

# Technik und Saatgutwahl bei der Begrünung von Forststraßen

B. KRAUTZER

## 1. Einleitung

In der modernen Waldwirtschaft sind KFZ-befahrbare Forstwege unumgänglich. Sie dienen in erster Linie dem Holztransport und als Aufstellungsort für Forstmaschinen. Eine sinnvolle Aufschließung geht Hand in Hand mit einer nachhaltigen Waldpflege. Darüberhinaus können Forstwege auch eine wichtige Zusatzfunktion als Wildäsungsflächen, vor allem im geschlossenen Waldbereich, darstellen.

Nach den Ergebnissen der Waldinventur 1992/96 (FBVA 1998) weisen die 3.352.000 ha Ertragswald in Österreich eine durchschnittliche Wegdichte von knapp 45 lfm/ha LKW-befahrbarer Forststraße auf. Das entspricht einer Gesamtlänge von aktuell 150.300 km, wovon ein Fünftel öffentlich befahrbar ist. Der Straßenneubau ist seit den letzten 15 Jahren rückläufig und beträgt nach den Ergebnissen der letzten Waldinventur knapp 2.200 km pro Jahr (siehe *Tabelle 1*). Wenn man mit einer durchschnittlichen Wegbreite von 8 m einschließlich der Böschungen rechnet, entspricht dies einer Fläche von jährlich ca. 1.800 ha. Unbegrünte Böschungen von Forststraßen können leicht erodieren und stellen eine Gefahr für Straße und Umwelt dar. Nach den Ergebnissen der Waldinventur weisen nur 8 % aller Straßen älter als 2 Jahre unbewachsene Böschungen auf. Damit kann man davon ausgehen, daß der überwiegende Teil der in den letzten Jahren entstandenen Böschungen innerhalb der ersten zwei Jah-

re wieder begrünt wird. Dafür werden jährlich zwischen 200 und 400 Tonnen Saatgut benötigt, je nachdem, ob nur die Böschungen oder der gesamte Weg begrünt werden.

Betrachtet man ältere Forststraßen in Hinblick auf den Begrünungserfolg, kann man auf vielen Flächen in kurzer Zeit keinen Hinweis auf die vorangegangene Begrünung mehr feststellen. Sei es, daß die Begrünung innerhalb kürzester Zeit ausfällt und die Fläche im besten Fall mit samenbürtigen Bäumchen verwächst oder vermoost, sei es, daß die Böschung sehr bald erodiert und viele Folgeprobleme verursacht oder sich erst über Jahrzehnte wieder eine Pioniervegetation ansiedeln kann. In jedem Fall sind diese Flächen als Äsungsfläche für das Wild verloren. Im folgenden Beitrag sollen einige Grundregeln der Begrünung von Forststraßen dargestellt werden, die eine sinnvolle Kombination von Erosionsschutz und Wildäsung ermöglichen.

## 2. Grundlagen der Begrünung von Forststraßen

Meistens führt die vorhergegangene Planung der Straße zu einer Zerstörung des gewachsenen Bodens. Die Folge sind mehr oder weniger feinerdearme, steinige Begrünungsunterlagen mit geringer Wasserspeicherkapazität und sehr hoher Erosionsanfälligkeit. Eine Begrünung dieser Flächen muß so schnell wie möglich nach Beendigung der Arbeiten erfolgen. Erste und wichtigste Funktion der

Begrünung von Forststraßen ist ein stabiler Erosionsschutz der im Zuge der Baumaßnahmen geschaffenen Ober- und Unterböschungen. Dabei muß man sich bewußt sein, daß Begrünungen umso schwerer gelingen, je extremer die Ausgangsbedingungen und je schlechter die klimatischen Bedingungen sind. Dies erfordert eine entsprechende Auswahl der zu verwendenden Begrünungstechnik sowie eine an den Standort angepaßte Saatgutmischung. Die neu hergestellte Vegetationsdecke wird unter normalen Umständen (ohne weitere Dünge- und Pflegemaßnahmen) nicht stabil bleiben, sondern durch autochthone (vom Standort stammende) Vegetation sukzessive abgelöst werden.

Folgende Faktoren müssen in Hinblick auf eine erfolgreiche Begrünung von Forststraßen beachtet werden:

### 2.1 Klima

Österreich zeichnet sich durch eine Vielfalt unterschiedlicher Klimazonen aus. Die meisten Forststraßen werden im alpinen Klimabereich angelegt, der durch lange, schneereiche Winter und relativ kühle, feuchte Sommer charakterisiert ist. Die den Pflanzen zur Verfügung stehende Vegetationszeit wird mit zunehmender Meereshöhe immer kürzer (um ca. eine Woche pro 100 m). Die Temperatur nimmt in der Luft und in den tieferen Bodenschichten um 0,6 °C pro 100 m Meereshöhe ab (WINKLER & MOSER 1967). In höheren Lagen ist Frost zu jeder Jahreszeit möglich, zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode herrscht Frostwechselklima. Die Schneebedeckung nimmt mit der Höhenlage zu und beträgt in 1.600 m bereits knapp 160 Tage pro Jahr (siehe *Abbildung 1*).

Je höher der zu begrünende Standort gelegen ist, desto zögernder erfolgt der Abbau der toten organischen Masse und damit die Nachlieferung mineralischer Grundnährstoffe. Der unterirdische Le-

**Tabelle 1: Gesamtlänge und Veränderung der Forstwege (LKW-Straßen in km) im Vergleich der Waldinventuren 86/90 und 92/96 (FBVA 1998)**

Betriebsart	Gesamtlänge in km		Veränderung in km	
	ÖWI 1986/90	ÖWI 1992/96	ÖWI 1986/90	ÖWI 1992/96
Hochwald	135.300	145.500	+ 11.700	+ 9.800
Ausschlagwald	3.700	4.800	+ 400	+ 1.000
Ertragswald Total	139.000	150.300	+ 12.100	+ 10.800

**Autor:** Dr. Bernhard KRAUTZER, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, BAL Gumpenstein, A-8952 IRDNING

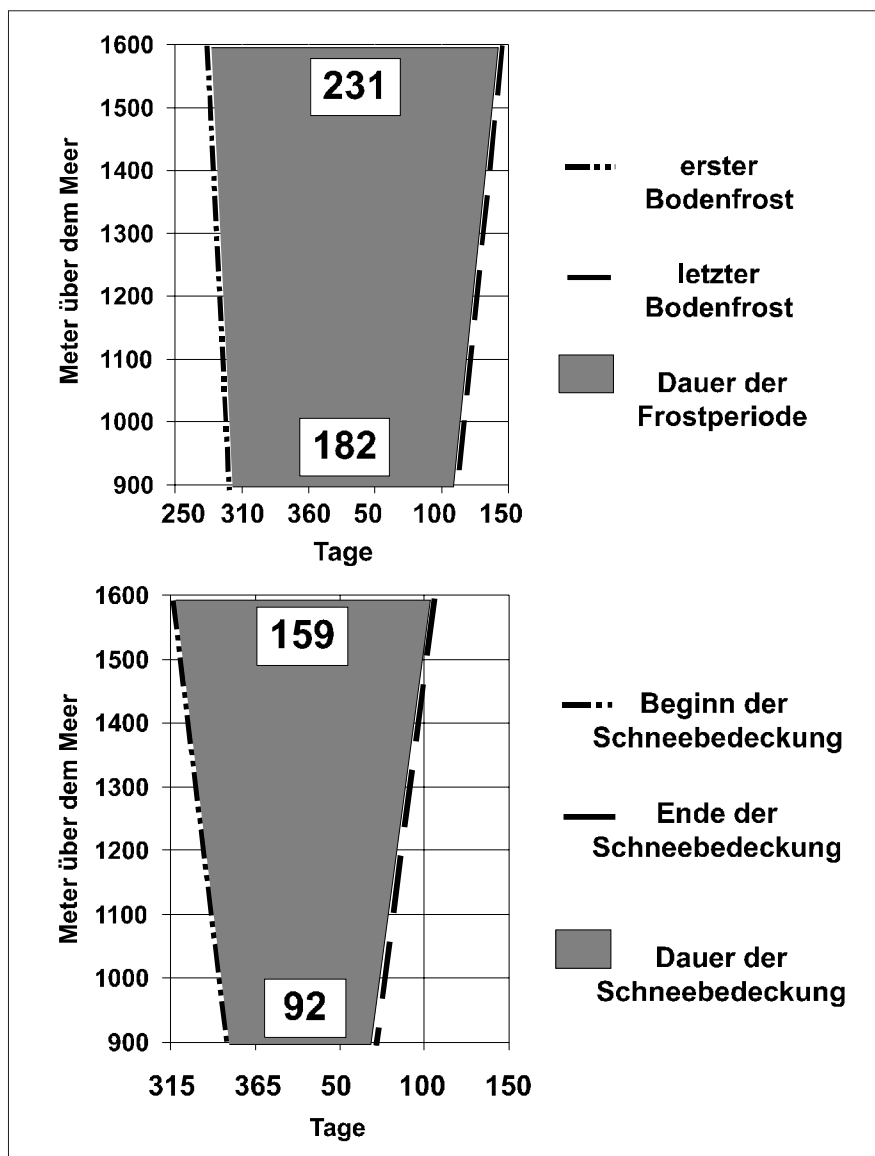


Abbildung 1: Frostkennwerte und Schneebedeckung in Abhängigkeit von der Höhenlage (ROLLER 1967)

bensraum beschränkt sich bei Gräsern und Leguminosen in höheren Lagen immer mehr auf die am stärksten erwärmten oberen Bodenschichten.

Niederschläge nehmen mit der Höhenlage zu, im Alpenrandstau stärker als im Alpeninneren. An exponierten Stellen (auch bei der Schneeschmelze nach hoher Schneelage) ist eine starke Erosionswirkung durch Wasser möglich. In niederschlagsarmen Regionen und in tiefen Lagen ist immer mit kritischen Situationen im Wasserhaushalt der Pflanzen zu rechnen.

## 2.2 Ausgangsgestein, Verlust des Mutterbodens

Eine Entfernung der obersten Bodenschicht, wie bei technischen Eingriffen

üblich, bedeutet die Zerstörung des für diesen Standort spezifischen Mutterbodens. Ohne diesen kann ein ökologisch darauf abgestimmter Rasen nicht mehr aufkommen. Auf steinigem, feinerdearmen Rohböden, wie sie im Zuge von Planierarbeiten meistens entstehen, können sich daher nur Pioniergesellschaften entwickeln. Das ist auch bei der Wahl der Begrünungsmischungen bzw. in Hinblick auf die weiteren Dünge- und Pflegemaßnahmen zu beachten.

Die Arten der im Bereich der Planie natürlich vorkommenden Pflanzengesellschaften sind an die Bodenverhältnisse und Witterungsbedingungen ihres Lebensraumes (Vegetationszeit, geringe Nährstoffversorgung, Boden, Wasserversorgung, Beschattung) optimal angepaßt.

Diese Arten gehen, soweit vorher vorhanden, durch die Planie verloren, auch der natürliche Samenvorrat sowie die im Mutterboden enthaltenen vegetativen Erneuerungsorgane werden im Zuge der Planie meist zerstört. Leider ist es bei Forststraßenplanien praktisch nie üblich, den durchwurzelten, humosen Oberboden zu deponieren und nach Abschluß der Planiearbeiten wieder am Ober- und Unterhang anzudecken. Die meist vorherrschenden mehr oder weniger sterilen Böden bieten für ein erfolgreiches Pflanzenwachstum nur selten akzeptable Bedingungen.

## 2.3 Allgemeines

Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Begrünung von Forststraßen ist, neben der Optimierung von Applikationstechnik und Saatgutwahl, eine entsprechende Planung und Ausführung sowie Vorbereitung der Planieflächen.

Schon zum Zeitpunkt der Projektierung soll die Formgebung ausgewogen und dem Gelände angepaßt sein. Extrem tiefe Einschnitte und Steilhanganschnitte sollen unbedingt vermieden werden. In Hinblick auf landschaftsschonende Ausführung der Baumaßnahmen sollen folgende Maßnahmen angewendet werden (SCHIECHTL & STERN 1992):

- Einsatz von (Schreit-) Baggern
- Gebirgsschonender Felsabtrag (Portionssprengung, Hydraulikmeißel, veränderlich feste Gesteine mittels Bagger reißen).
- Ausreichende Entwässerungsmaßnahmen zur Verhinderung von Folgeschäden
- Geländeangepaßte, standsichere Böschungsbildung (keine übersteilen Böschungen, Abrundung der Böschungsränder, wo notwendig ingenieurbioologische Sicherungsbauweisen)
- Aufhiebe (Rodungen) auf das unbedingt notwendige Mindestmaß beschränken

## 3. Technik bei der Begrünung von Forststraßen

Auch bei Verwendung bester Saatgutqualität hängt der Begrünungserfolg ganz wesentlich von der Wahl der geeigneten Begrünungsverfahren, speziell von

der gewählten Begrünungstechnik, ab. Diese sogenannten Deckbauweisen und die dabei eingesetzten Pflanzen, Samen und Pflanzenteile schützen die Bodenoberfläche vor schädlichen mechanischen Kräften (Wasser, Regen, Hagel, Wind, Frost), verbessern den Feuchte- und Wärmehaushalt und damit die Entwicklung des pflanzlichen Lebens im Boden. Die Tiefenwirkung dieser Bauweisen ist von untergeordneter Bedeutung und reicht normalerweise nicht unter den Wurzelhorizont. Das bedeutet, daß die Ansaat nur zur Stabilisierung des durchwurzelten Oberbodens verwendet werden kann.

In der Praxis werden nur sehr einfache Methoden zur Begrünung von Forststraßen angewendet. Trotzdem stehen eine Reihe von alternativen Möglichkeiten zur Verfügung, die je nach Ausgangssituation zumindest kleinflächig angewendet werden sollten (Tabelle 2). Nachstehend werden alle Techniken angeführt, deren Einsatz im Zuge der Begrünung von Forststraßen sinnvoll und möglich ist:

### 3.1 Rasenziegel

Vor Beginn der Planierungsarbeiten werden der vorhandene Rasen oder Vegetationsstücke samt dem durchwurzelten Boden abgehoben und nach der Planie wieder ausgelegt. Die Lagerzeit sollte im Sommer 3 bis 4 Wochen nicht übersteigen. Nach Beendigung der Planiearbeiten wird der Rasen wieder ausgelegt. Die zwischen den Rasenstücken kaum zu vermeidenden Lücken verwachsen wieder auf natürliche Weise. Auch mit Vaccinien oder Erika kann auf diese Weise verfahren werden, auf möglichst große Vegetationsstücke und ein tiefes Untergraben mit der Baggerschaufel muß dabei aber geachtet werden.

Diese Methode gewährleistet eine rasche und sichere Wiederbegrünung bei bestem Erosionsschutz. Die bodenständige Vegetation (z. B. Reitgräser) ist bestens an Standort und Klima angepaßt. Die Methode bleibt aber auf Flächen beschränkt, auf denen ein weitgehend geschlossener Rasen vorhanden ist, was im Bereich von Forststraßenplanien nur kleinflächig der Fall sein wird. Die beschriebene Technik ist die sicherste und schnellste Methode der Wiederbegrünung, speziell auf extremen Standorten sollte sie, wann immer möglich, ange-

Tabelle 2: Vergleich verschiedener Begrünungsmethoden

METHODE	STANDORTSBEDINGUNGEN	VORTEILE	EROSIONSSCHUTZ
Rasenziegel	auf allen Standorten mit natürlichen Rasenziegeln	+ standortgerechte Vegetation + einfache Verlegung + sofortiger Erosionsschutz	1
Rasenziegel + Einsaat	auf allen Standorten mit Rasenziegeln in der Umgebung	+ großflächig einsetzbar	1-2
Standardsaat händisch	kulturfähiger Oberboden muß vorhanden sein	+ rasche, einfache Aussaat	3
Heublumensaat	über der Waldgrenze auf frischen, nicht zu steilen Flächen	+ standortgerechtes Saatgut	2
Bitumen/Strohdecksaat	auf allen humuslosen Standorten	+ mechanischer Schutz der Bodenoberfläche + rasche, sichere Ankeimung	1
Hydrosaat	Rohböden, steile glatte Böschungen	+ Maschineneinsatz + geringe Kosten + rasche, einfache Methode	2
Geotextilien	Steilböschungen bis 45°	+ sofortiger Erosionsschutz + Beschattung, Feuchtigkeitsspeicherung	1

1 = sehr gut geeignet    2 = gut geeignet    3 = bedingt geeignet

wendet werden. Auf vielen Planieflächen können mit vorher gewonnenen Rasenziegeln zumindest die steilsten und begrünungsfeindlichsten Stellen mit dieser Methode begrünt werden.

### 3.2 Vegetationsziegel und Ansaat

Der Vorteil dieser Methode nach WITTMANN & RÜCKER (1995) liegt in der inselförmigen Verlegung standortgerechter Rasenziegel aus der umgebenden Vegetation, von wo aus sich autochthone (aus dem Bereich dieser Fläche stammende) Pflanzen wieder ausbreiten können. Entweder verwendet man dazu "überschüssige" Vegetationsteile aus der Begrünungsfläche oder man entnimmt der umgebenden Kontaktvegetation kleinflächige Vegetationsziegel. Die Zwischenflächen werden mit standortgerechtem Saatgut eingesät, wodurch schneller Erosionsschutz erreicht wird. Dadurch kann mit relativ geringem Aufwand eine großflächige Begrünung mit autochthonem und standortgerechtem Material erreicht werden, die schon nach kurzer Zeit kaum mehr von der umgebenden Vegetation zu unterscheiden ist.

Da normalerweise nie genug Rasenziegel vorhanden sind, um eine Begrünungsfläche komplett wieder abzudecken, bietet diese Methode eine relativ kostengünstige Möglichkeit, naturidenten Flächen großflächig herzustellen. Der Einsatz größerer Geräte ist nicht zwingend, aber vorteilhaft, vor allem in Hinblick auf großflächige Begrünungen und

den finanziellen Grenzen, die immer ein limitierender Faktor sind.

### 3.3 Standardsaat händisch

Saatgut wird händisch auf die Böschungen oder den Boden gestreut und mit einem Rechen eingearbeitet. Auf vielen Flächen ist eine händische Einsaat nach entsprechender Bodenvorbereitung eine einfache, relativ billige Begrünungsmethode. Allerdings muß die Planie einen entsprechenden Feinerdegehalt aufweisen, die Böschungen dürfen nicht zu steil sein. Das Saatgut darf nicht weit gestreut werden, um einer Wind- und Gewichts-sortierung vorzubeugen. Auf Flächen mit Stau- und Quellwasser sowie auf extrem sonnenexponierten Flächen ist eine einfache Standardsaat generell nicht zu empfehlen. Diese Methode ist speziell für die Einsaat kleiner, nicht extremer Flächen geeignet, für die sich der Einsatz von Maschinen nicht eignet. Wegen der langsamen Entwicklung der Jungpflanzen ist der Erosionsschutz während der ersten Wochen sehr gering. Standardsaaten werden am günstigsten zu Beginn der Vegetationszeit durchgeführt.

### 3.4 Heublumensaat

In hohen Lagen, wo der Verwendung standortgerechter Pflanzen bei der Begrünung besondere Bedeutung zukommt, gibt es mancherorts auch die Möglichkeit der Heublumensaat. Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein samenreicher Reste von den Böden von Heustadeln. Dieses "Z'sammkehrat" soll



von Heu stammen, welches nicht älter als ein, maximal zwei Jahre ist. Weitere Voraussetzung ist, daß das Heu spät genug geschnitten wurde, wodurch viele Wiesengräser und -kräuter reife Samen ausbilden konnten. Oft empfiehlt sich ein Aussieben, um eine entsprechend hohe Samenkonzentration zu gewährleisten. Die Heublumen (0,5 - 2 kg/m<sup>2</sup>) werden mitsamt den Halmen einige Zentimeter dick ausgestreut. Um Verwehungen zu verhindern, soll die Aussaat nur auf feuchtem Boden erfolgen bzw. die Heublumen nach der Aussaat benetzt werden. In Hochlagen hat sich auch eine Beschwerung der Ansaat mit Baustahlgittern oder Drahtgeflechten bewährt, welche nach ein paar Wochen wieder entfernt werden. Durch die Mulchschicht wird auch ein gewisser Schutz des Bodens gegen mechanische Angriffe erreicht, die mikroklimatischen Verhältnisse werden verbessert. Trotzdem soll der dabei erreichbare Erosionsschutz nicht überbewertet werden.

Auch wenn diese Methode altbewährt ist, kommt sie nur mehr im Bereich der Waldgrenze, bei Mangel an standortgerechtem Saatgut, in Betracht. Eine Applikation der Heublumen mittels Hydrosaat ist möglich und zu empfehlen. Einschränkung muß festgestellt werden, daß das Heublumenmaterial meist sehr mangelhafte Qualität (Anteil keimfähiger Samen) hat. Durch die in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangene Heunutzung im Almbereich ist entsprechendes Material nur mehr schwer zu bekommen.

### 3.5 Bitumen-Strohdecksaat

Es gibt verschiedene Methoden der Mulchsaaten, von denen hauptsächlich die Mulchsaat mit Langstroh, welche auch unter dem Begriff "Schiechtl" bekannt ist, zum Einsatz kommt. 300 bis 700 g/m<sup>2</sup> Stroh oder Heu (oder andere organische oder technische, in der Struktur ähnliche Fasern) werden zusammen mit Dünger und Saatgut locker (2 - 4 cm dick) ausgestreut und anschließend mit einer wasserverdünnten, instabilen Bitumenemulsion verklebt. In Quellschutzgebieten muß auf andere Kleber zurückgegriffen werden. Dieses Verfahren zählt zum ingenieurbioologischen Standardverfahren bei der Rekultivierung nach Geländekorrekturen und soll im Bereich von Forststraßen nur auf sehr exponier-

ten Flächen zum Einsatz kommen. Die Mulchschicht wirkt klimatisierend und schützt gegen mechanische Kräfte. Die schwere Verrottbarkeit des Strohs kann sich in hohen, kühlen Lagen negativ auf den Begrünungserfolg auswirken. Weiters ist anzumerken, daß auf Rohböden mit geringen bis fehlenden Feinbodenanteilen alle sogenannten humuslosen Begrünungsverfahren nur mangelhafte Ergebnisse bringen können.

Die Methode kann sowohl händisch als auch mit maschineller Hilfe durchgeführt werden. Nur für die Applikation des Klebemittels ist ein Behälter mit Spritzpumpe notwendig. Die Kosten können sich daher, je nach Gelände- und Standortverhältnissen, sehr unterschiedlich gestalten.

### 3.6 Hydrosaat

Diese auch Naßsaat und Anspritzverfahren genannte Methode erhielt in den letzten Jahren, speziell zur Begrünung von Böschungen und Forststraßen, zunehmend Bedeutung. Wasser dient als Trägermedium für die notwendigen Mischungbestandteile, normalerweise Saatgut, Dünger, Bodenverbesserungsmittel und Kleber. Die sehr unterschiedlichen Rezepturen werden in einem Tank mit 2.000 bis 10.000 l Inhalt mit einem Rührwerk vermischt und mittels einer angebauten Dickstoffpumpe auf die Begrünungsfläche gespritzt. Das Begrünungsgemisch wird bis zu 60 m weit auf die Flächen verteilt. Mit Hilfe von Schlauchleitungen kann man so von einem Standort aus einen Umkreis von 150 m begrünen.

Im Bereich der Hydrosaat sind in den letzten Jahren viele Weiterentwicklungen passiert. Jede Firma hat eigene, teils geschützte Verfahren, bei denen unterschiedliche Bodenhilfsstoffe, Dünger und Kleber eingesetzt werden. Somit ist inzwischen auch eine erfolgreiche Begrünung steilster Böschungen und von Flächen auf extremen Trockenstandorten möglich. Wobei auch hier begrenzend gilt, daß bei Böden mit mangelndem Feinanteil eine Begrünung nur möglich ist, wenn ein die Keimung ermöglichendes Substrat (z.B. bestimmte Torfe oder besser Torfersatzstoffe) mit appliziert wird.

Einer der wesentlichen Vorteile dieses Systems besteht in der vollständigen

Mechanisierung der Begrünung und deren Ausführung in ein bis zwei Arbeitsgängen (je nach Standort). Auch extreme Flächen und Steilböschungen können rasch begrünt werden. Die mechanische Beanspruchbarkeit der Ansaaten ist aber relativ gering, auf exponierten Flächen besteht, je nach verwendetem Verfahren, auch Austrocknungsgefahr.

## 3.7 Spezielle Verfahren

Kleinflächig herrschen immer wieder Verhältnisse, wo der Einsatz spezieller Verfahren oder Techniken sinnvoll erscheint, um Folgeschäden zu vermeiden. Im Bereich von Forststraßen sind das übergroße, übersteile Böschungsanschnitte und/oder stark vernäßte Bereiche. Hier empfiehlt sich die Verwendung ingenieurbioologischer Methoden der Böschungssicherung bzw. der Einsatz von Geotextilien.

### 3.7.1 Ingenieurbioologische Verfahren der Böschungssicherung

Je nach Ausgangssituation können sehr unterschiedliche Verfahren wie Lagenbauten (Heckenlage, Buschlage oder Kombination), Spreitlagen, Steckhölzer, Flechtzäune, Faschinen etc. zur Stabilisierung der Böschungen oder zur Hangentwässerung angewendet werden bzw. notwendig sein.

### 3.7.2 Geotextilien

Im folgenden sollen nur Geotextilien, auch Erosionsschutznetze genannt, beschrieben werden. Diese Netze aus Jute, Kokosfaser, Synthetischen Fasern oder Draht können in Verbindung mit allen vorher beschriebenen Begrünungsverfahren eingesetzt werden. Die folgenden Ausführungen werden, auch aus ökologischen und ästhetischen Gesichtspunkten, auf verrottbare Geotextilien wie Kokos- und Jutegewebe, beschränkt (jedes Jahr kommen neue Produkte auf den Markt weswegen diese Auflistung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt). Verwendung finden Geotextilien nur bei Vorliegen deutlicher Erosionsgefahr oder extremer Standortbedingungen (NEUSCHMID; 1996). Sie bieten die Möglichkeit eines verstärkten Oberflächenschutzes und sind, je nach verwendetem Material, auch sehr stabil gegen mechanische Kräfte wie Schneeschub, Steinschlag etc. Dazu verbessern

sie das Mikroklima am Standort, beschatten die junge Saat, speichern Wasser und schützen vor zu starker Austrocknung. Je nach Material, Standortbedingungen und Höhenlage verrotten die Netze innerhalb von 2 bis 6 Jahren, nachdem die Ansaat die Funktion der Böschungssicherung erfüllt.

Die Netze werden (mit Ausnahme der Hydrosaat) nach erfolgter Ansaat locker, den natürlichen Geländeformen folgend, verlegt und mit Pflöcken oder Stahlnägeln am Boden befestigt. Wichtig ist dabei eine 10 bis 15 cm weite Überlappung der einzelnen Bahnen. Die Hydrosaat wird erst nach der Verlegung direkt auf die Matte gespritzt. Wichtig ist dabei, zu schräge Anspritzwinkel zu vermeiden. Über der Böschungsschulter und am Böschungsfuß sollte das Gewebe ca 20 cm tief eingegraben werden.

Die hohen Kosten dieser Verfahren sind bei Vorliegen extremer Standortbedingungen in jedem Fall gerechtfertigt. Oft kommen diese Methoden billiger als teure Nachbesserungen nach der mißglückten Anwendung kostengünstigerer Begrünungsverfahren.

#### 4. Saatgutwahl bei der Begrünung von Forststraßen

Böschungen von Forstwegen gelten allgemein als unproblematisch zu begründende Standorte, weshalb immer zu den billigsten Saatgutmischungen gegriffen wird. Zwar schützt der Waldbestand die Böschungen vor extremen Belastungen durch Wind, Hagel und Schlagregen, auf der anderen Seite wirkt er durch Beschattung und im Traufenbereich herabfallende schwere Wassertropfen gegebenenfalls recht wuchshemmend. Bei Wegbau-

ten im Steilgelände und in höheren Lagen entstehen vielfach auch extreme Standorte, die neben einem entsprechenden Applikationsverfahren eine hochwertige Saatgutmischung verlangen. Die immer noch übliche bedenkenlose Aussaat möglichst billiger Samenmischungen ist einer der Hauptgründe für mangelnde Beständigkeit solcher Begrünungen.

Einige grundlegende Faktoren bestimmen die Wahl der passenden Samenmischung. Ausreichender Erosionsschutz der Böschung ist oberstes Ziel. Also muß die Mischung den Standortbestimmungen entsprechend zusammengesetzt werden (Tabelle 3). Unterschiedlichstes Ausgangsgestein hat wesentlichen Einfluß auf die Wahl der für eine erfolgreiche Begrünung erforderlichen Arten. Die pH-Werte können zwischen verschiedenen Standorten extrem schwanken. Je extremer die Verhältnisse, desto weniger Arten können sich etablieren. Die Exposition kann zu extremen kleinklimatischen Verhältnissen führen und steht oft im Zusammenhang mit einer problematischen Wasserversorgung. Prinzipiell muß zwischen trockenen und feuchten Standorten in Klimagebieten mit unterschiedlichem Jahresniederschlag unterschieden werden. Die Höhenlage potenziert sämtliche negativen Effekte, welche durch die Standortbedingungen und das Klima hervorgerufen werden. Nicht zu vergessen ist der Einfluß einer mehr oder weniger starken Beschattung der Standorte. Dies alles ist bei der Wahl der geeigneten Saatgutmischung unbedingt zu beachten. Natürlich hat in der Praxis kaum jemand die notwendigen Fachkenntnisse, eine Begrünungsmischung standortbezogen zusammenzustellen. Deswegen kann man für durchschnittli-

che Verhältnisse auf Mischungen zurückgreifen, die zumindest auf wesentliche Aspekte der Höhenlage und Wasserversorgung sowie des Ausgangsgesteines Rücksicht nehmen. Tabelle 4 zeigt eine beispielhafte Auflistung von entsprechenden Mischungen für Forststraßen unter Einbeziehung standortgerechter Ökotypen, die auch eine gute Eignung als Wildäusungsmischung haben.

Bei Vorliegen extremer Verhältnisse wie extrem sauren, trockenen, feuchten oder im Bereich der Waldgrenze gelegenen Standorten ist die Zusammenstellung einer Mischung mit standortgerechten Arten von wesentlicher Bedeutung für eine erfolgreiche Begrünung. Am Markt erhältliche konventionelle Saatgutmischungen bestehen aus hauptsächlich hochwüchsigen Arten, die ursprünglich für die Grünlandwirtschaft gezüchtet wurden. Diese Sorten sind an niedrigere, wärmere Lagen angepaßt und eignen sich oft nur bedingt für Begrünungen von Forststraßen. Die hohe Nährstoffbedürftigkeit dieser von Obergräsern dominierten Mischungen erfordert langfristige, kostspielige Düngemaßnahmen, will man einen zufriedenstellenden Rasenschluß erhalten. Damit verbunden ist eine hohe Biomasseproduktion, die wiederum regelmäßigen Schnitt, und Entfernung des anfallenden Materiales erfordert. Solch "mastige" Mischungen werden vom Wild nur ungerne angenommen. Standortgerechte Pflanzen dagegen sind besser an extreme Standortverhältnisse angepaßt. Sie produzieren wenig Biomasse, aber qualitativ hochwertiges Futter (Wildäusung). Ansaaten mit standortgerechtem Saatgut benötigen im Regelfall nur geringe Nährstoffmengen und kurzfristige Pflegemaßnahmen und führen in kürzester Zeit zu naturnahen, sich weitgehend selbst erhaltenden Rasen, die eine hohe Persistenz haben (KRAUTZER, 1997). Bei Verwendung standortgerechter Saatgutmischungen können die erforderlichen Aussaatmengen von praxisüblichen 200 bis 500 kg/ha (bei Hydrosaat) auf 80 bis 150 kg/ha verringert werden. Die BAL Gumpenstein arbeitet seit Jahren an Fragen der kommerziellen Samenproduktion ausgesuchter standortgerechter Gräser und Kräuter (z. B. Rasenschmieele, Drahtschmieele, Alpenrotschwingel, Reitgräser, Wundklee etc.) sowie deren Einsatz in standortge-

**Tabelle 3: Ziele einer nachhaltigen Begrünung von Forststraßen und deren Einfluß auf die Wahl der Saatgutmischung unter Einbeziehung des Begrünungszieles**

<p><b>Böschungssicherung</b>                      ausdauernde Pflanzenbestände                      geringe Biomasseproduktion                      Erosionsschutz                      geringer Pflegeaufwand                      artenreiche Bestände</p>	<p><b>Wildäusung</b>                      ausdauernde Pflanzenbestände                      angepaßte Futtererträge                      guter Narbenschluß                      gute Futterqualität                      harmonische Bestände</p>
<p><b>Böschungsmischung</b>                      optimale Artenwahl                      Mischungsdifferenzierung                      - klimatisch                      - standörtlich                      hohe Saatgutqualität</p>	<p><b>Wildäusungsmischung</b>                      optimale Sortenwahl                      Mischungsdifferenzierung                      - klimatisch                      - standörtlich                      hohe Saatgutqualität</p>

rechten Samenmischungen für unterschiedliche Höhenlagen und unterschiedliches Ausgangsgestein (KRAUTZER 1995). In der Zwischenzeit werden Gumpensteiner Ökotypen auf mehr als 30 ha von österreichischen Bauern vermehrt und in Qualitäts-Begrünungsmischungen einer Kärntner Saatgutfirma, abgestuft nach Höhenlagen und unterschiedliches Ausgangsgestein, auf den Markt gebracht.

Versuche der BAL Gumpenstein in Bereichen von Schipistenflächen unterhalb der Waldgrenze, die mit den Standortbedingungen von lichten Forststraßen gut vergleichbar sind, zeigen einen wesentlichen Einfluß der Artenwahl auf den Begrünungserfolg. *Abbildung 2* verdeutlicht, daß unspezifische Böschungsmischungen sehr nährstoffbedürftig sind, wenn man eine entsprechende Bodenbedeckung erreichen will. Nur bei jährlicher Düngung ist die Bodendeckung befriedigend, was mit einer zu hohen Biomasseproduktion einhergeht und einen jährlichen Pflegeschnitt erfordert. Standortgerechte Saatgutmischungen bieten auch dann ausreichende Bodenbedeckung, wenn nur zur Anlage gedüngt ist. Die

Biomasseproduktion ist deutlich geringer, eine Pflege ist nicht notwendig. Aus Praxisbeobachtungen läßt sich schließen, daß mäßig gedüngte Begrünungsmischungen mit einem höheren Anteil an standortgerechten Arten vom Wild bevorzugt angenommen werden.

## 5. Pflege und Erhaltung von Begrünungen

Die Pflege von Begrünungen dient der Erzielung eines funktionsfähigen Zustandes bzw. dessen Erhaltung. Im Bereich von Forststraßen muß davon ausgegangen werden, daß dazu ein Zeitraum von 2 bis 3 Vegetationsperioden notwendig ist. Auch bei optimaler Kombination von Saatgutmischung und Begrünungstechnik sind verschiedene Pflegemaßnahmen im Regelfall notwendig:

### 5.1 Düngung

Die Düngung dient, je nach Zielvorgabe, der Existenzsicherung der zu schaffenden Vegetationsdecke, deren Erhaltung und bei Nutzung als Wildäusungsfläche auch der Ertragssteigerung. Der Bestandesschluß wird durch eine dem Standort und der Begrünungsmischung

angepaßte Düngung wesentlich früher erreicht, die Risiko-Zeit erheblich verkürzt. Besonders auf nährstoffarmen Rohböden ist daher eine wiederholte Düngung in den ersten Jahren eine Voraussetzung für den Erfolg. Zur Düngung sollen, mit Ausnahme eines geringen Anteils schnell wirkender Mineraldünger zur Anlage, nur langsam und nachhaltig wirkende, ökologisch unbedenkliche, Dünger verwendet werden. Organischen Düngern ist in jedem Fall der Vorzug zu geben, sie fördern den Humusaufbau auf dem Planiematerial und eine ausreichende Stickstoffversorgung der heranwachsenden Saat wird sichergestellt. Manche Begrünungsfirmen verwenden inzwischen mineralische Dünger, die in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge, ihre Nährstoffe über die gesamte Vegetationsphase verteilt freisetzen. Prinzipiell soll langfristig, aber zurückhaltend gedüngt werden, bis ein ausreichender Narbenschluß erreicht ist. An den Standort angepaßte Begrünungsmischungen haben einen deutlich geringeren Nährstoffbedarf.

Bei langfristiger Verwendung der Begrünung als Wildäusungsfläche empfiehlt

Tabelle 4: Beispiele von standortangepaßten Forststraßenmischungen mit Eignung als Wildäusungsmischung

#### Mischung für höher gelegene Standorte über saurem Ausgangsgestein (900 - 1.700 m)

Art	Sorte	Dt. Bezeichnung	Anteil in %
<i>Festuca nigrescens</i>	Ökotyp	Alpenrotschwengel	15
<i>Festuca rubra ssp. rubra</i>	Echo, Rubina	Rotschwengel	20
<i>Agrostis capillaris</i>	Highland Bent	Rotstraußgras	10
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Ökotyp	Drahtschmiele	5
<i>Alopecurus pratensis</i>	Alko	Wiesenfuchsschwanz	5
<i>Lolium perenne</i>	Trani, Vigor	Englisches Raygras	5
<i>Poa pratensis</i>	Monopoly, Oxford	Wiesenrispe	10
<i>Festuca pratensis</i>	Leopard, Darimo	Wiesenschwengel	10
<i>Trifolium repens</i>	Huia, Milkanova	Weißklee	15
<i>Lotus corniculatus</i>	Oberhaunstädter	Hornklee	5

#### Mischung für höher gelegene Standorte über kalkhaltigem Ausgangsgestein (900 - 1.700 m)

Art	Sorte	Dt. Bezeichnung	Anteil in %
<i>Festuca nigrescens</i>	Ökotyp	Alpenrotschwengel	15
<i>Festuca rubra ssp. rubra</i>	Echo, Rubina	Rotschwengel	25
<i>Agrostis capillaris</i>	Highland Bent	Rotstraußgras	8
<i>Cynosurus cristatus</i>	Southland	Kammgras	5
<i>Lolium perenne</i>	Trani, Vigor	Englisches Raygras	5
<i>Poa pratensis</i>	Monopoly, Oxford	Wiesenrispe	10
<i>Dactylis glomerata</i>	Tandem, Lidaglo	Knautgras	5
<i>Trifolium repens</i>	Huia, Milkanova	Weißklee	13
<i>Lotus corniculatus</i>	Oberhaunstädter	Hornklee	10
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Ökotyp	Wundklee	4

#### Mischung für tiefer gelegene trockene Standorte (300 - 900 m)

Art	Sorte	Dt. Bezeichnung	Anteil in %
<i>Agrostis capillaris</i>	Highland Bent	Rotstraußgras	10
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Ökotyp	Drahtschmiele	5
<i>Festuca rubra</i>	Barnica, Koket	Rotschwengel horstbildend	25
<i>Festuca rubra</i>	Echo, Rubina	Rotschwengel ausläuferbildend	23
<i>Lolium perenne</i>	Trani, Vigor	Englisches Raygras	5
<i>Phleum pratense</i>	Odenwälder, Climax	Lieschgras	5
<i>Poa nemoralis</i>	Barnemo	Hainrispe	7
<i>Lotus corniculatus</i>	Oberhaunstädter	Hornklee	5
<i>Onobrychis viciifolia</i>		Esparsette	2
<i>Trifolium hybridum</i>	Odenwälder	Schwedenklee	3
<i>Trifolium repens</i>	Huia, Milkanova	Weißklee	10

#### Mischung für schattige, feuchte Standorte in tieferen Lagen (300 - 900 m)

Art	Sorte	Dt. Bezeichnung	Anteil in %
<i>Agrostis capillaris</i>	Highland Bent	Rotstraußgras	8
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Ökotyp	Drahtschmiele	3
<i>Festuca rubra</i>	Barnica, Koket	Rotschwengel horstbildend	25
<i>Festuca rubra</i>	Echo, Rubina	Rotschwengel ausläuferbildend	20
<i>Lolium perenne</i>	Trani, Vigor	Englisches Raygras	5
<i>Poa nemoralis</i>	Barnemo	Hainrispe	10
<i>Poa trivialis</i>	Handelssaatgut	Gemeine Rispe	5
<i>Cynosurus cristatus</i>	Southland	Kammgras	5
<i>Lotus corniculatus</i>	Oberhaunstädter	Hornklee	4
<i>Trifolium hybridum</i>	Odenwälder	Schwedenklee	5
<i>Trifolium repens</i>	Huia, Milkanova	Weißklee	10



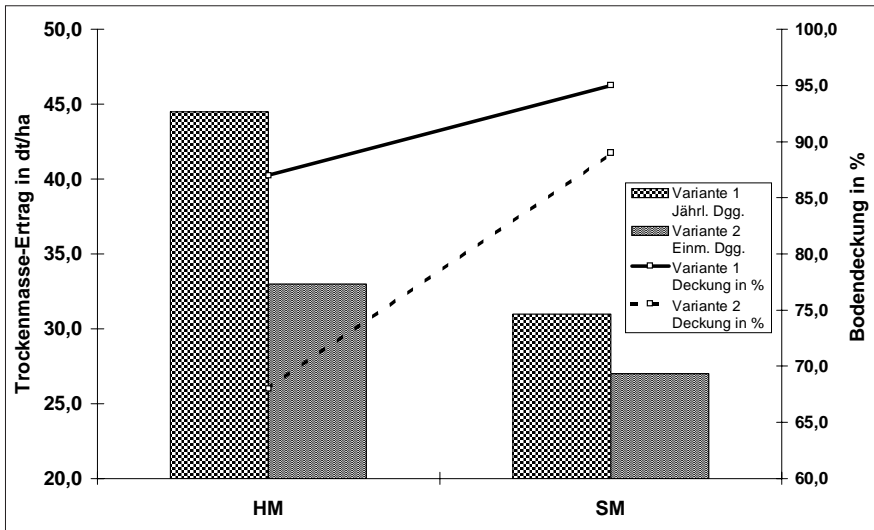


Abbildung 2: Trockenmasse-Ertrag und Bodendeckung von handelsüblichen Böschungsmischungen (HM) und standortgerechten Mischungen (SM) auf 1800m Seehöhe, 4 Jahre nach der Begrünung. Vergleich jährlicher und einmaliger Düngung.

sich ein Nachdüngen, am besten mit Rottemist, welcher auch unter Verwendung eines Miststreuers aufgebracht werden kann. Zur Erhaltung des Kleeanteiles kann als Ersatz eine leichte PK-Düngung durchgeführt werden. Diese Maßnahmen können, je nach Zustand der Begrünung, alle zwei bis drei Jahre gesetzt werden. Auf extrem sauren Flächen ist zur Erhaltung einer Wildäusungsfläche eine zusätzliche Düngung von magnesiumhaltigem Düngekalk notwendig.

### 5.2 Nachsaat

Bei Deckungsgraden unter 50% im Jahr nach der Ansaat empfehlen sich oft Nachbesserungsarbeiten bis hin zu einer zweiten Begrünung. Meist wird ein kleinflächiges Aufrauen des Bodens mit anschließender händischer Einsaat ausreichen. Die Zeit knapp nach der Schneeschmelze, in höheren Lagen zwischen Mai und Juni, ist dafür ideal.

### 5.3 Mahd

Ist kein unbedingtes Erfordernis, einmalige Mahd wäre aber für gräserreiche Begrünungen empfehlenswert. Das dabei anfallende Futter kann bei entsprechenden Bedingungen am Boden getrocknet und im Winter als Wildheu verwendet werden. Bei Verwendung normaler Böschungsmischungen und stärkeren Düngergaben ist eine Mahd wegen der hohen Biomasseproduktion dieser Mischungen oft zwingend (Abstickungsgefahr).

## 6. Zusammenfassung und praktische Nutzenanwendung

Forststraßen sind aufgrund der vorhergegangenen Planie, der extremen Bodenverhältnisse, des meist fehlenden Mutterbodens sowie der mit der Höhenlage immer extremer werdenden klimatischen Bedingungen schwieriger zu begrünen, als allgemein angenommen. Will man Erosionsschäden vermeiden und zusätzlich eine für das Wild attraktive Äsungsfläche schaffen, ist eine schnelle Begrünung unter Verwendung einer geeigneten Applikationstechnik Grundbedingung. Die Wahl des optimalen Begrünungszeitpunktes ist, unabhängig von Methode und Saatgut, wesentlich für einen befriedigenden Anwuchserfolg (Abbildung 3). Jede der vorgestellten Begrünungsmethoden hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Die dabei entstehenden Kosten sind immer in Abhängigkeit aller Faktoren zu sehen. Eine erfolgreiche Rekultivierung bedingt immer das Zusammenspiel von einer dem Standort angepassten Begrünungsmethode mit einer qualitativ hochwertigen, dem Standort gerechten Saatgutmischung. In der Praxis wird man versuchen müssen, mit einem Minimum an Aufwand das Ziel eines stabilen Rasens zu erreichen. Wobei nie vergessen werden darf, daß all die beschriebenen Maßnahmen der Stabilisierung des stark durchwurzelten Oberbodens dienen. Bei instabilen, zu tiefgründigeren Rutschungen neigenden Begrünungsflächen müssen zusätzliche ingenieurbio-logische Maßnahmen zur Hangstabilisierung gesetzt werden. Eine Beurteilung der Situation vor Beginn der Eingriffe bzw. der Rekultivierungsarbeiten durch einen Experten ist immer anzuraten.

Normalen Böschungsbegrünungen sind im Bereich von Forststraßen nur bedingt verwendbar. Sie sind meist zu reich an Obergräsern und zu nährstoffbedürftig. Für durchschnittliche Verhältnisse kann man auf fertige Mischungen zurückgreifen, wobei auf das Ausgangsgestein, die Wasserversorgung und die Höhenlage des Begrünungsstandortes zu achten ist. Unter extremen Bedingungen wie sehr feuchten oder trockenen Standorten, extremen pH-Werten oder in sehr hohen Lagen ist auf eine besondere Artenwahl zu achten. Die Verwendung von Arten, die dem Standort angepaßt sind, bringt deutlich bessere Ergebnisse. Bei Verwendung entsprechend hochwertiger Mischungen lassen sich auch die Aus-

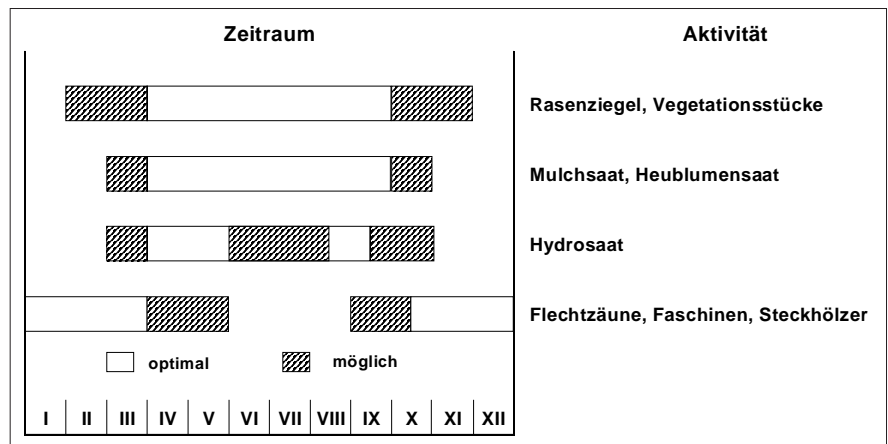


Abbildung 3: Zeitplan für die Ausführung von Begrünungsarbeiten

saatmengen deutlich reduzieren, was die höheren Saatgutpreise relativiert. Die Beiziehung eines Fachmannes zur Auswahl oder Zusammenstellung der richtigen Mischung und des passenden Begrünungsverfahrens ist immer von Vorteil. Wenn man diese Vorgaben beachtet, ist die zusätzliche Nutzung dieser Flächen als Wildäsungsfläche ohne Probleme möglich. Die weitere Pflege und Nutzung der Begrünung muß allerdings auf diesen Verwendungszweck abgestimmt werden.

## 7. Literatur

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN (1998): Österreichische Waldinventur 1992/96, CD-ROM.

KRAUTZER, B. (1997): Standortgerechte Hochlagenbegrünungsmischungen im Vergleich zu Handelssaatgut. Festschrift der BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning, anläßlich der 50-Jahrfeier, 193-202.

KRAUTZER, B. (1995): Untersuchungen zur Samenvermehrbarkeit alpiner Pflanzen. Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning, Heft 24, 1-76.

NEUSCHMID, K. (1996): Methoden der Böschungssicherung von Hangqueren im steilen Gelände. Eigenverlag Dipl.Ing.Kurt Neuschmid, Thiersee, 28 S.

SCHIECHTL, H.M. & R. STERN (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 5-153.

WINKLER, E. & W. MOSER (1967): Die Vegetationszeit in zentralalpinen Lagen Tirols in Abhängigkeit von den Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen. Veröff. Mus.Ferd. Innsbruck, Heft 57.

WITTMANN, H. & T. RÜCKER (1995): Über eine neue Methode der Hochlagenbegrünung. Carinthia II, 53. Sonderheft, 134-137.