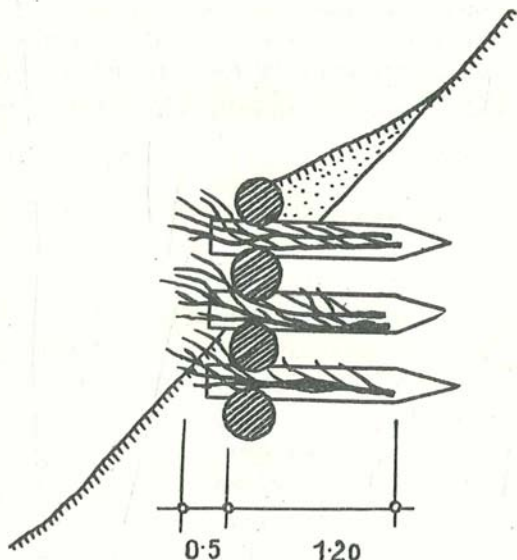


Abb. 111: Schema einer Grünschwelle.

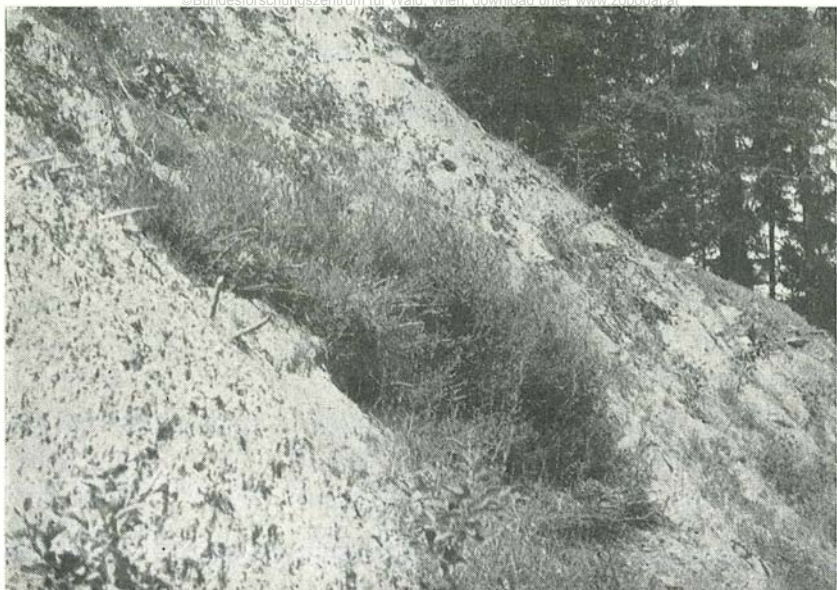


Abb. 112: Ein Jahr alte Grünschwelle in der Großen Blaike des Geroldsbaches.

Buschwerkes oder der Stecklinge können in die Zwischenräume der Steinkastenbauten auch Heister eingepflanzt werden, wie dies E. LUSTIG 1951/52 empfahl. Hohlliegende Äste sterben ab. Ähnliche Querwerke, aber meist kompliziert geflochten oder unter Verwendung von Faschinen hat DEMONTZEY 1884 als „barrages vivants“ beschrieben und auch L. HOFMANN/Graz 1954 hat eine Kombination aus Flechtwerk mit Faschinenbau oder Flechtwerk mit Verpflockung zum Zwecke der Sohlenfixierung angeführt.

c) Runstausgrassung (= „garnissage“ nach MOUGIN 1931).

d) Runstausbuschung.

Wirkung: sohlenfixierend, sohlenhebend, geschieberückhaltend. Bei beiden wird der Runst mit Graß (c) oder lebendem Buschwerk (d) ausgefüllt (Abb. 113). Graß und Buschwerk werden durch Querbäume festgehalten und jeweils einige Äste mit Draht am Querbaum verankert. Da sonst ungeheure Mengen an totem und lebendem Astwerk verschlungen würden, kann diese Bauform nur in V-Runsen zur Anwendung gelangen (Abb. 114). Bei der Runstausbuschung muß das Buschwerk etwas mit Erdmaterial beschüttet werden, weil sonst die Äste austrocknen.

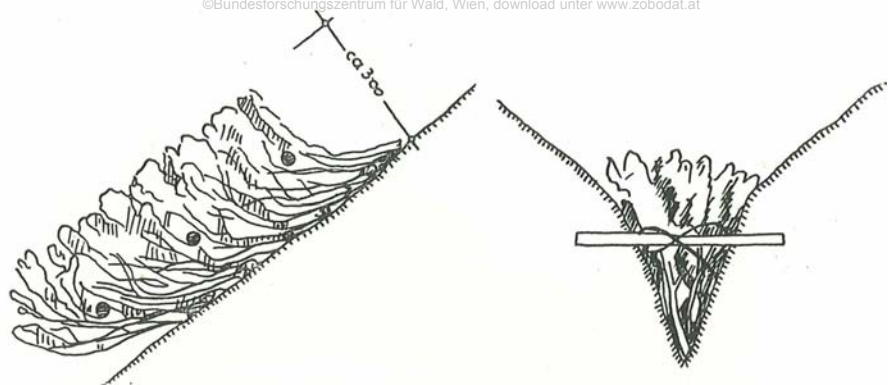


Abb. 113, 114: Runstausbuschungen.

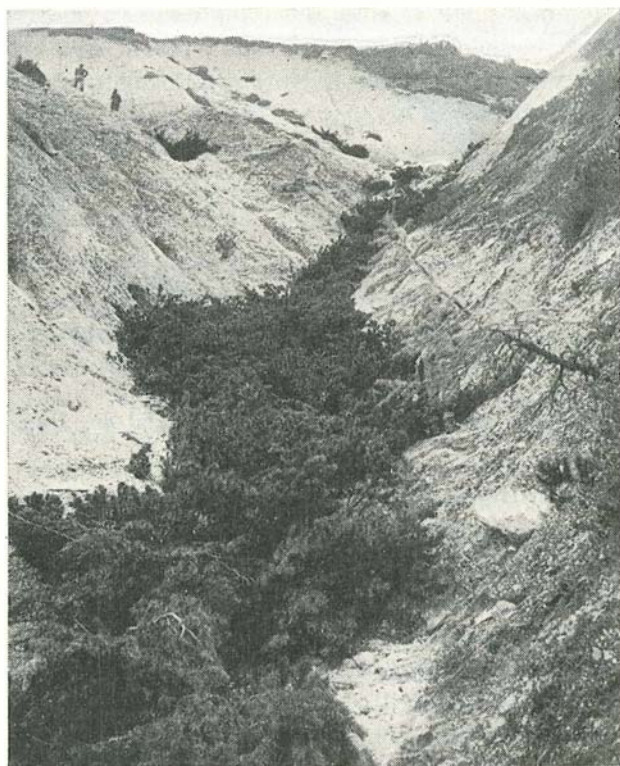


Abb. 114.

Bei den als Vorarbeiten zu betrachtenden Hangbauten wird nur totes Material verwendet. Wir unterscheiden nach unseren heutigen Kenntnissen am besten:

Terrassierungen. Mit ihnen können verschiedene Zwecke verfolgt werden. In den niederschlagsarmen Gebieten, wie im mediterranen Bereich, noch mehr aber im Süden der USA, dienen sie zum Wasserrückhalt. In den Alpengebieten können sie den Kriechschnee unterbinden oder mindern.

Verpflockungen.

Verflechtungen, Totflechtzäune.

Graßlagen (Abb. 115). Sie werden zur Bindung des Schüttmaterials verwendet, das sich beim Abböschchen über den ganzen Hang verteilt und nach dem natürlichen Böschungswinkel liegen bleibt. Da diese Bauten zugeschüttet werden, wäre die Verwendung von lebendem Buschwerk Verschwendung.

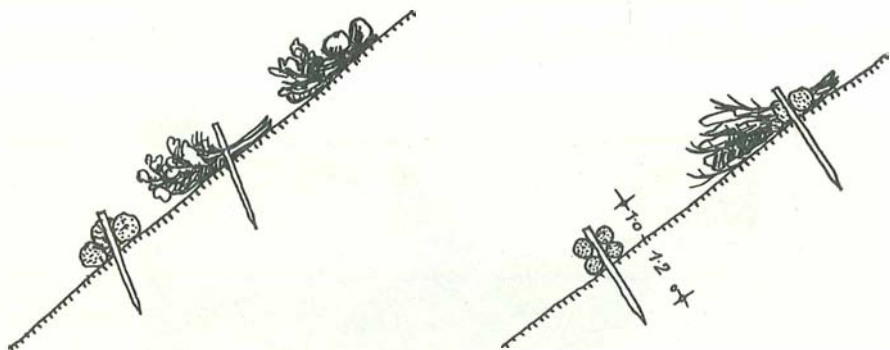


Abb. 115: Graßlagen zur Bindung von Schüttmaterial am Hang; Schema.

Die Abböschungsarbeiten sind eine rein technische Arbeit. Einerseits müssen die übersteilen Hänge abgeflacht werden, bis eine Höchstneigung von 40 Altgrad entsteht, anderseits sind Grate, Rippen, Erdpymiden und die Bruchränder zu skarpieren, um die spätere, lückenlose Begrünung der ganzen Fläche zu erleichtern. Die Erfahrung lehrt, daß großzügiges Nivellieren billiger und rascher zum Erfolg führt. So soll der Radius des Übergangsbogens vom Anbruch in die noch ungestörte Umgebung 5 m nicht unterschreiten, weil gerade diese Stelle sonst immer wieder muschelförmig zurückbricht. Die Frage, wo das Abböschungsmaterial deponiert werden soll, ist nicht immer einfach zu lösen.

Große Entwässerungen sind ebenfalls eine rein technische Arbeit. Nur in manchen Fällen (etwa bei Sicker- oder Tropfquellen) ist es vorteilhafter, das Wasser durch Pflanzung „pumpender“ Holzarten, wie *Petasites*, *Adenostyles*, *Tussilago*, *Alnus incana* und *viridis*, breitblättrige Weidenarten, Schilf zu beseitigen. Die Verwendung tief- und flachwurzelnder Arten für diese Stellen zur Erzielung gestufter Wurzelhorizonte ist unbedingt notwendig.

Während die Pflanzen der Trockenwiesen und Grasheiden in 24 Stunden nur das 2—6fache ihres Laubfrischgewichtes an Wasser verdunsten, geben die Blätter der typischen alpinen Geröllpflanzen oft die 3—8fache Menge ab; der Schildpfer die 12fache, die „Bletschen“ noch mehr! (GAMS 1942). Schilf (*Phragmites communis*) verbraucht nach BITTMANN 1953 500—1500 kg/m² Wasser jährlich.

In beschränktem Ausmaß kann auch eine Düngung entwässernd wirken, wenn dadurch Assimilation und Transpiration wesentlich beschleunigt werden.

Zu den **eigentlichen Begrünungsarbeiten** verwenden wir nur lebende Pflanzen, Pflanzenteile und Samen als „Baumaterial“. Die Bautypen, die sich in der Praxis durchgesetzt haben, resultieren aus den möglichen Vermehrungsmethoden der Pflanzen, der Einfüßbarkeit des Baustoffes Pflanze in den Hang und deren Entwicklungsgeschwindigkeit und damit Widerstandskraft gegen mechanische Kräfte. Deshalb muß auch die Grünverbauung nach der Reihenfolge der Stabilität dieser verschiedenen Bauformen durchgeführt werden.

Die erste Festigung eines Hanges wird durch den Lagenbau (Spreitlagen, Buschlagen, Heckenpflanzung, Faschinenbau) oder Verflechtung erreicht. Besonders der **Lagenbau** in all seinen Varianten ist eine Methode, die sofort und selbst schon während des Baues schwere Beanspruchungen verträgt. Die ältesten Lagenbau-Typen sind die sogenannten „Cordons“ nach COUTURIER, die SECKENDORFF nach seiner Frankreichreise 1882 eingehend geschildert hat. Sie sind in Varianten bis in die dreißiger Jahre unseres Jahrhunderts neben den Flechtwerken als einzige Bauform in der Grünverbauung verwendet worden. In dieser Zeit der starken Betonung der forstlichen Arbeitsweise begann wieder die stärkere Entwicklung neuer Arbeitsweisen in den USA, Italien und Österreich, die dazu führte, daß wir heute vier große Hauptformen des Lagenbaues unterscheiden können, u. zw.:

1. Spreitlagen,
2. Buschlagen,
3. Heckenpflanzung und
4. Faschinenbau.

Die zahlreichen, zum Teil sehr komplizierten Begrünungsmethoden des Flußbaues werden hier nur dann beschrieben, wenn sie auch für Rutschhänge verwendbar sind.

1. Spreitlagen.

a) Baumaterial: Lange, möglichst gerade Weidenruten und Äste ausschlagfähiger Arten, Pflöcke derselben Arten.

b) Bauweise: Auf die Böschung werden quer zur Flußrichtung (in der Fallinie) die Weidenruten so gelegt, daß ihre dicken Enden mit der Schnittstelle am Böschungsfuße liegen. Die Ruten bzw. Äste müssen ein mindestens einige Zentimeter starkes, dichtes Polster bilden, das auch im unbewurzelten Zustand die Erosion der darunter liegenden Erdschüttung zu verhindern vermag. In der Mitte, allenfalls noch an den Zweigspitzen, werden die Äste durch ein Flechtwerk aus demselben Rutenmaterial an den Boden gepreßt. Zum Schluß wird die ganze Spreitlage mit Erde beschüttet, so daß nur die obersten Äste gerade noch sichtbar sind.

c) Verwendung: Im Flußbau und allgemein in tieferen und mittleren Lagen zur Begrünung von Dämmen und Böschungen, die nicht höher als die Weidenruten lang sind. Für die Begrünung von Rutschhängen ist der Spreitlagenbau nicht geeignet.

d) Vorteile: Sofortiger Schutz der Böschung gegen Wassererosion schon vor der Bewurzelung.

e) Nachteile: Großer Verbrauch an langen, geraden Weidenruten, daher in Gebirgsländern nicht allzu häufig verwendbar, teurer als andere Böschungsbegrünungen, wie z. B. Fugenbepflanzung oder einfache Stecklingsbegrünung.

2. Buschlagen.

a) Entwicklung: Nach der Beschreibung SECKENDORFFS 1884 wurden in Frankreich beim „Cordonbau“ auch hie und da Stecklinge der Grau- und Purpurweiden auf einem „Banquett“ gepflanzt, „so daß man schon vom ersten Jahre ab wirklich grüne Cordons quer über die Hänge erhält“. STRELE 1934 unterscheidet diese selten gebrauchte Variante als „Bebuschung“ von den „wahren Cordons“ und gibt an, daß bei der letzteren nur bewurzelte Pflanzen, bei der „Bebuschung“ dagegen „vorwiegend Stecklinge verwendet werden, das sind 20—40 cm lange Abschnitte von Zweigen, Ästen und Trieben“. In den Jahren 1949 und 1950 versuchte ich selbst die vorteilhaftesten Einbringungsarten des Buschwerkes. Da ich diese Versuche absichtlich

auf den sehr steilen und zum Teil grobsteinigen Rutschungen „Stichriepe“ bei Hochzirl, „Reißender Ranggen“ bei Zirl und „Teufelsries“ bei Telfs durchführte, schloß sich die Verwendung von einzelnen Stecklingen von selbst aus. Es war notwendig, eine Bautype zu finden, die sofort nach dem Einbringen Verschüttung und Steinschlag von wenigstens kopfgroßen Steinen aushält. Dazu war die Rutschfläche „Reißender Ranggen“ bei Zirl das ideale Versuchsfeld, denn dort brechen aus den am oberen Rand der Rutschung bis 28 m senkrecht aufragenden Steilwänden bei Föhn, Spaltfrost und Regen Sand und Steine aller Korngrößen herab und springen auf der unbewachsenen Fläche 200 Höhenmeter zu Tal.

Die bereits früher genannten Stecklingsversuche auf der Pletzachalm am Achensee hatten die Vorteile der flach liegenden, gegenüber senkrecht eingebrachten Stecklinge erwiesen. Es lag daher nahe, daß ich in dieser Richtung probierte. Schon nach einigen Wochen entstand eine sehr geeignete Bautype, bei der die Weiden zwar flach liegend, aber in den Hang, nicht auf den Hang eingebaut wurden und bald zeigte sich die Überlegenheit dieser Bauweise gegenüber den bisher gebräuchlichen. Unter den Arbeitern der Wildbach- und Lawinenverbauung entstand damals für diese Bauform der Name „Breitlage“. Später änderte ich nach meinen Erfahrungen einige Kleinigkeiten und wende heute mehrere Varianten an. Die Verwechslungsmöglichkeit mit „Spreitlagen“ erforderte eine Umbenennung in „Buschlagen“, wobei schon im Namen der Baustoff Buschwerk enthalten ist.

b) Durchführung: Baumaterial: Buschwerk ausschlagfähiger Holzarten, in Tirol aus auf S. 64, 65 genannten *Salices*, *Populus nigra* und *Ligustrum vulgare*. Schnitt: Über die Zeitwahl gilt das auf den S. 48—62 Gesagte. Das Buschwerk wird gewonnen, indem mit Garten- bzw. Durchforstungsscheren die Äste bis zirka 4 cm Durchmesser abgeschnitten, stärkere Äste abgesägt werden. Das Abhacken mit Beilen ist wegen der dadurch entstehenden häßlichen Aststümpfe, noch mehr aber wegen des großen Materialverlustes durch die schrägen Schnittflächen und der erschwerten Wiederverjüngung (Stockauschlag) abzulehnen. Die Äste werden zum Schutz gegen Austrocknung nicht sofort auf die Gebrauchslänge abgelängt, sondern in ihrer ganzen Länge so rasch als möglich an die Baustelle transportiert (Abb. 116). Dort ist der Lagerung besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Sie hat natürlich im Schatten zu erfolgen. Wo keine schattenspendenden Bäume vorhanden sind (was in der Nähe von Rutschungen



Abb. 116: Die Weidenäste werden unzerschnitten transportiert (Austrocknung), Herbstarbeit in belaubtem Zustand.

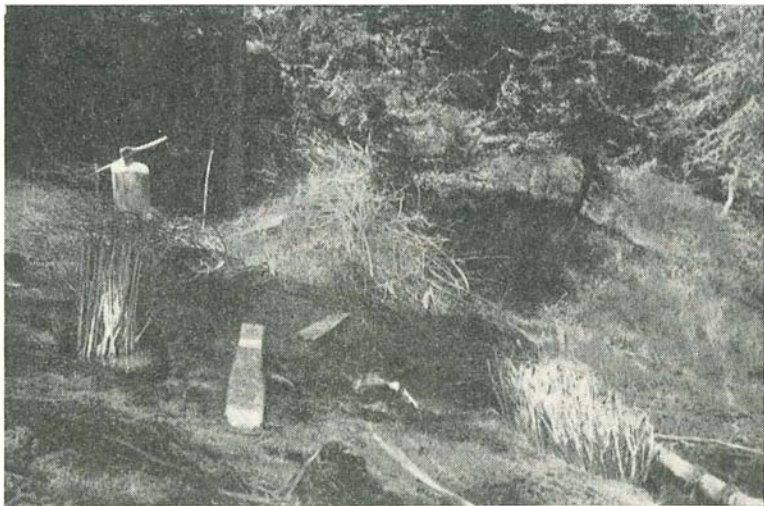


Abb. 117: Ablängen der Weidenruten unmittelbar vor dem Einbau. Lagerung der Ruten stehend im Wasser.

häufig der Fall ist), haben wir für provisorische Abdeckung durch Flugdächer gesorgt. Wo Wasser vorhanden ist, soll das Buschwerk entweder berieselt oder gebündelt in zirka 20 cm tiefes Wasser gestellt werden (Abb. 116, 117). Warmes Wasser fördert das Antreiben der Weidenruten und ist deshalb nur für kurzfristige Lagerung — einige Tage lang — brauchbar. Größere kalte Gewässer ermöglichen sehr lange Lagerung.

So ließ ich z. B. bei der Begrünung der Götzerstraße bei Innsbruck und des Unterwasserkanals des TIWAG-Kraftwerkes Imst die ganzen Weidenäste bis zu 3 Monate lang im Inn lagern. Die Weiden mußten damals wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit rasch geschnitten werden, man konnte sie aber nicht weiter verarbeiten, weil die technischen Vorarbeiten nicht so weit gediehen waren. In Buhnen mit tiefem ruhigen Wasser lagen die Äste zu großen Bündeln gebunden und mit Drähten am Ufer verankert völlig untergetaucht, und je nach Bedarf wurden die einzelnen Bündel im Laufe des Sommers dem Verbrauche zugeführt. Weil die Wassertemperatur des Inn immer unter 10°C lag, wirkte diese Lagerung ähnlich der winterlichen, jedoch mit dem Vorteil, daß eine Austrocknung unmöglich war. Kein einziger Steckling hatte in dem kalten Wasser angetrieben; nach dem Verpflanzen wuchsen sie aber zu 100% an, u. zw. auch noch im Juni und Juli, einer sonst für die vegetative Vermehrung völlig ungeeigneten Jahreszeit.

Stehende Gewässer könnten für eine derartige lange Lagerung unter Umständen zu sauerstoffarm sein. Einschlag in die Erde ist nicht notwendig, doch dürfen die Äste im Frühling und Spätsommer nur einige Tage lagern, wogegen ab September keine zeitliche Beschränkung der Lagerung mehr notwendig ist. Das Ablängen der Äste darf erst unmittelbar vor dem Einbau erfolgen, außer bei Lagerung im Wasser. Als rascheste Methode hat sich dabei das Abhacken mit dem Beil auf einem Holzbock bewährt (Abb. 117). Die Gebrauchslänge schwankt je nach Hangneigung und Bodenart zwischen $\frac{3}{4}$ und 2 Meter, die häufigste und wirtschaftlichste Länge liegt etwa bei 1,20 Meter. Unter 75 cm dürfen die Ruten nicht geschnitten werden, wenn die Materialeinsparung nicht auf Kosten der Stabilität der Buschlagen gehen soll.

Einbau: Sind alle Vorarbeiten getan, werden am Hangfuße beginnend etwa $\frac{1}{2}$ bis einem Meter breite Gräben mit leichtem Gefälle nach innen (Saftstrom) in der Schichtlinie ausgehoben. Während zwei Arbeiter mit dem Aushub beschäftigt sind, legt ein Dritter das Buschwerk so in den Graben ein, daß es schräg über Kreuz liegt und nur ein Fünftel bis ein Viertel der Rutenlänge herauschaut (Abb. 118, 119). Dabei werden mehrere Pflanzenarten zur Erzielung verschieden tiefer Wurzelhorizonte sowie dünne mit dicken Ästen untereinander vermischt. Dadurch wird gleichmäßiges Bewurzeln und Austreiben erreicht. (Jugend- und Altersphasen.) Das Ausheben des Grabens kann häufig nur in kleinen Stücken von einigen Metern durchgeführt werden, weil das lockere Material nachbrechen würde. In Kalk- und Dolomitmoränen habe ich steilere Hänge während der Frostperiode bearbeitet, weil dort häufig kiesige Schotter in breiten Bändern auftreten, die sich beim Anschnitt zu einer weit zurückgreifenden Sekundärrutschung entwickeln können. Auf festen, tonigen Böden, wie z. B.

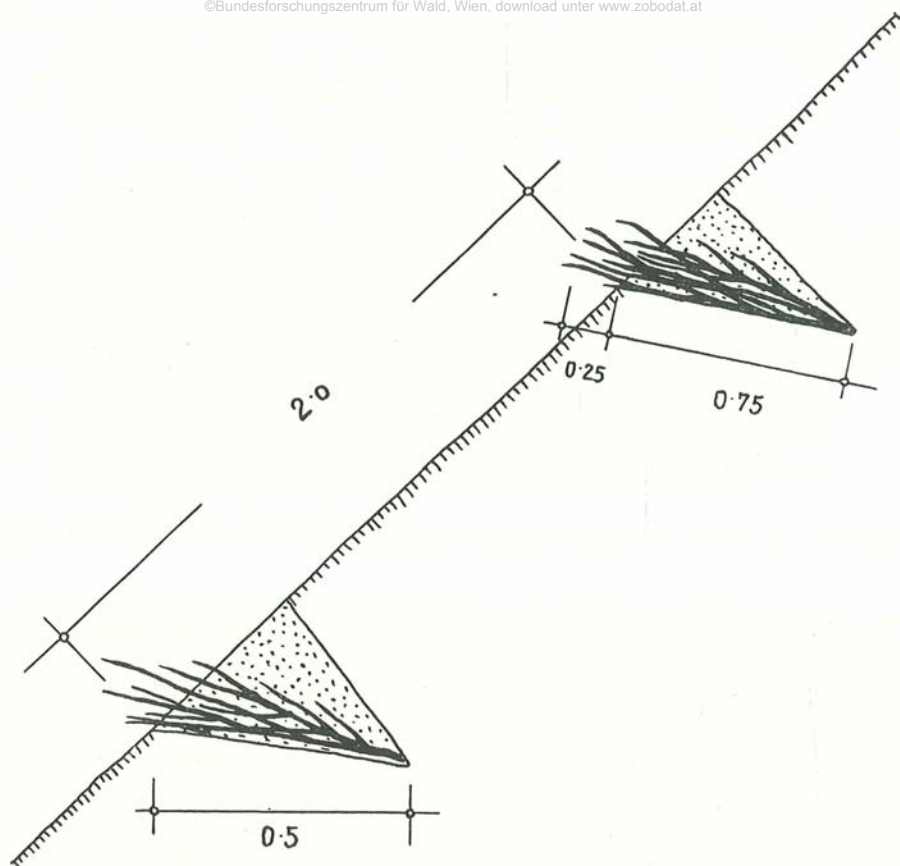


Abb. 118

am Geroldsbach bei Götzens, ist dagegen der Boden häufig so bindig, daß man mit dem Pickel eine schmale, tiefe Rille ausheben kann, in die dann das Buschwerk hineingesteckt wird. Dadurch kommt natürlich der Buschlagenbau erheblich billiger. Das Ausheben ganz kurzer Terrassen und sofortiges Einbringen des Buschwerkes hat neben der Verhinderung des Nachbrechens den Vorteil, daß der Boden in der kurzen Zeit keine Gelegenheit zum Austrocknen hat.

Mit dem Aushub des darüber liegenden Grabens wird der untere wieder zugeschüttet. Aus diesem Grunde wird von unten nach oben gearbeitet. Wenn einige Buschlagen übereinander fertiggestellt sind, erfolgt beim bloßen Hinabschütten des Aushubmaterials über den Hang eine vorteilhafte Sortierung: die Steine kollern bis zur Grabensohle, während das Feinmaterial durch die Buschlagen zurückgehalten wird und später die Bewurzelung erleichtert.

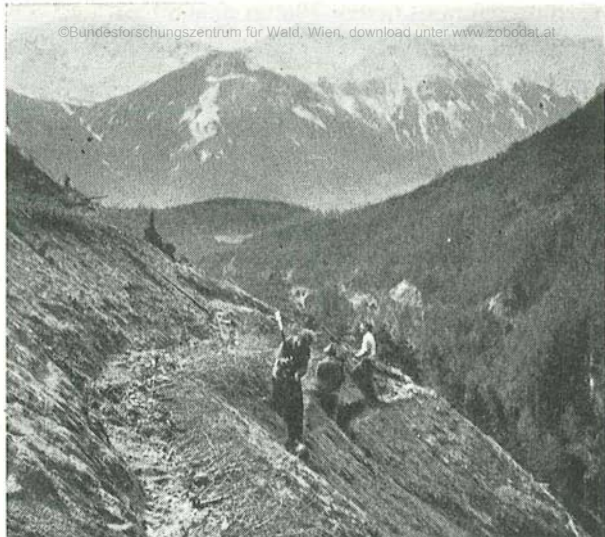


Abb. 119.

Im Frühling ist es notwendig, das Erdmaterial wenigstens so weit festzudrücken, daß die einzelnen Äste völlig bedeckt und satt von Erde umgeben sind. Der Rest wird durch den Aushub der darüber gebauten Buschlagen aufgefüllt. Dagegen ist im Herbst das Festdrücken der Erde nicht notwendig, weil durch die Setzung und Einschlänmen des Schmelzwassers auch die kleinsten Hohlräume ausgefüllt werden.

Der Abstand der Buschlagen voneinander ist von Hangneigung und Boden (Rutschtendenz) abhängig. Geringer als zwei Meter soll er nicht sein, da sonst die Gefahr des Nachbrechens zu groß ist (Abb. 118). Andererseits sollen die Abstände bei schwierigem Gelände möglichst eng sein. In solchen Fällen habe ich einen durchschnittlichen Abstand von $2\frac{1}{2}$ bis 3m gewählt und im zweiten Jahr zwischen den bereits angewachsenen Buschlagen neue eingezogen, so daß ein Abstand von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ m entstand.

Dem Abstand entsprechend ändern sich Buschwerkbedarf und Kosten. Es ergeben sich je Hektar Begrünungsfläche bei

- 4 m Abstand = 2500 lfm Buschl. = 3750 Arbeitsstunden
- 3 m Abstand = 3300 lfm Buschl. = 4950 Arbeitsstunden
- 2 m Abstand = 4000 lfm Buschl. = 6000 Arbeitsstunden

c) Verwendung: Die Buschlage dient vor allem zur raschen Konsolidierung von Anbrüchen, kann aber ebenso gut überall dort

verwendet werden, wo man bisher Flechtwerke baute, also bei Dämmen, Straßen- und Bahnböschungen, Leitwerken usw., vor allem an steinschlag-, überschotterungs- und schneedruckgefährdeten Stellen. Im allgemeinen sollen steilere Hänge als 40° geneigte vor der Begrünung abgeböschet werden. In einzelnen Fällen kann es jedoch vorkommen, daß die Hänge wegen des darüber liegenden Geländes nicht mehr nivelliert werden können. Meistens bestehen sie dann ohnehin aus standfestem Material. Ich habe deshalb versucht, in extrem steile Hänge an der Stichrippe Buschlagen zu bauen, was unter Zuhilfenahme von Seilen und Steigeisen während der Frostperiode gut gelang.

d) Vorteile und Wirkung: Die Buschlagen haben schon unmittelbar nach ihrem Einbau eine gewisse Wirkung, weil die gekreuzt eingelegten Weidenäste einen großen Reibungswiderstand gegen Ausreißen besitzen. Nach erfolgter Setzung des Materials, also etwa 3 Tage nach dem Bau der Buschlagen, ist es bei richtig eingebautem Buschwerk nicht mehr möglich, die Äste herauszureißen. Die Buschlagen sind sofort sehr resistent gegen Steinschlag, Kriechschnee und Lawinen. Nach dem Anwachsen vertragen sie eine jährliche Überschüttung und Vermurung von 20 bis 30 cm (später mehr) und bis zu einem gewissen Grade auch Erosion, ohne Schäden zu erleiden (Abb. 120, 121).

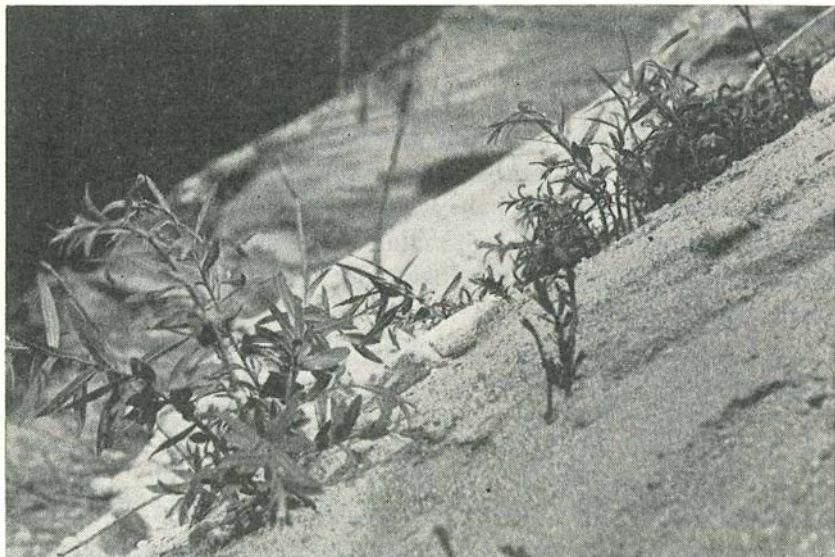


Abb. 120: Weidenbuschlage, die Verschüttungsschicht durchwachsend.



Abb. 121: Winderodierte Weidenbuschlage.

Auf der Stichriepe bei Hochzirl ging am 7. Jänner 1954 über die dreijährige Grünverbauung eine starke Staublawine hinweg. Zahlreiche Föhren und der Zaun wurden von ihr weggerissen, die Buschlagen blieben jedoch vollkommen unbeschädigt.

Weitere Vorteile sind die Billigkeit, rascher Baufortschritt, Verwendungsmöglichkeit kurzer, sparriger Äste, geringer Materialverbrauch, niedriges Ausfallprozent durch Austrocknen.

Es gibt aber nur eine begrenzte Anzahl von Blaikentypen, die vorwiegend durch Weiden begrünt werden können (s. Kapitel IV, Auswahl der Pflanzmethoden, S. 231). Auf vielen Rutschungen entsprechen andere Holzarten, in erster Linie Grau- und Grünerle besser (RASCHENDORFER 1954). In anderen scheint es wiederum zweckmäßig, mit Weidenarten als Pionieren zu beginnen und möglichst gleichzeitig oder unmittelbar danach bereits die wichtigsten aufbauenden Arten der nächsthöheren Folgegesellschaft einzubringen. Ich habe deshalb versucht, die Buschlagen nicht nur aus Buschwerk zu bauen, sondern auch von schwer oder nicht ausschlagfähigen Holzarten Sämlinge bzw. Schulpflanzen mitzuverwenden.

So entstand die **gemischte Buschlage**, die sich in vielen Fällen besser bewährt hat als die gewöhnliche (Abb. 122). Neben dem Buschwerk, das hier sparsamer eingebracht wird, werden in Abständen von zirka einem halben Meter die bewurzelten, kräftigen Pflanzen genau so wie das Buschwerk selbst eingelegt und allenfalls etwas gestummelt. Der Unterschied zu den genannten französischen „Cordons“ ist dabei, daß die Pflanzen fast flach liegen, während sie bei den Cordons einzeln — wenn auch in Reihen —, wie bei Aufforstungen einge-



Abb. 122: Gemischte Buschlagen aus Weidenästen und Schwarzpappelpflanzen.

pflanzt werden. Der Vorteil der liegenden Pflanzen besteht darin, daß ein großer Teil ihres Stammes und die Wurzel in die Erde zu liegen kommt. Auf der ganzen erdbedeckten Stammlänge bilden sich Adventivwurzeln, wodurch eine intensive Bodenbindung erzielt wird. Selbstverständlich können zum Bau der gemischten Buschlagen nur Pionierholzarten herangezogen werden, weil nur sie die Fähigkeit besitzen, solche Zuschüttungen hinzunehmen und Adventivwurzeln zu bilden. Als solche Holzarten haben sich bewährt: Grauerle, Grünerle, Waldrebe (*Clematis vitalba*), Weißdorn, Sanddorn, Liguster (*Ligustrum vulgare*), Schwarzpappel, Traubenkirsche (*Prunus padus*) und Schlehdorn, Hundsrose (*Rosa canina* sp. und *rubiginosa*), Schwarzer und Roter Holunder.

Abb. 76, 123 zeigen Grauerlenpflanzen, die als zweijährige Sämlinge gestummelt in gemischte Buschlagen eingebaut und nach einer Vegetationsperiode wieder ausgegraben wurden. Die starke Adventivwurzelbildung in dieser kurzen Zeit ist deutlich zu erkennen.

V. PRAXL 1954 hat bei der Verbauung der Gallina bei Feldkirch (Abb. 124) die „**Weidencordons auf Reisigunterlage**“ entwickelt. Diese sind im wesentlichen nichts anderes als Cordons nach COUTURIER, also nebeneinander gelegte Weidenstecklinge, unter denen, weil die Stecklinge in dieser Form sehr empfindlich sind, zuvor ein Bett aus Graß gebaut wird (Reisig von Fichten, Tannen u. a.), welches auf einem Rost aus stärkeren Ästen derselben Nadelhölzer liegt. Zwischen der

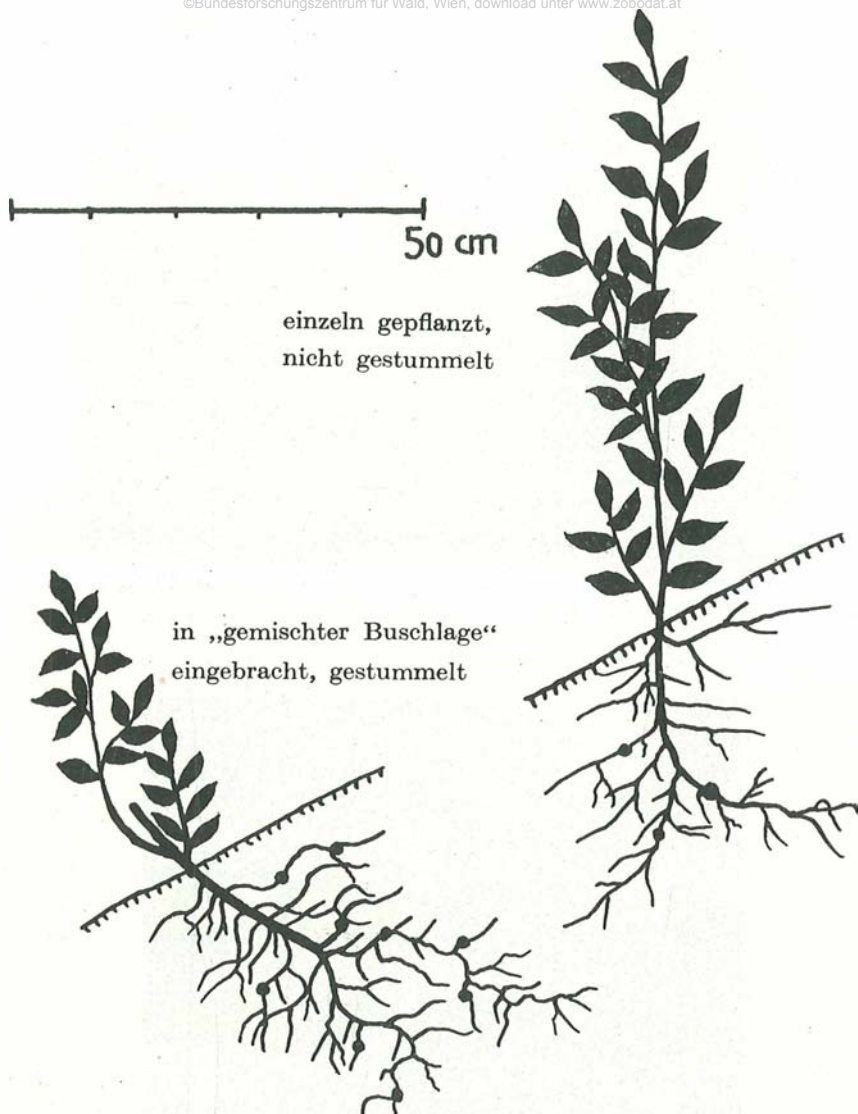


Abb. 123: Grauerle (*Alnus incana*), 2jährige Sämlinge nach einer Vegetationsperiode.

Reisigunterlage und den Weidenstecklingen wird eine dünne Erdschicht aufgebracht. In Abb. 125, die eine solche Buschlage auf Reisigunterlage zeigt, ist andeutungsweise der vordere „Längsbaum“ des Astwerkrostes zu erkennen. Der ungeheuer große Bedarf an Fichtenästen ist selten ohne Waldverwüstung zu befriedigen und verteuert zudem diese Baumethode erheblich.



Abb. 124: Teil des fertig begrüntes Filpittertobels im Gallinabach bei Feldkirch. Grünverbauung 1–3 Jahre alt.



Abb. 125: Eine „Weidenbuschlage auf Reisigunterlage“ nach V. Praxl im Gallinabach; vorne Heublumensaat.

Vorteile:

Größere Standfestigkeit im Rutschterrain, bessere Durchlüftung der Wurzeln.

Nachteile:

Höhere Baukosten und Schwierigkeit in der Beschaffung des Graßmaterials.

Kurze, in Runsen eingebaute Buschlagen, die sowohl als gewöhnliche oder gemischte Buschlagen gebaut werden können, sind vielfach als „lebende Bürsten“ bezeichnet worden, unterscheiden sich aber nur durch die Anwendung in Runsen statt auf freien Flächen und in der Länge von den oben beschriebenen Buschlagen. Sie können als Ersatz oder zusätzlich zu Grünschwelen dienen.

Die Wuchsgeschwindigkeit der Buschlagen ist naturgemäß außerordentlich verschieden, u. zw. je nach verwendeten Holzarten, Höhenlage der Baustelle, Klima- und Bodenverhältnissen.

In den Abb. 126, 127 habe ich für 10 Weidenarten, Schwarzpappel, Sanddorn und Grauerle die mittleren Zuwachsleistungen aufgetragen. Bisher konnte ich nur die ersten zwei bis sechs Jahre nach Einbringen der Buschlagen registrieren; diese sind aber die entscheidenden. Da ich die Messungen zur Erzielung unverfälschter Werte an Buschlagen inmitten von Begrünungen durchführte, konnte ich den Zuwachs nur in Form einer Längenmessung erheben (Triebhöhe und Wurzeltiefe). Auch mußte ich ab dem dritten Jahre auf Wurzelmessungen verzichten, weil durch das Ausgraben zu große Schäden entstanden wären. So kommt leider die eigentliche Massenproduktion nicht zur Geltung. Diese ist vor allem in den Kalkalpen viel größer als man an Hand der vorliegenden Darstellung vermutet. An einzelnen Stellen, z. B. an der Brandfläche Unterangerberg bei 1200 m Seehöhe hatten die zweijährigen *Salix purpurea* ssp. *Lambertiana*-Buschlagen bereits über 8 m lange Wurzeln gebildet. Für eine graphische Darstellung liegen jedoch zu wenig Messungen vor.

Die Angaben in den Abb. 126, 127 stellen Mittelwerte von je 30 Einzelpflanzen aus verschiedenen Begrünungen dar und liegen für die *Salices* eher unter dem Durchschnitt (besonders *S. purpurea* ssp. *Lambertiana* und *gracilis*). Dagegen liegen bei *Alnus incana* und *Populus nigra* die Werte eher etwas höher als bei langjährigem Durchschnitt zu erwarten wäre, weil für *Alnus* die Witterung der letzten Jahre abnormal günstig war und bei *Populus nigra* die Messungen nur aus Lagen um 600 m Seehöhe stammen.

178

Aus Abb. 102 geht die Abhängigkeit der Zuwachsleistung von der Höhenlage bei *Salix purpurea* hervor. Die Purpurweide erweist sich auch hier als eine Art mit großer Höhen-, aber auch großer ökologischer Amplitude. Die Zuwachsleistung nimmt ganz konstant mit zunehmender Seehöhe ab, u. zw. auch beim Wurzelwachstum.

Im ersten Jahr ist der Längenzuwachs allgemein groß; er verringert sich dann, weil im zweiten und dritten Jahr Triebe und Wurzeln zweiter Ordnung gebildet werden und das Dickenwachstum überwiegt. Vom dritten Jahre ab beginnt dann wieder ein starker Längenzuwachs.

Um die äußerste Grenze für die Verwendung von *Salix purpurea* ssp. *gracilis* abzutasten, habe ich auf der Brandfläche Nederjoch im Stubaitale eine Buschlage im dortigen Dolomitschutt bei 2030 m Seehöhe eingebaut. Die Weiden trieben und wurzelten rasch an und erreichten im ersten Jahre eine durchschnittliche Trieblänge von 12 cm und Wurzeltiefe von 18 cm. Im nächsten Jahre stiegen diese Werte auf 20 bzw 30 cm an, blieben dann aber konstant, indem jedes Jahr einzelne Triebe abfroren, dafür aber andere gebildet wurden. Mit einer wirksamen Bodenbindung kann in solcher Lage also nicht mehr gerechnet werden, doch scheint die Purpurweide immerhin befähigt, sich einige Jahre zu halten. Vorläufig kann über die Dauerhaftigkeit dieses Versuches noch nichts gesagt werden.

Für die Praxis empfehle ich die Verwendung von *Salix purpurea* über 1900 m nicht, da andere Arten meist besser entsprechen.

Im Gridlontobel bei Pettneu am Arlberg stehen Reste einer alten Grünverbauung (Abb. 128). Nach den Aussagen des Gemeindewaldaufsehers wurde diese Begrünung von der Bezirksforstinspektion Landeck in den Jahren 1898/99 ausgeführt. Die Weiden — *purpurea* ssp. *gracilis* — wurden am Schuttkegel des Gridlontobels, 1300 bis 1400 m ü. d. M. gewonnen und als versenkte Flechtwerke in

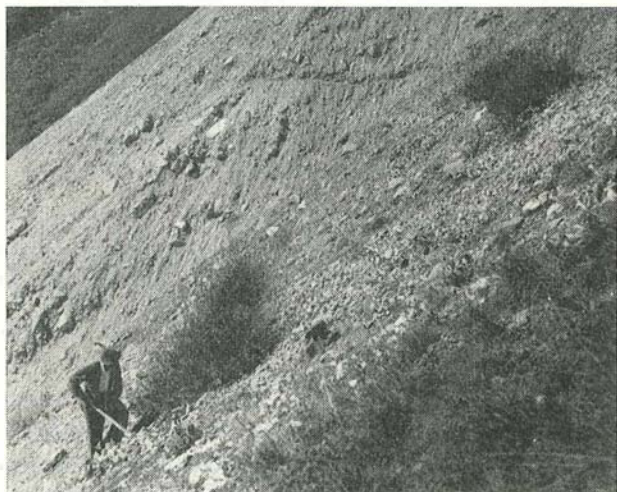


Abb. 128: 54 jährige Flechtzäune aus Purpurweiden (*Salix purpurea* ssp. *gracilis*) im Gridlontobel am Arlberg, 1900 m ü. d. M.

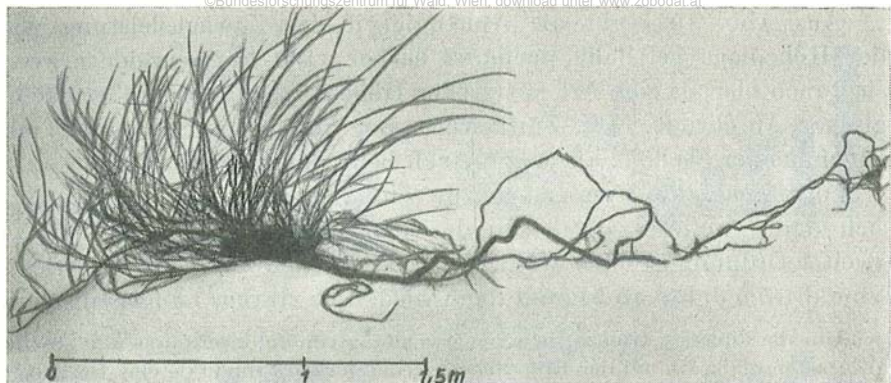


Abb. 129: Einzelne Weide aus der Begrünung im Gridlontobel.

zirka 1900 m Seehöhe eingebaut. 1952 ließ Dipl. Ing. E. Hanausek von der Gebietsbauleitung Imst der Wildbach- und Lawinenverbauung eine der Weiden ausgraben (Abb. 129) und stellte mir dieses Exemplar zur Verfügung. Es ergaben sich nachstehende Werte:

Maße									Alter		Volumen			Ø am Wurzelhals
Triebe			Wurzeln				Steckling		Triebe + V	Steckling	Triebe	Wurzel	Steckling	
Höhe	Ø	m²	Länge	Tiefe	Ø	m²	L	Ø			Triebe	Wurzel	Steckling	
												em³		
105	150 160	0.47	430	75	140 400	1.43	/	/	54 Jahre	/	1130	1300	/	3.8 cm

Einige Tatsachen sind hiebei bemerkenswert:

1. Die Weiden wurden in wesentlich höherer Lage verwendet als geerntet; die Höhenlage von 1900 m ist in diesem Gebiet überhaupt enorm.

2. Die Weiden waren während der ganzen 54 Jahre Steinschlag und Gletschnee ausgesetzt. Sie sind deshalb immer wieder abgeschlagen worden und haben einen ganzen Schopf neuer Triebe gebildet.

3. Ein Alter von 54 Jahren ist an sich für eine Pionierpflanze hoch. Da von einer Alterung nichts zu bemerken war, ist anzunehmen, daß die Weiden noch so lange erhalten bleiben, bis sie von einer höheren Pflanzengesellschaft abgelöst werden.

3. Heckenpflanzung:

Entwicklung: Sie ist zweifellos die älteste aller Bauweisen. DEMONTZEY und SECKENDORFF 1884 haben die in Frankreich um zirka 1880 vom Unterinspektor M. COUTURIER entwickelte „Cordonbauweise“ eingehend beschrieben. Bei ihr wurden Forst-

pflanzen, u. zw. Pinusarten, Robinie, Ulmusarten, Acer, Corylus, Crataegus, Corriaria myrtifolia meist als zweijährige Sämlinge auf horizontale „Banquette“ (=Terrassen) gepflanzt. Ausdrücklich als Sonderfall erwähnte Demontzey die Verwendung der Grau- und Purpurweiden als Stecklinge. „Cordons“ werden auch heute noch in vielen Fällen gebaut, wo es weniger um eine Begrünung als um eine Aufforstung geht. Dies ist in erster Linie in Trockengebieten der Fall, wo die Terrassen wasserrückhaltend wirken. Solche Cordonbauten sind z. B. auch die bekannten Aufforstungen am Monte Subasio bei Assisi, wo neben Robinien und Quercusarten vorwiegend Pinus halepensis und nigra gepflanzt wurden (Abb. 130). Auch zur künst-

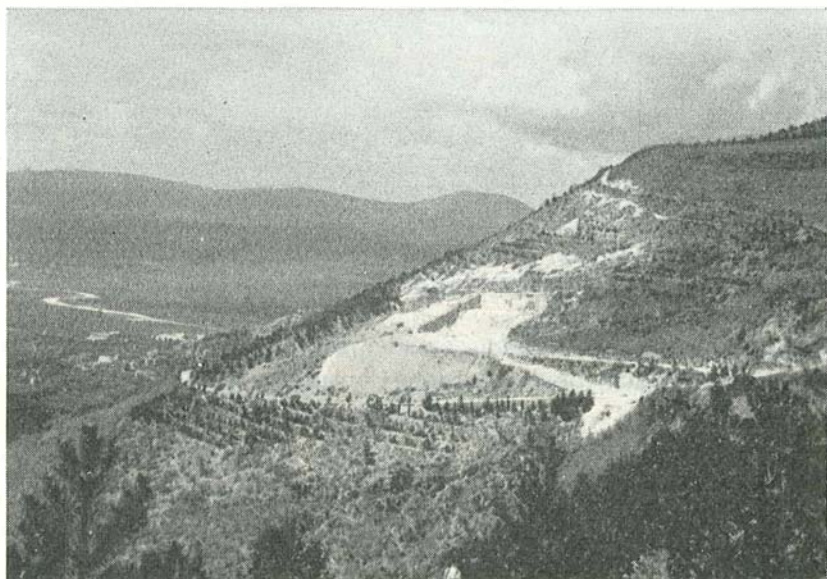


Abb. 130: Aufforstung von Eichen und Kiefern in Form von Kordons (Couturier) am Monte Subasio bei Assisi.

lichen Lavabesiedlung am Ätna bedient man sich größtenteils des Cordonbaues, zu dem Ginster- und Pinusarten, je nach Fortschritt der Bodenaufschließung herangezogen werden (Abb. 131). In diesem Sinne beschrieb auch A. HOFMANN 1936 die in Italien angewandte Cordonbauweise.

Zur Grünverbauung ist dieser eigentliche Cordonbau nicht brauchbar, da die offenen Terrassen in Rohböden bald zerstört werden (Wasserstau, Kriechschnee, Steinschlag u. a.) und die Pflanzen die mechanische Beanspruchung nicht vertragen. Aus diesem Grunde schließen sich alle Nichtpioniere aus.



Abb. 131: Kordons mit Ginster- und Kiefernarten an einem Nebenkrater des Ätna.

Eine Variante geht diesen Gefahren aus dem Wege. Ähnlich wie beim Bau der gemischten Buschlagen werden Pionierpflanzen (aber ohne Beimischung von Buschwerk ausschlagfähiger Holzarten) auf das Banquett gelegt und mit Erde bedeckt.

Die liegende Einbringungsart der Pflanzen unterscheidet unsere Bauweise wesentlich von den Cordons Couturiers, weshalb ich hiefür seit 1951 den Ausdruck „Heckenpflanzung“ verwende.

Es gibt genügend heimische Bäume und Sträucher, so daß es völlig überflüssig erscheint, Fremdlinge wie Robinia und Ailanthus zu verpflanzen. In Nordtirol habe ich bisher folgende Arten mit Erfolg verwendet:

Acer pseudoplatanus, *Alnus incana* (Abb. 132) und *viridis*, *Berberis vulgaris*, *Clematis vitalba*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus excelsior*, *Hippophae rhamnoides* (Abb. 1), *Ligustrum vulgare*, *Populus nigra*, *tremula*, *Prunus padus*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa canina*, *rubiginosa*, *Sambucus nigra*, *racemosa*, *Sorbus aria*, *Ulmus montana*, *Viburnum lantana*, *opulus*.

Baumaterial: Sämlinge, Schulpflanzen, Wildlinge oder Heister, die mindestens 30 cm, besser einen halben Meter hoch und „stockig“ gedrungen sein sollen! Wesentlich ist das Verhältnis zwischen Wurzeln und Trieben. Je kräftiger die Wurzeln ausgebildet sind, umso besser wächst die Pflanze an und umso höher ist die Zuwachsleistung in den ersten Jahren. Bei Erlen und Sanddorn sind Pflanzen mit zahlreichen Wurzelknöllchen solchen mit wenigen überlegen.



Abb. 132: Heckenpflanzung mit Grauerle (*Alnus incana*).

Die Stummelung kann vorteilhaft — wenigstens zum Teil —, schon nach dem Ausheben im Forstgarten durchgeführt werden. Man spart dadurch an Transportkosten und erleichtert sich auch das Bündeln und alle weiteren Hantierungen (besonders bei den stacheligen und dornigen Sträuchern). Nach dem Einbau können die Pflanzen nachgestummelt werden, wenn es nötig erscheint.

Bei Transport und Lagerung sind die Pionierpflanzen gleich zu behandeln wie Forstpflanzen. Kurz angedeutet sind folgende Punkte zu beachten:

Am Fahrzeug sind die Pflanzen abgedeckt zu transportieren, zumindest die Wurzeln müssen durch Plachen, Erdbedeckung oder Torfmoos vor Sonne und Fahrtwind geschützt werden. Günstigste Transportzeit: abends oder morgens. Pflanzen mit Wurzelknöllchen dürfen nie der freien Luft ausgesetzt werden, weil diese rasch eintrocknen, wodurch das Anwachsen erschwert wird.

Wenn die Pflanzen länger als eine Stunde lagern, müssen sie eingeschlagen werden. Einschlag am besten nach JUGOVIĆ (1944) in die Erde, nie in Wasser oder Schnee.

Jahreszeit: Bei bewurzelten Pflanzen muß etwas vorsichtiger als bei der Stecklingsvermehrung vorgegangen werden. Deshalb

ist es zweckmäßig, sich auf die Vegetationsruhe zu beschränken. Je nach Höhenlage stehen also im Frühling bis zu 2 Monate und im Herbst bis zu 2½ Monate zur Verfügung. Wenn die Baustelle wesentlich höher als der Forstgarten liegt, ist es zweckmäßig, die Pflanzen schon im Herbst anzuliefern, eingeschlagen zu überwintern und erst im Frühling zur Heckenpflanzung heranzuziehen.

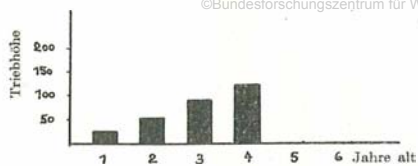
Verwendung: Wie der Buschlagenbau; namentlich aber in solchen Anbrüchen, wo Weiden nicht in der Nähe gewonnen werden können oder aus vegetationskundlichen Gründen nicht entsprächen (s. Kapitel IV, Wahl der Pflanzmethode). Dies ist zumeist in den Rutschungen der Zentralalpen (Quarzphyllit, Schiefer, kalkarme Gesteine) der Fall (RASCHENDORFER 1954). Treten Zweifel auf, ob der Buschlagenbau oder die Heckenpflanzung rascher zum Ziele führen, empfiehlt sich als Kombination aus beiden die Anwendung des gemischten Buschlagenbaues.

Vorteile: Dieselben wie beim Buschlagenbau, gegenüber diesem aber der Nachteil höherer Kosten durch die Anzucht der Pflanzen im Forstgarten. Widerstandskraft und Elastizität sind geringer als bei den Buschlagen.

Wuchsgeschwindigkeit: Für einige Arten geben Abb. 133 bis 135 Parallelen zur Wuchsgeschwindigkeit der Buschlagen. Daraus ist ersichtlich, daß die Heckenpflanzungen in den ersten drei Jahren etwas langsamer wachsen, ab dem dritten bis vierten Jahr aber der Vorsprung der Buschlagen auf- und überholt wird. Auch hier sind die Werte bei den einzelnen Arten sehr unterschiedlich. Gerade die langsamer wachsenden Pioniergehölze sind ausdauernder oder für extremere Verhältnisse unentbehrlich, z. B. Hippophae, Crataegus und Prunus spinosa. Der Sanddorn hat zudem die Eigenschaft, daß alle mit dem Boden in Berührung kommenden Zweige anwurzeln, wodurch sich von selbst die begrünte Fläche rasch vergrößert.

4. Faschinenbau:

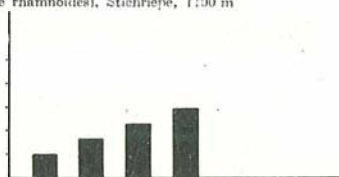
Entwicklung: Ebenfalls seit langem wurde der Faschinenbau vor allem im Wasserbau verwendet. Die ehemals primitive Art des Einlegens dicker Bündel wich in den letzten Jahrzehnten raffinierteren Kombinationen mit Verpflockungen, Verflechtungen und Spreitlagen. Solche Kombinationen haben für den Flußbau E. KELLER 1937, WALTTL 1948 und R. PRÜCKNER 1947/48 beschrieben. Für die Wildbachverbauung gibt L. HOFMANN 1954 einige Bauformen an.



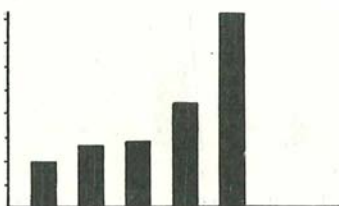
Grünerle
(*Alnus viridis*), Rutschung Wattens, 600 m



Sanddorn
(*Hippophae rhamnoides*), Stichriepe, 1100 m



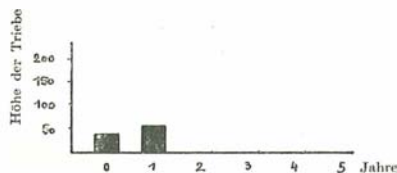
Salweide
(*Salix caprea*), Rutschung Wattens, 600 m



Grauerle
(*Alnus incana*), Reißender Ranggen, 700 m



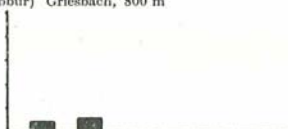
Schwarzpappel
(*Populus nigra*), Lehnbachl, 600 m



Ezehe
(*Fraxinus excelsior*), Griesbach, 800 m



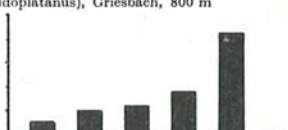
Stieleiche
(*Quercus robur*), Griesbach, 800 m



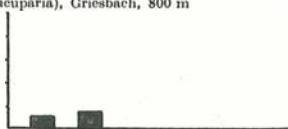
Traubenkirsche
(*Prunus padus*), Griesbach, 800 m



Bergahorn
(*Acer pseudoplatanus*), Griesbach, 800 m



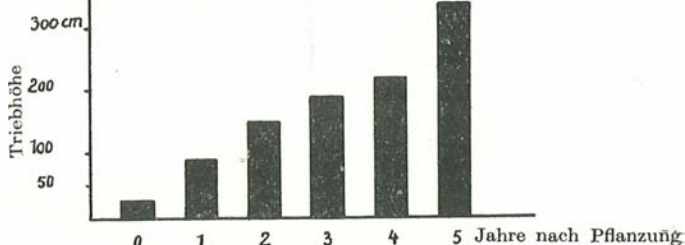
Mehlbeere
(*Sorbus aucuparia*), Griesbach, 800 m



Wolliger Schneeball
(*Viburnum lantana*), Stichriepe, 1100 m

Abb. 133, 134: Zuwachsleistung in Heckenpflanzungen verwendeter Holzarten.

Schwarzer Holunder
(*Sambucus nigra*),
Rutschung Wattens,
600 m ü. d. M.



Sandbirke
(*Betula verrucosa*),
Rutschung Wattens,
600 m



Zitterpappel
(*Populus tremula*),
Rutschung Wattens,
600 m



Abb. 135

Baumethode: Früher wurden die Äste zu dicken Bündeln und Walzen zusammengebunden und dann in das Wasser oder in die Erde versenkt. Nur wenige von den vielen Ästen konnten bewurzeln und austreiben, weil die meisten Ruten mit dem Erdreich keinen Kontakt erhielten oder infolge ihrer tiefen Lage erstickten. Deshalb hat auch CH. KRAEBEL 1936 diese bisher übliche Bauart reformiert. Nach Kraebel werden die Ruten der ausschlagfähigen Holzarten (*Salices*, *Baccharis*arten, *Sambucus glauca*) in der Schichtlinie der Länge nach eingelegt und etwas mit Erde bedeckt. Die Ruten werden nicht zu ganzen Bündeln zusammengefaßt, wodurch ihre Bewurzelung gefördert wird. Abwechselnd mit lebenden und toten Pflöcken werden diese faschinenartigen „brush wattles“ am Hang „festgenagelt“.

Als Baumaterial kommt bei solchen Faschinenbauten nur Buschwerk in Frage. Alle bei den Buschlagen beschriebenen Details bezüglich Gewinnung, Transport, Lagerung und Zeitwahl gelten auch hier.

Verwendung: Die faschinenartigen Bautypen sind nicht nur im Wasserbau, sondern auch zur Begrünung von Anbrüchen und Böschungen aller Art verwendbar. In Tirol kommen für Grünverbauungen nur solche baustoffsparende Varianten in Frage, wie sie Kraebel beschreibt.

Vorteile: Rasche Bauweise, relativ billig, alle Rutenlängen sind verwendbar.

Nachteile: Großer Materialverbrauch, Erfolg ist von gewisserhafter Durchführung abhängig, gegen Erosion und Steinschlag wesentlich empfindlicher als die Buschlagen, weil die Ruten quer zur Angriffsrichtung liegen. Die Pflöcke dürfen nicht herausschauen, da sie sonst von Steinschlag und Kriechschnee zerstört werden, wodurch auch die Faschinen selbst Schäden erleiden. Die sofortige Tiefenwirkung der Buschlagen wird bei den Faschinenbauten nicht erreicht, weil die Ruten nur flach eingebettet werden können.

Verflechtungen.

In der Literatur, die sich mit Begrünungsarbeiten auseinandersetzt (DEMONTZEY, WANG, STINY, STRELE, HÄRTEL, KIRWALD, A. HOFMANN, L. HOFMANN u. a.) aber auch im Flußbau (KELLER, STELLWAG-CARION, PRÜCKNER, WALTL) spielen die Flechtwerke eine große Rolle. Von den toten Flechtzäunen soll hiernurkurz die Rede sein. Bei der Dünenverbauung werden sie zum Windschutz errichtet (RUBNER 1934), wogegen sie bei der Befestigung von Böschungen die Aufgabe haben, eine künstlich aufgebrachte Humusschicht zu binden und deren Berausung zu ermöglichen. Daher werden sie völlig in die Erde eingebaut, so daß sie nach Fertigstellung gar nicht mehr sichtbar sind. Diese Form der Verflechtung ist die am meisten Erfolg versprechende. Für die lebenden Flechtwerke wird Buschwerk, für die Pflöcke Lärchen-, Fichten-, Kiefernholz verwendet.

Die verschiedensten Formen der Flechtwerke sind zu unterscheiden und sind in der genannten Literatur hinlänglich beschrieben: Diagonal- und Horizontal-; solche als Längs- und Querwerke, in der Sohle oder für die Hangbefestigung bestimmte.

Die Bauweise geschieht im allgemeinen so, daß Pflöcke in zirka 1 bis 1½ m Abstand eingeschlagen werden. Sie sollen wenigstens 1 m im Boden stecken und nicht über das eigentliche Flechtwerk hinausragen.

Zwischen die Pflöcke werden Ruten ausschlagfähiger Holzarten so verflochten, daß zumindest die unterste Rute und alle Schnittflächen in die Erde zu liegen kommen. Völlig in die Erde versenkte Flechtwerke haben den größten Erfolg. Meistens gelingt es aber nicht, weil der Boden zu hart ist und durch Wassererosion hängen dann bald die Weidenruten in der Luft, wie das bei einer Verflechtung an der Bundesstraße zwischen Seefeld und Scharnitz (Abb. 136) der Fall ist.

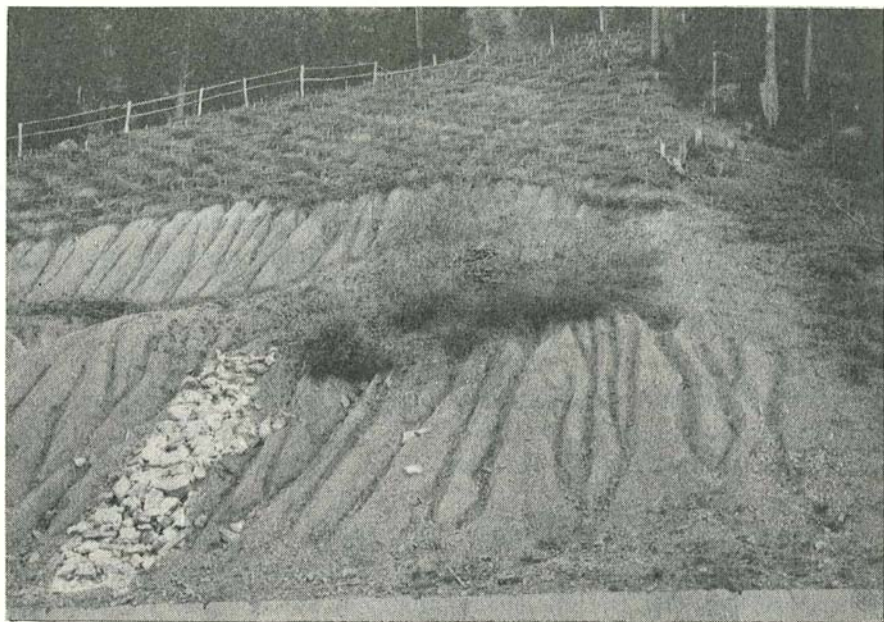


Abb. 136: Schlecht eingebautes und deshalb abgestorbenes und stark erodiertes Weidenflechtwerk.

Für Gewinnung, Transport, Lagerung des Buschwerkes und Einbauzeit gilt das bei den Buschlagen Gesagte.

Die Verwendung der lebenden Verflechtungen kann nicht besonders empfohlen werden. Eigentlich ist diese Bauform gegenüber den heute hoch entwickelten Lagenbauten als veraltet anzusehen. Sie weist gegenüber diesen zahlreiche Nachteile auf, u. zw.:

1. durch das Einschlagen der Pflöcke erfolgt oft eine Bodenlockerung,
2. entlang der Pflöcke dringt Wasser ein, was durch Schlipfe oder Spaltenfrost zu tiefem Rutschen bzw. Auskolkung führt,

3. die Ruten sind quer zur Angriffsrichtung eingebaut und haben daher die ganze Wucht des stürzenden und drückenden Schnees und Steinschlages zu tragen. Dabei hat ein Pflock die auf das ganze Feld angreifende Kraft aufzunehmen. Wenn er ausbricht, reißt der ganze Flechtzaun wie eine Laufmasche auf,
4. die toten Pflöcke werden durch Steinschlag und Gleitschnee leicht aufgehebelt. Folgen wie bei 3. treten ein,
5. die Weidenruten liegen größtenteils an der Oberfläche und trocknen deshalb zu einem hohen Prozentsatz ein (Abb. 137, 138). Materialverbrauch!

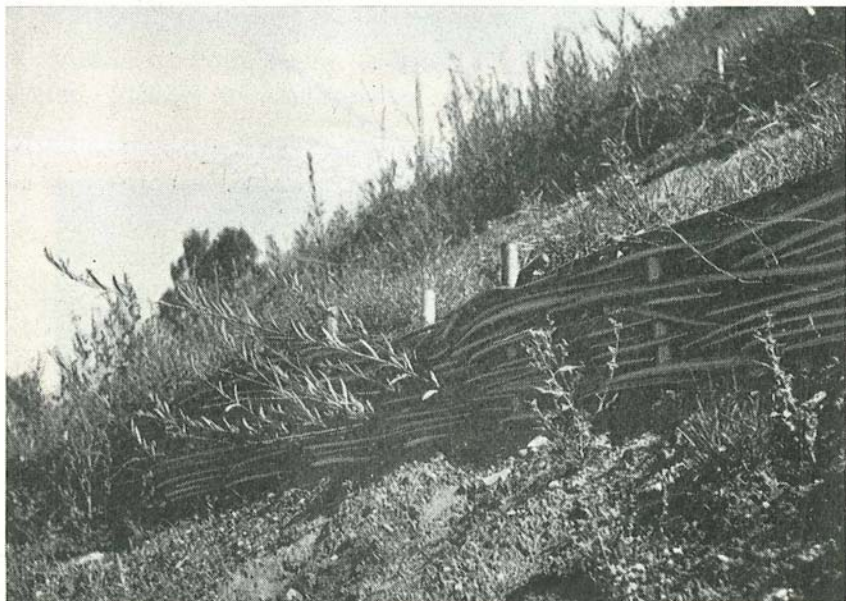


Abb. 137: Großer Materialverbrauch bei Weidenflechtwerk durch das Eintrocknen der über der Erde liegenden Ruten.

6. Nur lange, gut flechtbare Ruten können verwendet werden, wozu die standortgemäßen Gebirgsweiden meist schlecht geeignet sind.
7. Die lebenden Flechtwerke sind etwa doppelt so teuer wie die Buschlagen.

Während des zweiten Weltkrieges wurden am Pletzachbach/Achensee ausgedehnte Uferbegrünungen in Form von zwei übereinander gebauten Längsflechtwerken aus Grau- und Purpurweiden durchgeführt (Abb. 139). Die

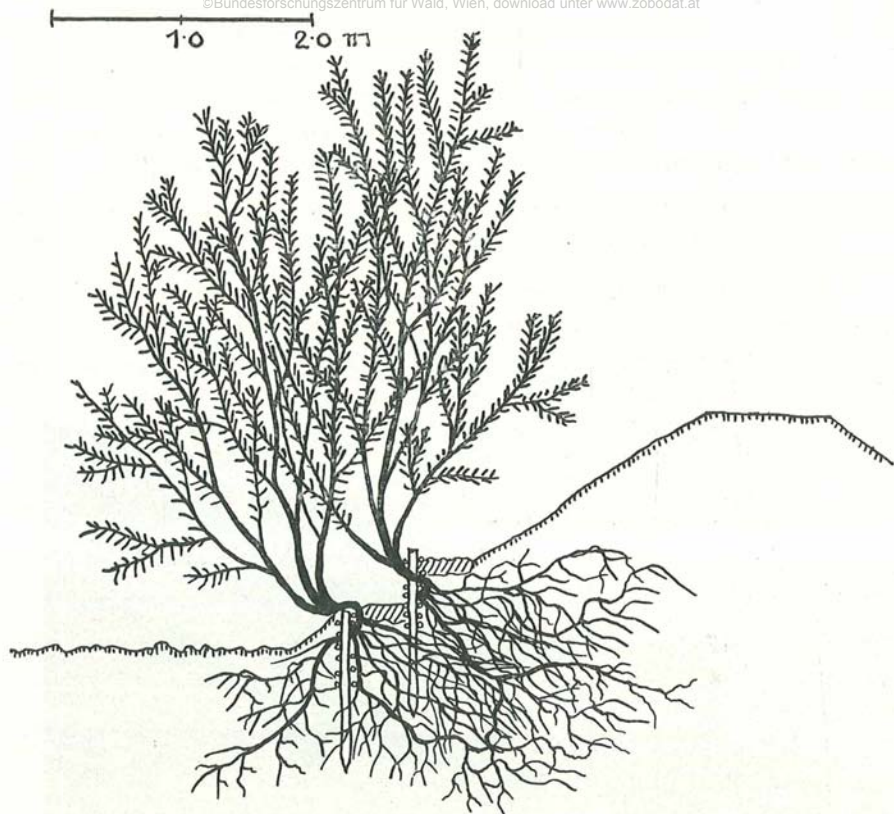


Abb. 138

Bauausführung war vorbildlich, so daß die Flechtwerke sehr gut angewachsen sind. 1951, also im achten Jahre nach dem Bau, habe ich ein Stück der Flechtzäune ausgegraben. Die Bewurzelung ist wesentlich ungünstiger als bei Fugenbepflanzung oder Buschlagenbau erfolgt. Ein Stück der geflochtenen Rute bleibt erhalten und wird zur Hauptwurzel, die dadurch waagrecht liegt, statt in die Tiefe zu gehen (Abb. 140). Von dieser Hauptwurzel zweigen zahlreiche, relativ dünne und kurze Nebenwurzeln ab, die großteils vom Bach weg nach rückwärts verlaufen. **Von den acht übereinander liegenden Flechtruten (insgesamt 16 Stück) haben oft nur eine einzige, nie mehr als drei angewurzelt und angetrieben!** Alle anderen 13 Sechzehntel sind vertrocknet und nach acht Jahren bereits vermorscht. Daraus geht deutlich der große Materialverbrauch bei den Flechtwerken hervor. Auch bleiben die geflochtenen Ruten nicht auf ihrer ganzen Länge lebend, sondern nur einen halben bis einen Meter lang; der Rest trocknet ein. Die Wurzeln weichen nach der Dammseite hin aus. Es ergibt sich durch diese einseitige Wurzel- und gegenläufige Triebausbildung eine gewisse Labilität, die ihren Ausdruck in der häufigen Auskolkung solcher als Längswerke verwendeten Flechtzäune findet.

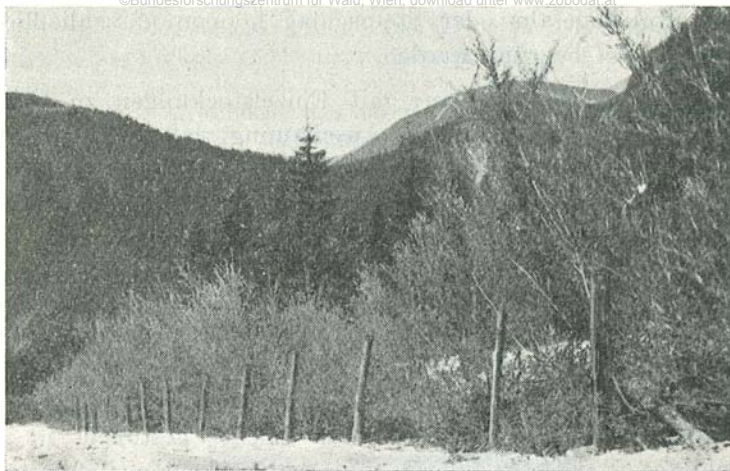


Abb. 139: 8 jährige Weidenflechtzäune als Uferleitwerke am Pletzbach, Achensee, 1000 m ü. d. M.



Abb. 140: Derselbe Flechtzaun wie oben. Die Weidenruten bewurzeln bei Flechtzäunen vorwiegend nach der Seite statt in die Tiefe.

Stecklinge.

Einzelne Zweig-, Knüppel-, Wurzel- und Rhizomstecklinge der auf den Seiten 38, ff. genannten Pflanzenarten kommen zur Begrünung der leeren Felder zwischen den Buschlagen, Heckenpflanzungen, Faschinenbauten oder Flechtwerken in Betracht. Nur niedrige Böschun-

gen ohne Rutschgefahr oder Steinschlag können ausschließlich mit Einzelstecklingen begrünt werden.

Die Versuche, Blaiken nur mit Einzelstecklingen zu begrünen, sind vielfach die Ursache für die Anschauung, daß die Blaikenbegrünung mittels vegetativ vermehrten Holzarten sehr schwierig sei. In Wirklichkeit sind die Einzelstecklinge einfach den hohen mechanischen Beanspruchungen nicht gewachsen.

Dies zeigt deutlich das Beispiel eines derartigen Versuches in einer kleineren Rutschung des Lußbaches bei Lermoos. Dort sind die Stecklinge der *Salix purpurea* zwar gut angewachsen, nach sieben Jahren jedoch durch herabstürzende Steine und verschiedene andere Erosionsformen verhältnismäßig geringen Ausmaßes bis auf einzelne zerstört worden.

Mit Spitzeisen oder Pickel werden Löcher gestoßen, in welche die Stecklinge so tief einzuführen sind, daß höchstens ein Viertel ihrer Länge herausragt. Rhizomstecklinge müssen ganz bedeckt werden; nur eine Knospe darf freiliegen.

Günstigste Stecklingslängen: Trieb- und Wurzelstecklinge 40 cm, Rhizomstecklinge 10 bis 15 cm.



Abb. 141: Durch Rhizomsteckling vermehrte Schnee-Pestwurz.

Abb. 141 zeigt eine Schnee-Pestwurz, die aus einem Rhizomsteckling hervorgegangen ist, in extrem steilem Gelände. Die Verwendung von Rhizomstecklingen ist oft als eine Art Verlegenheitslösung zu betrachten, zu der man wegen des Fehlens von Saatgut gelangt. Obzwar aus Samen schönere Wuchsformen und rascheres Wachstum erzielt wird, schließt sich die Saat doch häufig aus, weil die zarten Sämlinge den ersten Winter nicht überleben oder Saatgut nicht erhältlich ist. Die Mitverwendung von Rhizomstecklingen wird deshalb in der Grünverbauung stets aktuell sein.

Der wichtigste Verwendungszweck von Einzelstecklingen (nur ausnahmsweise Wurzelstecklingen) ist die Fugenbepflanzung. Darunter versteht man die Begrünung von Böschungen, welche vorher trocken mit Steinen abgepflastert wurden. Wir haben Fugenbepflanzung bei Uferleitwerken (Abb. 142), Dämmen, Ablagerungsplätzen und Lawinenkegeln (Abb. 143) mit Erfolg angewandt.

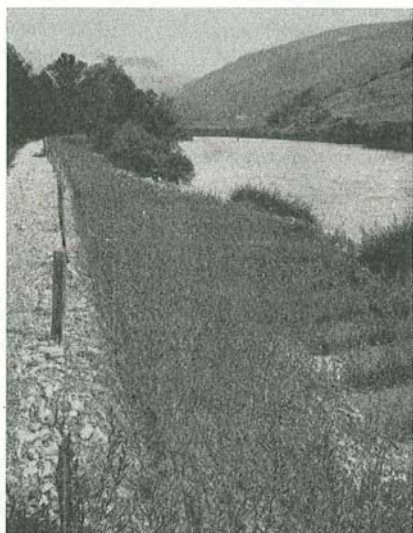


Abb. 142: Innufer bei Hall. Damm und Berme mit Weidenstecklingen befestigt. Einjährig.

Ähnliche Verwendungsmöglichkeiten hat A. HOFMANN 1936 beschrieben.

„Baumaterial“: zirka 40 cm lange Stecklinge, die nicht dicker als 3 cm sein sollen. Die Stecklinge müssen gerade sein, Nebenäste sind zu entfernen. Schnitt, Transport und Lagerung siehe Buschlagenbau.

Zum Einbau der Stecklinge arbeiten drei Mann in einem Team. Einer stößt mit Spitz Eisen und Handfäustel bzw. kleiner Brechstange durch die Steinfugen ein Loch in die darunter liegende Erdschüttung. Während er das Eisen wieder vorsichtig herauszieht, steckt der zweite

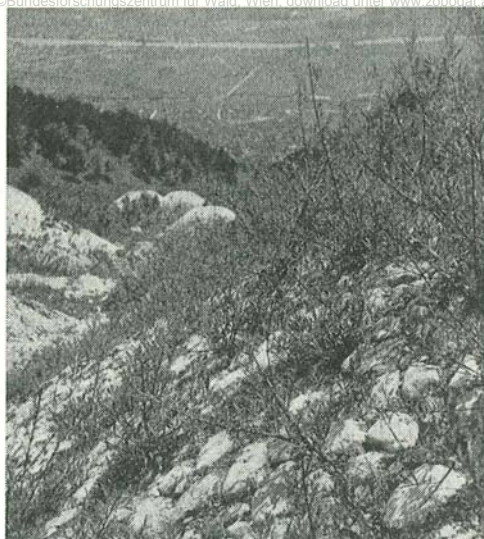


Abb. 143: Lawine Allerheiligenhöhe, Bremshöcker. Zweijährige Fugenbepflanzung mit Grauweide nach schwerem Lawinengang.

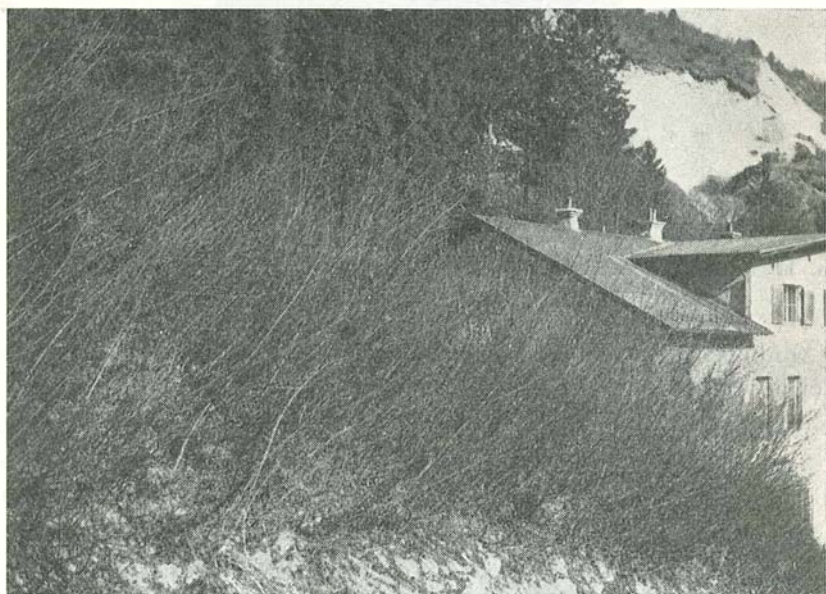


Abb. 144: Ungepflasterter Damm (Lawine Muglau); während der Schüttung durch Einlegen von Weidenästen begrünt. Dreijährig.

Arbeiter die Stecklinge bis drei Viertel ihrer Länge hinein. Nur einige Zentimeter dürfen heraus schauen. Der dritte Mann sorgt durch Einkehren, Einschlämmen oder Einspachteln von Erde dafür, daß alle Hohlräume angefüllt sind.

Die untere Grenze für die Besteckung von Uferböschungen ergibt sich aus dem mittleren Wasserstand, da eine länger als zirka sechs Wochen dauernde Überflutung die Weiden zum Absterben bringt. Bei Geschieführung genügt dazu eine wesentlich kürzere Zeitdauer. Kurze und selbst schwere Hochwässer überstehen dagegen die Weiden schon im ersten Jahr.

Als Beispiel kann ich eine 1953 am linken Innufer unterhalb Hall ausgeführte Dammbegrünung anführen. Dort wurden im Frühling die Weidenstecklinge gepflanzt. Im Juni desselben Jahres ging ein schweres Hochwasser über die eben erst austreibende Begrünung hinweg. Wie das nach dem Hochwasser aufgenommene Lichtbild (Abb. 142) beweist, war nicht der geringste Schaden festzustellen. Ein Jahr später wiederholte sich dasselbe wiederum ohne Schaden.

Sollte der Mittelwasserstand nicht zu erheben sein, wird es besser sein, etwas mehr zu pflanzen, weil sich die natürliche Untergrenze durch die Wasserführung von selbst einreguliert.

Dichte: Je nach Größe der Steine 10 bis 20 Stecklinge pro Quadratmeter, besser zu viel als zu wenig. Durchschnittlich ist auch bei gelungenen Begrünungen mit 30% Ausfall zu rechnen.

Eine Dichte von 10 bis 20 Stecklingen/m² führt trotz hohen Ausfallprozenten später zu dichten Kulturen. Eine gewisse Sicherheitsreserve ist jedoch von Vorteil. Zudem kommt die Kultur rascher in Kronenschluß, wodurch die Zuwachsleistung erhöht und eine natürliche Auslese getroffen wird. Unpassende und schwache Individuen werden ausgeschieden, kräftige setzen sich durch.

Vorteilhafter wäre das Einbetten der Stecklinge während des Baues des Pflasters. Wegen des beschränkten Zeitraumes (Vegetationsrhythmus) ist dies nur selten möglich.

Auch ungepflasterte Böschungen können in gleicher Weise begrünt werden. Das Einbringen ist dann zwar leichter, das Ausfallprozent aber höher, weil die Steine ein vortrefflicher Schutz gegen Austrocknung sind. Schüttungen, die nur kurze Zeit in Anspruch nehmen, lassen sich auch leichter in die für die Begrünung günstige Jahreszeit verlegen.

Beim Lawinenschutzdamm für das alte E-Werk Innsbruck ließ ich an Stelle der Stecklinge ganze Äste während der Schüttung einlegen. Abb. 144 zeigt den Damm nach zwei Vegetationsperioden. Die Äste bewurzelten und trieben hundertprozentig und erzeugten Triebblängen, die bei nachträglich eingebrachten Stecklingen in keinem einzigen Fall erzielt wurden.

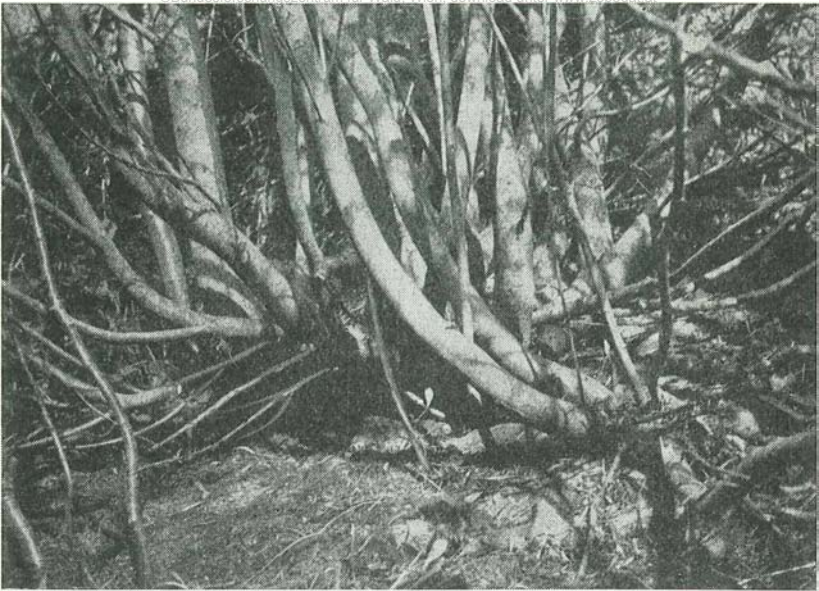


Abb. 145: 17-jährige Fugenbepflanzung im Lußbach bei Lermoos. Keine Schäden an der Pflasterung.



Abb. 146: Die Fugenbepflanzung am Lußbach gleicht nach 17 Jahren einer natürlichen Au.

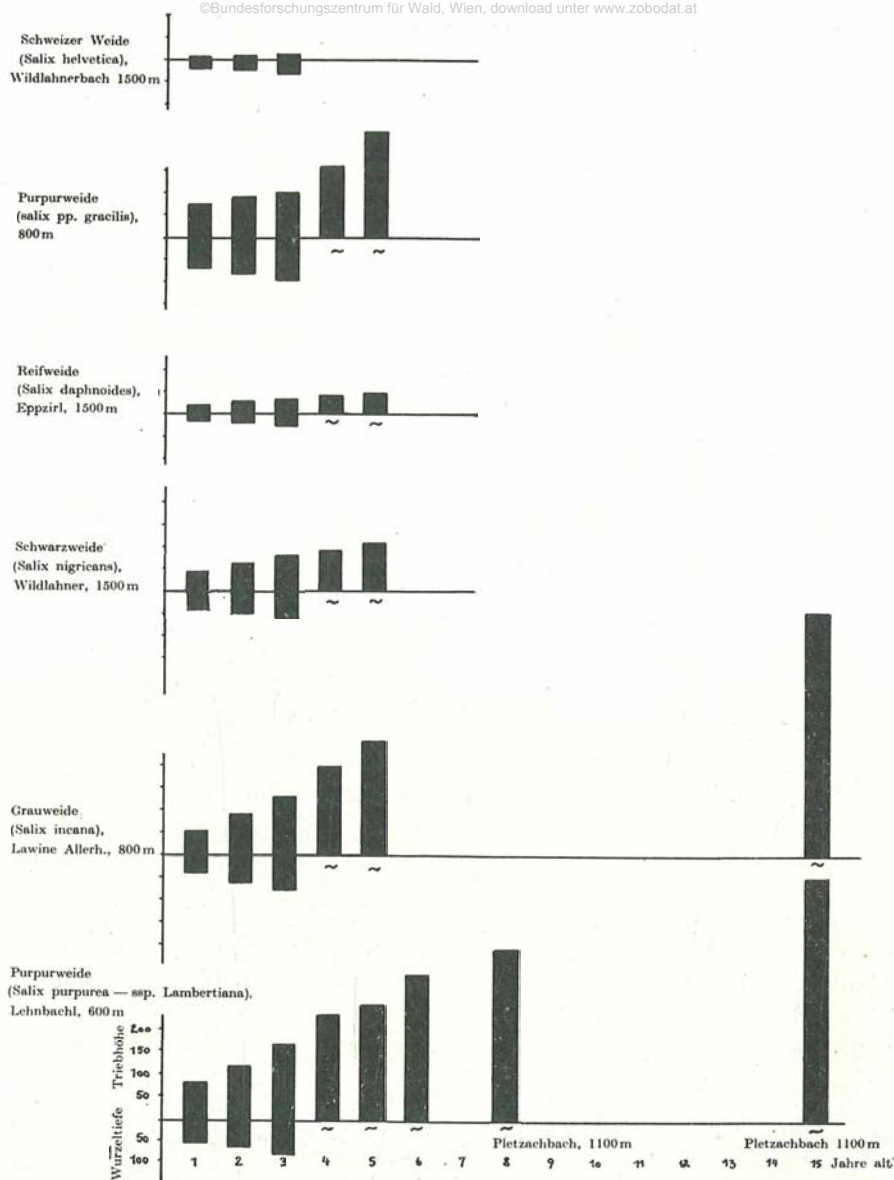


Abb. 147: Zuwachsleistung, als Fugenbepflanzung verwendeter Holzarten.

Häufig hört man die Meinung, daß die Pflanzen im Steinpflaster durch den Dickenzuwachs der Wurzeln die Steine auseinandersprengen oder heben. Dies ist jedoch nur möglich, wenn der Dickenzuwachs wie bei einem Straßenpflaster von unten oder an der Krone der Mauer (z. B. häufig bei Stützmauern zu sehen) angreift.

Auch bei alten Fugenbepflanzungen habe ich kein Heben der Steine beobachten können. Im Lußbach bei Lermoos hat OFR. HASSENTEUFEL 1934 eine Fugenbepflanzung durchgeführt; die *Salices nigricans*, *purpurea* und *incana*, die hierbei verwendet wurden, haben heute einen durchschnittlichen Stammdurchmesser von beinahe 10 cm und eine Höhe von zirka 7 m! An keiner einzigen Stelle sah ich aufgeschobene Steine. Dagegen war es schwer, die Stelle überhaupt zu finden, weil der ganze Bachlauf einer natürlichen Au gleicht (Abb. 145, 146) und bereits zirka 10 cm Humus gebildet worden war.

Die Wuchsgeschwindigkeit der Fugenbepflanzung ist annähernd gleich groß wie die derselben Arten beim Buschlagenbau oder bei der Heckenpflanzung. Da die Fugenbepflanzung eine schon länger geübte Bauweise ist, liegen ältere Erfahrungen vor (Abb. 147).

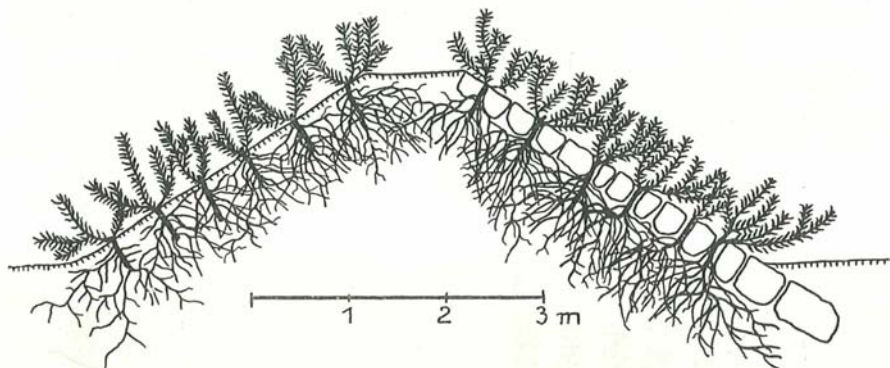


Abb. 148: Dreijährige Fugenbepflanzung mit Purpurweiden, Hagelbach bei Seefeld, 1300 m ü. d. M.

Wie die Abb. 148 zeigt, ist das Wurzelwachstum der Stecklinge bei der Befestigung von Dammschüttungen von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Bereits im dritten Jahr wachsen die Wurzeln von den beiden Dammseiten her zusammen.

Die von BITTMANN 1953 beschriebene und an deutschen Flüssen und Wasserstraßen vielfach mit großem Erfolg angewandten Sprößlings- und Halmpflanzung von Schilf (*Phragmites communis*) sind letzten Endes auch nichts anderes als eine andere Art der Stecklingsvermehrung. An Entwässerungsgräben und Naßstellen flacher Böschungen werden sie auch bei der Grünverbauung mit Erfolg anwendbar sein, besonders aber bei Sickerquellen, die mit technischen Mitteln schwer zu fassen sind. Versuche mit Schilfhalm- und Sprößlingspflanzung im Gebirge sind im Gange, doch kann ich noch keine Ergebnisse berichten.

Pionierpflanzung.

Die ersten konsolidierenden Grünverbauungstypen werden mit den erstmöglichen Gehölzpflanzen gebaut. Bei der Pionierpflanzung dagegen muß man sich schon nicht mehr auf diese allein beschränken, sondern es kann damit bereits ein bis zwei Jahre nach Beginn der Grünverbauung, in günstigen Fällen noch im selben Jahre, eine nächst höhere Pionier-Laubholz-Gesellschaft angesiedelt werden. Als solche sind in vielen Fällen die Alneten anzusehen, auf besseren oder feuchteren Böden sogar gemischte Laub-Niederwälder mit *Fraxinus excelsior*, *Ulmus montanus*, *Acer pseudoplatanus*, *Populus tremula*, *Sambucus racemosa* und *nigra*, *Sorbus aucuparia* und *aria* und *Prunus padus* (häufig in den niederschlagsreichen Alpenrandgebieten oder in Rutschungen des Quarzphyllites und leicht verwitternder Schiefer). Diese künstlich begründeten Gesellschaften sind als Vorkultur für die geplante Schlußgesellschaft aufzufassen. Von einer solchen vorübergehenden Vorkultur verlangen wir in erster Linie eine Verbesserung des Bodens und Kleinklimas. Auch KRAEBEL 1936 und A. HOFMANN 1936 unterscheiden sinngemäß zwischen „Pflanzung“ und „Aufforstung“ dadurch, daß andere Arten dazu herangezogen werden.

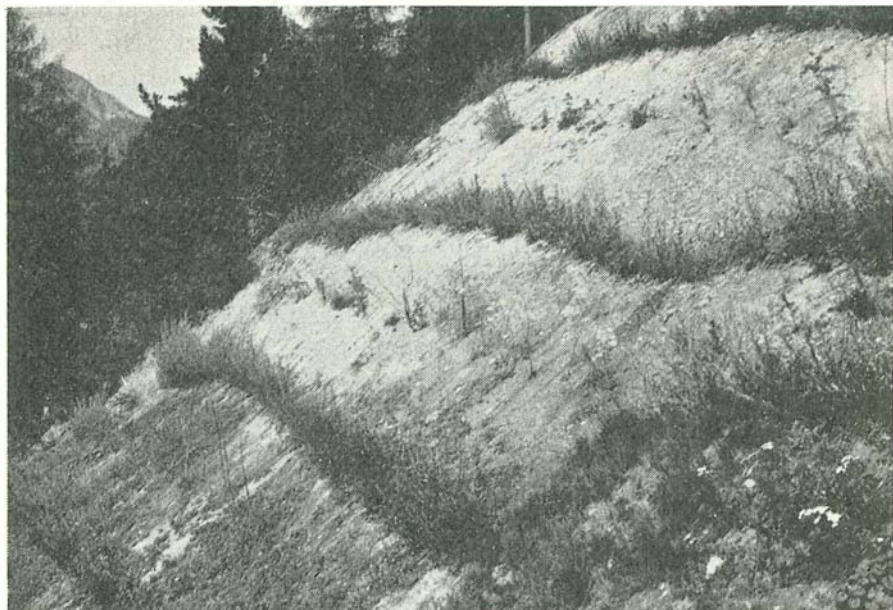


Abb. 149: Pionierpflanzung mit Laub- und Nadelhölzern zwischen 1 jährigen Buschlagen. Neue Achenseestraße.

Das Pflanzenmaterial muß gut und kräftig sein, weil immerhin noch viel von den einzeln stehenden Pflanzen verlangt wird (Abb. 149). Es bleibt daher als einzig anwendbare Methode die Lochpflanzung. Ballenpflanzen können wegen der enormen Kosten bei den Laubhölzern nicht herangezogen werden; es ist auch gar nicht nötig, sofern die Pflanze kräftige Wurzeln besitzt. Stummelung wirkt bei Weichhölzern fördernd auf das Wachstum und verhindert das Austrocknen der Triebe. Der Abstand der Pflanzen von einander soll einen halben bis einen Meter betragen. Enger Abstand bewirkt baldigen Schluß der Pflanzen, was das erste Ziel einer Begrünung sein muß. Mischung von Sträuchern und Kleinbäumen und auch unter diesen von verschiedenen Arten vermindert gegenseitige Konkurrenz und fördert eine Entwicklung mit Stockwerkgliederung des Sproß- und Wurzelwachstums.

Rasenziegel- und Sodenpflanzung.

Eine sehr rasch wirksame Begrünungsmaßnahme ist das Abdecken des Bodens mit Rasenziegeln. DUILE 1934 empfiehlt nur den Bau kleiner „Rasenmauern“ und nicht die Abdeckung von Anbrüchen. A. HOFMANN 1936 dagegen nennt Beispiele in Italien, wo ausgedehnte Hänge und kahle Kuppen nur mit Rasenziegeln befestigt wurden.

Es werden stets ganze „Ziegel“, „Soden“ oder „Plaggen“ ausgestochen und samt der daran haftenden Erde verpflanzt. Nur selten handelt es sich dabei um eine einzige Pflanzenart, sondern meistens um ganze Biozönosen.

Die Durchführung der Rasenziegelpflanzung ist sehr einfach. Es werden an geeigneter Stelle quadratische Rasenziegel mit zirka 40 cm Seitenlänge ausgestochen und möglichst bald in den Hang ohne Abstand von einander, mitunter auch in Streifen eingebettet. An steilen Stellen wird jeder dritte bis vierte Rasenziegel mit einem zirka 50 cm langen Pflock „angenagelt“. Der Pflock wird bündig mit der Oberfläche des Rasenziegels abgeschnitten. Die Verwendung von lebenden Stecklingen hiezu ist sinnlos, weil die Stecklinge infolge Verdämmung durch die Rasenziegel nicht aufkommen. Eine leichte Humusierung vor dem Aufbringen der Rasenziegel fördert das Anwachsen derselben.

Mit Balken und Brettern, die ihrerseits an Rostnägeln oder einbetonierten Eisen befestigt sind, können die Rasenziegel so lange gestützt werden, bis sie fest angewachsen sind. Auf der Großglockner-Hochalpenstraße ist diese Methode in zahlreichen, verschiedenen Formen in vorbildlicher Weise praktiziert worden (Abb. 150), ebenso

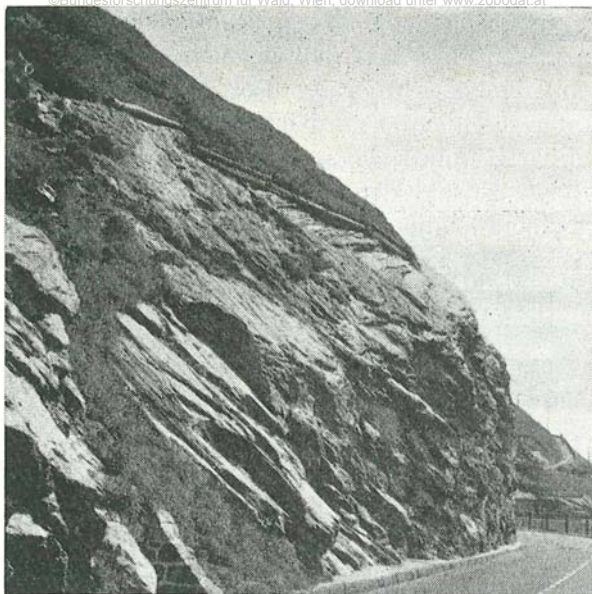


Abb. 150: Begrünung mit Rasenziegeln an der Großglocknerstraße.

beim Bau der neuen Achenseestraße, wo richtig die Rasenziegel für steile Hangpartien aufgespart und die flacheren Stellen angesät wurden (Abb. 151).



Abb. 151: Begrünung mit Rasenziegeln am Steilhang (vorne) und Saat am flachen Straßenrand. Neue Achenseestraße.

Wenn das Aufbringen der Rasenziegel nicht sofort möglich ist, müssen sie so gelagert werden, daß sie nicht austrocknen, aber auch nicht ersticken können (Abb. 152). Die Rasenziegel müssen deshalb zu kleinen Haufen geschichtet werden. Durch das heute übliche maschinelle Abziehen der Humusdecke samt dem Rasen mittels Planierraupe wird in der Regel sowohl der Humus als auch der Rasen zerstört. Mögen auch momentan die niedrigeren Arbeitskosten für die maschinelle Arbeit sprechen, so verteuern sich doch die späteren Arbeitskosten bei der nachfolgenden Begrünung durch die schlechte Lagerung wieder um denselben Betrag. Dazu kommt aber überdies der zweifelhafte Erfolg, weil die Rasenziegel abgestorben sind und der Humus weitgehend entwertet ist.

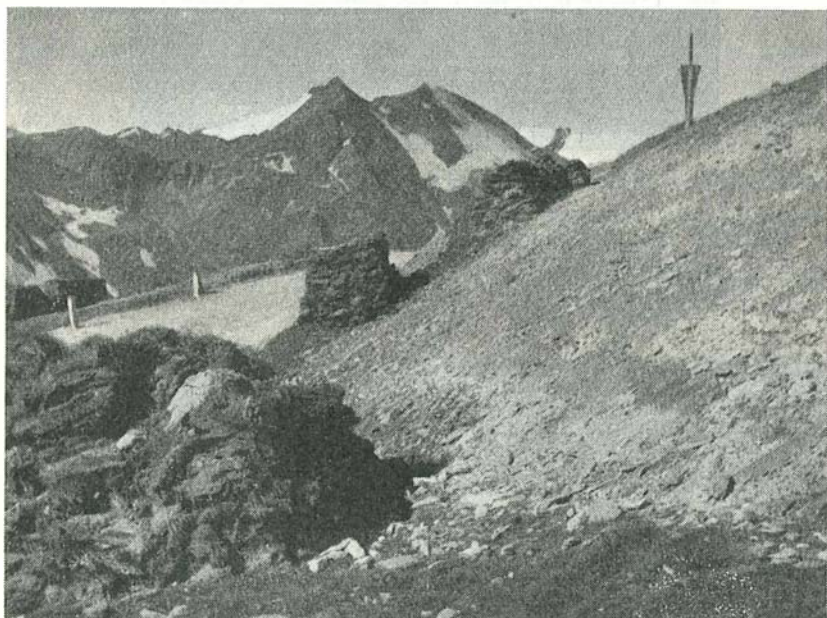


Abb. 152: Lagerung der Rasenziegel bis zu ihrer Verwendung.

Die Rasenziegelpflanzung hat den Vorteil, daß nach ihrer Fertigstellung bereits eine geschlossene Vegetationsdecke geschaffen ist (Abb. 153). Auch geht die Arbeit, wenn genügend Material vorhanden ist, rasch und daher billig vonstatten. Ein Nachteil ist die Empfindlichkeit gegen Bodenbewegung und Vertritt. Daraus ergibt sich eine beschränkte Anwendungsmöglichkeit. Zudem sind der Anwendung dieser Bauweise deshalb Grenzen gesetzt, weil der „Baustoff“ Rasenziegel sehr schwer zu beschaffen ist. In erster Linie

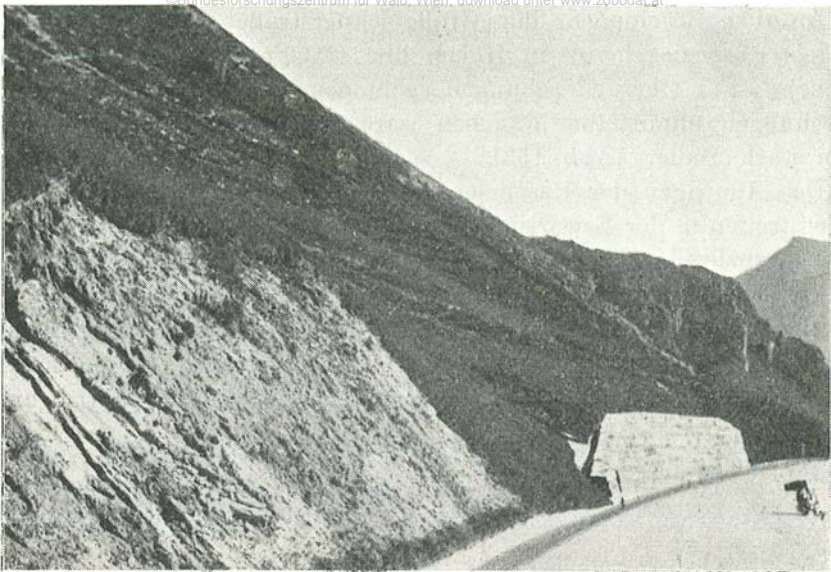


Abb. 153: Hinten mit Rasenziegeln begrünte Böschung, vorne stark erodierte, weil unbegrünte Böschung. Großglocknerstraße an der Edelweißspitze, 2500 m ü. d. M.

werden deshalb dort Rasenziegel zur Begrünung herangezogen, wo sie bei den Vorarbeiten anfallen, also bei allen künstlichen Gelände-ausschnitten wie z. B. Straßen- und Bahnbauten, aber auch im Hochbau, bei Staudämmen und Uferböschungen. Bei der Grünverbauung von Anbrüchen hat der Einbau von Rasenziegeln beschränkte Bedeutung; immerhin können von den Bruchrändern beim Skarpieren derselben abgestochene Rasenstücke vorteilhaft zur Vergrößerung bestehender Grüninseln herangezogen werden. In den Rutschhängen selbst sind die Rasenziegel von geringem Wert, weil sie auf den Rohböden bald eingehen. Dort müßten Soden von Schuttpioniergesellschaften verpflanzt werden, was selten möglich ist. Diese müssen meist unangetastet bleiben, soll nicht ein größerer Schaden als Nutzen die Folge sein.

Die Wahl geeigneter Biozönosen ist für die Praxis von untergeordneter Bedeutung, weil

1. die Verhältnisse zu unterschiedlich sind und dem Ingenieur eine so umfangreiche Pflanzenkenntnis nicht zugemutet werden kann,
2. weil, wie schon gesagt, von wirklich entsprechenden Gesellschaften kaum jemals ein ins Gewicht fallender Vorrat anzutreffen ist.

An den Böschungen der Großglocknerstraße sind Begrünungen mittels Rasenziegeln bis in Höhen über 2500 m ü. d. M. (Edelweißspitze) an steilen Böschungen gelungen. Unbegrünt gebliebene Böschungen unmittelbar daneben waren bereits im darauffolgenden Jahr stark erodiert (Abb. 153).

Das Anordnen der Rasenziegel in Form von Schachbrettmustern oder Streifen in der Erwartung, daß sich die Lücken durch Ausbreiten der Rasenziegel schließen werden, hat sich als illusorisch erwiesen. Neben vielen solchen Erfahrungen, die aus der Praxis vorliegen (auch auf der Großglocknerstraße kann man das zwischen Fuschertörl und Hochtor beobachten), beweist dies ein kleiner Versuch, der zu diesem Zwecke am Versuchsfeld Pletzachalm/Achensee durchgeführt wurde (Abb. 154).

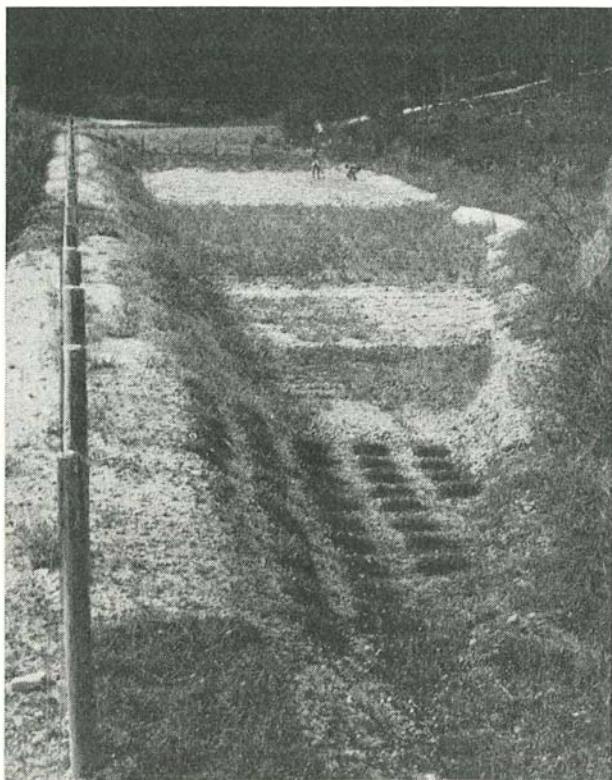


Abb. 154: Vorne schachbrettartig verpflanzte Rasenziegel, 5 jährig. Versuchsfeld Pletzachalm am Achensee.

Dort wurden 1944 aus der beweideten Fläche der Umgebung Rasenziegel ausgestochen und in Schachbrettform eingebettet. Alle Rasenziegel wuchsen sehr gut an, vergrößerten sich aber in den ersten fünf Jahren nur um wenige Zentimeter. Die vergleichsweise geschlossen mit Rasenziegel belegte Fläche ist dagegen zu einem dichten Rasen zusammengewachsen, an dem nicht mehr erkennbar ist, daß er künstlich entstand.

Der Rasen ist in einer langen Sukzession im Laufe von Jahrzehnten (im Gebirge oft sogar von Jahrhunderten) entstanden. Vor allem hat der Boden eine sehr lange Entwicklung hinter sich. Wenn nun die Rasenziegel lückig in einen völlig fremden Boden gebettet werden, ist von diesem Rohboden nicht zu erwarten, daß er in kurzer Zeit die erforderliche Reife erlangt. Zudem entstammen die Rasenziegel mehr oder weniger beweideten, vielleicht sogar gemähten Rasengesellschaften. In solchen ausgereiften Biozönosen finden sich keine Pioniere mehr, die zur Eroberung des benachbarten Kahlbodens befähigt wären.

Die Schilfsodenpflanzung, mit welcher W. BAUMEISTER und E. BURRICHTER 1954 bei der künstlichen Begrünung am Dortmund-Ems-Kanal Erfolg hatten und die bereits BITTMANN 1953 als Schilfballenpflanzung beschrieben hat, überträgt das Prinzip der Rasenziegelpflanzung auf die Vermehrung von Schilf. Sie bewährt sich hauptsächlich dort, wo schon vor dem Austreiben der Schilfsprößlinge eine mechanische Beanspruchung oder vorübergehende Austrocknung zu erwarten sind. Der Schilfballen vermag in diesem Fall vermittels seines großen Speichervermögens für eine gewisse Zeit eine Wasserreserve zu beschaffen.

In Tirol wurde erstmals eine Schilfballenpflanzung nach meinen Angaben am Unterwasserkanal des Kraftwerkes Imsterau der TIWAG angewandt, wo sie das erste Jahr trotz einer Trockenheitsperiode unmittelbar nach der Verpflanzung und ein langdauerndes Hochwasser mit kräftiger Versandung relativ gut überstanden hat (Abb. 155).

Meines Erachtens wird sich die Schilfballenpflanzung nicht nur im Wasserbau verwerten lassen, sondern auch für die häufig Schwierigkeiten bereitenden Sickerquellen in Blaiken und an Böschungen aller Art. Bei verschiedenen Straßenböschungen beobachtete ich, daß durch Zufall beim Humusieren Ausläufer und Sprößlinge von Schilf auf die Böschungen aufgebracht wurden und diese dann in kurzer Zeit zu einem regelrechten Phragmitetum auswuchsen, so z. B. an der Autobahn östlich Salzburg und im Pustertal (Abb. 156). Die ersten daraufhin begonnenen Schilfsodenpflanzungen an Straßen-



Abb. 155: Schilfballenpflanzung im Schotterboden. Das Schilf treibt durch die wasserspeichernde Wirkung des Wurzelballens trotz Trockenheit aus.

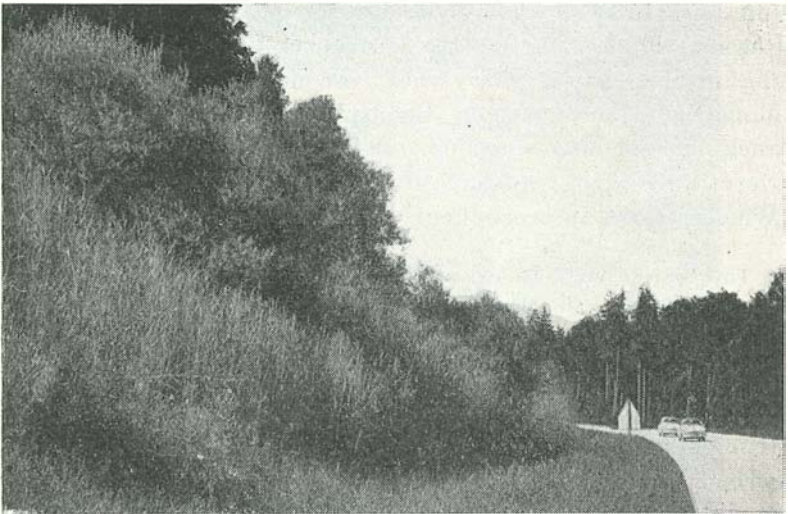


Abb. 156: Durch Humusierung einer Böschung entstandener Schilfbestand, weil im Humus Schilfsprößlinge enthalten waren. Autobahn östl. Salzburg.

böschungen sind sehr gut angewachsen und haben sowohl die extreme Hitzewelle vom Juli 1957 als auch schwere Unwetter schadlos überstanden (Abb. 157, 158).

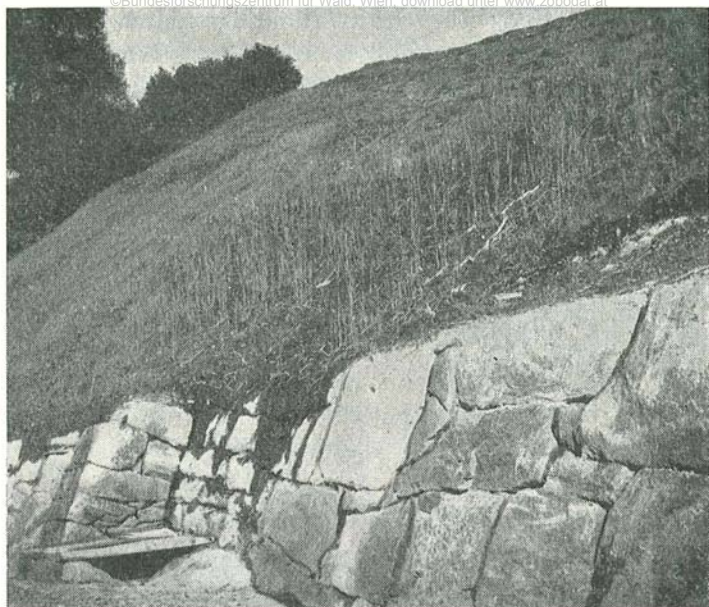


Abb. 157: Einjährige Schilfsodenpflanzung an einer vernässten Straßenböschung.
Götzner Straße bei Innsbruck, 800 m ü. d. M.

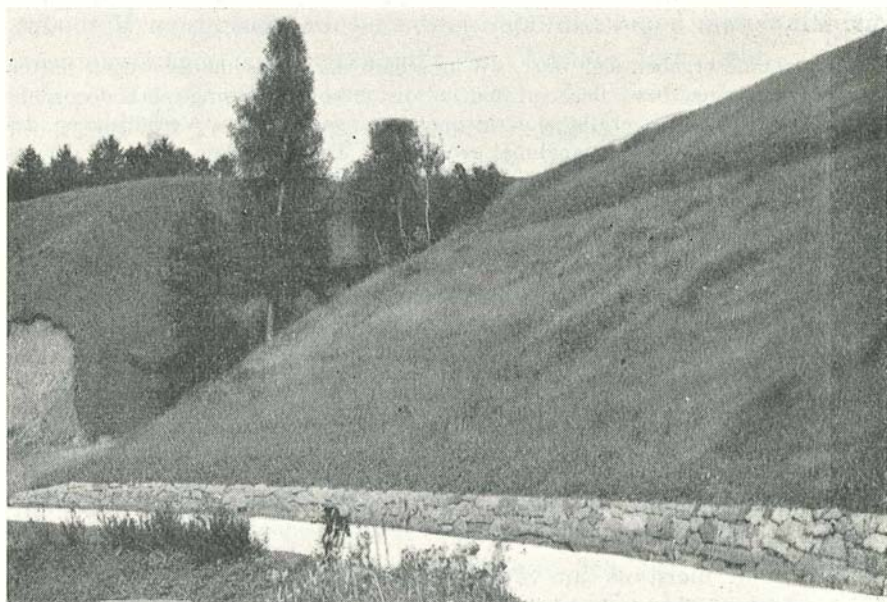


Abb. 158: Einjährige Böschungsbegrünung an der Götzner Straße, in der die
Vernässungsstellen durch Schilfsodenpflanzung gesichert wurden.

Für die Verwendung zur Grünverbauung kommt uns die große ökologische Amplitude des Schilfes zustatten. Weitere begonnene Versuche in Rutschungen bei etwa 1600 m Seehöhe sind noch im Gange, so daß hierüber vorläufig keine Ergebnisse berichtet werden können.

Saaten

Sie können zu den unterschiedlichsten Zwecken innerhalb der Grünverbauung herangezogen werden. Instinktiv wird der Laie in erster Linie an eine Berasung denken; eine solche wird aber selten das erstrebenswerte Ziel auf Rutschhängen sein. Dagegen ist sie mit Erfolg dort anzuwenden, wo eine Dauerwiese als Endziel erwünscht ist, also bei künstlichen Einschnitten ins Wiesen-
gelände, in Lawinzügen, die das Aufkommen eines Hoch- oder Niederwaldes unmöglich machen, oder oberhalb der Wald- und Krummholzregion.

Viel häufiger dienen bei der Grünverbauung Saaten zur vorübergehenden Bindung der Bodenoberfläche, zur Schließung der Lücken zwischen den Buschlagen, Heckenpflanzungen usw., zur Abdeckung des Bodens gegen Schlagregen u. a. und zur Bodenverbesserung (Gründüngung).

Dementsprechend scheidet die Vollsaat in den meisten Fällen aus. Plätzeaat und Streifensaat sind die günstigsten Methoden.

Ausnahmen ergeben sich dort, wo innerhalb der Rutschhänge wegen harten oder sogar felsigen bzw. flachen Bodens die Stabilbegrünungsmethoden nicht anwendbar sind. Dies ergibt sich je nach den geologischen Verhältnissen des öfteren, manchmal klein-, manchmal großflächig. Diese Flecken sind von der raschen künstlichen Bewaldung oder Bebuschung schon vom rein Methodischen her ausgeschlossen, so daß dort die Berasung in Form einer Vollsaat die geeignetste biologische Bodensicherung ist. Auf solchen größeren Flächen müssen andere Methoden angewandt werden als bei Plätze- und Streifensaat, um den Keimlingen über das erste Anfangsstadium hinwegzuhelfen (siehe Saatmethoden Seite 214 ff.).

KRAEBEL 1936 sät die Samen von Gräsern und Stauden in 4 bis 5 inches = 10 bis 12,5 cm breiten Streifen zwischen die „brush wattles“, u. zw. 5 bis 10 inches = 12,5 bis 25 cm von diesen entfernt. Dadurch wird zwar im ersten Jahr noch keine geschlossene Vegetationsdecke erzielt, dafür können sich aber sowohl die brush wattles (oder ihnen entsprechende Bauweisen) als auch die Saaten besser entwickeln.

Ich habe meistens an Stelle einer Streifensaat eine Plätzeaat durchgeführt. In den freien Flächen zwischen den Buschlagen wird ja eine Pionierpflanzung vorgenommen. Da für sie die günstigsten

Stellen auszuwählen sind, wäre eine streifenförmige Saat störend. Die Plätzeaat hat sich sehr gut bewährt, sofern nicht Arten mit allzu intensivem oberflächlichem Wurzelwachstum dazu genommen wurden.

Anfänglich verwendete ich Samenmischungen aus Gräsern und Kleearten, wie sie im Handel als sogenannte „Böschungsrassenmischungen“ erhältlich sind.

Wo diese Saaten sofort nach dem Bau der Buschlagen eingebracht wurden, zeigte sich, daß zwar schon nach der ersten Vegetationsperiode eine geschlossene Vegetationsdecke hergestellt war, daß diese aber nicht als Dauerlösung gelten konnte. In der Stichriepe bei Hochzirl versuchte ich eine Berasung ohne vorherige Stabilbegrünung.

Es entwickelte sich auch tatsächlich eine schöne, dichte Rasendecke trotz des unfruchtbaren Bodens (Hauptdolomitschutt). Doch im kommenden Frühling brach die ganze Rasendecke wegen ihrer dichten flachen Bewurzelung und ihres ungestuften Wurzelhorizontes in ganzen Platten ab und war praktisch zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode zerstört.

Wo die Saat im ersten oder zweiten Jahr nach Ausführung von „Stabilbegrünungen“ erfolgte, zeigte sich, daß die Gräser infolge des intensiven, verdämmend wirkenden Wurzelsystems die Zuwachseleistung der Weiden beeinträchtigten. Die Weiden wurden chlorotisch und kümmernten in der Folge. Dies zeigte sich besonders auf den Dolomitbläiken aber auch auf dichten Böden (Geroldsbach), wogegen die einzig wohlgelungene Begrünung mit Buschlagen und Böschungsrassenmischungen im Quarzphyllit bei Wattens liegt (Abb. 12). Es mögen für die Wachstumsbeeinträchtigung der Weiden durch Grassaat einerseits die Verdämmung (Sauerstoffmangel), anderseits wohl auch Konkurrenz durch Entzug von Wasser und Nährstoffen eine Rolle spielen.

Ähnliche, noch viel krassere Erfahrungen mußte ich machen, als ich in einer bestehenden Rasendecke in der Telfser Au auf Dämmen Weidenstecklinge einbrachte. Zu meiner Überraschung trieben von einigen hundert Stecklingen nur etwa ein Dutzend an, die dann auch noch innerhalb des ersten Jahres eingingen. Hier dürfte wohl Ersticken durch Verdämmung den Tod der Stecklinge verursacht haben.

Für die Berasung von steilen Böschungen im Wiesenland ist die verdämmende Wirkung der Gräser vorteilhaft auszunützen, weil anfangs stabile Weidenbauten nötig sind, die durch die Berasung von selbst wieder ausgeschieden werden, wenn ihre Aufgabe erfüllt ist.

Nach diesen Erfahrungen verzichtete ich bei den käuflichen Saatgutarten auf die Gräser und säte nur mehr Leguminosensamen aus. (*Lotus corniculatus*, *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium hybridum*,

Onobrychis sativa, *Medicago falcata*, *lupulina*, *sativa*, *Trifolium repens* und *pratense*.)

Je nach der Lage der Baustelle mischte ich diese Arten in verschiedenen Mengenverhältnissen.

Bei Verwendung dieser selbst hergestellten Mischungen blieben die Kümmerungserscheinungen bei den Weiden aus und es entwickelten sich saftgrüne Flecken eines dichten Bewuchses, in denen eine spätere Aufforstung leicht möglich war. Besonders *Trifolium hybridum* hat sich selbst noch in 1500 m Seehöhe schon im zweiten Jahr so stark entwickelt, daß seine Triebe fast einen halben Meter hoch waren und unzählige Blüten trugen.

Die Verwendung fertiger Rasenmischungen ist also zu beschränken, da sie stets Samen solcher Pflanzen enthalten, welche das Aufkommen wertvollerer Arten hemmen. Auch ist das Beimischen ganz fremder Pflanzenarten wie Lupine, Robinie und Ginster in den Alpenländern unnötig.

Die aufzuwendende Samenmenge muß für die Berasung schwieriger Böschungen immer ein Vielfaches der für die Berasung im normalen Kulturland erforderlichen Menge betragen. Im allgemeinen rechnet man mit 200 bis 400 kg Saatgut je Hektar = 2 bis 4 dkg je Quadratmeter.

Das Ausbreiten ganzer Zweige samt den Fruchtständen verbessert gleichzeitig das Kleinklima und verhindert die Bodenerosion durch Wind. Bei der Befestigung des großen Wanderdünengebietes südlich von Kap Sim an der marokkanischen Küste bewährte sich dieses Verfahren bestens (BRAUN-BLANQUET 1951).

Eine ähnliche Methode, die Heublumensaat wird von den meisten Autoren älterer Wildbachverbauungsliteratur beschrieben.

Die Reste der Heustöcke in den Städeln oder unter „Pillern“ in der Umgebung der Baustellen werden zu diesem Zwecke gesammelt. Sie bestehen zu einem großen Teile aus den Samen der dort wachsenden Pflanzen. Diese sind aber keineswegs alle für die Aussaat auf Schotterböden geeignet, weil sie von ausgereiften Sukzessionsstadien stammen.

Im Futterbau wird Heublumensaat abgelehnt, da wertlose, gleichzeitig fruchtende Arten miterfaßt werden (KLAPP 1938).

Großartige Erfolge mit Heublumensaat hat V. PRAXL 1954 bei der Verbauung der riesigen Anbrüche im Gallinabache bei Feldkirch errungen. Es wurde eine Sammelaktion durch die Landschulen ins Leben gerufen, welche aus dem ganzen Lande in drei Jahren zirka 75.000 kg Heublumen aufbrachte. Für ein Kilogramm wurde 1 Schil-

ling bezahlt. Praxl ließ sie nach ausgiebigem Mischen (die Qualität der Heublumen war sehr unterschiedlich) in zirka 5 bis 10 cm dicken Schichten zwischen die bereits bestehenden Buschlagen auf der Blaike flächig auftragen. Das Ergebnis war durchschlagend, wie das Lichtbild der ein- bis zweijährigen Heublumensaat im Filpittertobel zeigt (Abb. 124). Der auffallendste Erfolg war die Erzielung einer geschlossenen Vegetationsdecke schon im ersten Jahre. Lücken blieben nur an sehr grobsteinigen Stellen (Abb. 159) und an einigen kleineren Flecken, wo durch die sonst wirkungsvolle Kopfdüngung infolge zu hoher Konzentration die Keimlinge zerstört worden waren (Abb. 160).



Abb. 159: Einjährige Heublumensaat in der Gallina, Vorarlberg.

Dieser enorme Erfolg einer Heublumensaat darf nicht übersehen werden. Selbst wenn die Pflanzen schon nach einigen Jahren wieder ausscheiden sollten, kann die Zeit bis dahin zu einer völligen Konsolidierung der Verhältnisse genügen.

A. SEIFERT 1941 schildert hervorragende Erfolge mittels Heublumensaat bei der Begrünung von Autobahnböschungen.

Wo die Saaten bei der Blaikensbegrünung innerhalb der Waldregion nicht ein Dauerrasen werden, sondern der Standortverbesserung dienen sollen, sind sie als Vorbau für eine spätere Aufforstung zu werten. Es ist deshalb oft gar nicht erwünscht, ausdauernde Pflanzen-



Abb. 160: Heublumensaat durch zu hohe Düngerkonzentration abgestorben.

arten hochzuziehen, sondern günstiger, wenn diese Vorbaupflanzen durch die später eingebrachten Aufforstungskulturen unterdrückt und verdrängt werden. In günstigen Lagen genügt es, wenn diese Gräser und Stauden zwei bis drei Jahre erhalten bleiben. Darum erübrigt sich dort die Artenwahl nach soziologischen Gesichtspunkten und dies ist auch der Grund, weshalb selbst dem Anbau von Annuellen in Einzelfällen Erfolg beschieden waren.

So empfiehlt schon WANG 1902 die Aussaat von Hafer und Waldstaudekorn. In der Tat festigen derartige Saaten durch die rasche und intensive Durchwurzelung der Bodenoberfläche außerordentlich und die abgestorbenen Pflanzen verändern die Bodenstruktur in kurzer Zeit. PRAXL 1954 rät sogar zur Saat von Lupine, Winterroggen, Topinambur usw., „also Pflanzen, die lediglich dazu bestimmt sind, nach kurzer Lebenszeit eine möglichst große Menge verwesender Pflanzensubstanz zur Humusbildung zurückzulassen“. Dieser Meinung kann ich mich jedoch nicht völlig anschließen und ich ziehe die billigeren Dauerriesen-Böschungsrassenmischungen den Einjährigen vor.

In höheren Lagen, etwa ab 1500 m, genügen solche Saaten auf keinen Fall und es müssen Pflanzen zur Aussaat gelangen, die mindestens drei bis fünf Jahre, besser noch länger erhalten bleiben. Jedenfalls ist es

immer leichter, Pflanzenarten wieder auszuschneiden oder abzuscheln als eine Dauergesellschaft auf Blaiken heranzuziehen. Das Wachstum ist in dieser Höhe viel geringer und es muß immer mit teilweisen Fehlschlägen gerechnet werden. In solchen Fällen müßte, wenn die kurzlebigen Vorbaugesellschaften schon eingegangen sind, mit der ganzen Begrünung wieder von vorne begonnen werden. In höheren Lagen ist deshalb die Auswahl der für Vorbausaaten in Frage kommenden Pflanzenarten sehr gut zu überlegen. Die Leguminosen werden dabei stets von besonderem Werte sein, weil sie ein extensives Wurzelsystem ausbilden und in hohem Maße zur Bodenentwicklung beitragen.

Ein wesentlicher Vorteil der Leguminosen ist ferner, daß sie zu den besten einheimischen Bienen-trachtpflanzen gehören. Schwedenklee und Esparsette werden allgemein von den Imkern angebaut. Da die Saaten auf den Blaiken im Gegensatz zu den Wiesen nicht gemäht werden, entsteht dadurch den nahegelegenen Imkereien eine spürbare Trachtverbesserung in einer sonst blütenarmen Jahreszeit. *Trifolium hybridum* blüht z. B. vom Mai bis zu den ersten Frösten. Die Bienenweide fügt den Grünverbauungen nicht nur keinen Schaden zu, wie es die anderen landwirtschaftlichen Nutzungsformen tun, sondern bringt sogar durch die Befruchtung der Pflanzen Nutzen! Damit ist die Bienenweide die einzige Nutzungsform, welche schon in den ersten Jahren einer Grünverbauung auf diese begründet sein kann (SCHIECHTL 1953 und 1954).

Die bodenverbessernde Wirkung der Leguminosen durch Stickstoffanreicherung ist nach neuesten, noch nicht abgeschlossenen Forschungen nicht vom Vorhandensein von Wurzelknöllchen abhängig (MOSER 1956). Dagegen wird das Wachstum der Leguminosen durch Mykorrhizen ganz wesentlich gefördert. Da diese in den humusarmen Blaiken meist fehlen, ist eine künstliche Impfung nötig. Für die handelsüblichen Leguminosen hat sich das „Legusin“ der betreffenden Art (bei der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, landwirtschaftlich-bakteriologische Versuchsanstalt, Wien II/27, Trunnerstraße 5; 1 kg Legusin je Hektar) bei vielen Grünverbauungen bewährt. Die Pilzkultur wird einfach mit dem Saatgut vermischt und bei feuchtem Wetter ausgesät.

Um vor allem die Bodenbewegung auszuschalten, wurde zur Aussaat von Nadelholzsamen von W. BITTERLICH 1950 die sogenannten „Bitterlich-Hohlstäbe“ entwickelt. Sie sind 25 cm lang, 3 × 3 cm stark und haben eine Bohrung. In diese wird Erde gefüllt und die Samen eingebracht. Die Ergebnisse zeigten sehr bald, daß es nur unvollkommen gelang, die genannte Ursache zu beseitigen. Die Pflöcke wurden durch Kriechschnee zerstört und die Samen häufig durch Schlagregen ausgeschwemmt. Bitterlich hat in der Folge die Hohlstäbe in eine Art Holzschachteln umgewandelt und verwendet sie nicht mehr zur Saat, sondern zur Verschulung von Sämlingen (BITTERLICH 1951—1953).

Als Saatzeit ist vorteilhaft der zeitige Frühling zu wählen, damit die Sämlinge im ersten Jahr stark genug werden, den Winter zu

überstehen. Je höher die Baustelle liegt, umso wichtiger ist die Ausnutzung der ersten Schönwettertage. In Tieflagen ist auf die Spätfröste zu achten, weil die Sämlinge (wenigstens bei den käuflichen Samen) alle mehr oder weniger frostempfindlich sind.

Doch ist die Saat nicht so wie die Vermehrung durch Stecklinge an einen Zeitpunkt gebunden, weil der innere Vegetationsrhythmus im Samen der meisten Stauden kaum zum Ausdruck kommt.

SAATMETHODE.

1. Plätze- oder Streifensaat:

Die Saat wird am besten während oder nach leichtem Regen aufgebracht. Es genügt dann, die Samen einfach möglichst gleichmäßig auszustreuen; die Samenkörner kleben auf dem feuchten Boden an. Sie sollen aus möglichst geringer Entfernung und nicht breitwürfig wie etwa bei der Getreidesaat üblich, gestreut werden, weil sich sonst die Samenkörner nach dem Gewicht sortieren. Die schwereren und runden Samenkörner kollern hinab, bis sie an flacheren Stellen liegenbleiben. Dort kommen dann die Sämlinge zu dicht auf, während gerade die gefährlichen Steilstellen kahl bleiben.

Ganz kleine und leichte Samen werden am besten mit Sand oder trockenem Ton vermischt ausgesät.

Zum Schutze gegen Vogelfraß und zur Verbesserung der kleinklimatischen Verhältnisse habe ich schon vor der Saat in mehreren Fällen mit Erfolg die Hänge mit Ästen von Legföhren, Kiefern und anderen Holzarten, welche die Nadeln längere Zeit behalten, abgedeckt. Damit die Äste nicht abrutschen, durch den Wind verweht oder im Winter über den Hang hinabgerissen werden, ließ ich sie mit dünnem Draht gegenseitig und an einigen Pflöcken befestigen. Die Drähte hielten das Wild und Kleinvieh, welches immer wieder durch die Zäune schlüpft, ab. Der Ausfall an Samen durch Vogelfraß und an Sämlingen durch Vertrocknen war geringer als ohne Abdecken (siehe auch „Mulchen“, Seiten 215 f, 219).

Dies wird klar, wenn man sich vor Augen hält, welche Extreme der Sämling auf der kahlen Blaike vorfindet. Während in der Nacht Temperaturen von 0° C herrschen können, steigen diese am Tage bis 65° C an. H. AULITZKY 1955 hat auf kahlen Flächen bei Obergurgl (2000 m ü. d. M.) in der bodennahen Luftschicht maximal 65° C gemessen. Der bisher bekannte Höchstwert von Bodentemperaturen wurde im Wüstenlaboratorium Tucson/Arizona mit 71,5° C erhoben (GEIGER 1942). NEUBAUER 1952 registrierte in Afghanistan

auf unbewachsenem Kulturboden eines Gebietes, das er selbst mit „eher Wüste als Steppe“ bezeichnet, eine Maximaltemperatur von $60,2^{\circ}\text{C}$. Vergleicht man die von Aulitzky erhobenen Werte mit denen der genannten Wüstengebiete, so erhält man den Eindruck, daß man mit vollem Recht in den alpinen und subalpinen Blaiken von einem Wüstenkleinklima sprechen kann. H. DESING 1953 stellte an der großen Blaike des Geroldsbaches große Unterschiede in der Bodentemperatur zwischen unbewachsenem Boden und dem *Alnetum viridis* fest. Die Extreme waren stets auf freien Hängen erheblich größer.

2. Vollaart:

Ähnliche, noch teurere und wirksamere Vorbereitungsmethoden zur Saat, die eine Verbesserung der klein- und mikroklimatischen Verhältnisse, aber auch einen rein mechanischen Schutz in Form einer Bindung des Saatgutes an den Boden zum Ziele haben, sind in den USA seit den Dreißigerjahren unter dem Namen „Mulchingverfahren“ allgemein eingeführt. Seit etwa 1954 sind überdies neue Verfahren, bei denen man sich einer Kaltasphaltemulsion bedient, zur Berasung von Straßenböschungen im Gebrauch. Diese Verfahren schildert RAEDER-ROITZSCH 1958 eingehend. Sie sind der erste wesentliche Schritt einer brauchbaren Mechanisierung in der Grünverbauung und zweifellos ergäben sich auch in Europa, vor allem bei Gebirgsstraßen, zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Der mit eigens hiefür konstruierten Maschinen oder gewöhnlichen Anhänger-Motorspritzen aufgesprühte Asphaltfilm dient der raschen Bindung von Dünger, Samen und Mulchmaterial (Stroh, Heu, grobes Sägemehl, Hobelspäne usw.). Diese Bindung hält 4—6 Monate an, so daß auf hochgelegenen Baustellen auch ein Schutz der Keimlinge gegen Bodenauffrierungen gegeben ist. Dasselbe ist natürlich auch bei Schlagregen oder anderer mechanischer Beanspruchung der Fall. Nach Angaben des Autors können Böschungen bis zu einer Steilheit von $1 : 0,75$ mit den Asphaltverfahren begrünt werden.

Verwendet werden die üblichen Kaltasphalt-Emulsionen, die aber noch $1 : 1$ mit Wasser zu verdünnen sind. Von dieser verdünnten Emulsion benötigt man einen halben bis einen Liter je Quadratmeter. Je nach Schwierigkeit der Baustelle sind drei Verfahren üblich:

1. Reines Asphaltverfahren:

Bodenvorbereitung in Form einer Profilierung und nachfolgender Oberflächenaufräuhung.

Düngung mit mineralischem Kunstdünger nach vorheriger Bodenuntersuchung, zirka 400 kg je Hektar.

Saat wie üblich, 100—150 kg Klee-Gras-Mischung und zirka 100 kg Hafer.

Besprühen mit Asphalt, bis sich ein zusammenhängender Film bildet, 1 l/m^2 .

Alle genannten Arbeiten werden manuell oder mit kleineren Maschinen durchgeführt.

Bei unmittelbar nach dem Erdbau vorgenommener Begrünung — solange sich der Boden noch nicht gesetzt hat — soll als erster Arbeitsvorgang die Asphalt-schicht aufgetragen werden, auf die, solange sie noch naß ist, gesät wird.

Das reine Asphaltverfahren ist für Frostlagen nicht geeignet!

2. Asphalt-Mulch-Verfahren!

Bodenlockerung wie oben.

Düngung wie oben.

Saat wie oben, danach Aufbringen einer Mulchdecke im Handverfahren, zirka 3—3,5 t je Hektar = 5 cm hoch.

Asphaltsprühung 1 l/m².

3. Vollmechanisiertes Verfahren:

a) Bodenlockerung mit „Klodbuster“, d. i. eine rotierende Schlepppegge, an Traktor oder LKW seitlich angehängt, rauht Böschung von der Straße aus auf, profiliert sie und zerschlägt größere Schollen.

b) „Mulch-Spreader“ = Anhängegerät an LKW. Bläst in einem Arbeitsgang mittels Preßluft Asphalt und Stroh auf die Böschungen. Dabei werden lange Halme vom Windrad zerkleinert. Beim Verlassen der Kanone mischen sich Mulchmaterial und Asphalt, wodurch es beim Auftreffen auf den Boden sofort haften bleibt. Ein halber Liter Asphaltemulsion je Quadratmeter genügt. Bei übersteilen Böschungen zuerst reine Asphaltschicht vorblasen. Bedienung: 1 Richtschütze, 4 Mann zur Beschickung mit Mulchmaterial und Asphalt. 20 bis 25 m hohe Böschungen können beschossen werden.

c) „Hydro-Seeder“, der an einen Tankwagen angehängt ist. Eine von einem Mann bedienbare Saatkanone, die ein Gemisch aus Saatgut und Wasser auf die Mulchdecke sprüht. Sie ist mit einem automatischen Rührwerk versehen.

Leistung: In schwierigem Gelände täglich 3—4 ha, in normalem Gelände bei eingearbeiteter Bedienungsmannschaft bis zu 10 ha täglich.

Kosteneinsparung etwa 25% gegenüber den bisher üblichen händischen Saatmethoden.

Aufforstungen.

Die Aufforstung gehört eigentlich nicht mehr der Grünverbauung an, weil sie erst nach völliger Beruhigung und Festigung des Hanges und nach Bildung einer gewissen Humusmenge begonnen werden kann. Sie dient der künstlichen Überleitung der Grünverbauung in einen Nieder-, Mittel- oder Hochwald.

Die Durchführung der Aufforstung geschieht nach den allgemein bekannten Pflanzmethoden. Da jedoch in den meisten Fällen noch lange nicht die wünschenswerte Bodenreife vorhanden ist, wird möglichst stabilen Pflanzmethoden der Vorzug gegeben, wenngleich sie momentan teurer sind. Hiezu eignen sich vor allem die Lochpflanzungen nach JUGOVIZ (1944), daneben die verschiedenen Arten

der Ballenpflanzungen, wie sie auch im Auslande bei schwierigen Aufforstungen erfolgreich geübt werden. Bei der Lava-Aufforstung in Sizilien und bei der Karstaufforstung in Dalmatien werden die Forstpflanzen als Sämlinge in Blumentöpfe verschult und ein Jahr im Forstgarten stehen gelassen. Dann werden die Pflanzen samt den Wurzelballen aus den Töpfen genommen und ausgepflanzt. Die Wurzeln werden hiebei nicht beschädigt und die Pflanze bekommt bereits eine kleine Menge Humuserde mit. Bei der „Gully“-Aufforstung in den USA und bei den Aufforstungen in den Einzugsgebieten der Wildbäche Südfrankreichs sowie bei schwierigen Lawinenaufforstungen in Tirol und im Schwarzwald ist das Verfahren der Tütenpflanzung üblich, bei dem an Stelle der Blumentöpfe Tüten aus Papier oder dünnen Holzspänen verwendet werden, die im Freiland miteingesetzt werden und bald verrotten. W. BITTERLICH 1952 verschult die einjährigen Sämlinge in Spanschachteln, die dann samt den Pflanzen versetzt werden, welche Methode sich allerdings bisher bei der Wildbach- und Lawinenverbauung in Tirol nicht bewährt hat.

Trotz Verwendung von Ballenpflanzen wird es immer vorteilhaft sein, ein größeres Pflanzloch zu machen und mit herbeigeführter Walderde zu füllen.

Entscheidend ist die Auswahl der Pflanzenarten. Die Schlußgesellschaft soll möglichst ein Mischbestand mehrerer Laub- und Nadelholzarten sein, wobei die Wahl dieser Arten nach den örtlichen Verhältnissen reiflich zu überlegen ist.

Die Frage, wann mit der Aufforstung begonnen werden kann, ist nicht generell zu beantworten. Je tiefer die Blaike liegt und je leichter ihr Boden verwittert, umso früher ist es möglich. Ich habe in Wattens, wo ein Felssturz abgebösch und begrünt wurde, bereits im zweiten Jahr nach der Begrünung mit der Aufforstung von *Betula verrucosa*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia* begonnen. Da der dortige Quarzphyllit rasch verwittert, wurde sogar größtenteils auf Humusbeigaben zur Pflanzung verzichtet. Heute sind die genannten Nadelhölzer nach sieben Vegetationsperioden bis zu 1,30 m hoch. Die Weiden und Erlen der Grünverbauung müssen schon geschnitten werden, um die Lärchen und Kiefern freizustellen (Abb. 161). Die Laubhölzer der Pionierpflanzung ragen größtenteils über die Buschlagen hinaus.

Auch am Reißenden Ranggen, auf der Stichriepe bei Hochzirl, auf der großen Blaike des Geroldsbaches bei Götzens, auf den Brand-

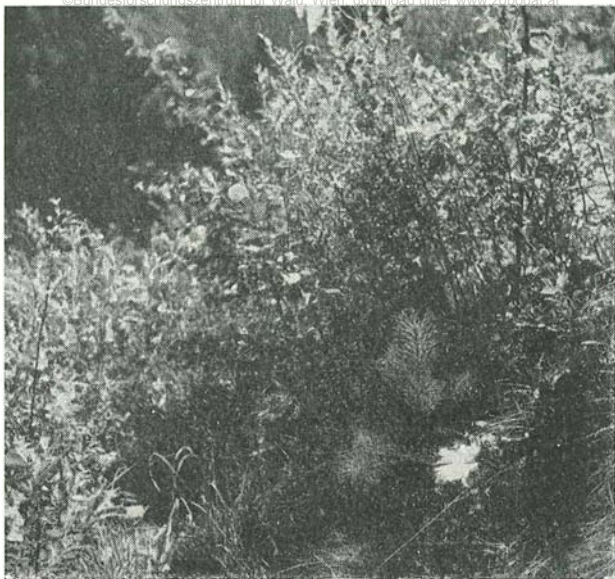


Abb. 161: Die Weiden-Buschlagen müssen zur Freistellung der Aufforstung bereits zurückgeschnitten werden.



Abb. 162: Junge Lärche im Rohboden, Große Blaike des Geroldsbaches, 1500m ü. d. M.

flächen Nederjoch im Stubaitale und Unterangerberg bei Wörgl konnten einzelne Teile der Blaiken schon im zweiten oder dritten Jahre nach der Begrünung aufgeforstet werden, während auf anderen Teilen sogar die stabilen Begrünungstypen noch einer Pflege bedurften.

Zum Anfang werden zweckmäßig weniger humusbedürftige Arten herangezogen. Neben der Weißkiefer ist hiefür die Lärche in höheren Lagen äußerst wertvoll. In vielen Blaiken besiedelt sie spontan die ruhigen Rücken auf fast humusfreiem Boden, am Geroldsbache beobachtete ich kleine Lärchenhorste, die sogar als Erstgesellschaft unter Überspringen der *Hieracium staticifolium* — *Petasites albus* — *Epilobium angustifolium* Gesellschaft und des *Alnetum viridis* aufgekommen sind. Abb. 162 zeigt eine junge Lärche auf dichtem Rohboden der großen Blaike im Geroldsbach. In einem Umkreis von vielen Metern befindet sich keine andere Pflanze.

Die Fichte kann nicht unmittelbar nach der Begrünung aufgeforstet werden und sie sollte mit Ausnahme der „Haselfichte“ sogar in vielen Fällen einige Zeit künstlich unterdrückt werden. Die erste Generation auch der Schlußgesellschaft muß im Sinne der Forstwirtschaft als Vorbau betrachtet und geopfert werden.

Neben der Lehnensicherung und der Materialbindung durch die stabilen Grünverbauungstypen ist die möglichst rasche Schaffung einer Humusdecke notwendig, um einer Dauergesellschaft die Existenz zu ermöglichen. Der einfachste Weg hiezu ist die schon beschriebene Saat von Gründüngungspflanzen, welche durch das Verwesen der abgestorbenen Pflanzenteile humuserzeugend wirkt, und das Verwenden von Pflanzenarten, die durch Mykorrhizen eine Stickstoffanreicherung im Boden bewirken. Es ist naheliegend, auch an eine Düngung der Grünverbauungen zu denken. So wie die Beschaffung von Erde wegen der ungeheuren Mengen, die erforderlich wären, zumeist von vornherein ausscheidet, kann dasselbe fast stets für die Verwendung von animalischem Dünger oder Kompost gelten, es sei denn, daß zufällig in nächster Nähe ein landwirtschaftlicher Betrieb (Almen) größere Mengen hievon überschüssig hat.

Die meisten alpinen Schotterböden sind nährstoffreicher als man es bei oberflächlicher Betrachtung einschätzt. Für die Pionierpflanzen der betreffenden Standorte kann daher in der Regel auf eine Düngung verzichtet werden, zahlreiche Schuttpioniere sind sogar düngerfeindlich! In Zweifelsfällen dient eine Bodenuntersuchung der Feststellung, ob ein Nährstoff in so geringer Menge vorhanden ist, daß seine Zufuhr das Aufkommen der gewünschten Pflanzenarten fördern würde.

Ein hervorragendes Mittel zur raschen Bodenverbesserung ist das Aufbringen von Reisig, Rinden, Bodenstreu, Stroh, Torf und verrotteten Rasenplaggen. In bescheidenen, aber spürbaren Mengen sind diese immer in der Nähe vorhanden. Beim „Mulching“

Verfahren, das bei der Wiederaufforstung der „Gullys“ in den USA geübt wird, rechnet man mit 50 t Streu je Hektar. Solche Mengen sind im Gebirge fast nie aufzutreiben. Man sollte deshalb aber nicht ganz darauf verzichten, denn auch geringe Mengen sind wirksam.

Humusierungen können nur auf kleinen Flächen durchgeführt werden; am ehesten bei Böschungen in Einschnitten, wo Humus und Erde vor dem Bau abzutragen und gesondert zu lagern sind (bei Straßen- und Bahnbauten). Es ist aber nicht gleichgültig, woher der Humus stammt. Moorhumus, Torfmuß und Torfstreu ergeben saure Böden, weshalb sie am besten mit schwerer, toniger Erde vermischt werden. Aus Gartenkompost keimen häufig Unkräuter (Melde, Disteln, Brennesseln, Hohlzahn u. a.), die das Aufkommen der eigentlichen Begrünungspflanzen hemmen. Wald- und Heidehumus sind am besten geeignet.

Die Lagerung des Humus zwischen Abtrag und Verwendung darf nicht in hohen Haufen erfolgen und nicht zu lange dauern, weil dadurch die darin enthaltenen Lebewesen absterben, was einer Entwertung gleichkommt (besonders bei Humus, der auf Hauptdolomit oder Kalk gewachsen ist).

Düngung mit mineralischen Kunstdüngern soll nicht zu früh durchgeführt werden.

Ich habe sowohl auf der Stichriepe bei Hochzirl als auch auf der großen Blaike des Geroldsbaches gemeinsam mit I. RASCHENDORFER eine Düngung mit

1. Kalkammonsalpeter (20,5%, N, 33–40% CaCO_3),
2. Superphosphat (16–20% P_2O_5),
3. Kalidüngesalz (38–42% K_2O),
4. Mischkalk 1 : 1 (75% CaO , davon die Hälfte CaCO_3),

5. Volldüngung (Superphosphat + Kalkammonsalpeter + Kalidüngesalz = 150 : 300 : 150 kg/Hektar, auf die zweijährige Begrünung aufgebracht. Bei beiden Baustellen waren schon einige Zentimeter Humus durch die Begrünung gebildet worden. Auf der Stichriepe blieb die Wirkung fast völlig aus. Offenbar wurde der Dünger in den Hauptdolomit-Schotter abgeschwemmt. Auf der großen Blaike des Geroldsbaches dagegen, wo dichter Boden vorherrscht (Untermoräne), war ein Erfolg an der dunkelgrünen Verfärbung und am verstärkten Zuwachs der Saaten zwar sichtbar, aber die einzelnen Versuchsrechtecke konnten nicht mehr genau unterschieden werden, denn auch hier war der Dünger wegen der steilen Lage abgeschwemmt worden, aber nicht in die Tiefe wie bei der Stichriepe, sondern oberflächlich. Nach diesen Ergebnissen ließ I. RASCHENDORFER auf der Stichriepe in einer 1 Ar großen Probefläche 100 kg Vollhumon Linz auftragen und auf dieses 3,5 kg Superphosphat (18% P_2O_5) und 3 kg Kali (28% K_2O) ausstreuen. Auf dieser Fläche war schon nach einigen Monaten eine Wirkung deutlich sichtbar, u. zw. nicht nur in Form dunklerer Blattfärbung, sondern auch als erhebliche Zuwachssteigerung bei *Alnus incana*, *Salix purpurea*, *Trifolium hybridum*, *Lotus corniculatus*, *Onobrychis*, *Trifolium repens*.

Ähnlich wirkte auch die Düngung der Grünverbauung im Gallinabach bei Feldkirch (Abb. 124), wo auf die zirka 10 cm dick aufgetragenen Heublumen Blaukorn und Grünkorn Hoechst flüssig gedüngt wurde (nach mündlicher Mitteilung V. PRAXLS). Der Erfolg war durchschlagend (Abb. 159), nur an wenigen kleinen Flecken waren durch zu hohe Konzentration Ausfälle zu verzeichnen (Abb. 160).

Aus diesen Versuchen glaube ich folgendes schließen zu dürfen:

1. Kunstdünger sollte erst angewendet werden, wenn eine entsprechende Humusschicht gebildet ist, die ihn zu binden vermag.
2. Auf dichten Böden ist eher ein Erfolg zu erwarten als auf schottrigen, durchlässigen Böden.

Für die Aufforstung nach Grünverbauungen wird die Verwendung von Kunstdüngern in der Regel wirtschaftlich sein, obwohl sie von den Forstleuten im Wirtschaftswald im allgemeinen als zu teuer abgelehnt wird.

Ausgedehnte Versuche innerhalb der Lawinenaufforstung in Nordtirol sind im Gange. Startdünger (Vollhumon Linz, je Pflanzloch 1 Hand voll; Blaukorn Hoechst 4 dkg je Pflanzloch) haben sich bereits bewährt.

Die hochwertigsten Volldünger werden sich letzten Endes als die rationellsten erweisen, da die endgültigen Kosten einer Düngung durch Transport und Arbeit mehr als durch den Kaufpreis beeinflußt werden.

Von hervorragender Bedeutung ist die künstliche Impfung der Forstpflanzen mit ihren Mykorrhizen. Nadelhölzer, die mit ihren Symbionten leben, können nicht nur die dreifache Nahrungsmenge aufnehmen als mykorrhizenfreie Pflanzen, sondern sie bilden überhaupt eine längere und stärker verzweigte Wurzel aus, so daß sie schon deshalb besser für den Existenzkampf gerüstet sind (MOSER 1951, 1956). MELIN und seiner Schule 1950—1953 gelang der Nachweis, daß Stickstoff- und Phosphorverbindungen zwar nicht ausschließlich über den Pilz, über diesen aber wesentlich verstärkt aufgenommen werden.

Mit Mykorrhizen geimpfte Pflanzen sind nach MOSER 1956 frosthärter als ungeimpfte. Ihm gelang es auch, wichtige Mykorrhizenpilze zu isolieren und zu kultivieren. Er hat auch bereits Impfungen nach verschiedenen Methoden durchgeführt und arbeitet an der unmittelbaren Verwendbarkeit seiner Methode für die Praxis im großen Stil. So lange diese künstliche Impfung nicht anwendbar ist, kann durch die Beigabe von Walderde wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit der Kontakt von Holzpflanzen mit ihren Symbionten

hergestellt werden. Dr. LEWISOHN vom Bedford-College/London führte Reinkulturimpfungen auf Birkenlaubstreu durch und erreichte damit bei Birken etwa doppelte Wuchshöhen (MOSER 1956).

III. WEITERENTWICKLUNG DER GRÜNVERBAUUNG.

Es genügt keineswegs, wie es bisher fast ausschließlich geübt wurde, sich mit den Erfolgen der ersten Jahre zufrieden zu geben. Wenn auch mit der Begründung einer geschlossenen Vegetationsdecke die schwierigste Etappe erreicht ist, so kann doch bei mangelnder weiterer Betreuung wieder der vor Beginn der Grünverbauung herrschende Zustand eintreten.

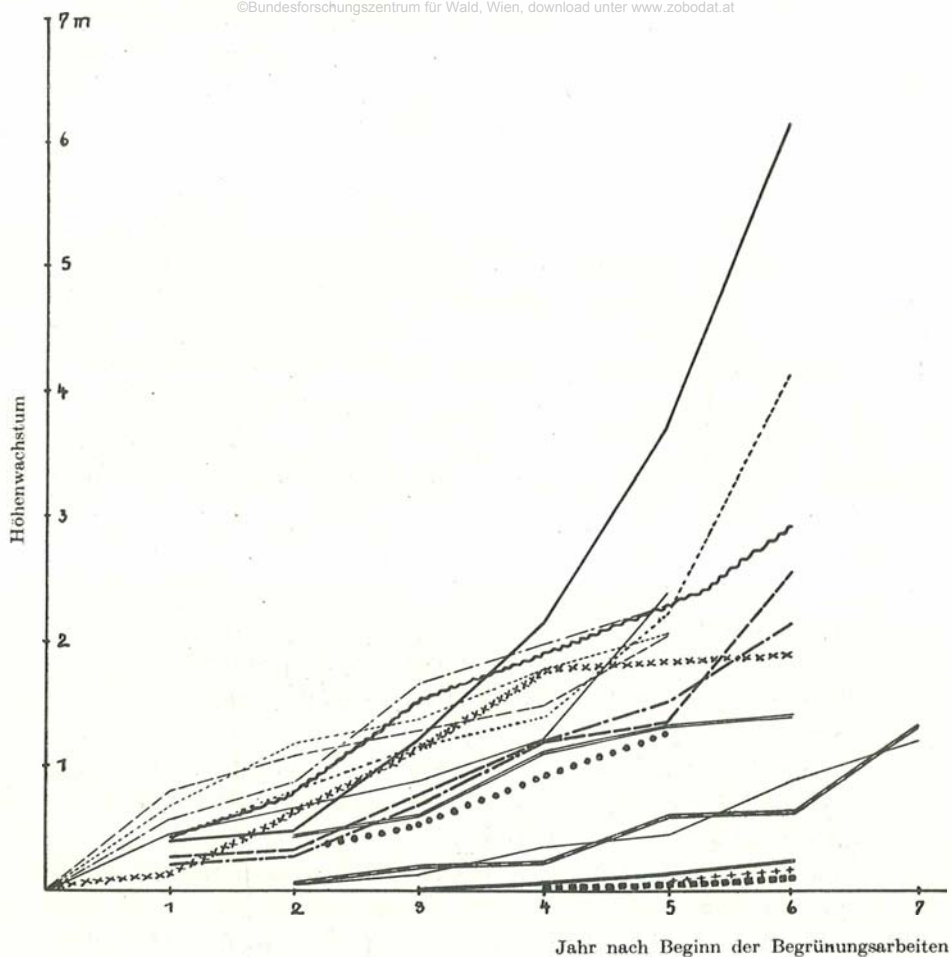
Deshalb sind bei jeder Grünverbauung laufende Pflegemaßnahmen erforderlich. Sie müssen umso intensiver sein, je extremer die Existenzbedingungen auf der Begrünungsfläche sind und je höher sie gelegen ist. Auch kleinste, neu entstandene Erosionsrinnen sind laufend auszubessern und neu zu begrünen. Saaten, Stabilbegrünungen, Pflanzung und Aufforstung sind bei Ausfall sofort zu komplettieren.

Die Weißerlen müssen auf den Stock gesetzt werden, um sie dadurch künstlich zu verjüngen, sofern sie nicht durch andere Vorkulturen oder sogar durch die Schlußkultur abgelöst werden. Der Zeitpunkt für diese Verjüngung darf nicht zu spät gewählt werden, weil bei *Alnus* die Ausschlagfähigkeit im Alter (besonders ab 40 Jahren) sehr rasch abnimmt.

Zu dichte Pionierbegrünungen, Vorwüchse oder Grünsaaten müssen ausgelichtet oder gestutzt werden, wenn sie die höherwertigen Kulturen zu konkurrieren beginnen (Abb. 161, 163). Die ausgeschnittenen Triebe werden anfangs als Deckmaterial verwendet, später können sie als Brenn- oder Schleifholz Nutzung finden.

Die Aufforstung ist nachzubessern und in der Folge zu durchforsten.

Bei Fugenbepflanzung bzw. Uferbegrünungen mit Weiden ist eine Pflege insofern notwendig, daß ein Überaltern der Bestände durch Stummelung in gewissen, der Höhenlage angepaßten Zeiträumen verhindert werden muß. Bei dieser Gelegenheit müssen, wenn die *Saliceta* als Dauergesellschaft erhalten bleiben sollen (manchmal wegen der Elastizität der Weiden sehr vorteilhaft), auch von Erlen, Pappeln, Kiefern usw. gesäubert werden, um zu verhindern, daß die Weidengesellschaft in *Alneta* und später in *Pineta* oder *Piceeta* im Wege der natürlichen Sukzession übergeführt werden.



Buschlagen:

- Salix nigricans
- Salix purpurea
- Salix Russeliana
- Salix triandra
- xxxxxx Rubus idaeus

Pionierpflanzung:

- Populus nigra
- Alnus incana
- Salix caprea
- Sorbus aucuparia
- Alnus viridis
- ~~~~~ Sambucus nigra

Aufforstung:

- Betula verrucosa
- Larix europaea
- Pinus silvestris

Natürlicher Anflug:

- Pinus silvestris
- ■ ■ ■ Larix europaea
- +++++ Picea excelsa

Abb. 163: Wuchsgeschwindigkeit bei einer abgeschlossenen Grünverbauung (Felssturz Wattens, 580 m ü. d. M.).

Diese Pflegemaßnahmen können praktisch kostenlos durchgeführt werden, da sie einer Nutzung auf Weidenruten (Korbflechtei) bzw. Brennholz gleichkommen. Interessenten für solche Nutzung finden sich überall leicht, nur ist Beaufsichtigung der Arbeitsweisen hiezu erforderlich.

Böschungen an Bahn- und Straßenkörpern verlangen an gewissen Stellen besondere Behandlung; so muß z. B. die freie Sicht an Kurven erhalten bleiben. Auf solche Bedürfnisse ist von vornherein Bedacht zu nehmen. Die Betreuung und Kontrolle der Begrünungsflächen obliegt dort sinngemäß den Straßen- und Bahnmeistern. Soweit die Flächen in öffentlichem Besitze sind, ist ihre Bewirtschaftung und Betreuung überhaupt wesentlich einfacher als bei Privatbesitz.

Im Gegensatz zu den technischen Verbauungen werden die erforderlichen Pflegemaßnahmen immer geringer, der Erfolg mit zunehmendem Alter vollkommener.

Als abgeschlossen und gelungen darf eine Grünverbauung erst dann betrachtet werden, wenn

1. Maßnahmen getroffen wurden, die das Einwirken derjenigen Kräfte für alle Zeiten unterbinden, welche seinerzeit zur Entblößung und Abrutschung des Hanges geführt haben.
2. Wenn eine geschlossene Vegetationsdecke geschaffen wurde, die $\pm$ als Dauergesellschaft gewertet werden kann. Das kann die natürliche Klimax-Gesellschaft oder eine durch einfache Mittel erzielbare künstlich gesteuerte Vegetation sein, die sich bei Anwendung billiger forstlicher Maßnahmen natürlich verjüngen muß.

Solche $\pm$ künstliche Endgesellschaften können Zwischenglieder zur Klimaxgesellschaft sein.

3. Wenn aus dem ursprünglichen Rohboden durch die neu begründete Vegetation wieder ein natürlich wachsender Humusboden entstanden ist.
4. Wenn auf gesetzlichem Weg Maßnahmen getroffen wurden, die auch in Zukunft die richtige Bewirtschaftung der begrünten Flächen sicherstellen.

Im einzelnen sieht das folgendermaßen aus:

Ad 1. Betrifft Vorarbeiten rein technischer Natur. Selbstverständlich ist für eine dauernd wirksame Sicherung des Böschungsfußes, Sohlensicherung, Entwässerung oder Umleitung des Wasserlaufes zur dauernden Verhinderung neuerlicher Erosion zu sorgen.

Ad 2. Genau wie die technischen Vorarbeiten müssen die Begrünungsmethoden und die hiezu benötigten Pflanzenarten (=Baumaterial) schon im Projekte vor Baubeginn festgelegt werden. Schließlich muß man sich auch von Anfang an Gedanken darüber machen, welche Endgesellschaft die erstrebenswerteste ist und wie diese möglichst bald erreicht werden kann.

Das erste Ziel ist zweifellos die Begründung einer geschlossenen Vegetationsdecke. Sie kann unter Umständen auch schon die Schlußgesellschaft sein, z. B. bei einer Berasung. In der Regel ist eine Berasung aber nur bei kleinflächigen Böschungen, etwa an Straßen- und Bahnkörpern erstrebenswert, wogegen sie bei der Begrünung von Rutschhängen fast nie den Bedürfnissen entspricht.

Dort ist es fast immer notwendig, mit einer Stabilbauweise (Buschlagen, Heckenpflanzung usw.) zu beginnen. Daraus muß dann möglichst rasch im Sinne der normalen Sukzession getrachtet werden, einen Übergang zur vorteilhaftesten Schlußgesellschaft zu finden.

Die erwähnte Begrünung des Felssturzes Wattens ist hiefür ein gutes Beispiel; dort ist dieser Übergang in besonders kurzer Zeit erfolgt.

Die Buschlagen aus Weiden (*Salix nigricans*, *purpurea*, *Russeliana* und *triandra*) wurden im Herbst gebaut und schon nach einer Vegetationsperiode eine Pionierpflanzung mit Wildlingen aus der Umgebung (*Alnus incana* und *viridis*, *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*, *Sambucus nigra*, *Populus nigra*) vorgenommen (Abb. 163).

Zwei Vegetationsperioden nach Baubeginn forstete ich versuchsweise mit Birke, Lärche und Weißkiefer auf.

Den anfänglichen Vorsprung der Buschlagen holten Holunder, Schwarzpappel, Grauerle, Salweide und Eberesche bald auf, nur die Grünerle blieb zurück. Lärche und Weißkiefer erreichten nach fünf Vegetationsperioden, — also im siebenten Jahr nach Beginn der Arbeiten —, durchschnittliche Wuchshöhen von 1,20 bzw. 1,30 m und werden in ein bis zwei Jahren im Kronenschluß stehen (Abb. 164).

Die Buschlagen mußten zweimal geschnitten werden, um der Aufforstung Licht und Luft zu verschaffen.

Durch das Zurückschneiden der Weiden setzte sogar schon eine natürliche Verjüngung von Lärche, Kiefer und Fichte aus der Umgebung ein; deren Zuwachsleistung blieb jedoch bisher wesentlich hinter der künstlichen Aufforstung zurück.

Auch auf wesentlich schlechteren Böden und in größeren Höhenlagen wird bei richtiger Erstkultur so viel Humus gebildet, daß nach wenigen Jahren entweder eine Zwischenkultur oder sogar schon die Endgesellschaft künstlich eingebracht werden kann (Beispiel: Stichriepe bei Hochzirl, Abb. 105).

Im Laufe der Zeit setzt auch bei nur teilweise gelungenen oder falsch angegangenen Grünverbauungen die natürliche Sukzession ein, doch verstreichen bis dahin viele Jahre eines mehr oder minder labilen



Abb. 164: 6jährige Aufforstung von Kiefer, Lärche, Birke, Aspe in einer Grünverbauung (Rutschung Wattens, 580m ü. d. M.).

Zustandes, in denen durch die Witterungsungunst allein der ganze bisherige Erfolg wieder zunichte gemacht werden kann.

Als ein derartiges Beispiel möchte ich die vor etwa 30 Jahren durchgeführten Begrünungen von Teilhängen in der Gallina bei Feldkirch anführen.

Damals wurde hauptsächlich mit Grauerlen gearbeitet. Man verwendete größtenteils ungeeignete Provenienzen aus dem Flachlande und wählte sogar stellenweise Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) statt der Grauerlen, so daß die Kulturen bald zu kümmern begannen. Immerhin haben sie aber im Verein mit umfangreichen technischen Verbauungen genügt, auf weiten Hangpartien soweit zu deren Beruhigung beizutragen, daß sich die verschiedensten Pflanzen aus der Umgebung ansiedeln konnten. Heute zeigt sich folgendes Bild: Die Erlen sind zum Teil abgestorben, zirka 1,5 m—4,0 m hoch. Dazwischen siedelte sich eine Vegetation mit zirka 70—100% Deckung und folgender Zusammensetzung an:

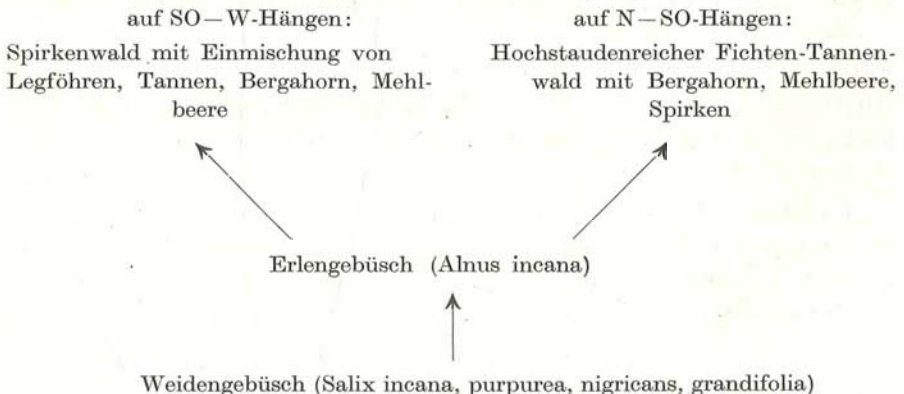
<i>Picea excelsa</i> , zirka 15jährig	60 cm hoch
<i>Picea excelsa</i> , zirka 7—10jährig	30—40 cm hoch
<i>Picea excelsa</i> , zirka 4—5jährig	10—15 cm hoch
<i>Picea excelsa</i> , zirka 2jährig	4—6 cm hoch
<i>Abies alba</i> zirka 4—5jährig	10—15 cm hoch
<i>Abies alba</i> zirka 2jährig	4—6 cm hoch
<i>Pinus uncinata</i> 5—10jährig	20—40 cm hoch

<i>Acer pseudoplatanus</i>	}	50—100 cm hoch
<i>Betula verrucosa</i>		
<i>Sorbus aria</i>	}	1,0—4,0 m hoch
<i>Salix purpurea</i>		
<i>Salix incana</i>		
<i>Salix nigricans</i>		
<i>Salix grandifolia</i>		
<i>Rubus idaeus</i>		
<i>Petasites paradoxus</i>		
<i>Scabiosa lucida</i>		
<i>Centaurea pseudophrygia</i>		
<i>Carduus defloratus</i>		
<i>Deschampsia caespitosa</i>		
<i>Calamagrostis varia</i>		
<i>Campanula pusilla</i>	}	besonders häufig an noch lückigen Stellen
<i>Saxifraga aizoides</i>		
<i>Valeriana saxatilis</i>		
<i>Aconitum Lycoctonum</i>	}	an Hirschlägern
<i>Aconitum paniculatum</i>		
<i>Polygonatum verticillatum</i>		

Aufschlußreich scheint mir die Altersstufung der Fichten zu sein. Der erste Fichtenanflug erfolgte erst etwa 15 Jahre nach der Erlenbepflanzung. Sie stehen nur vereinzelt, sind für ihr Alter von ausgesprochenem Zwergwuchs, dafür buschig (Abb. 50, 51). Nach diesem ersten Anflug verstrichen fünf Jahre bis zum nächsten. Dafür kamen diesmal mehr Sämlinge auf. In der Folge wurden die Intervalle kürzer und die Individuenzahl größer, was als Beweis gelten kann, daß früher nicht die Samenjahre so selten und die Samenmenge gering, sondern die Oberflächenerosion in der noch lückigen Begrünungsfläche für die zarten Sämlinge zu groß war. Auch die jüngsten stehen nur stellenweise so dicht, daß mit einem Kronenschluß in absehbarer Zeit gerechnet werden kann.

Birken, Mehlbeeren und Spirken halten sich vorwiegend an die Südost- bis Westhänge und -grate, Bergahorn und Tannen mehr an die Mulden der Nord- bis Südost-Hänge.

Es ist folgendes Sukzessionsschema zu erkennen:



Hätte man vor zirka 25 Jahren im Anschluß an die Grünverbauung sofort, dieser Entwicklungsfolge Rechnung tragend, eine Aufforstung mit Bergahorn, Mehlbeeren und den entsprechenden Nadelhölzern durchgeführt, so hätte die Fehlwahl und Fehlprovenienz bei den Erlen bestimmt geringeren Einfluß auf die Weiterentwicklung gehabt und der Hang wäre heute von einem wenigstens mehrere Meter hohen Jungwald bedeckt.

Ad 3.: Für den Wasserrückhalt, das Bremsen der Abflußgeschwindigkeit und die Abdeckung des mineralischen Unterbodens gegen mechanische Schädigungen sowie gegen das Eindringen von Wasser in den Unterboden ist das Vorhandensein einer geschlossenen Humusschicht von allergrößter Wichtigkeit.

Wie lange es dauert, bis auf einem ursprünglich mineralischen Rohboden eine geschlossene Humusschicht von mehreren Zentimetern Mächtigkeit entsteht, ist nicht generell zu sagen, da es von den verschiedensten Umständen, wie Substrat, Höhenlage, verwendeten Kulturmethoden, Pflanzenarten und Dichte der Kulturen abhängig ist. Nach meinen bisherigen Erfahrungen ist eine geschlossene Humusschicht zumindest dann ausgebildet, wenn die nächsthöhere Sukzessionsstufe nach der ersten, künstlich begründeten Pioniervegetation zu einer lückenlosen Vegetationsdecke herangewachsen ist.

In der bereits genannten 30 Jahre zurückliegenden Begrünung im Filprittertobel in der Gallina ist heute noch ein großer Teil der Fläche humuslos oder -arm u. zw. immer an solchen Stellen, wo die Pflanzdichte zu gering war.

Beim Felssturz Wattens hingegen ist dort, wo die Aufforstung mit Lärche, Kiefer, Birken, Eberesche, Eichen und Aspen beinahe im Kronenschluß steht, auch bereits eine geschlossene, zirka 4 cm starke Humusschicht vorhanden, obwohl erst 7 Jahre seit der Einleitung der Begrünungsarbeiten vergangen sind.

Bei der 17jährigen Fugenbepflanzung am Lußbach bei Lermoos war es überhaupt schwer, das unter einer zirka 10 cm mächtigen Humusschicht verborgene Steinpflaster zu finden. Die Weiden (*Salix purpurea*, *incana* und *nigricans*) und die Grauerle erwiesen sich dort als rasch bodenbildende Arten.

Ad 4.: Alle Vorkehrungen und Maßnahmen genügen nicht, wenn sie nicht verwaltungstechnisch durch das die Wirtschaftsform berührende Gesetz für alle Zeiten geregelt werden. So ist es notwendig, die Beweidung dieser Flächen auszuschließen. Sofern es sich um Waldparzellen handelt, ist dies theoretisch a priori der Fall, sobald mit Kulturmaßnahmen begonnen und dies durch Tafeln gekennzeichnet

wird (Hegeregelungsparagraphen des Reichsforstgesetzes). Meist wird sich trotz dieser Bestimmungen ein Zaun in den ersten Jahren als nützlich erweisen.

Die beste, weil dauernde Lösung für die Festlegung eines Weideverbotes ist die Bannlegung der betreffenden Fläche, vorausgesetzt, daß dies zum Schutze dritter Objekte oder darunterliegender Kulturf lächen (auch anderer Wälder) notwendig ist. Die Bannlegung erfolgt nach einer Verhandlung durch die örtliche politische Behörde, wobei Beamte der Bezirksforstinspektion, Wildbach- und Lawinenverbauung und andere als Sachverständige, die Grundbesitzer und Besitzer von Servituten als Betroffene teilnehmen. Die Bannlegungserkenntnis wird nach dem Ergebnis dieser Verhandlung festgelegt, in die Wirtschaftspläne der Forstbehörde aufgenommen und ein eigenes Forstorgan für die Durchführung dieser Vorschriften vereidigt. In Bannwäldern ist von vornherein jede Weide- oder Streunutzung, keineswegs aber die Holznutzung, nach dem Reichsforstgesetz untersagt und es kann auch bei der Verhandlung keine Ausnahme gemacht werden. Durch diese strengen Bestimmungen ist die richtige Behandlung und weitere Betreuung (festgelegte Bewirtschaftung) der betreffenden Flächen auf unbestimmte Zeiten gesichert, ein Grund mehr, diese weitsichtigen Vorschriften des österreichischen Forstgesetzes öfter anzuwenden. Von einigen Gebietsbauleitungen der Wildbach- und Lawinenverbauung ist dies in den vergangenen Jahren auch mit bestem Erfolg praktiziert worden.

Schutzwälder sind nach dem Reichsforstgesetz solche, die zu ihrer eigenen und der Erhaltung des Bodens einer besonderen schonenden Bewirtschaftung bedürfen. Demnach wären alle aus Grünverbauungen entstandenen Wälder Schutzwälder. Eine behördliche Verhandlung wie bei Bannwäldern ist nicht erforderlich. Die Bewirtschaftung wird — den erschwerenden Umständen entsprechend — strenger gehandhabt als im normalen Wirtschaftswald.

Wesentlich schwieriger sind derartige Regelungen in Gebieten, wo der Wildstand (besonders Rot- und Gamswild) die Kulturen gefährdet. Dort müssen chemische Verstärkerungs- oder Verbißmittel angewandt werden, die jedoch nur einige Monate lang wirksam bleiben und deshalb erneuert werden müssen. Einzäunungen gegen Wild haben nur im flachen Terrain Erfolg. Auch akustische Abschreckmittel wirken wegen der raschen Gewöhnung der Tiere nur kurze Zeit. Genügen alle genannten Mittel nicht, so muß ebenfalls der Weg einer juridischen Regelung, etwa in Form einer Abschußerhöhung, beschritten werden.

Die Einhaltung der gesamten Bewirtschaftungsbeschränkungen (Weide, Holz- und Streunutzung) wird am besten durch die Forstorgane (Gemeindewaldaufseher, Förster) beaufsichtigt, weil diese walddpolizeiliche Befugnisse besitzen und auf ihren normalen Dienstgängen immer wieder an den manchmal entlegenen Stellen vorüberkommen.

Es ist klar, daß derartige Einschränkungen auf dem Verwaltungswege viel zusätzliche Arbeit und gewisse Erfahrung fordern, doch ist zu bedenken, daß durch sie erst der Erfolg einer mit hohen Geldsummen durchgeführten langjährigen Arbeit dauernd sichergestellt und unabhängig von personellen Veränderungen gemacht wird.

IV. AUSWAHL DER GEEIGNETSTEN PFLANZMETHODEN FÜR DIE GRÜNVERBAUUNG.

Wie bereits erwähnt, ist in manchen Fällen die richtige Auswahl der Pflanzmethoden entscheidender als die Artenwahl.

Wesentlich erleichtert wird die Auswahl der Pflanzmethoden mit Hilfe einer Typisierung der Blaiken, welche RASCHENDORFER 1957 nach der Pioniervegetation in den Blaiken, der Vegetation in deren Umgebung, den geologischen und Bodenverhältnissen durchgeführt hat.

Sehr vereinfacht unterscheidet RASCHENDORFER:

A. Vorwiegend in den Alpenrandgebieten:

- | | | |
|--------------------|---|--|
| | { | I. Blaiken im Krummholz und in Fichten-Lärchenwäldern der oberen Fichtenstufe |
| „Weidenblaiken“ | | II. Blaiken in Buchen- Tannen-Mischwäldern und Fichtenwäldern der unteren Fichtenstufe |
| „Grauerlenblaiken“ | | III. Blaiken in Erika-Föhrenwäldern |
| | { | IV. Blaiken in Unterhang-Laubmischwäldern |
| B. Vorwiegend in | | den Zentralalpen: |
| | { | V. Blaiken in Fichten-Lärchenwäldern der Fichtenstufe |
| „Grünerlenblaiken“ | | VI. Blaiken in Lärchen-Zirbenwäldern und in der unteren Zwergstrauchstufe |

Diesen möchte ich einige nicht minder wichtige Blaikentypen hinzufügen, u. zw.:

- VII. Blaiken in der Kulturstufe, insbesondere in gedüngten Mähwiesen
- VIII. Blaiken in ungedüngten Magerwiesen der Tal- und Bergstufe (*Bromion erecti*)
- IX. Blaiken der alpinen Grasheiden und der oberen alpinen Zwergstrauchstufe
 - a) Kalkalpen (gedüngte Kunstwiesen, *Seslerio-Semperviretum*, *Firmetum*, *Ericetum*),
 - b) Kristallin der Zentralalpen (Kunstwiesen, *Nardetum*, *Curvuletum*, *Callunetum*).

Besonders aufschlußreich ist die natürliche Pflanzensukzession auf diesen Blaiken. Schematisch dargestellt sieht sie im Einzelnen folgendermaßen aus:

I. Blaiken im Krummholz und in Fichten-Lärchenwäldern der oberen Fichtenstufe.

Sukzessionsschema:

Legföhren — Wimperalpenrosengebüsch (*Pinetum mughi calcicolum*) mit Lärchen- und Fichtenhorsten.

Legföhrenhorste (*Pinus mugo*),
Silberwurz (*Dryas octopetala*) — Erika — Zwergstrauchheide

Weidengesellschaft (*Salicetum mixtum*) mit

Salix purpurea
Salix incana
Salix grandifolia

Salix arbuscula
Salix grandifolia
Salix glabra
Salix incana
Salix purpurea

Salix grandifolia
Salix arbuscula
Salix glabra
Salix (purp. und incana)

Schneepestwurzgesellschaft (*Petasitetum paradoxi*) mit:

Alpenleimkraut
(*Silene infl. ssp. alp.*)
Zweizeilen-Hafergras
(*Trisetum distichophyllum*)

Alpenleimkraut
Strandnelkenblättriges
Habichtskraut
(*Hieracium staticifolium*)

Alpenleimkraut

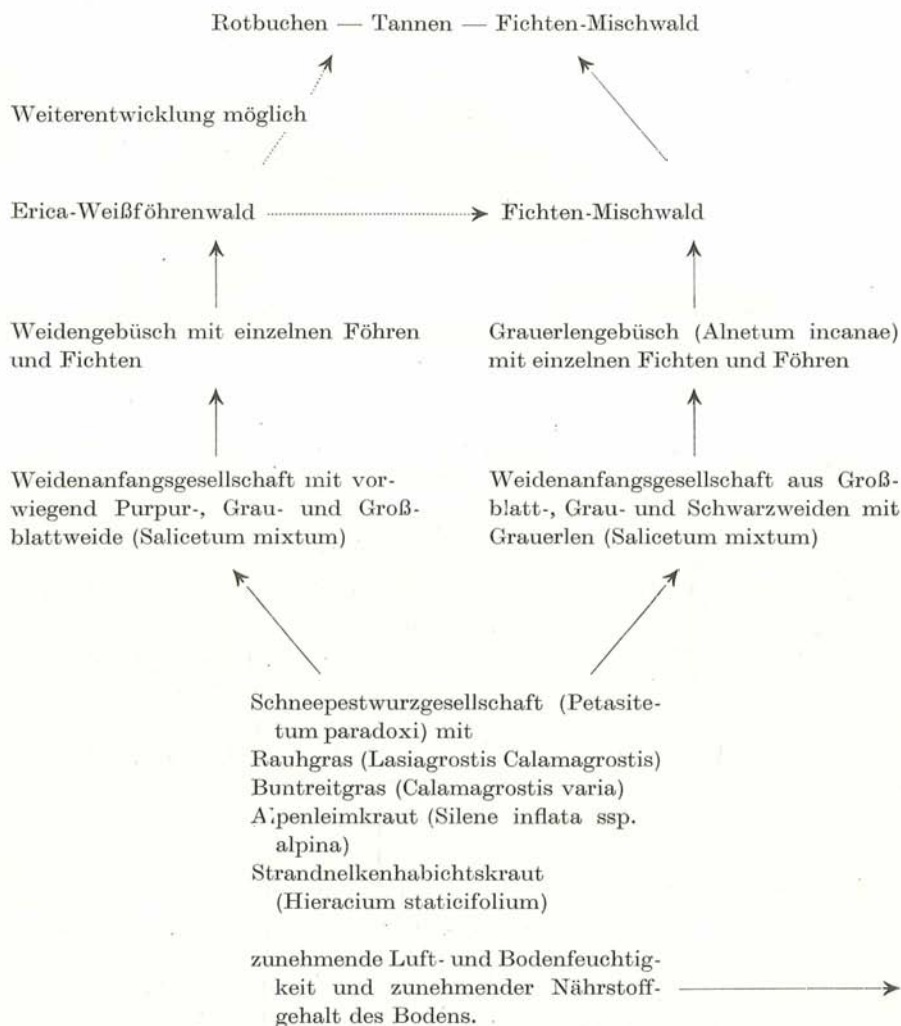
Geringere Feuchtigkeit
und kürzere Schnee-
bedeckungsdauer

höhere Feuchtigkeit und
längere Schnee-
bedeckungsdauer.

Grünverbauungsmethode: Siehe „Weidenblaiken“ Seiten 245 bis 247.

II. Blaiken in Buchen- Tannen-Mischwäldern und Fichtenwäldern der unteren Fichtenstufe.

Sukzessionsschema:



Grünverbauungsmethoden: Siehe „Weidenblaiken“, Seiten 245—247.

Die feuchte Variante über das Grauerlengebüsch siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249.

III. Blaiken im Erika-Föhrenwald.

(= trockenere Variante von Typ II)

Sukzessionsschema:

Erika — Weißföhrenwald

↑
Weidengebüsch (*Salicetum incanae*), vorwiegend mit
Grauweide (*Salix incana*)
Purpurweide (*S. purpurea*)
Großblattweide (*S. grandifolia*)
Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*),

↑
Silber-Rauhgras-Gesellschaft (*Stipetum calamagrostidis*) mit
Buntreitgras (*Calamagrostis varia*)
Blaugras (*Sesleria varia*)
Deutscher Backenklee (*Doryenium germanicum*)
Schwalbenwurz (*Cynanchum vincetoxicum*)
Artemisia campestris, Teucrium montanum und
chamaedris, Thymus serpyllum.

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Weidenblaiken“, Seiten 245—247.

IV a) Dolomit-Altschuttblaiken in Unterhang-Laubmischwäldern

Sukzessionsschema:

Erika-Weißföhrenwald

Unterhang-Laubmischwald

↑
Birken-Zitterpappeln dominierend

↑
Zitterpappeln — Eschen — Bergahorn
dominierend

↙ ↘
Weiden-Grauerlengebüsch (*Salicetum incanae*) mit Grau-, Purpur-, Großblatt- und Schwarzweiden

↑
Schneepestwurzgesellschaft (*Petastetum paradoxi*)

Boden locker, trocken

mit Huflattich
Boden bindig, feucht.

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249; die trockene Variante zum Erika-Weißföhrenwald hin siehe „Weidenblaiken“, Seiten 245—247.

IV b) Feinsandreiche Blaiken im Unterhang-Laubmischwald.

Sukzessionsschema:

Unterhang-Laubmischwald

Eschenreicher Unterhang-Laubmischwald



Hochstaudenreiches Weiden-Erlen-
gebüsch mit *Salix purpurea* und
grandifolia, Grau- und Grünerle
(*Salicetum incanae*) (Alnetum incanae)

Hochstaudengesellschaft (*Adenosty-
letum alliariae*) mit

Rohrreitgras (*Calamagrostis epigeios*)

Weißpestwurz (*P. albus*)
Schneepestwurz (*P. paradoxus*)
Huflattich (*Tussilago farfara*)

trockener

feuchter

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249.

IV c) Kalkarme Schieferblaiken im Unterhang-Laubmischwald.

Sukzessionsschema:

Unterhang-Laubmischwald,
Grauerle vorherrschend
(*Alnetum incanae*)



Zitterpappeln und Birken dominierend



Großblattweiden — Grauerlen — Anfangsstadium
(*Salicetum mixtum*)



Hochstaudengesellschaft (*Adenostyletum alliariae*) mit *Petasites albus*, *Tussilago farfara* und *Deschampsia caespitosa*.

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249.

V. Blaiken in Fichten-Lärchen-Wäldern der Fichtenstufe, vorwiegend im Kristallin der Zentralalpen.

Sukzessionsschema:

Lärchen-Fichten-Wälder



Grau- und Grünerlenbestände mit
Großblattweide und Fichten-
Lärchen-Unterwuchs
(*Alnetum incanae* oder *Alnetum viridis*)



Großblattweiden — Grau- oder Grün-
erlen — Anfangsgesellschaft
(*Salicetum mixtum*)



Schneepestwurzgesellschaft (*Petasi-
tum paradoxii*) mit
Alpenleimkraut (*Silene inflata* ssp. alp.)
Zweizeilen-Hafergras (*Trisetum
distichophyllum*)
Strandnelken-Habichtskraut
(*Hieracium staticifolium*)

Weißpestwurzgesellschaft (*Adeno-
styletum alliariae*) mit
Huflattich (*Tussilago farfara*)
Rasenschmiele (*Deschampsia caespi-
tosa*)

—————> zunehmende Bodenfeuchtigkeit

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249.

VI. a) Kalkschiefer-Blaiken in Lärchen-Zirbenwäldern und in der unteren Zwergstrauchheidenstufe.

Sukzessionsschema:

Lichter Lärchen-Zirbenwald

Zwergstrauchgesellschaft
(*Rhodoreto-Vaccinietum*)

Grünerlen-Krummholz (*Alnetum viridis*) mit Lärchen- und Zirben-Verjüngung

Aufkommende Zwergsträucher
Initialstadium

Aufkommendes Weiden-Grünerlen-
gebüsch (*Salicetum mixtum*) mit
Salix arbuscula ssp. *foetida*,
hastata, *helvetica*, *Hegetschweileri*)

Pioniergesellschaften mit:

Alpenleimkraut (*Silene inflata* ssp.
alpina)
Goldklee (*Trifolium badium*)

Rasenschmiele (*Deschampsia*
caespitosa)

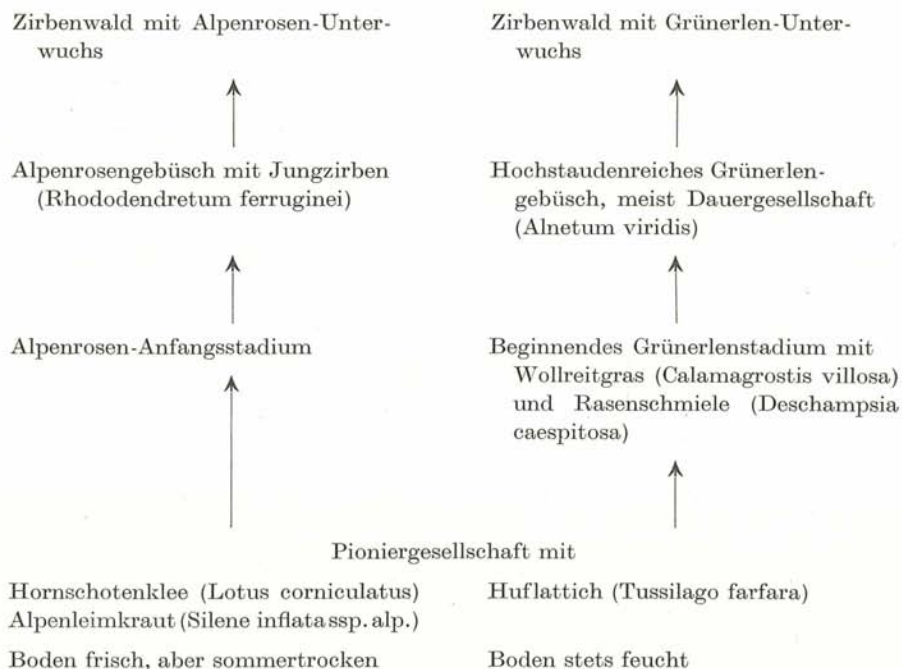
Boden frisch, aber sommertrocken

Boden stets feucht

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249.

VI. b) Kalkarme Altschutt- und Schieferblaiken der Lärchen-Zirbenstufe und der unteren Zwergstrauchheidenstufe

Sukzessionsschema:



Grünverbauungsmethoden: Siehe „Erlenblaiken“, Seiten 248, 249.

VII. Blaiken in der Kulturstufe, insbesondere in gedüngten Mähwiesen.

In Gebieten, in denen die Waldwirtschaft wegen der geologischen Verhältnisse (z. B. im Quarzphyllit, Buntsandstein, Schiefer; in der Innsbrucker Umgebung auf den sogenannten „Seetonen“) oder wegen der Steilheit der Landwirtschaft vorzuziehen wäre oder in solchen Gebieten, in denen die Waldrodung für die agrarische Wirtschaftsweise zur weitgehenden Entfernung der Schutz- und Grenzhecken geführt hat, treten nach sehr schneereichen Spätwintern oder Wintern mit langen Frostperioden bei geringer Schneelage (tiefgründiger Bodenfrost) und nach längeren Niederschlagsperioden im Sommer Rutschungen und Erdschlipfe auf. In den meisten Fällen werden diese Blaiken wegen ihrer unmittelbaren Nachbarschaft zu den Bauernhöfen und ihrer Lage inmitten der landwirtschaftlichen Kulturen und der drohenden Gefahr für Haus und Nutzung von den Bauern selbst sofort

mit einfachen Mitteln gesichert und nach Ausgleichen der Bruchformen und Mulden mit Erde und Stallmist (oftmals auch mit Kartoffelkraut) besät. Hiedurch heilen diese Blaiken bald aus und werden unter Umgehung der gesamten natürlichen Pflanzensukzession innerhalb einer einzigen Vegetationsperiode wieder in den früheren, künstlichen Endzustand übergeführt.

Werden solche sofortigen Maßnahmen versäumt, so kann es zu sehr umfangreichen Blaikenbildungen kommen. Diese besiedeln sich dann, sofern sie sich selbst überlassen bleiben und nicht beweidet werden, mit Tendenz zur entsprechenden Klimagesellschaft (Eichen-Linden MW, Erika-Föhrenwald, Buchen-Tannen MW, Unterhang-Laub MW oder Fichtenwald) über verschiedene Strauchgesellschaften, wie bei den schon vorne beschriebenen Sukzessionsschemata. Die Methoden der Grünverbauungen haben sich daher diesen anzuschließen.

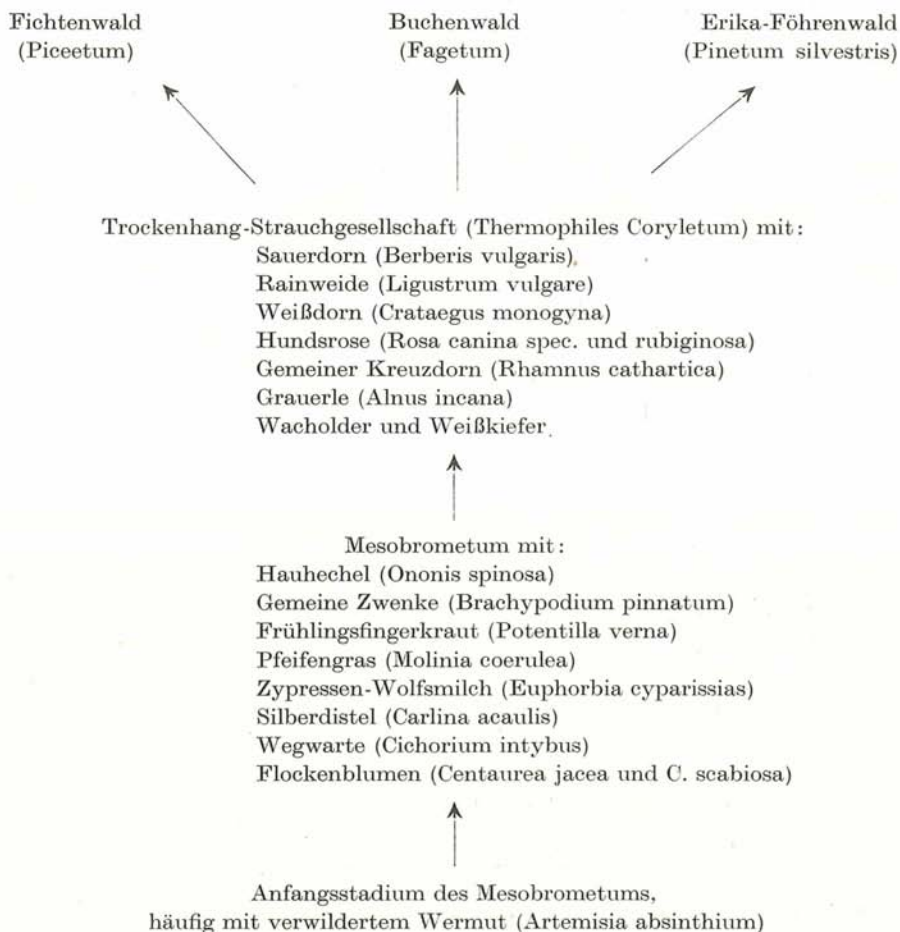
VIII. Blaiken ungedüngter Magerwiesen der Tal- und Bergstufe (*Bromion erecti*).

Im gesamten Alpengebiet, innerhalb des Arbeitsgebietes vor allem im westlichen Nordtirol, den Südhängen des Inn­tals und in Südtirol erreichen diese meist stark beweideten Magerwiesen größere Areale. Im oberen und obersten Inn­tal, Pitz-, Ötz-, Kauner-, Paznauntal und Vintschgau mit einigen seiner Seitentäler dominieren auf diesen Magerwiesen überhaupt nur mehr Pflanzenarten, welche eine Jahrzehnte währende Raubwirtschaft in Form von Gemeinschaftsweide anzeigen und selbst nur geringen Futterwert besitzen (Auslesearten durch Gifte, Dornen, Stacheln). Auch zahlreiche Brandflächen, insbesondere des Föhngebietes, gehören diesem Typus an.

Den kleinklimatischen Verhältnissen entsprechend, entwickelt sich die Vegetation auf diesen Blaiken in verschiedenen Richtungen:

VIII. a) Blaiken im Mesobrometum.

Sukzessionsschema:



Grünverbauungsmethoden: Siehe „Weidenblaiken“, Seiten 245—247.

VIII. b) Blaiken im Xerobrometum.

Sukzessionsschema:

Erika-Föhrenwald
(*Pinetum silvestris*)

Submediterraner Eichenwald
(*Quercetum pubescentis*) mit
Mannaesche und Hopfenbuche



Trockenhang-Strauchgesellschaft
(*Thermophiles Coryletum*) mit:
Rainweide (*Ligustrum vulgare*)
Hartriegel (*Cornus sanguinea*)
Wolliger Schneeball (*Viburnum lant.*)
Weißdorn (*Crataegus monogyna*)
Hundsrose (*Rosa canina*, *rubiginosa*)
Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*)
Filzige Bergmispel (*Cotoneaster*
tomentosa)
Schlehdorn (*Prunus spinosa*)
Sauerdorn (*Berberis vulgaris*)
Wacholder und Weißkiefer

Trockenhang-Strauchgesellschaft mit:
Steinweichsel (*Prunus Mahaleb*)
Hartriegel (*Cornus mas*)
Zürgelbaum (*Celtis australis*)
Terpentinstrauch (*Pistacia*
terebinthus)
Perückenstrauch (*Cotinus coggygia*)
Goldregen (*Laburnum anagyroides*)
Elsbeere (*Sorbus torminalis*)
Stechender Mäusedorn (*Ruscus acu-*
leatus)
Blasenstrauch (*Colutea arborescens*)
Strauchige Kronenwicke (*Coronilla*
emerus)



Xerobrometum mit:
Gemeines Bartgras (*Andropogon*
ischaemum)
Gefurchter Schwingel (*Festuca sulcata*)
Schein-Schafschwingel (*Festuca*
pseudovina)
Zarte Kammschmiele (*Koeleria*
gracilis)
Karthäusernelke (*Dianthus carthusia-*
norum ssp. *silvester*)
Wiesensalbei (*Salvia pratensis*)
Zaunlilie (*Anthericum ramosum*)
Schwalbenwurz (*Cynanchum vince-*
toxicum)
Deutscher Backenklee (*Dorycnium*
germanicum)

Gemeine Skabiose (*Scabiosa columbaria*)

Gefleckte Flockenblume (*Centaurea maculosa*)



Anfangsstadium des Xerobrometums,
vor allem mit

Thymian-Quendel (*Thymus* sp.)

Scheinschafschwingel (*Festuca pseudovina*)

Gemeiner Gamander (*Teucrium chamaedrys*)

Steinbrech-Felsnelke (*Tunica saxifraga*)

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Weidenblaiken“, Seiten 245—247.

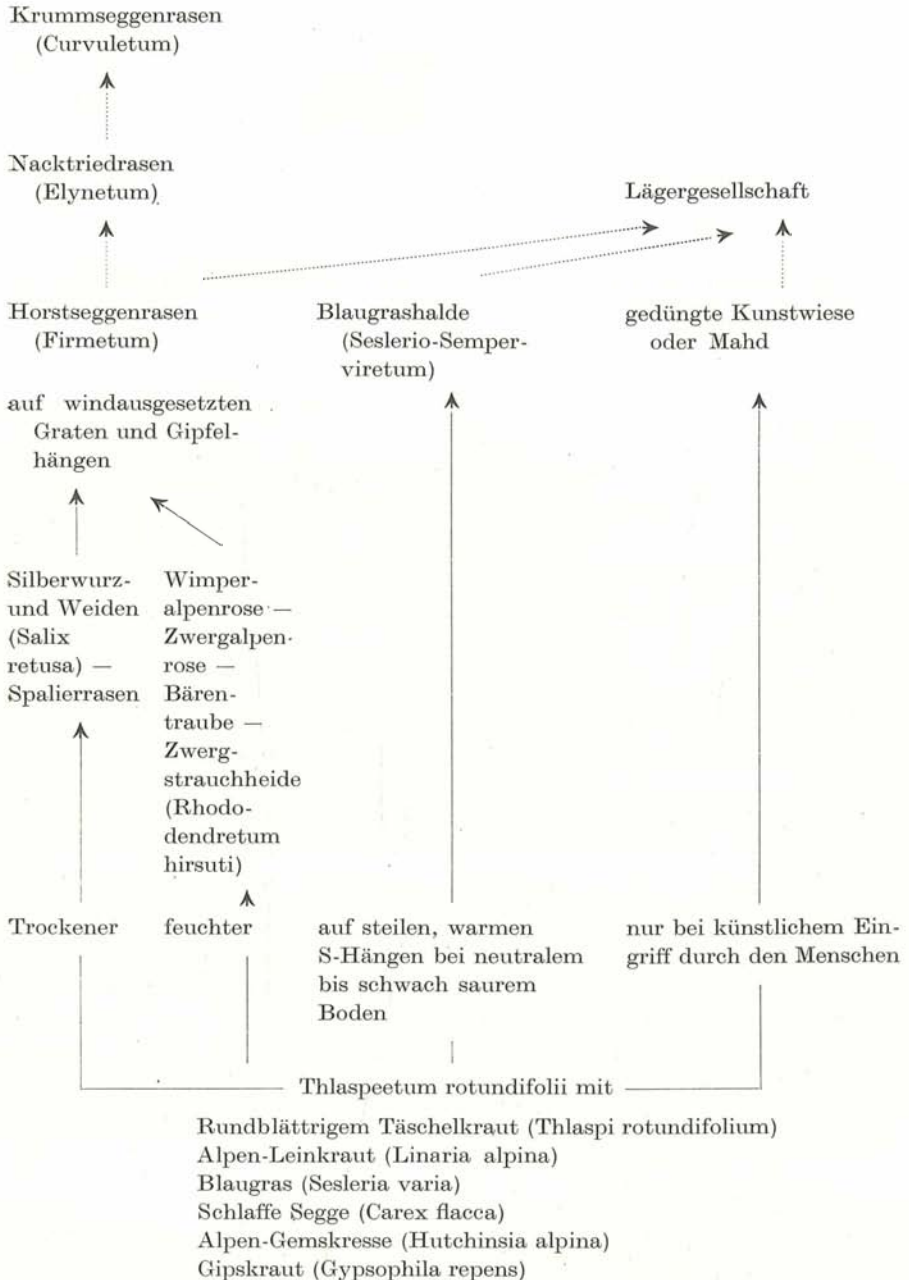
IX. Blaiken der alpinen Grasheidenstufe und der oberen Zwergstrauchheidenstufe.

Es herrscht weitgehend die Auffassung, „alle Blaiken über der Waldgrenze lassen sich künstlich nicht begrünen“. Diese Auffassung möchte ich nun keineswegs teilen und ich bin auch der Anschauung, daß gerade auf diese Blaiken das Hauptaugenmerk zu richten ist, weil sie an der Wiege der Wildbäche liegen. Es ist unbestritten, daß eine Begrünung in solchen Höhenlagen schwieriger, zeitraubender und teurer ist als in tieferen Regionen, unmöglich ist sie aber nur in Einzelfällen. Neben der Blaikenbegrünung in Wildbacheinhängen stören die Blaiken der alpinen Grasheiden- und oberen Zwergstrauchheidenstufe ganz besonders den Straßenbauer, der sich ja nicht nur mit schon vorhandenem Rutschen auseinandersetzen muß, sondern bei Neubauten zwangsläufig selbst Kahlflächen schafft, die seinem Werk, der Straße, genau so gefährlich werden können.

Die natürliche Pflanzensukzession richtet sich hier noch mehr als bei den bisher besprochenen Blaikentypen nach dem Kleinstandort und führt danach und nach dem Grade der Beweidung oder Düngung in verschiedene Richtungen. Schematisch dargestellt gibt es folgende Möglichkeiten:

IX. a) Blaiken der kalkalpinen Grasheidenstufe und oberen Zwergstrauchheidenstufe.

Sukzessionsschema:

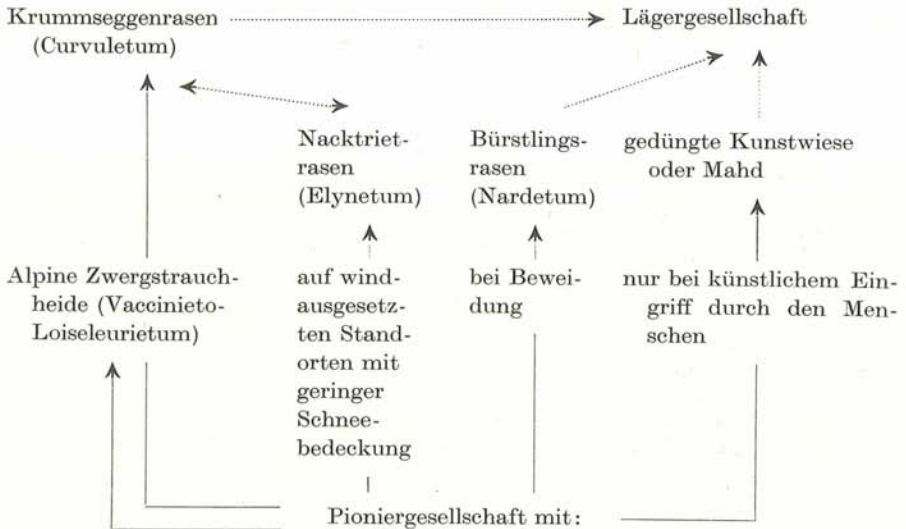


Wucherblume (*Chrysanthemum atratum*)
 Zweizeilen-Hafergras (*Trisetum distichophyllum*)
 Schildampfer (*Rumex scutatus*)
 Schweizer Labkraut (*Galium helveticum*)
 Alpen-Steinquendel (*Satureja alpina*)
 Alpen-Augenwurz (*Athamanta cretensis*)
 Steinbrech (*Saxifraga aizoides*)
 Zierliche Glockenblume (*Campanula pusilla*)
 Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*)
 Silberwurz (*Dryas octopetala*) u. a.

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Bergwiesenblaiken“, Seite 250.

IX. b) Blaiken der alpinen Grasheidenstufe und oberen Zwergstrauchheidenstufe im Kristallin († saure Böden).

Sukzessionsschema:



Bleicher Klee (*Trifolium pallescens*)
 Goldklee (*Trifolium badium*)
 Alpensäuerling (*Oxyria digyna*)
 Huflattich (*Tussilago farfara*)
 Schafgarben (*Achillea millefolium, moschata*)
 Felsenleinkraut (*Silene rupestris*)
 Alpen-Wucherblume (*Chrysanthemum alpinum*)
 Alpen-Habichtskraut (*Hieracium alpinum*)
 Fleischers Weidenröschen (*Epilobium Fleischeri*), nur westalpin, u. a.

Grünverbauungsmethoden: Siehe „Bergwiesenblaiken“, Seite 250.

Häufig gehört eine einzige Blaike, vor allem die langgestreckten Feilenbrüche oder Blaiken mit stark ausgeprägtem Relief gleichzeitig mehreren der genannten Blaikentypen an. Ist der Typus der zu verbauenden Blaike erkannt, so gibt das Schema der Pflanzensukzession in Verbindung mit dem auf den einzelnen Blaikenteilen vorhandenen Initialgesellschaften Aufschluß über den Weg, der bei der künstlichen Begrünung gegangen werden muß und über die Pflanzenarten, die hiezu am besten verwendet werden. Nochmals möchte ich hier betonen, daß für die Endgesellschaft die Pflanzenarten mit größter Genauigkeit auszuwählen sind, während für alle Zwischenstadien die Pflanzmethode wichtiger als die Artenwahl ist.

Hier muß nun der Ingenieur dem Vegetationskundler zur Seite stehen, wie es bei allen biologischen Problemen umgekehrt der Fall war.

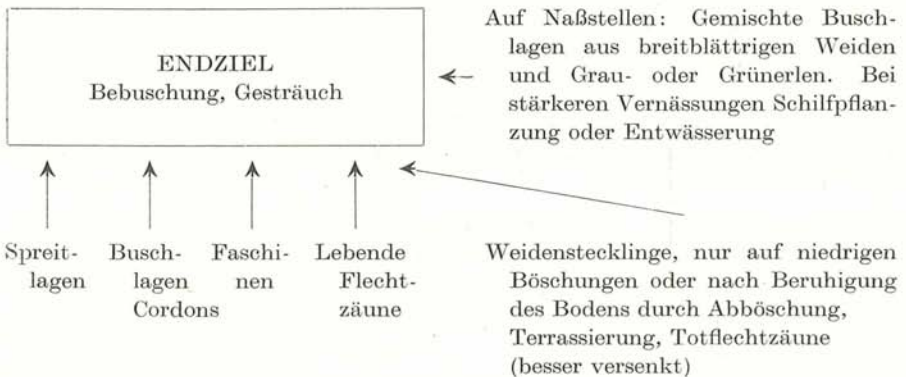
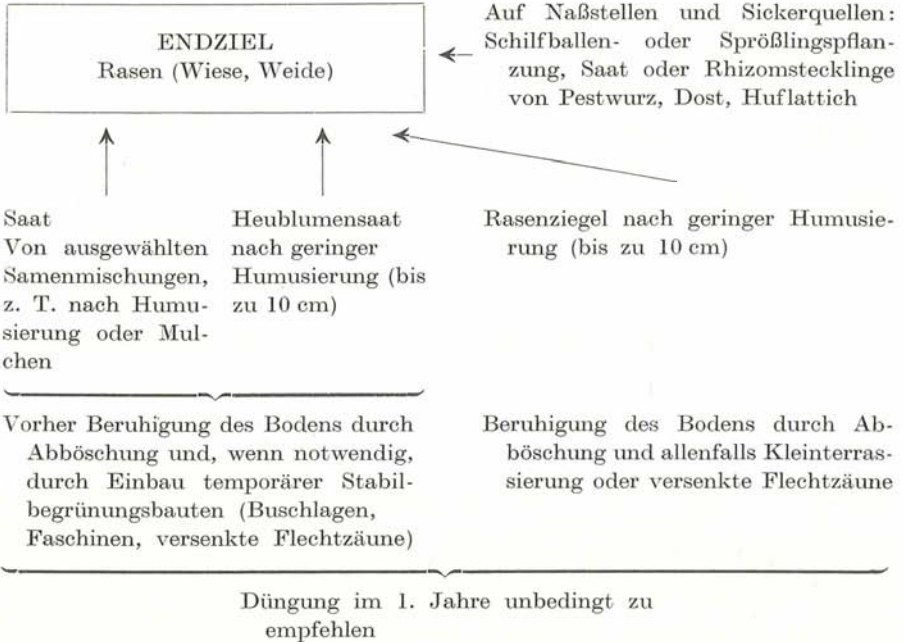
Es ist auffallend, daß bei einer größeren Zahl von Blaiken, wie schon RASCHENDORFER feststellte, als Zwischenglieder die verschiedensten Saliceten (Weidengebüsche) auftreten, während bei anderen der Grauerlenbestand oder das Grünerlengebüsch (*Alnetum incanae* bzw. *Alnetum viridis*) den größten Aufbauwert besitzen. Bei den Blaiken der alpinen Grasheiden wiederum sind Rasengesellschaften sowohl Zwischen- als auch Endglieder.

Für den mit der Grünverbauung betrauten Techniker erscheint mir deshalb eine noch weitergehende Typisierung, wie sie auch in der Praxis bei der Wildbachverbauung in Tirol immer wieder angewandt wurde, viel zweckmäßiger. Demnach wären zu unterscheiden:

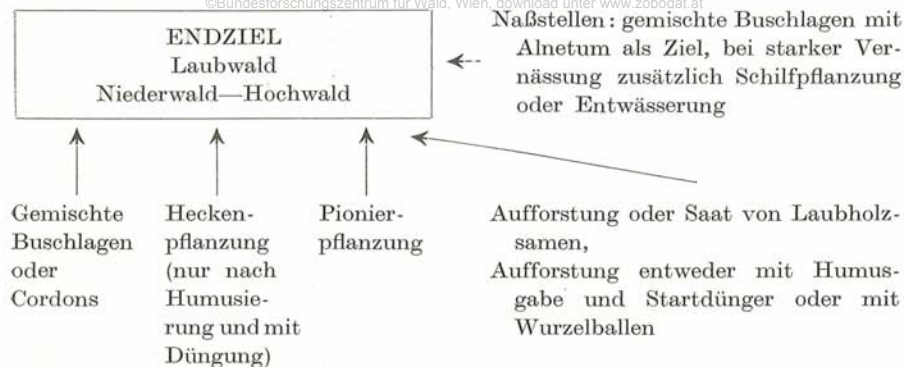
Weidenblaiken. Zu ihnen gehören die vorhin genannten Blaikentypen I, II, III, VIII; VII zum Teil. Bei IV haben die Weiden (*Salices*) zwar großen aufbauenden Wert, das *Alnetum* in den meisten Fällen aber noch größeren. Bei ihnen ist es deshalb zweckmäßig, mit einer Begrünungsmethode zu arbeiten, welche die Vorteile des Weidenbuschwerkes mit denen der Grau- oder Grünerlenpflanzen verbindet, was bei der gemischten Buschlage am vollkommensten der Fall ist. Mit ihr kann man also gleichzeitig den Boden beruhigen und festigen (Weidenbuschwerk) und schon die nächsthöhere Vegetationsstufe, das *Alnetum*, begründen, die in wenigen Jahren das *Salicetum* überwächst.

Je nach den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Vorhandensein von Weidenbuschwerk, Pflanzenmaterial, Saatgut, Heublumen, Humus und Mulchmaterial) hat der Ingenieur viele Möglichkeiten, das gesteckte

Ziel der Grünverbauung zu erreichen und er wird sich aus ihnen die sicherste und billigste auswählen:

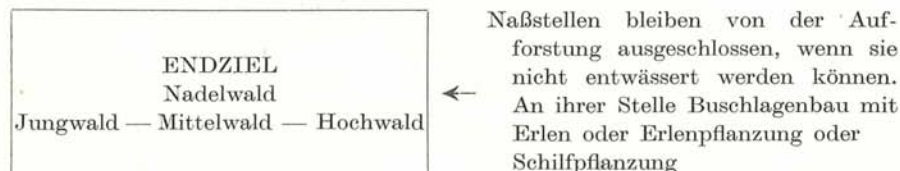


Technische Vorarbeiten zur Beruhigung des Bodens, ferner Abböschung und Entwässerungen schon vor Beginn der Grünverbauung; Mulchen oder leichtes Humusieren (nicht mehr als 10 cm) auf nährstoffarmen Böden (z. B. Dolomit) unbedingt zu empfehlen; Düngung auf lockeren, durchlässigen Böden nur nach Humusierung oder Mulchen oder als Kopfdüngung



nach Bodenberuhigung durch Terrassierung; Flechtzäune; Faschinen; Buschlagen; nach Saat von bodenverbessernden Pflanzen, besonders Leguminosen, Heublumensaat, Rasenziegelpflanzung

Technische Vorarbeiten zur Beruhigung des Bodens, ferner Abböschungen und Entwässerungen schon vor Beginn der Grünverbauung
Mulchen oder Humusieren auf nährstoffarmen Böden (z. B. Dolomit) unbedingt zu empfehlen; ebenso Düngung, aber diese erst nach Mulchen oder Humusieren



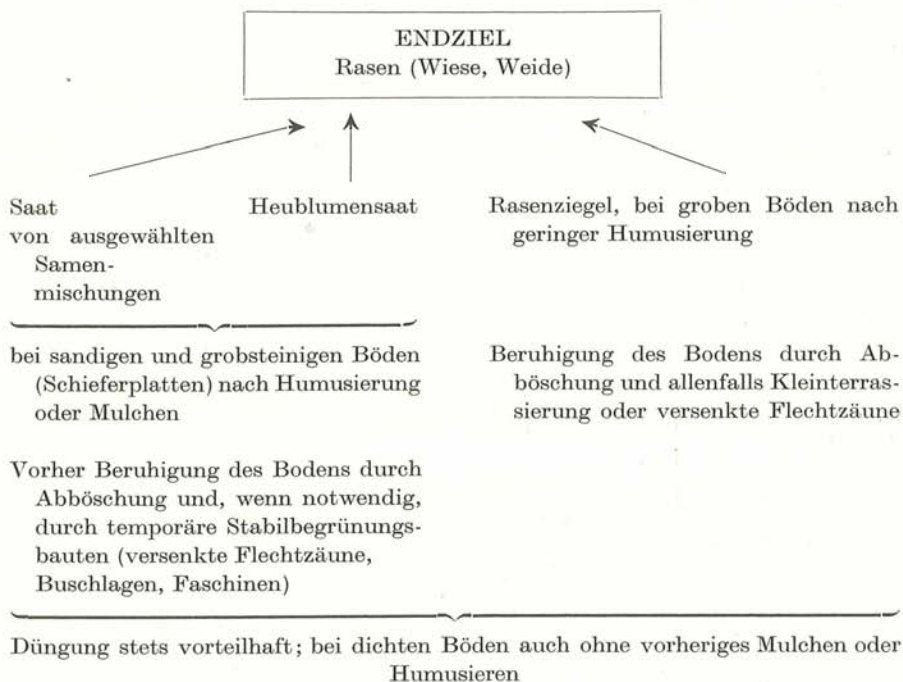
Aufforstung oder Saat von Nadelhölzern;
erst nach völliger Bodenberuhigung durch technische Vorarbeiten und temporäre Stabil-Grünverbauungsmethoden (z. B. Flechtzäune, Faschinen, Buschlagen, Heckenpflanzung); Saat von bodenverbessernden Leguminosen oder Heublumen sowie Rasenziegelpflanzung auf kleineren Flächen;
Humusierung oder Mulchen; wenn dies nicht möglich ist, dann wenigstens Humusbeigabe in die Pflanzlöcher oder Ballenpflanzung
Startdüngung mit Volldünger immer vorteilhaft

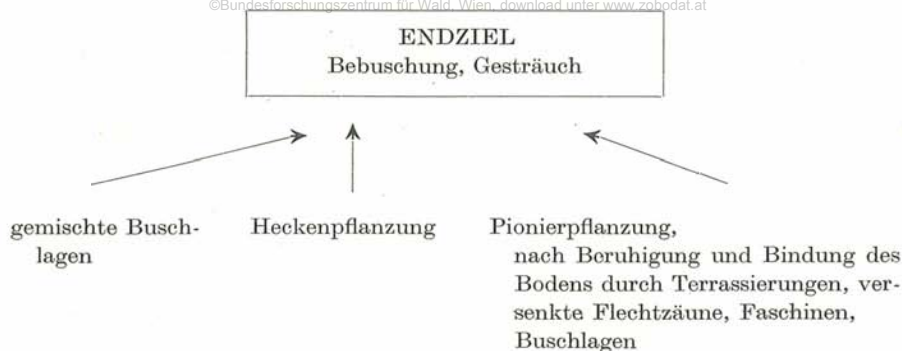
Erlenblaiken. Obwohl sie nach der Pflanzensukzession leicht in Grau- und Grünerlenblaiken getrennt werden könnten, ist dies für die Überlegungen zur Wahl der Pflanzmethoden durchaus nicht notwendig. Es gibt schließlich zahlreiche Grenzfälle, bei denen innerhalb derselben Blaike sowohl der Grauerlen- als auch der Grünerlentypus auftritt.

Als Erlenblaiken können wir die oben genannten Blaikentypen IV, V, VI; VII zum Teil sowie bei II und VIII die feuchten Varianten ansprechen.

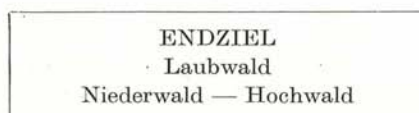
Naßstellen sind bei den Erlenblaiken gefährlich, weil sie zu muschelförmigen Absatzungen neigen. Ihre Entwässerung ist stets zu erwägen. Ist eine Entwässerung nicht möglich oder sehr wahrscheinlich unnötig, so sollen diese Stellen wenigstens von einer Berasung ausgeschlossen bleiben. Schilfpflanzung oder Erlengebüsch (nicht zu alt werden lassen) entsprechen besser.

Die Begrünungsmöglichkeiten können wir schematisch folgend zusammenstellen:

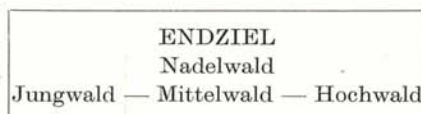




Technische Vorarbeiten zur Beruhigung des Bodens, Abböschungen und Entwässerungen schon vor Beginn der Grünverbauung
Mulchen oder Humusieren und Düngung sind zu empfehlen



(wie bei Weidenbläiken, aber ohne Naßstellen)

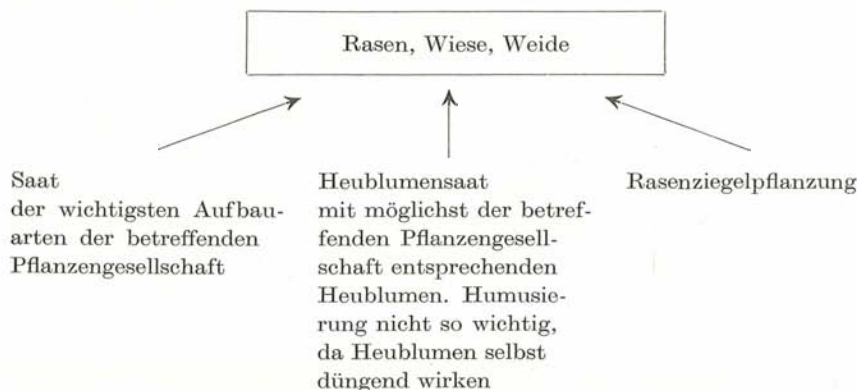


Aufforstung oder Saat von Nadelhölzern;

erst nach völliger Beruhigung durch technische Vorarbeiten und temporäre Stabilisierungsmethoden (z. B. Flechtzäune, Faschinen, Buschlagen, Heckenpflanzung); Saat von bodenverbessernden Samenmischungen (mit Leguminosen) oder Heublumen sowie Rasenziegelpflanzung (auf kleinen Flächen).

Humusierung oder Mulchen; wenn dies nicht möglich ist, dann wenigstens Humusbeigabe in die Pflanzlöcher oder Ballenpflanzung
Startdüngung mit Volldünger immer vorteilhaft.

Bergwiesenblaiken. Zu ihnen sind nur die Blaikentypen IX a) und IX b) zu zählen. Da sie über der Waldgrenze liegen, bleiben zu ihrer Begrünung alle lebenden Stabilbegrünungsmethoden mit Buschwerk ausgeschlossen. Auf die Entwässerung von Naßstellen ist größter Wert zu legen.



Vorher völlige Bodenberuhigung und -befestigung mit Terrassierung, Totflechtzäunen, Verpfählungen oder rein technischen Mitteln.

Humusierung bei unfruchtbaren Böden (z. B. Dolomit) zu empfehlen, Düngung ist immer vorteilhaft.

LITERATURVERZEICHNIS.

- Aichinger E., 1948: „Vegetationskunde der Karawanken“, Klagenfurt.
- Aichinger E., 1948: „Die Pflanzensoziologie im Dienste der Forstwirtschaft“ (Berichte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien).
- Aichinger E. 1949: „Grundzüge der forstlichen Vegetationskunde“ (Forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien).
- Aichinger E., 1952: „Die Rotbuchenwälder als Waldentwicklungstypen“ (Berichte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien, Heft V).
- Aichinger E., 1952: „Die Rotföhrenwälder als Waldentwicklungstypen“ (Berichte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien, Heft VI).
- Aichinger E., 1952: „Die Fichtenwälder und Fichtenforste als Waldentwicklungstypen“ (Berichte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien, Heft VII).
- Aulitzky H., 1955: „Die Bedeutung meteorologischer und kleinklimatischer Unterlagen für die Aufforstung im Hochgebirge“ (Wetter und Leben, Heft 8—11).
- Baily W. Reed, Craddock W. George, Croft A. R., 1947: „Watershead Management for Summer Flood Control in Utah“.
- Bartsch J. u. M., 1952: „Der Schluchtwald und der Berg-Eschenwald“ (Berichte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien, Heft VIII).
- Baumeister W. und Burrichter E., 1954: „Bedeutung des Schilfrohes als Uferschutzpflanze“ (Aichinger-Festschrift, II. Bd.).
- Bitterlich W., 1950: Neuer Kulturbehelf für Forstsaaten“ (Österr. Forst- und Holzwirtschaft, 17).
- Bitterlich W., 1951: „Die Hohlstab-Verschulung“ (Österr. Forst- und Holzwirtschaft, 15).
- Bitterlich W., 1951: „Hohlstäbe, die Ballenpflanzung für höchste Gebirgslagen“ (Allg. Forstztg., 62. Jg., Heft 23/24).
- Bitterlich W., 1952: Hohlstabpflanzung von Lärche“ (Allg. Forstztg., 63. Jg., Heft, 21/22).
- Bitterlich W., 1953: „Technische Vorschläge zur Wiederbewaldung des Hochgebirges“ (Allg. Forstztg., Heft 13—14).
- Bittmann E., 1953: „Das Schilf und seine Verwendung im Wasserbau“ (Angewandte Pflanzensoziologie, Herausgeber R. Tüxen, Zentralstelle für Vegetationskartierung).
- Boek, Richter, 1953: „Die forstlich-biologischen und wirtschaftlichen Maßnahmen im Bereiche der Wildbachverbauung in Österreich“ (Zentralbl. für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft, Heft 1, 72. Jg.).

Bock, 1949: „Geschichte und Organisation der Wildbachverbauung“ (Be-
richte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien,
Folge 3).

Braun-Blanquet J.: 1951: „Pflanzensoziologie“.

Braun-Blanquet J., Pallmann H., Bach R., 1954: „Pflanzensoziolo-
gische und bodenkundliche Untersuchung im schweizerischen Nationalpark und
seinen Nachbargebieten“. Vegetation der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften.

Brückner E. und Jahn R., 1932: „Über Wurzel Ausbildung verschiedener
Holzarten im Boden des ostthüringischen Buntsandsteingebietes“ (Tharandter
forstl. Jahrbuch 83).

Buchner Fr., 1926: „Die österreichischen Forstgesetze in Bund und Ländern
samt den wichtigsten normativen Erlässen der obersten Bundes- und Landes-
behörden“ (Graz).

Buchwald K., 1952: „Übersicht der wichtigsten Lebendbaumethoden an
Flüssen und Bächen mit Kostenangaben im Vergleich zu den entsprechenden
Befestigungsmethoden mit totem Material“ (Westdeutsches Innenministerium,
Abt. für Straßen- und Wasserbau).

Buchwald K., 1956: „Die Bedeutung pflanzensoziologischer und standorts-
kundlicher Untersuchungen für die Anlage von Pflanzungen“ (Natur und Land-
schaft, Heft 4, 31. Jg.).

Buchwald K., Kuder G., Müller Th., 1956: „Schutzpflanzungen steigern
die Fruchtbarkeit“ (Pflanze und Garten, Heft 7, 1956).

Bünning E., 1939: „Physiologie des Wachstums und der Bewegungen“.

Bünning E., 1943: „Die Anpassung der Pflanzen an den jahres- und tages-
periodischen Wechsel der Außenbedingungen“ (Naturwissenschaften, 31).

Bünning E., 1951: „Erbliche Jahresrhythmen bei Pflanzen“ (Umschau,
Heft 9).

Büsgen M., 1905: „Studien über das Wurzelsystem einiger dikotyler Holz-
pflanzen“ (Flora 95, Ergänzungsband).

Büsgen M., 1917: „Bau und Leben unserer Waldbäume“.

Caspari F., 1956: „Der Ruf nach Humus“ (Pflanze und Garten, Heft 7/1956).

Cieslar A., 1907: „Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten
für den Waldbau“ (Centralbl. für das gesamte Forstwesen).

Czermak H., 1944: „Unsere heimischen Laubgehölze, ihre Vermehrung und
Verwendung beim Fluß- und Straßenbau in der Steiermark“ (Pflanzenbiol. Stelle
des Reichswasserwirtschaftsamtes Bruck/Mur).

Darmer G., 1947: „Hippophae rhamnoides (Sanddorn) als neues Züchtungs-
objekt“ (Der Züchter, 13).

Demontzey, Seckendorff 1884: „Studien über die Arbeiten der Wieder-
bewaldung und Berasung der Gebirge“.

Dengler A., 1930: „Waldbau auf ökologischer Grundlage“.

Desing H., 1953: „Klimatische Untersuchungen auf einer großen Blaike“ (Wetter und Leben, 5. Jg., Heft 1/2).

Drapal O., 1957: „Die Verwendung von Pappel und Weide außerhalb des Auwaldes“ (Allg. Forstztg. 68. Jg., Heft 7/8).

Duile J., 1834: „Über die Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern“ (Innsbruck).

Dumler H., 1946: „Beobachtung und Versuche über die Eignung von *Tussilago farfara* zur Begrünung von Blaiken und zur Bodenbindung“ (Vereinszeitschrift der Ing. der Wildbach- und Lawinenverbauung).

Eckmüller O., 1940: „Der oberrheinische Sanddornbusch“ (Mitt. für Naturkunde und Naturschutz, Heft 4).

Fabijanowski J., 1950: „Untersuchung über die Zusammensetzung zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche bei Zürich“ (Beiträge zur geobotan. Landesaufnahme der Schweiz, Heft 29).

Flury Ph., 1931: „Zur Frage der forstlichen Samenprovenienz“ (Schweiz, Zeitschrift für Forstwesen).

Friedel H., 1935: „Beobachtungen an den Schutthalden der Karawanken“ (Carinthia, Klagenfurt).

Gams H., 1931: „Klimatische Begrenzung der Pflanzenareale und die Verbreitung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen“ (Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde).

Gams H., 1939: „Die Wahl zur künstlichen Berausung und Bebuschung von Bachbetten, Schutthängen und Straßenböschungen geeigneter Pflanzen des Alpengebietes“.

Gams H., 1939: „Die Pflanzendecke der Venter Täler“ (Das Venter Tal, München).

Gams H., 1940: „Die natürliche und künstliche Begrünung von Fels- und Schutthängen in den Hochalpen“ (Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Berlin).

Gams H., 1940: „Klimaänderung und Versteppung in Mitteleuropa“ (Deutsche Wasserwirtschaft, 35. Jg., Heft 5).

Gams H., 1941: „Die ökologischen und biozönotischen Voraussetzungen der Lebendverbauung“ (Forschungsdienst, Organ der deutschen Landwirtschaft, Bd. 12).

Gams H., 1942: „Pflanzengesellschaften der Alpen, III. Die Besiedlung des Felsschuttes“ (Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere).

Gams H., 1943: „Der Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*) im Alpengebiet“ (Beih. Bot. Zentralbl., Heft 1).

Geiger R., 1942: „Das Klima der bodennahen Luftschicht“ (Die Wissenschaft, Braunschweig).

Gardner F. E., 1930: „The relationship between tree age and the rooting of cuttings“ (Die Beziehungen zwischen Alter des Baumes und der Wurzelentwicklung von Stecklingen).

Grauß G. W., Wobst W., Gärtner G., 1934: „Humusaufgabe und Bodendurchwurzelung im Eibenstocker Granitgebiet (Tharandter forstl. Jahrbuch, 65).

Günzel L., 1957: „Über die Standortansprüche euro-amerikanischer Pappelsorten sowie der Graupappeln und Baumweiden“ (Allg. Forstztg., 68. Jg., 7/8).

Gumpelmayer E., 1949: „Die Bewurzelung von Stecklingen unter dem Einfluß von Heteroauxin im Jahresrhythmus“ aus „Phyton 1949“.

Gutzwiller R., 1950: „Beobachtungen über das Vorkommen von Weiden (Salices) in schweizerischen Felschgebieten“ (Separatum aus der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen Nr. 12, Jg. 1950).

Härtel und Winter, 1934: „Wildbachverbauung“ (Verlag Gerold, Wien).

Härtel O., 1950: „Die Lebendverbauung im Wasser- und Wildbachwesen“ (Zeitschr. des Österr. Ing. und Arch.-Vereins, 11/12).

Haiden A., 1935: „Bauerfahrungen über die Wildbachverbauung im Mittelpinzgau“ (Wasserwirtschaft und Technik 1935, Heft 1, 2, 3, 4, 7).

Hampel R., 1954: „Statistik der Grünverbauung“ (Vereinszeitschr. der Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Heft 5/1954).

Hansen R. v., 1952: „Pflanzenanweisung für landschaftliche Pflanzungen“ (Weihenstephan).

Hartmann F., 1951: „Der Waldboden. Humusboden und Wurzeltypen als Standortanzeiger“ (Österr. Produktivitätszentrum, Wien).

Hartwagner H., 1954: „Die Schmittbach-Aufforstung bei Zell am See, ihre Geschichte und ihre Auswirkung auf den Wasserabfluß“ (Allg. Forstztg. 23./24., Dezember 1954).

Hassenteufel W., 1950: „Die Grünverbauung von Wildbächen“ (Österr. Wasserw., Heft 12).

Hassenteufel W., 1952: „Die Grünverbauung von Wildbächen“ (Vereinszeitschr. der Ing. der Wildbach- und Lawinenverbauung, 1/1952).

Hassenteufel W., 1954: „Die Bedeutung der Pflanzensoziologie für die Wildbach- und Lawinenverbauung“ (Festschrift Aichinger, I. Bd., Sonderdruck der „Angewandten Pflanzensoziologie“).

Heitmüller H. H., 1951/52: „Untersuchungen über die Wirkung synthetischer Wuchsstoffe auf die Stecklingsbewurzelung bei Waldbäumen; (Zeitschr. für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, I. Bd., Heft 4).

Herberg M., 1923: „Brettwurzeln auch bei Pyramidenpappeln“ (Mitt. der deutschen Dendrol. Gesellschaft).

Hess E., 1910: „Über die Wuchsformen der alpinen Geröllpflanzen“ (Beih. Bot. Zentralbl., 27/1910).

Hilf H. H., 1927: „Studien über die Wurzelausbreitung von Fichte, Buche und Kiefer in älteren Beständen, insbesondere auf Sandböden“ (Dissertation Eberswalde).

Hoffmann L., 1954: „Aus dem Bauformenschatz der österreichischen Wildbachverbauung“ (Allg. Forstztg., Folge 23/24).

Hofmann A., 1936: „La sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani“.

Hörmann B., 1941: „Die Sanddornbeere (*Hippophae rhamnoides*), die beste natürliche Vitamin C-Spenderin“.

Holbrock St. H., 1950: „Ist dieses Paradies verloren“ — Big Burn (Readers Digest, 6/1950).

Horton J. S., 1949: „Trees and Shrubs for Erosion Control in Southern California Mountains“.

Hueck, 1929: „Pflanzenleben der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete“ (Herausgegeben von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, Berlin).

Hull W. X., 1946: „The Soil conservation way“.

Innenministerium (westdeutsches), 1951: „Lebendverbauung eines Flußufers durch Spreitlage, Faschinenwalze, Koksicherung“.

Innenministerium (westdeutsches), 1951: „Merkblatt über die Verwendung von lebenden Weidenflechtzäunen im Diagonalverband zur Befestigung von Rutsch- und Steinschlaghängen“.

Innenministerium (westdeutsches), 1951: „Merkblatt über die Verwendung von Weidenstecklingen zur Lebendverbauung“.

Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung, 1946: „Merkblatt für Ernten, Aufbewahrung und Aussaat der Früchte unserer wichtigsten Sträucher“ (München).

Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung, 1946: „Merkblatt für die Ernte, Aufbewahrung und Aussaat der Früchte unserer wichtigsten Laubholzbäume“ (München).

Jugoviz, 1944: „Kurze praktische Anleitung zur Aufforstung mit ballenlosen Setzlingen“ (Selbstverlag des steirischen Forstvereines).

Kästner M., 1942: „Stoffe und Gedanken zur Vereinsbildung in den sächsischen Wäldern“ (2. Jahresber. der Arbeitsgemeinschaft sächs. Botaniker).

Karl J., 1953: „Bericht über die Erosionsforschung im Allgäu“.

Karl J., 1954: „Bericht über die Erosionsforschung im Hochallgäu“.

Karl J., 1956: „Wald und Erosion in den Trauchgauer Flyschbergen“ (Allgemeine Forstzeitschrift, 37/38, 1956).

Keim F. D., Beadle G. W., 1927: „Relation of time of seeding to root development and winter survival of fall seeded grasses and legumes“ (Ecology Nr. 2).

Keller E., 1937: „Die bautechnische Anwendung und Durchführung der lebenden Verbauung“ (Wasserw. und Technik, Heft 1/2).

Keller E., 1938: „Wildbachverbauung und Flußregulierung nach den Gesetzen der Natur“ (Deutsche Wasserwirtschaft, Heft 6).

Keller E., 1938: „Lebende Verbauung im Flußbau“ (Centralbl. für das gesamte Forstwesen, Heft 7/8).

Keller E., 1938: „Kampf dem Bergschutt“ (Deutsche Wasserwirtschaft, Nr. 12).

Kirchner O., Löw E., Schröter C., 1908: „Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas“, Bd. I.

Kirwald E., 1950: „Forstlicher Wasserhaushalt und Forstschutz gegen Wasserschäden“.

Kisser J., 1950: „Grundsätzliche Gedanken zur Lebendverbauung“ (Österr. Wasserwirtschaft, 2. Jg., Heft 12).

Klapp E., 1938: „Wiese und Weide“.

Klotz C., 1956: „Biologische Maßnahmen im Forstgarten“. Erfolgreiche Versuche zur Bodenverbesserung und Unkrautbekämpfung (Schutz dem Walde, Folge 14/1956, Graz).

Kraebel Ch. J., 1936: „Erosion Control on Mountain roads“.

Krickl M., 1946: Beiträge zur Korbweidenkultur und ihre staatliche Förderung in Österreich“ (Zentralbl. für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft, 70. Jg., Heft 12).

Kruedener-Becker, 1949: „Atlas standortkennzeichnender Pflanzen“.

Kruedener-Becker: 1940: „Die Stammendenform und Wurzelwerk“.

Kruedener A. v. 1951 „Ingenieurbilogie“.

Laitakari E., 1929: „Das Wurzelsystem der Kiefer“ (Acta Forest. Fennica, 33).

Leibundgut H. und Grünig P., 1951: „Vermehrungsversuche mit Weidenarten aus schweizerischen Flyschgebieten“ (Mitt. der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, XXVII. Bd.).

Lek H. A. A. van der, 1934: „Over den inloed der Knoppen op de Wortelvorming der stekken“ (Landbauwhoogeschool te Wageningen, Laboratorium voor Tuinbauw-plantenteelt, Nr. 23).

Liese J., 1926: „Beiträge zur Kenntnis des Wurzelsystems der Kiefer (Pinus silvestris)“ (Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 58).

Lindemann, 1952: „Welche Faktoren beeinflussen die Stecklingsbewurzelung“ (Süddeutscher Erwerbsgärtner, 6. Jg., Nr. 15, 17, 19).

Loidl A., 1948: „Das Verlandungs- und Aufschüttungsgebiet des Faakersees“ (Berichte der forstw. Arbeitsgemeinschaft an der Hochsch. für Bodenkultur, Wien).

Lürzer F. von, 1943: „Naturnahe Wildbachverbauung“ (Deutsche Wasserwirtschaft, Heft 1, 23. Jg.).

Lürzer F. von, 1951: „Die Schutzwirkung des Waldes in Wildbach- und Lawinengebieten“ (Allg. Forstztg. 19/20).

Lundegårdh H., 1954: „Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben“.

Lustig E., 1950: „Weidwerk und Grünverbauung auf neuen Wegen“.

Lustig E., 1951: „Biologische Sicherung von Wegtrassen“ (Allg. Forstztg., 62. Jg., Folge 3/4).

Lustig E., 1952: „Verwendung biologischer Elemente im Steinkastenbau“ (Allg. Forstztg., 63. Jg., Folge 3/4).

Mazek-Fialla, 1957: „Erfahrungen mit der Pappel bei Windschutzaufforstungen“ (Allg. Forstztg., 68. Jg., Heft 7/8).

Meißner R., 1949: „Die Aussichten der Lebendverbauung im Hochgebirge“ (Österr. allg. Forstztg., 60. Jg., Folge 11/12).

Medicus-Wallrad Ludwig, 1802: „Forsthandbuch und Anleitung zur Deutschen Forstwirtschaft“.

Melin E., Nilsson H., 1950: „Transfer of radioactive phosphorus to pine seedlings by means of mycorrhizal hyphae“ (Physiol. Plant. 3).

Melin E., Nilsson H., 1952: „Transport of labelled nitrogen from ammonium source to pine seedlings through mycorrhizae mycelium“ (Svensk Bot. Tidskr. 46).

Melin E., Nilsson H., 1953: „Transfer of labelled nitrogen from glutamic acid to pine seedlings through the mycelium of *Boletus variegatus*“ (Fr. Nature, 171).

Ministero dell'agricoltura e delle foreste. Rom 1953: „Ferite della montagna sanate con il bosco“ (La sistemazione idraulico-forestale dell'alto Tagliamento).

Molisch H., 1935: „Das knospenlose Internodium als Steckling behandelt“ (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 53).

Moser M., 1951: „Neue Einblicke in die Lebensgemeinschaft von Pilz und Baum“ (Die Umschau, 17).

Moser M., 1956: „Die Lebensgemeinschaft Pilz und Baum im Lichte neuester Forschung“ (Habil, Vorl. im Botanischen Institut Innsbruck).

Moser M., 1956: „Die Bedeutung der Mykorrhiza für Aufforstungen in Hochlagen“ (Forstw. Zentralbl. 11/12)

Moser M., 1956: „Bericht über die Studienreise nach England“.

Mougin M. P., 1931: „La Restauration des Alpes“.

Müller W. — Stoll, 1936: „Ökologische Untersuchungen an Xerothermen des Kraichgaues“ (Zeitschr. für Botanik, Bd. 29).

Murr J., 1923: „Neue Übersicht über die Farn- und Blütenpflanzen in Vorarlberg und Lichtenstein“.

Neger W. und Münch E., 1931: „Die Laubhölzer“. Götschenband 718.

Neubauer H. P., Java, 1952: „Notizen über die Temperatur der Bodenoberfläche in Afghanistan“ (Wetter und Leben, Heft 9/10, 4. Jg.).

Ötli 1904: „Beiträge zur Physiologie der Felsflora“ (Jahrb. der St. Gallischen Naturw. Ges.).

Olschowy G., Köhler H., 1954: „Begrünen und Rekultivieren von extremen Standorten“ (Vorträge, Aussprachen und Ergebnisse der Bundestagung für Landschaftsanwälte 1954 in Tübingen. Landwirtschaftsverlag Hiltrup. AID, BML.).

Olschowy G., 1955: „Ödland braucht kein Unland bleiben“ (Land- und bauwirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst, Godesberg).

Olschowy G., Wiepking H. Fr., 1956: „Landschaftspflege in Italien“ (Berichte über Studienreisen im Rahmen der Auslandshilfe der USA, Heft 109, AID).

Olschowy G., Köhler H., 1956: „Anlage und Pflege von Pflanzungen in freier Landschaft“ (Vorträge, Aussprachen und Ergebnisse der Arbeitstagung in Geisenheim am Rhein 1956. BML, AID/Bonn).

Olschowy G., 1957: „Flurgehölze, Pflanzung, Pflege, Nutzung“ (AID, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn).

Passecker F., 1949: „Die Vermehrung der Obstgehölze“.

Passecker F., 1954: „Die Entwicklungsphasen der Gehölzpflanzen und ihre praktische Bedeutung“ (Aichinger Festschrift, Bd. I).

Praxl V., 1954: „Verbauung und Begrünung von Moränenabbrüchen in Vorarlberg“ (Vereinszeitschr. der Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Heft 5).

Prückner R., 1947: „Das kolksichere Uferdeckwerk“ (Zentralbl. für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft, Heft 3/4, 70. Jg.).

Prückner R., 1948: „Die Technik der lebenden Verbauung und das Weidenproblem im Flußbau und in der Wildbachverbauung“.

Raeder-Roitsch J. E., 1958: „Der Einsatz von Asphalt zur Berasung entblößter Bodenflächen im Erdbau“ (Allg. Forstzeitschrift München H. 26, 1958).

Raschendorfer I., 1953: „Stecklingsbewurzelung und Vegetationsrhythmus“. Einige Versuche zur Grünverbauung in Rutschflächen (Forstw. Zentralbl., 72. Jg., Heft 5/6).

Raschendorfer I., 1954: „Blaikentypen in den Tiroler Alpen“ (Vereinszeitschr. der Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Heft 5).

Rauh W., 1937: „Beiträge zur Morphologie und Biologie der Holzgewächse. Entwicklungsgeschichte und Verzweigungsverhältnisse arktisch-alpiner Spaliersträucher“ (Nova Acta Leopoldina).

Rauh W., 1938: „Über die Verzweigung ausläuferbildender Sträucher mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu den Stauden“ (Hercynia, Heft 2).

Rauh W., 1939: „Über polsterförmigen Wuchs“ (Nova Acta Leopoldina, Nr. 49).

Rauh W., 1939: „Über Gesetzmäßigkeit der Verzweigung und deren Bedeutung für die Wuchsformen der Pflanzen“ (Mitt. der Deutschen Dendrol. Ges., 52/1939).

Rauh W., 1942: „Beiträge zur Morphologie und Biologie der Holzgewächse. I. Morphologische Beobachtungen an Dorngehölzen“ (Bot. Archiv 43).

Ridel H., 1936: „Bau und Leistungen des Wurzelholzes“ (Jahrb. für wissensch. Botanik, Heft 68).

Rohmeder E., 1941: „Die Vermehrung von Pappeln durch Samen“ (Forstarchiv, Heft 5/6).

Rohmeder E., 1943: „Keim- und Saatversuche mit Sanddorn“ (Forstwiss. Zentralbl. 11).

Rohmeder E., 1950: „Aufforstungs- und Meliorationsprobleme auf armen Waldböden“ (Tagung des bayr. Forstvereins, 2. November 1950 in Nürnberg).

Rubner K., 1934: „Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues“.

Seamoni A., 1950: „Waldkundliche Untersuchungen auf grundwasser-nahen Talsanden“.

Schiechtl H. M., 1954: „Auf Ödland entsteht Bienenweide“ (Schweizerische Bienenzeitung, Heft 5, Aarau).

Schiechtl H. M., 1953: „Neu gewonnene Bienenweide in Schotter und Muren“ (Alpenländische Bienenzeitung Nr. 11, Innsbruck).

Schiechtl H. M., 1954: „Systematik und Technik der Grünverbauung von Blaiken“ (Vereinszeitschr. der Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Heft 5).

Schiechtl H. M., 1954: „Merkblatt für die Grünverbauung“ (Vereinszeitschr. der Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Heft 5).

Schiechtl H. M., 1955: „Bautypen-Benennung und -Systematik bei der Grünverbauung“ (Allg. Forstztg., Heft 21/22, 66. Jg.).

Schrodt W.: „Erfahrungen mit der Lebendverbauung an der großen Erlauf in Trübenbach“ (Allg. Forstztg., 60. Jg., Heft 21/22).

Schindler A., 1889: „Die Wildbach- und Flußverbauung nach den Gesetzen der Natur“.

Schlaeppi F., 1954: „Die Vermehrung der Salweide durch Samen“ (Schweizerische Bienenzeitung, Heft 5).

Schroeter C., 1926: „Das Pflanzenleben der Alpen“.

Schroeter C., 1934: „Übersicht über die Modifikationen der Fichte“ (Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 2/1934).

Schulenburg A. F., 1954: „Probleme um Provenienzfragen bei Vorwaldholzarten für die Neubewaldung von Ödlandboden“ (Ref. in Huitième congrès international de Botanique, Paris).

Schurhammer H., 1939: „Über die Behandlung von Felsböschungen“.

Schutz dem Walde, 1956: „Pappeln als Schutz gegen Rauchschäden“. Sensationelle Versuche in Tirol mit Pflanzen der Donawitzer Schlackenhalde (Schutz dem Walde, Graz I, Stempfergasse 4, Folge 7).

Schutz dem Walde, 1957: „Gefährden Straßenbäume den Verkehr?“ (Heft 43).

Schwan F. C., 1781: „Grundriß der Forstwissenschaft zum Gebrauche dirigierender Forst- und Kameralbedienten, auch Privatguthsbesitzern“. Mannerheim.

Schwarz H., 1953: „Gehölzschutzanlagen im Flugerdegebiet des südlichen Wienerbeckens“ (Österr. Vierteljahresschrift für Forstwesen, Heft 3/4).

Seckendorff, 1884: „Verbauung der Wildbäche“.

Seifert A., 1936: „Jahrbuch der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen.“

Seifert A., 1938: „Naturnäherer Wasserbau“ (Deutsche Wasserwirtschaft Nr. 12).

Seifert A., 1941: „Im Zeitalter des Lebendigen“.

Seifert A. 1941: „Reise zu französischen Wasserstraßen“ (Deutsche Wasserwirtschaft Nr. 8).

Seifert A., 1950: „Allgäuer Bauern, die sich verrechnen“.

Senn G., 1922: „Beobachtungen an einheimischen Brettwurzelbäumen“ (Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, 30/31).

Senn G., 1923: „Über die Ursachen der Brettwurzelbildung bei der Pyramidenpappel“ (Verhandl. Naturfr. Ges., Basel, Nr. 35).

Servettaz C., 1909: „Monographie des Eléagnacées“ (Beih. Bot. Zentralbl. 25).

Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, 1954: „Die Schüttung und Begrünung von Halden“ (Reichsministerialblatt der landwirtschaftlichen Verwaltung 1939).

Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk 1954: „Umpflanzung von Halden“ (Reichsministerialblatt der landwirtschaftlichen Verwaltung 1939).

Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, 1955: „Die landwirtschaftliche Eingliederung von Baggergruben“ (Reichsministerialblatt der landwirtschaftlichen Verwaltung 1939).

Siegrist R., 1913: „Die Auenwälder der Aare“.

Sinclair J. G., 1922: „Temperatur of the soil and air in a desert“ (Monthly Weather Review Nr. 50).

Stanek J., 1952: „Technische Verbauung oder Grünverbauung?“ (Zeitschrift des Vereins der Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Heft 1).

Stanek J., 1954: „Die Auswirkungen wirtschaftlicher Maßnahmen im Einzugsgebiete von Wildbächen auf den Wasser- und Geschiebehaushalt“ (Allg. Forstztg., 23/24).

Stellwag-Carion Fr., 1936: „Eignungsprüfung bei Steckhölzern“ (Zentralbl. für die gesamte Forstwirtschaft, Heft 7/8).

Stellwag-Carion Fr.: „Lebende Verbauung, I. Teil, Pflanzenbauliche Belange“ (Wasserwirtschaft und Technik, Heft 1/2).

Stiny J., 1908: „Berasung und Bebuschung des Ödlandes im Gebirge“.

Stiny J., 1910: „Die Muren“.

Stiny J., 1934: „Die Begrünung von Böschungen und anderen technischen Ödflächen im Hochgebirge“ (Geologie und Bauwesen, Heft 4).

Stiny J., 1935/36: „Die Geschwindigkeit des Rasenwanderns im Hochgebirge“ (Geologie und Bauwesen, Heft 3).

Stiny J., 1938: „Über die Regelmäßigkeit der Wiederkehr von Rutschungen, Bergstürzen und Hochwasserschäden in Österreich“ (Geologie und Bauwesen, Heft 1).

Stiny J., 1938: „Die Rutschgefährlichkeit des Baugeländes und seine Untersuchung“ (Geologie und Bauwesen, Heft 4).

Stiny J., 1939: „Naturnahe Wildbachverbauung“ (Geologie und Bauwesen Heft 4).

Stiny J., 1947: „Die Zugfestigkeit von Pflanzenwurzeln“ (Durch den Verfasser übermittelte Separat-Abschrift).

Strele G., 1932: „Die Quellen der Geschiebeführung“ (Geologie und Bauwesen, Heft 2).

Strele G., 1934: „Grundriß der Wildbachverbauung“.

Trauninger W., 1957: „Die Pflanzenvermehrung“. (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Pappelkultur in Österreich, 73/67/500-Sch.).

Uppshall W. H., 1931: „The propagation of apples by means of root cuttings“ (Die Vermehrung von Äpfeln mittels Wurzelstecklingen). (Scientific Agriculture 1931. Ref. in Deutsche Landwirtschaftliche Rundschau, Bd. 9, 1932.)

Vareschi V., Krause E., 1937: „Der Berg blüht“.

Vater, 1927: „Die Bewurzelung der Kiefer, Fichte, Buche“ (Tharandter forstliches Jahrbuch, 78).

Volk O. H., 1938: „Untersuchungen über das Verhalten der osmotischen Werte von Pflanzen aus steppenartigen Gesellschaften und lichten Wäldern des mainfränkischen Trockengebietes“ (Zeitschr. für Botanik, Bd. 32).

Volkart A., 1927: „Die Berasung von Schutthalden im Tiefland und Hochgebirge“ (Mitt. der schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Heft 2).

Wagenhoff A., 1938: „Untersuchung über die Entwicklung des Wurzelsystems der Kiefer auf diluvialen Sandböden“. (Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 70).

Waltl A., 1948: „Der natürliche Wasserbau an Bächen und Flüssen“ (Amt der OÖ. Landesregierung).

Walter H., 1948: „Grundlagen der Pflanzenverbreitung“, I. Teil: Standortlehre.

Wang, 1902/03: „Grundriß der Wildbachverbauung“.

Waksmann S. A., 1952: „Soil microbiology“.

Weber A., 1953: „Feld- und Laboratoriumsforschungen über die Boden-erosion in den Wäldern und die Methoden der Erosionsverhinderung in der USA“ („Die Studienreise“, Österr. Produktivitätszentrum, Wien).

Weinzirl, 1906: „Der alpine Versuchsgarten auf der Sandlingalpe“ (Bundesanstalt für Pflanzenbau):

Wetter E., 1918: „Ökologie der Felsflora kalkarmer Gesteine“ (Jahrb. der St. Gall. Naturw. Ges.).

Wettstein W., 1951: „Erosionsbekämpfung durch Wiederbegrünung in Wildbachgebieten Vorarlbergs“ (Mitt. der Forstlichen Versuchsanstalt Maria-brunn, 47).

Wettstein W., 1952: „Die Pappelkultur“ (Österr. Gesellschaft für Holzforschung, Heft 5).

Wettstein W., 1957: „Baum-Schutzstreifen gegen Fabrikgase“ (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Pappelkultur in Österreich, Wien, 56/II, 57-200).

Wieser R., 1954: „Die alten Edelrassen und ihre Bedeutung für die Waldwirtschaft im Hochgebirge“ (Mitt. und Informationen des Waldverbandes für Tirol, 6. Jg., Heft 1—3, Innsbruck).

Zimmer F., 1951: „Der Kampf gegen die Steppe und Wüste (Universum, Heft 3).

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN.

Basitonie (Seiten 95, 153):

Neigung der erstarkten Pflanze, sich durch kräftige Triebe aus am Wurzelhals gelegenen Erneuerungsknospen zu verjüngen. Basitonie ist charakteristisch für strauchartigen Wuchs; diesem Wuchstypus fehlt der eigentliche Stamm.

Epitonie (Seite 153):

Ist die einseitige Wachstumsförderung der Seitentriebe bei Sträuchern. Bei Spaliersträuchern werden die an der Unterseite der Hauptzweige gelegenen Knospen im Wachstum gefördert, die oberseitigen gemindert, daher die horizontale Wuchsform. Bei Sträuchern mit bogigen Ästen werden die an der Oberseite der Äste gelegenen Seitentriebe gefördert, die unterseitigen gemindert; die Folge ist ein breiter, aber doch aufrechter Wuchs.

Extensivwurzler (Seite 135):

Pflanzen mit weitstreichendem und tiefgehendem Wurzelsystem, wobei die Begründung hiefür in der Notwendigkeit einer starken Verankerung oder im tiefen Grundwasserspiegel liegen kann (Xerophyten). Der durchwurzelte Erdkörper ist oft mehrere Kubikmeter groß, jedenfalls beträgt er immer ein Vielfaches des Wurzelvolumens (z. B. bei Petasites, Salices, Epilobium u. a.). Die der Ernährung dienenden Saugwurzeln liegen weit außen bzw. tief im Boden am Ende der Hauptwurzelsstränge. Auch die Pfahlwurzler gehören dieser Gruppe an.

Humusieren (Seiten 32, 220):

Aufbringen von Humus auf humuslosen Schotterböden vor Beginn der Grünverbauung. Vor dem Humusieren wird der Hang terrassiert oder wenigstens gefurcht, um dem Humus einen Halt zu geben. Humusart und -menge müssen den Verhältnissen entsprechend ausgewählt werden.

Impfung (Seiten 213, 221):

Verfahren zur künstlichen Infektion von Gehölzpflanzen oder Leguminosen mit den normalerweise mit ihnen in Lebensgemeinschaft (Symbiose) lebenden Wurzelpilzen (Mykorrhizen). Die Gehölzpflanzen werden entweder im Forstgarten oder erst in der Aufforstungskultur geimpft (Verfahren nach Doz. Dr. M. Moser), während bei den Leguminosen bereits das Saatgut vor der Aussaat mit einer Bakterienkultur (Legusin) vermengt wird.

Intensivwurzler (Seite 135 f.):

Pflanzen mit einem eng begrenzten, sehr dichten, oft zu einem tuch- oder kugelförmigen Wurzelfilz zusammengewachsenen Wurzelsystem. Zu den Intensivwurzler gehören in erster Linie zahlreiche Gräser und Scheingräser (z. B. *Lasiagrostis*, *Calamagrostis* und *Carex sempervirens*) und horstbildende Schuttbauer (z. B. *Cynanchum vincetoxicum*).

Mulchen (Seiten 215, 219):

Das „Mulchverfahren“ ist eine in den USA bei der Gullybegrünung entwickelte Methode zur Verbesserung des Bodens. Es werden hiebei organische Stoffe aller Art auf der Erosionsfläche aufgebracht, von denen zu erwarten ist, daß sie in wenigen Jahren zu Humus verrotten (z. B. Laub, Astwerk, Torf, zerkleinerte Holzabfälle, Sägemehl, Humus, animalischer Dünger, Heu, Stroh, u. a.). Man rechnet dabei mit Streumengen von zirka 50 Tonnen je Hektar.

Mykorrhizen (Seiten 70, 221):

Niedere Pflanzen (Pilze), die in Lebensgemeinschaft (Symbiose) mit höheren Pflanzen (die meisten Nadelhölzer, viele Laubhölzer wie z. B. Birke, Ericaceen u. a.) an deren Wurzeln leben und dadurch wahrscheinlich das Wachstum derselben fördern.

Ähnliche Verhältnisse herrschen bei den Wurzelknöllchen (Bakterien in Kolonienform). Mit solchen leben u. a. Sanddorn, die Erlen, Robinie und die meisten anderen Leguminosen in Symbiose.

Zur Aufforstung und Grünverbauung werden die Gehölze und Leguminosen mit ihren Mykorrhizen künstlich geimpft, um das Wachstum der betreffenden Pflanzen zu beschleunigen (s. Impfung).

Skarpieren der Bruchränder (Seiten 68, 203):

Die überhängenden Bruchränder und übersteile Hangpartien (Erddpyramiden, Grate u. a.) werden vor Beginn der eigentlichen Grünverbauung mit technischen Mitteln abgeflacht und ausgerundet. Nach dem Skarpieren darf kein kleinerer Krümmungsradius als 5 Meter und kein Gefällsbruch mehr vorhanden sein. Fließende Übergänge (meist in Parabelform) in die noch ungestörte Umgebung sind anzustreben.

Symbionten (Seite 101):

Pflanzen, die mit anderen Pflanzen in Lebensgemeinschaft (Symbiose) leben. Beide Partner scheinen hiebei vom anderen zu profitieren, so daß z. B. höhere Pflanzen ohne ihren Symbionten (Mykorrhizen oder Knöllchenbakterien) kümmern oder wenigstens geringere Zuwachsleistung aufweisen. Deshalb wird bei der Aufforstung in schwierigem Gelände und bei der Grünverbauung eine künstliche Zusammenführung der jeweiligen Symbionten mittels Impfung herbeigeführt.

VERWENDETE PFLANZENNAMEN UND SYNONYME.

- Adenostyles glabra* DC = *A. alpina* Bl. u. Fing., Kahler Alpendost
Anthyllis vulneraria L. var. *alpestris* K = *A. alpicola* Brügger = Alpenwundklee
Betula verrucosa Ehrh. = *B. pendula* Roth., Weißbirke, Sandbirke
Campanula pusilla Hänke = *C. cochleariifolia* Lam, Stein-Glockenblume, zierliche Glockenblume
Carex flacca Schreb. = *C. glauca* Scop., Schlawe Segge
Cerinthe glabra Mill = *C. alpina* Kit., Alpen-Wachsalblume
Deschampsia caespitosa P. B. = *Aira caespitosa*, Rasenschmiele
Hedysarum obscurum L. = *H. hedysaroides* Sch. u. Th. Dunkler Süßklee
Hieracium murorum L. et Huds. = *H. silvaticum* Zahn, Mauerhabichtskraut
Lasiagrostis Calamagrostis Link = *Stipa Calamagrostis* Wahlenb. = *Calamagrostis argentea* Lam. et DC. = *Achnatherum Calamagrostis* P. B., Rauhgras
Luzula albida Lam. et DC. = *L. nemorosa* E. Mey., Buschsimse
Petasites paradoxus Baumg. = *P. niveus* Baumg., Schneepestwurz
Pinus montana Mill. = *P. Mugo* Turra, Legföhre, Latsche
Pinus montana Mill. var. *uncinata* Willkomm = *P. montana* Mill. ssp. *arborea* Tub., Spirke, Spirkzunter
Potentilla erecta Räuschl = *P. Tormentilla* Neck, Blutwurz
Prunus padus L. = *Padus avium* Mill., Traubenkirsche
Quercus pedunculata Ehrh. = *Qu. Robur* L., Stieleiche
Salix alba L. = *S. aurea* Salisb., Silberweide
Salix myrsinites L. = *S. breviserrata* Floderus = *S. arbutifolia* Willd.
Salix arbuscula ssp. *Waldsteiniana* Koch. = *S. Waldsteiniana* Willd. = *S. prunifolia* Sm. = Ost-Bäumchenweide
Salix arbuscula ssp. *foetida* Schleich. = *S. foetida* Schleich. = *S. venulosa* Sm., West-Bäumchenweide
Salix glaucosericea Floderus = alpine Form der nordischen *S. glauca* L.
Salix grandifolia Ser. = *S. appendiculata* Vill., Großblattweide
Salix incana Schrank. = *S. Eleagnos* Scop., Grauweide
Salix serpyllifolia A. u. G. = *S. retusa* ssp. *serpyllifolia* A. u. G. = stumpfblättrige Weide,
Salix Russeliana (Sm) Koch. = *Salix alba* x *fragilis*, Russels Weide
Salix pentandra L. = *S. laurifolia* Wsmael = *S. tinctoria* Sm., lorbeerblättrige Weide
Salix triandra L. = *S. amygdalina* L., Mandelweide
Silene inflata ssp. *alpina* Thom. = *S. Cucubalus* Wib. ssp. *prostrata* Becherer, Alpenleimkraut
Trifolium pratense L. var. *frigidum* Gaudin non Schur = *T. pratense* var. *nivale* Koch, Kälteliebender Rotklee.
Ulmus montana With. = *U. scabra* Mill., Bergulme
Vincetoxicum officinale Mönch. = *Cynanchum vincetoxicum*, Pers., Schwalbenwurz

PFLANZENREGISTER.

Seite

<i>Abies alba</i> (Weißtanne).....	77, 226
<i>Acer pseudoplatanus</i> (Bergahorn).....	44, 79, 185, 199
<i>Achillea millefolium</i> (Tausendblättrige Schafgarbe).....	19, 48, 65, 145, 244
<i>Achillea moschata</i> (Moschus-Schafgarbe, Iva).....	46, 133 f., 139 f.
<i>Aconitum lycoctonum</i> (Wolfs-Eisenhut).....	227
<i>Aconitum paniculatum</i> (Rispiger-Eisenhut).....	227
<i>Actaea spicata</i> (Christophskraut).....	107
<i>Adenostyles alliariae</i> (Breitblättriger Alpendost).....	31, 66, 101, 113, 165
<i>Adenostyles glabra</i> (Kahler Alpendost).....	31, 66, 113
<i>Aegopodium podagraria</i> (Gicht-Geißfuß).....	107
<i>Agriopyrum repens</i> (Kriechende Quecke).....	146
<i>Agrostis alba</i> ssp. <i>stolonifera</i> (Ausläufertreibendes Straußgras).....	12, 145
Ahorn, Berg-.....	37, 234
<i>Ailanthus glandulosa</i> (Götterbaum).....	66, 92
<i>Ajuga pyramidalis</i> (Pyramidengünsel).....	123
<i>Alchemilla vulgaris</i> (Gemeiner Frauenmantel).....	123
<i>Alnus glutinosa</i> (Schwarzerle).....	11, 69, 226
<i>Alnus incana</i> (Grauerle).....	11 ff., 40 ff., 44 f., 65 ff., 152, 174 ff., 240
<i>Alnus viridis</i> (Grünerle).....	11, 55, 106, 174
Alpenrose, bewimperte.....	232, 243
Alpenrose, rostrote.....	238, 243
<i>Amarantus retroflexus</i> (Rauher Fuchsschwanz).....	146
<i>Amelanchier ovalis</i> (Felsenbirne).....	40, 55, 111, 241
<i>Andropogon ischaemum</i> (Gemeines Bartgras).....	241
<i>Angelica silvestris</i> (Gemeine Engelwurz).....	110 f., 132, 134
<i>Anthericum ramosum</i> (Zaunlilie).....	241
<i>Anthyllis alpicola</i> (Alpen-Wundklee).....	94, 138
<i>Anthyllis vulneraria</i> (Gemeiner-Wundklee).....	19, 101, 145, 209
Apfel.....	37
<i>Artemisia absinthium</i> (Echter Wermut).....	23, 29, 46 f., 65, 134
<i>Artemisia vulgaris</i> (Gemeiner Beifuß).....	23, 29, 65, 88, 107
<i>Aruncus silvester</i> (Wald-Geißbart).....	46 f., 65, 110, 133 f.
<i>Astragalus alpinus</i> (Alpen-Tragant).....	31
<i>Athamanta cretensis</i> (Alpen-Augenwurz).....	244
<i>Atriplex patulum</i> (Ausgebreitete Melde).....	146
<i>Atropa belladonna</i> (Tollkirsche).....	46 f., 65
<i>Baccharis viminea</i> (Korb-Baccharis).....	67
Backenklee, deutscher.....	19, 94, 112, 148, 234
Bärentraube, Alpen-.....	243
Bambus.....	67
<i>Bellidiastrum Michellii</i> (Alpenmaßliebchen).....	113
<i>Berberis vulgaris</i> (Sauerdorn, Berberitze).....	42, 65, 92, 240 f.
Berberitze, gemeine.....	82
Bergahorn.....	79
Besenheide, gemeine.....	103
<i>Betula pubescens</i> (Flaumbirke).....	76, 79, 97

<i>Betula verrucosa</i> (Sandbirke).....	14, 110, 141, 186, 217
Birke, Flaum-	76, 79, 97
Birke, Sand-	14, 69, 225, 234
Birne	37
<i>Biscutella laevigata</i> (Gemeines Brillenschötchen).....	113 f., 127, 133 f.
<i>Blechnum spicant</i> (Rippenfarn)	123
<i>Brachypodium pinnatum</i> (Gemeine Zwencke).....	17, 107, 240
<i>Bryum argenteum</i> (Silbermoos)	129
<i>Buphthalmum salicifolium</i> (Weidenblättriges Rindsauge)	13, 127, 133 f.
<i>Calamagrostis epigeios</i> (Rohr-Reitgras)	11, 17, 110, 135, 235
<i>Calamagrostis lanceolata</i> (Lanzettliches Reitgras)	11, 135
<i>Calamagrostis neglecta</i> (Steifes Reitgras).....	11, 135
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> (Ufer-Reitgras, Landschilf)	11, 17, 135
<i>Calamagrostis varia</i> (Berg-Reitgras)	11, 15, 113 f., 135, 233 f.
<i>Calamagrostis villosa</i> (Wolliges Reitgras)	15, 135, 238
<i>Calamintha alpina</i> (Alpensteinquendel)	113, 125, 133 f.
<i>Calluna vulgaris</i> (Gemeine Besenheide)	103
<i>Campanula persicifolia</i> (Pfirsichblättrige Glockenblume).....	110, 125, 133
<i>Campanula pusilla</i> (Zierliche Glockenblume)	87, 94, 113, 125, 244
<i>Campanula rotundifolia</i> (Rundblättrige Glockenblume).....	125
<i>Campanula trachelium</i> (Nesselblättrige Glockenblume)	125, 146
<i>Campylium protensum</i> (Goldschlafrmoos)	113
<i>Capsella bursa pastoris</i> (Hirtentäschchen)	146
<i>Cardamine impatiens</i> (Spring-Schaumkraut).....	110, 133
<i>Carduus defloratus</i> (Abgeblühte Distel).....	115, 133, 227
<i>Carex flacca</i> (Seegrünes Riedgras).....	12, 17, 113, 242
<i>Carex ferruginea</i> (Rostsegge)	17
<i>Carex humilis</i> (Niedriges Riedgras)	17
<i>Carex leporina</i> (Hasensegge)	103
<i>Carex ornithopodoides</i> (Vogelfuß-Segge)	113
<i>Carex sempervirens</i> (Ausdauerndes Riedgras).....	17, 135
<i>Carlina acaulis</i> (Eberwurz, Wetterdistel)	240
<i>Celtis australis</i> (Zürgelbaum)	241
<i>Centaurea jacea</i> (Gemeine Flockenblume)	240
<i>Centaurea maculosa</i> (Gefleckte Flockenblume)	242
<i>Centaurea pseudophrygia</i> (Unechte Perücken-Flockenblume).....	227
<i>Centaurea scabiosa</i> (Skabiosen-Flockenblume)	240
<i>Cerastium</i> sp. (Hornkraut)	127
<i>Cerinthe glabra</i> (Alpen-Wachsblume)	21, 28, 101
<i>Chenopodium ambrioides</i> (Wohlriechender Gänsefuß)	18
<i>Chrysanthemum alpinum</i> (Alpen-Wucherblume).....	19, 23, 244
<i>Chrysanthemum atratum</i> (Schwärzliche Wucherblume)	244
<i>Cichorium intybus</i> (Gemeine Wegwarte).....	240
<i>Cirsium arvense</i> (Acker-Kratzdistel).....	127, 133
<i>Clematis vitalba</i> (Waldrebe)	14, 134, 148, 174
<i>Colutea arborescens</i> (Blasenstrauch)	241
<i>Convolvulus arvensis</i> (Acker-Winde).....	146
<i>Cornus mas</i> (Kornelkirsche)	241

<i>Cornus sanguinea</i> (Gemeiner Hartriegel)	153, 241
<i>Coronilla emerus</i> (Strauchige Kronenwicke)	24
<i>Coronilla varia</i> (Bunte Kronenwicke)	31, 148
<i>Corylus avellana</i> (Haselnuß)	42, 55, 65, 78, 87, 110
<i>Cotinus coggygria</i> (Perückenstrauch)	241
<i>Cotoneaster tomentosa</i> (Filzige Zwergmispel)	241
<i>Crataegus monogyna</i> (Weißdorn)	87, 153, 174, 240 f.
<i>Ctenidium molluscum</i> (Kamm-Moos)	113
Cupressineen (Zypressengewächse)	37
<i>Deschampsia caespitosa</i> (Rasenschmiele)	15, 235 ff.
<i>Dianthus carthusianorum</i> (Karthäusernelke)	241
<i>Dicranum scoparium</i> (Gabelzahnmoos)	113
<i>Doronicum grandiflorum</i> (Großblütige Gamswurz)	19
<i>Dorycnium germanicum</i> (Deutscher Backenklee)	19 f., 112, 234, 241
<i>Douglasia</i> (Douglastanne)	44
<i>Dryas octopetala</i> (Silberwurz)	14, 44, 115, 149, 232, 244
<i>Dryopteris filix mas</i> (Wurmfarn)	107
Eberesche	76, 79, 225
<i>Epilobium angustifolium</i> (Schmalblättriges Weidenröschen)	31, 101 ff., 124 ff., 148 f.
<i>Epilobium Fleischeri</i> (Fleischers Weidenröschen)	125, 244
<i>Epilobium montanum</i> (Berg-Weidenröschen)	107, 115, 125
<i>Epilobium palustre</i> (Sumpf-Weidenröschen)	125
<i>Equisetum arvense</i> (Acker-Schachtelhalm)	129, 133, 134
<i>Erica carnea</i> (Schnee-Heide)	113 f., 132 134
Erikagewächse (Ericaceae)	14, 232 f.
Esche, gemeine	93, 234
Eparsette	19
<i>Eucalyptus</i>	66
<i>Euphorbia cyparissias</i> (Zypressen-Wolfsmilch)	94, 129 ff., 240
<i>Fagus silvatica</i> (Rotbuche)	44, 96
<i>Festuca gigantea</i> (Riesen-Schwingel)	107
<i>Festuca pseudovina</i> (Falscher Schafschwingel)	241 f.
<i>Festuca ovina</i> (Schafschwingel)	17, 133 f.
<i>Festuca sulcata</i> (Furchenschwingel)	241
<i>Festuca varia</i> (Buntschwingel)	17
<i>Festuca violacea</i> (Violetter Schwingel)	17, 19
Fichte	48, 110, 146, 219
Föhre, Leg-	75, 96, 227, 232
Föhre, aufrechte Berg- = Hakenkiefer oder Spirke	72 f., 77, 226 f.
Föhre, Weiß-	44, 72, 225, 234, 240 f.
<i>Fragaria vesca</i> (Wald-Erdbeere)	110, 133
<i>Fraxinus excelsior</i> (Gemeine Esche)	93, 185, 199
<i>Funaria hygrometrica</i> (Brandmoos)	124, 129
Gänsefuß, wohlriechender	18
<i>Galeopsis tetrahit</i> (Gemeiner Hohlzahn)	107, 123
<i>Galium helveticum</i> (Schweizer-Labkraut)	244
<i>Galium pumilum</i> (Zwerg-Labkraut)	113, 125, 133

<i>Galium silvaticum</i> (Wald-Labkraut)	107
<i>Geranium Robertianum</i> (Stinkender Storchschnabel)	107, 110, 133 f.
<i>Geranium silvaticum</i> (Wald-Storchschnabel)	31
<i>Ginkgo biloba</i>	37
<i>Ginster</i>	210
<i>Gipskraut</i> , kriechendes	18, 94
<i>Globularia cordifolia</i> (Herzblättrige Kugelblume)	115, 127, 136, 144
<i>Gnaphalium norvegicum</i> (Norwegisches Ruhrkraut)	123, 133 f.
<i>Gnaphalium silvaticum</i> (Wald-Ruhrkraut)	103
<i>Goldklee</i>	19
<i>Grünerle</i>	14, 42, 55, 101 f., 141, 156, 185, 125
<i>Gymnadenia odoratissima</i> (Wohlriechende Nacktdrüse)	127
<i>Gypsophila repens</i> (Kriechendes Gipskraut)	18, 94, 106, 122, 242
<i>Habichtskraut</i> , strandnelkenblättriges	12, 94 110, 232, 236
<i>Haselnuß</i>	42, 55, 65, 78, 87, 110
<i>Heckenkirsche</i> , gemeine	40, 134, 153
<i>Hedera helix</i> (Efeu)	37
<i>Hedysarum obscurum</i> (Dunkler Süßklee)	31, 146
<i>Herpotrichia nigra</i> (Schneeschütte)	70
<i>Hieracium alpinum</i> (Alpen-Habichtskraut)	244
<i>Hieracium aurantiacum</i> (Orangerotes Habichtskraut)	132
<i>Hieracium inthybaceum</i> (Bleiches Habichtskraut)	87, 129 ff., 133 f.
<i>Hieracium murorum</i> (Mauer-Habichtskraut)	106, 107, 134
<i>Hieracium staticifolium</i> (Strandnelkenblättriges Habichtskraut)	12, 94, 232 f., 236
<i>Hippocrepis comosa</i> (Gemeiner Hufeisenklee)	94, 113, 133 f.
<i>Hippophae rhamnoides</i> (Sanddorn)	13, 40 ff., 55, 148 ff., 185, 234
<i>Holunder</i> , Gift-	46 f. 48, 65
<i>Holunder</i> , schwarzer	153, 174 186, 199, 225
<i>Holunder</i> , Trauben-	65, 87, 141, 174, 199
<i>Homogyne alpina</i> (Brandlattich)	123
<i>Humulus lupulus</i> (Gemeiner Hopfen)	107
<i>Hutchinsia alpina</i> (Alpen-Gemsenkresse)	243
<i>Juniperus communis</i> (Gemeiner Wacholder)	40, 77 ff., 92, 240 f.
<i>Kiefer</i> , Weiß-	44, 72, 225, 240 f.
<i>Kiefer</i> , aufrechte Berg- = Haken-	72 f., 77, 226 f.
<i>Koeleria gracilis</i> (Zarte Kammschmiele)	241
<i>Krähenbeere</i>	244
<i>Kudzu</i>	66
<i>Laburnum alpinum</i> (Alpen-Goldregen)	66
<i>Laburnum anagyroides</i> (Gemeiner Goldregen)	66, 241
<i>Lactuca muralis</i> (Mauer-Lattich)	107
<i>Lärche</i> , europäische	141, 209, 217, 225, 236 f.
<i>Larix europaea</i> (Europäische Lärche)	44, 141, 225, 236 f.
<i>Larix laricina</i>	44, 141
<i>Laserpitium latifolium</i> (Breitblättriger Bergkümmel)	31, 66, 88, 125, 132
<i>Laserpitium panax</i> (Rauhhaariger Bergkümmel)	66, 125
<i>Laserpitium siler</i> (Schmalblättriger Bergkümmel)	66, 125

<i>Lasiagrostis Calamagrostis</i> (Silber Rauhgras)	12, 17, 68, 112, 135 f., 233
<i>Lathyrus silvester</i> (Waldplatterbse)	19, 27, 94, 148
Legföhre	75 f., 96, 227, 232
Leguminosen	19, 101, 209, 213
Leimkraut, Alpen-	12, 18 f., 111 ff., 148, 232 f.
<i>Leontodon hispidus</i> (Haariger Löwenzahn)	113, 133
<i>Leontodon incana</i> (Grauer Löwenzahn)	125, 133 f.
Liguster, gemeiner	145, 174
<i>Ligusticum mutellina</i> (Mutterwurz, Madaun)	17, 19
<i>Ligustrum vulgare</i> (Gemeiner Liguster, Rainweide)	40, 51, 64, 82, 240 f.
<i>Linaria alpina</i> (Alpen-Leimkraut)	133, 243
<i>Linum catharticum</i> (Purgier-Lein)	113
<i>Lonicera xylosteum</i> (Gemeine Heckenkirsche)	49, 134, 153
<i>Lotus corniculatus</i> (Hornschotenklee)	12, 19 ff., 94, 209, 238
Lupine, ausdauernde	210
<i>Luzula albida</i> (Weißblütige Hainsimse)	133
<i>Lycopodium annotinum</i> (Sprossender Bärlapp)	123
<i>Marchantia polymorpha</i> (Brunnenlebermoos)	124, 129
<i>Medicago falcata</i> (Sichelklee)	19, 25, 210
<i>Medicago lupulina</i> (Hopfenklee)	19, 210
<i>Medicago sativa</i> (Luzerne)	19, 22, 147, 210
Mehlbeere	41, 55, 94, 100, 199
<i>Melandryum album</i> (Weiße Nachtnelke)	34, 127, 132
<i>Melandryum dioecum</i> (Zweihäusige Nachtnelke)	31
<i>Melilotus albus</i> (Riesenhonigklee)	19, 148
<i>Melilotus officinalis</i> (Gebräuchlicher Steinklee)	19, 25
<i>Molinia coerulea</i> (Pfeifengras)	240
Myrobalane	37
<i>Myricaria germanica</i> (Deutsche Tamariske)	40, 54, 64, 98, 153
<i>Nardus stricta</i> (Bürstling)	123, 244
<i>Onobrychis sativa</i> (Esparsette)	19, 23 f., 145, 210
<i>Ononis spinosa</i> (Dorniger Hauhechel)	240
<i>Opuntia ficus indica</i> (Indischer Feigenblattkaktus)	66
<i>Oxyria digyna</i> (Alpen-Säuerling)	31, 66, 97, 244
Pappeln	13, 40, 52 f., 161
<i>Parnassia palustris</i> (Sumpf-Herzblatt)	118, 133 f.
<i>Paulownia tomentosa</i> (Filzige Paulownie)	37
Pestwurz, Schnee-	11, 30 ff., 45 f., 59 f., 65, 111 ff., 135, 233 ff.
Pestwurz, Weiße	11, 65, 235
<i>Petasites albus</i> (Weiße Pestwurz)	11, 65, 235
<i>Petasites hybridus</i> (Gebräuchliche Pestwurz)	11, 101, 129, 148, 165
<i>Petasites paradoxus</i> (Schnee-Pestwurz)	11, 26 ff., 47 f., 59 f., 111, 233 ff.
Pfirsich	37
<i>Phyteuma sp.</i> (Rapunzel, Teufelskralle)	107
<i>Picea excelsa</i> (Gemeine Fichte)	44, 110, 146, 219
<i>Pinus montana</i> (Legföhre, Latsche)	75, 227, 232
<i>Pinus silvestris</i> (Weißkiefer)	44, 72, 225, 234, 240 f.

<i>Pinus uncinata</i> (Aufrechte Bergföhre, Spirke)	72 f., 92, 226
<i>Pipularis glutinosa</i> (Klebriger <i>Pipularis</i> -Strauch)	67
<i>Pistatia terebinthus</i> (Terpentinstrauch)	241
<i>Plantago lanceolata</i> (Spitzwegerich)	127, 134, 146
<i>Plantago media</i> (Mittlerer Wegerich)	146
Platane	37
<i>Pleurozium Schreberi</i> (Rotstengelmoos)	123
<i>Poa nemoralis</i> (Hain-Rispengras)	107
<i>Poa vivipara</i> (Lebendgebärendes Rispengras)	68
<i>Polygala vulgaris</i> (Gemeine Kreuzblume)	123
<i>Polygonatum verticillatum</i> (Quirl-Weißwurz)	226
<i>Polytrichum commune</i> (Gemeines Frauenhaarmoos)	123
<i>Polytrichum juniperinum</i> (Wacholderartiges Frauenhaarmoos)	103, 123
<i>Populus balsamifera</i> (Balsam-Pappel)	42
<i>Populus nigra</i> (Schwarzpappel)	38, 45, 50, 143, 167, 185, 225
<i>Populus tremula</i> (Zitterpappel)	42, 45, 110, 141, 186, 199, 217
<i>Potentilla erecta</i> (Aufrechtes Fingerkraut)	133 f., 240
<i>Prunella grandifolia</i> (Großblütige Brunelle)	113, 133 f.
<i>Prunus padus</i> (Traubenkirsche)	110, 142, 174, 185, 199
<i>Prunus Mahaleb</i> (Steinweichsel)	37, 241
<i>Prunus spinosa</i> (Schlehe)	78, 87, 92, 174, 241
<i>Puerraria japonica</i> (Japanische Puerrarie)	66
<i>Puerraria Thunbergiana</i> (Kudzu)	66
Pyramidenpappel	40, 52, 146
<i>Rhamnus cathartica</i> (Gemeiner Kreuzdorn)	240
<i>Rhamnus frangula</i> (Faulbaum)	40, 152
<i>Rhytidiadelphus triquetus</i> (Dreifurchiges Runzelbrudermoos)	123
<i>Ribes petraea</i> (Stein-Johannisbeere)	42
Robinie	101, 210
<i>Rosa canina</i> (Hundsrose)	65, 174, 240 f.
<i>Rosa pendulina</i> (Alpen-Heckenrose)	65, 148
<i>Rosa rubiginosa</i> (Wein-Rose)	65, 174
<i>Rubus caesius</i> (Reifbeere)	65, 94, 148
<i>Rubus fruticosus</i> (Brombeere)	65
<i>Rubus idaeus</i> (Himbeere)	12, 45, 65, 88 f., 110, 116, 148
<i>Rubus saxatilis</i> (Steinbeere)	65, 94, 148
<i>Rumex acetosella</i> (Kleiner Ampfer)	94, 106, 110, 132
<i>Rumex conglomeratus</i> (Knäuel-Ampfer)	146
<i>Rumex scutatus</i> (Schild-Ampfer)	18, 25, 66, 94, 129 ff., 244
<i>Ruscus aculeatus</i> (Stechender Mäusedorn)	241
<i>Sagina Linnei</i> (Mastkraut)	103
<i>Salix alba</i> (Weiß- oder Silberweide)	10, 11, 64, 149
<i>Salix arbuscula</i> (Bäumchenweide)	10, 11, 40, 64 f., 156 f., 232
<i>Salix aurita</i> (Ohrweide)	11, 33 f., 42, 64
<i>Salix caprea</i> (Salweide)	10, 37 ff., 55, 65, 149, 217, 225
<i>Salix cinerea</i> (Aschweide)	11, 12, 64
<i>Salix daphnoides</i> (Reifweide)	10, 33 f., 40, 52, 64, 149

<i>Salix fragilis</i> (Bruchweide).....	40 f., 52, 64
<i>Salix glabra</i> (Glattweide)	10, 40, 52, 64, 106, 115, 232
<i>Salix glaucovirens</i> (Blaugrüne Weide)	64
<i>Salix grandifolia</i> (Großblättrige Weide)	10, 37 ff., 52 f., 64, 141, 232 f.
<i>Salix hastata</i> (Spießblättrige Weide)	10, 64, 237
<i>Salix helvetica</i> (Schweizer Weide)	10 f., 40, 55, 64, 157
<i>Salix herbacea</i> (Krautige Weide)	10, 149
<i>Salix hindsiana</i> (Hind's Weide)	67
<i>Salix incana</i> (Grauweide).....	10 f., 33 ff., 58 f., 64, 90, 189, 232 f.
<i>Salix Jaquini</i> (Jaquins Weide)	11
<i>Salix laevigata</i> (Glanzweide)	67
<i>Salix lasiolepis</i> (Haarschuppen Weide)	67
<i>Salix laurifolia</i> (Lorbeer-Weide).....	40, 52 f.
<i>Salix lemmonii</i> (Lemmons Weide)	67
<i>Salix myrsinites</i> (Myrsinen-Weide, Alpenweide).....	10, 11
<i>Salix myrtilloides</i> (Heidelbeerblättrige Weide)	11
<i>Salix nigricans</i> (Schwarzweide)	10 f., 33 ff., 52 f., 64, 90, 141 ff., 225
<i>Salix pentandra</i> (Lorbeerweide)	10 f., 65, 152 f.
<i>Salix phylicifolia</i> (Zweifarbige Weide)	10, 40
<i>Salix pubescens</i> (Flaumweide)	10, 149
<i>Salix purpurea</i> ssp. <i>gracilis</i> (Zierliche Purpurweide, Steinweide)	10, 40, 52, 65, 90
<i>Salix purpurea</i> ssp. <i>Lambertiana</i> (Gemeine Purpurweide)...	10 f., 33 ff., 53 ff., 65, 139, 232 ff.
<i>Salix repens</i> (Kriechende Weide).....	11, 65
<i>Salix reticulata</i> (Netzdriige Weide)	10
<i>Salix retusa</i> (Gestutztblättrige Weide)	10, 106, 149, 243
<i>Salix Russeliana</i> (Russels Silberweide)	10, 40, 52, 65, 143, 225
<i>Salix serpyllifolia</i> (Quendelblättrige Weide).....	10, 65, 156
<i>Salix serrata</i> (Gesägtblättrige Weide)	11
<i>Salix triandra</i> (Mandelweide)	10, 65, 141 f., 225
<i>Salix viminalis</i> (Korbweide).....	10, 65
<i>Salvia glutinosa</i> (Gelber, klebriger Salbei).....	23, 28
<i>Salvia pratensis</i> (Wiesensalbei)	241
Salweide	37 ff., 55, 65, 149, 217, 225
<i>Sambucus ebulus</i> (Giftholunder).....	46 f., 48, 65
<i>Sambucus glauca</i> (Blaugrüner Holunder)	67
<i>Sambucus nigra</i> (Schwarzer Holunder)	65, 153 f., 186, 199, 225
<i>Sambucus racemosa</i> (Trauben Holunder)	65, 87, 141, 199
Sanddorn.....	13, 40, 69, 101, 144, 174 ff., 234
<i>Saponaria ocyroides</i> (Gemeines Seifenkraut)	124, 132
<i>Satureja alpina</i> (Alpen-Steinquendel)	134, 244
<i>Saxifraga aizoides</i> (Quellensteinbrech)	133, 226, 244
<i>Saxifraga mutata</i> (Orangeblütiger Steinbrech)	110, 133 f.
<i>Scabiosa columbaria</i> (Gemeines Grindkraut)	242
<i>Scabiosa lucida</i> (Glänzendes Grindkraut)	227
<i>Scrophularia nodosa</i> (Knotige Braunwurz).....	107
<i>Sedum atratum</i> (Schwärzliche Fetthenne)	127
<i>Senecio Fuchsii</i> (Fuchs' Kreuzkraut).....	107, 133 f.

<i>Senecio carniolicus</i> (Krainer Kreuzkraut).....	129 f., 134
<i>Sesleria caerulea</i> (Blaues Kopfgras).....	19, 136, 243
<i>Sesleria varia</i> (Buntes Kopfgras).....	17, 115, 136, 234, 243
<i>Sieversia montana</i> (Berg-Nelkenwurz, Petersbart).....	123
Silberwurz.....	14, 232
<i>Silene inflata</i> ssp. <i>alpina</i> (Alpen-Leimkraut).....	12, 18, 94, 232 ff.
<i>Silene rupestris</i> (Felsen-Leimkraut).....	25, 125, 244
Spirke, aufrechte Bergföhre.....	72, 77, 92, 226 f.
Spirkzunter, aufrechte Legföhre.....	77
<i>Solanum dulcamara</i> (Bittersüßer Nachtschatten).....	129, 132, 146
<i>Sorbus aria</i> (Mehlbeere).....	42, 55, 94, 100, 199
<i>Sorbus aucuparia</i> (Eberesche, Vogelbeere).....	95, 185, 199, 217, 225
Schildampfer.....	18, 165
Schilf.....	64, 65, 165, 198
Schneeball, gemeiner.....	100, 153
Schneeball, wolliger.....	145, 185, 241
Schwedenklee.....	19, 213
Staudekorn, Wald-.....	212
Steinweichsel.....	37, 241
<i>Stellaria media</i> (Gemeine Sternmiere, Hühnerdarm).....	107
<i>Tamarix gallica</i> (Gemeine Tamariske).....	66, 92
Tanne, Weiß-.....	77, 226
<i>Taraxacum officinalis</i> (Gemeiner Löwenzahn).....	127, 132, 134, 146
Taubenkropf, Alpen-.....	18 f., 94, 111 f., 148, 232 ff.
<i>Taxodium</i>	37
<i>Teucrium chamaedrys</i> (Gemeiner Gamander).....	111, 234, 242
<i>Teucrium montanum</i> (Berg-Gamander).....	94, 111 f., 134, 234
<i>Thlaspi rotundifolium</i> (Rundblättriges Täschelkraut).....	243
Thuja.....	37
<i>Thymus „serpyllum“</i> (Quendel).....	94, 234, 242
<i>Tofieldia calyculata</i> (Gemeine Graslilie).....	113
Topinambur.....	212
<i>Tortella inclinata</i> (Spiral-Zahnmoos).....	113
<i>Tortula muralis</i> (Dreh-Zahnmoos).....	123
Trauerweide.....	36
Traubenkirsche.....	97, 174, 185
<i>Trifolium alpinum</i> (Alpenklee).....	11
<i>Trifolium badium</i> (Goldklee, Braunklee).....	11, 19, 94, 237, 244
<i>Trifolium hybridum</i> (Schwedenklee, Bastardklee).....	11, 19 ff., 145, 209, 213
<i>Trifolium montanum</i> (Bergklee).....	11, 146
<i>Trifolium pallescens</i> (Ausbleichender Klee).....	11, 94, 146, 244
<i>Trifolium pratense</i> (Rotklee).....	11, 19, 176
<i>Trifolium pratense</i> var. <i>grandifolia</i> = <i>frigida</i> (Großblütiger Alpenklee). 11, 146 f.	
<i>Trifolium repens</i> (Weißklee).....	11, 129 f., 145, 210
<i>Trifolium Thalii</i> (Thals Klee).....	11, 146
<i>Trisetum distichophyllum</i> (Zweizeiliger Goldhafer).....	15 f., 118, 236, 244
<i>Tunica Saxifraga</i> (Steinbrech-Felsnelke).....	242

Turritis glabra (Kahles Turmkraut)	107
Tussilago farfara (Huflattich)	45, 90, 94, 110, 148, 165, 235 ff.
Ulme	37
Ulmus campestris (Feldulme)	44, 146
Ulmus montanus (Bergulme)	44, 199
Urtica dioica (Gemeine Brennessel).....	127, 132, 134
Vaccinien	244
Valeriana tripteris (Dreizähliger Baldrian).....	88, 115, 117, 132
Valeriana saxatilis (Felsen-Baldrian)	115, 125, 133, 226
Veronica urticifolia (Nesselblättriger Ehrenpreis)	107
Viburnum lantana (Wolliger Schneeball)	145, 185, 241
Viburnum opulus (Gemeiner Schneeball)	153
Vincetoxicum officinale (Gemeine Schwalbenwurz).....	46 f., 65, 112, 136, 234
Vogelbeere	100
Vogelkirsche.....	37
Wachsblume, Alpen-	21, 28, 101
Waldplatterbse	19 ff.
Waldrebe	14
Waldstauderoggen	212
Weide, breitblättrige	165
Weiden.....	11 ff., 26 ff., 40, 52 ff., 143, 177, 195 ff., 222 ff.
Zitterpappel	42, 110, 186, 217, 234 f.

Siehe auch die Pflanzenlisten auf den Seiten 92, 97 f., 100, 103, 107, 111 bis 115, 117—129, 132—134, 146, 148, 152 ff., 182, 226 f.

Anschrift des Verfassers:

Ing. Dr. phil. Hugo Meinhard Schiechl, Innsbruck, Wurmbachweg 1

Bewährte Wildverbissmittel



zum Schutz
der
**Nadelholz-
Jungkulturen**
vor
Wildschäden



neues
spritzfähiges
Produkt zum
Schutz von
Laub- und
Nadelhölzern

R. AVENARIUS, Wien I, Burgring 1, Telefon 57 57 83

AGRO, Wels, OÖ., Industriestraße 51, Telefon 20 92, 29 69

JULIUS

Stainer

**WALDSAMEN
FORSTPFLANZEN
KLEINGANSTALTEN**

WIENER-NEUSTADT

50 JAHRE

WOLMAN

Das Holzschutzmittel für den Forstbetrieb

Lieferung und Beratung durch

Österreichische Allgemeine Holzimprägnierung

Dr. Wolman Ges. m. b. H. Grödig 1/b. Salzburg

Tel. 220



Elin

Haushaltgeräte

MW

Die Hilfe für die Bäuerin - die Hilfe für den Bauern

120 Liter Kompressor-Kühlschränke,
Elektroherde, Waschmaschinen,
Wäscheschleudern, Bodenbürsten,
Staubsauger, Kleingeräte.

Robax

Motoren

