

Wissenschaftliche Grundlagen für die Entwicklung technischer Richtlinien

Dr. Bernhard Krautzer & Dr. Wilhelm Graiss

Einleitung

Klima, Geologie, Topografie und die diesem von der Natur vorgegebenen Rahmen angepassten traditionellen Bewirtschaftungsformen haben im Verlauf der Jahrhunderte zu einer Vielfalt an bunten, artenreichen Grünlandbeständen geführt. Diese bieten in ihrer Strukturvielfalt Lebensraum für eine Vielzahl an Tier- und Pflanzenarten. Mehr als 1.300 der in ihrem Vorkommen auf Mitteleuropa beschränkten höheren Pflanzenarten weisen eine mehr oder weniger enge Bindung an Grünland-Ökosysteme auf und fast 30% dieser Arten kommen ausschließlich auf Grünland vor (Kirmer et al. 2012). Seit Mitte des 20. Jahrhunderts geht in Österreich, wie überall in Europa, der Anteil des ökologisch wertvollen Extensivgrünlandes kontinuierlich zurück. Über 90% der artenreichen Grünlandbestände in Österreich sind bereits auf der Roten Liste der gefährdeten Pflanzengesellschaften zu finden (UBA 2004). Der ökonomische Zwang zur intensiven Nutzung von Wiesen und Weiden sowie der damit verbundene Nährstoffeintrag führen zu einer Verdrängung der meisten Arten der extensiv bewirtschafteten Grünlandbestände. Nur schnitttolerante, stickstoffliebende Arten überleben, die meisten Blütenpflanzen verschwinden. Können artenreiche Grünlandbestände bis zu 100 und mehr Arten aufweisen, behaupten sich auf intensiv bewirtschaftetem Grünland meist nur mehr 10-20 Arten (Tischew et al. 2012). Zunehmend führt auch eine Aufgabe der Nutzung, die meist mit Aufforstung verbunden ist, zu einem weiteren Rückgang des Extensivgrünlands.

Bereits seit den Neunzigerjahren gibt es in Österreich Aktivitäten mit der Zielsetzung, biologische Vielfalt mittels standortgerechter Begrünung passender Flächen wieder in der Kulturlandschaft zu etablieren. Einerseits betreffen sie Acker- und Grünlandstandorte im Zuge von Kompensationsmaßnahmen, wie bei vielen infrastrukturellen Eingriffen vorgeschrieben. Auf der anderen Seite ergeben sich auch viele zusätzliche Möglichkeiten im Rahmen von landschafts- und städtebaulichen Maßnahmen. Straßenböschungen, Retentionsflächen, Hochwasserschutzdämme, Versickerungsflächen, Erweiterungsflächen von Gewerbebetrieben, innerstädtische Brachflächen, Park- und Rasenflächen, Verkehrsinseln, Schotterrasen, Dachbegrünungen oder auch Gleisbegrünungen sind nur einige der vielfältigen Möglichkeiten, reichblühendes, naturschutzfachlich wertvolles Extensivgrünland neu zu etablieren. Mit dem Inkrafttreten der ÖNORM L1113 (ASI 2014a) sowie der ONR 121113 (ASI 2014b) gibt es für Begrünungen mit ökologischen Zielsetzungen erstmals die Möglichkeit, diese

auch im normativen Rahmen auszuführen. In nachfolgendem Beitrag werden die wissenschaftlichen Grundlagen der standortgerechten Begrünung mit regionalem Wildpflanzensaatgut beschrieben.

Was ist standortgerecht?

Die Vorgabe der „Standortgerechtigkeit“ einer Begrünungsmaßnahme ist eine wesentliche Voraussetzung für das langfristige Erreichen der Begrünungsziele im Rahmen von Begrünungen mit Wildpflanzensaatgut. Standortgerecht (in der Literatur finden sich auch viele ähnlich verwendete Begriffe wie z.B. regional, heimisch, lokal, gebietseigen, naturnah) lässt sich folgend definieren (ÖAG 2000):

Eine Art ist standortgerecht, wenn sie unter den gegebenen Standortbedingungen natürlich vorkommt.

Eine Pflanzengesellschaft ist standortgerecht, wenn sie sich bei im Regelfall extensiver Nutzung oder Nichtnutzung dauerhaft selbst stabil hält und wenn bei dieser Pflanzengesellschaft die Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten nicht im Vordergrund steht

Durch den Menschen erzeugte Vegetation ist standortgerecht, wenn die ökologischen Amplituden (die „Ansprüche“) der ausgebrachten Pflanzenarten den Eigenschaften des Standortes entsprechen, die Pflanzenarten in der geographischen Region (Naturraum), in der die Begrünung stattfindet, an entsprechenden Wildstandorten von Natur aus vorkommen oder vorgekommen sind und dafür Saatgut oder Pflanzenmaterial verwendet wird, das einerseits aus der unmittelbaren Umgebung des Projektgebietes stammt oder in Lebensräumen gewonnen wurde, die hinsichtlich ihrer wesentlichen Standortfaktoren dem herzustellenden Vegetationstyp entsprechen.

Das heißt, dass bei der Begrünung nicht nur auf Einhaltung korrekter bodenständiger und standortgerechter Artengarnituren Wert gelegt wird, es werden darüber hinaus nach Möglichkeit lokale Ökotypen und Kleinsippen der jeweiligen Pflanzenart verwendet.

Nachdem in der praktischen Ausführung die Verfügbarkeit von Materialien sehr oft begrenzt ist, muss man zusätzlich zwischen *standortgerechter Begrünung im engeren Sinne* (das Saatgut oder Pflanzenmaterial stammt von passenden Standorten aus der Umgebung des Projektgebietes) und *standortgerechter Begrünung im weiteren Sinn* (das Saatgut oder Pflanzenmaterial entspricht den Eigenschaften des Standortes wobei die Verwendung von regionalem Saat- oder Pflanzgut so weit wie möglich angestrengt wird,



jedoch ist die Verwendung nicht verpflichtend) unterscheiden. Es ist wichtig, diese Zielsetzungen im Vorfeld einer Begrünungsmaßnahme festzulegen.

Der Wert der Regionalität

Eine besondere Wertigkeit erhalten solche Begrünungen also, wenn man dabei auch die regionale Genetik des Begrünungsmaterials berücksichtigt. Biodiversität erklärt sich ja nicht nur aus der Vielfalt an unterschiedlichen Biotypen und unterschiedlichen Arten, sondern auch aus der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art. Diese genetische Vielfalt entsteht aus der Vielfalt der klimatischen Regionen, wobei wir allein in Österreich zehn verschiedene sogenannte „Naturräumliche Großeinheiten“ unterscheiden (siehe *Abbildung 1*), die sich voneinander sehr stark in Geologie, Klima und Standortbedingungen unterscheiden (Krautzer & Graiss 2015). Das führt in den unterschiedlichen Regionen auch zu deutlichen Unterschieden in den genetischen Eigenschaften ein und derselben Art.

Viele gewichtige Gründe sprechen dafür, diese regionale genetische Vielfalt zu erhalten. Gerade in Zeiten des sich wandelnden Klimas ist diese genetische Vielfalt vonnöten, damit sich wildlebende Arten gut an die sich ändernden Umweltbedingungen anpassen können. Die Verwendung unkontrollierter Genetik aus unbekanntem Regionen birgt die große Gefahr der Interaktionen zwischen regionalen und gebietsfremden Ökotypen mit all den damit einhergehenden negativen Effekten wie Hybridisierung, Auskreuzen von Allelen und letztendlich der Verdrängung der regionalen Genetik. Ein Problem, das durch die massive Nachsaat des drei- und mehrschichtigen Grünlandes mit gezüchtetem Sortensaatgut bei den davon betroffenen wirtschaftlich wertvollen Arten noch verstärkt wird. Durch den Einsatz von regionalem Wildpflanzensaatgut wird eine deutliche Verminderung (Verhinderung) von Florenverfälschung und Einbürgerung fremder Sippen erreicht. Letztendlich sinkt dadurch auch die Gefahr des Einschleppens invasiver Arten deutlich ab.

All diese Zielsetzungen erreicht man, indem man nach Möglichkeit und Verfügbarkeit versucht, Saatgut oder Pflanzenmaterial zu verwenden, das aus derselben Region

stammt, in der man neue Flächen etablieren will. Inzwischen gibt es in Österreich auch entsprechend zertifiziertes Saatgut von Wildpflanzen, bei dem die passende Herkunftsregion (siehe *Abbildung 1*) durch eine neutrale, externe Prüfstelle bestätigt wird (Krautzer *et al.* 2015).

Die wesentliche Zielsetzung der standortgerechten Begrünung mit regionalem Wildpflanzensaatgut ist, die genetische Vielfalt wild lebender Arten des Extensivgrünlandes innerhalb ihrer naturräumlichen Verbreitungsgebiete zu erhalten.

Möglichkeiten des Einsatzes standortgerechter Begrünungen mit Wildpflanzen

In der Praxis bietet sich eine Vielzahl an Möglichkeiten, regionale Wildpflanzen wieder in der Kulturlandschaft zu etablieren. Jedes Jahr entstehen in Österreich tausende Hektar potentieller Begrünungsflächen, meist im Zusammenhang mit infrastrukturellen Maßnahmen wie der Schaffung und Sanierung von Verkehrswegen, Leitungstrassen, Wasserbau (Dämme, Rückhaltebecken), Wildbach- und Lawinverbauungen oder Pistenbau. Sehr oft werden in diesem Zusammenhang auch Kompensationsmaßnahmen für notwendige Eingriffe in die Natur eingefordert. Auch stehen immer wieder großflächige Projekte in naturschutzrechtlich gesicherten Gebieten an. Aber auch in Folge baulicher Maßnahmen im Bereich von Gewerbeflächen (Erweiterungsreserven), öffentlicher Grünflächen (Parks, Verkehrsinseln, Grünstreifen etc.), der Errichtung von Parkflächen (Anlage von Schotterrasen) oder sonstiger Aktivitäten (Dachbegrünungen, Begrünung von Gleisanlagen für Straßenbahnen) bis hin zu privaten Gärten bietet sich eine Vielzahl an Möglichkeiten zur standortgerechten Begrünung. Und nicht zuletzt liegt auch im landwirtschaftlichen Bereich, im Rahmen unterschiedlicher Förderungsprogramme (z.B. Unterwuchs von Streuobstwiesen, Anlage artenreicher Hecken und Feldraine, Anlage von Bienenweiden, ÖPUL-Programme) noch ein viel zu wenig genutztes Potential zur Anlage von artenreichem Extensivgrünland.

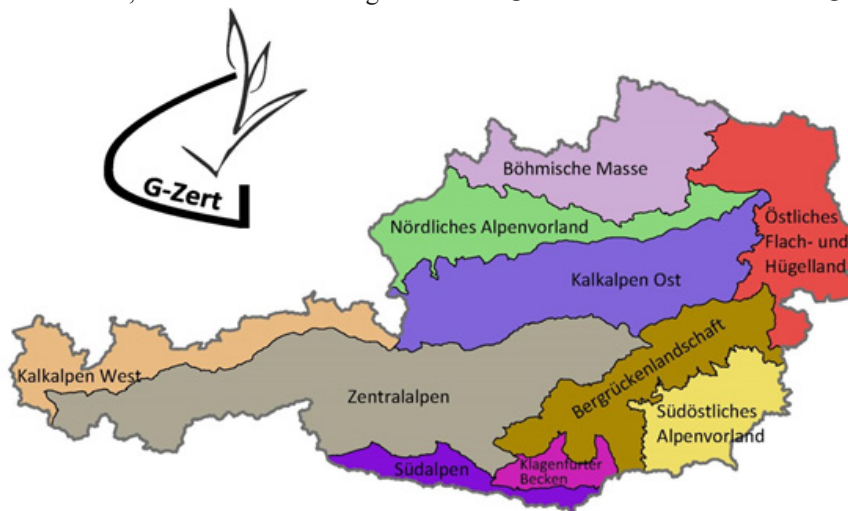


Abbildung 1: Naturräumliche Großeinheiten nach Gumpensteiner Herkunftszertifikat (G-Zert)

In der praktischen Ausführung solcher Begrünungen, stellt sich immer wieder das Problem des mangelnden Fachwissens sowie der mangelnden Erfahrung der planenden und ausführenden Personen mit solch spezifischen Zielsetzungen. Um eine Grundlage zur Anwendung des bestehenden Fachwissens zu schaffen und die wichtigsten Zusammenhänge kompakt weiterzugeben, wurde die Technische Richtlinie ONR 121113 erarbeitet. Der aktuelle Stand des Wissens zur Etablierung von ausgesuchten Pflanzengesellschaften mit Saatgut ist darin zusammengefasst. Bei Beachtung der wesentlichen ökologischen und technischen Grundsätze kann dabei das Erreichen der vorgegebenen Begrünungsziele als gesichert angesehen werden.

Im Rahmen der praktischen Umsetzung eines entsprechenden Projektes sind fünf wesentliche Planungsschritte zu bewältigen, die nachstehend beispielhaft beschrieben werden.

I Analyse der Standortsbedingungen, Festlegung eines realistischen Planungszeitraums

Was ist ein realistischer Zeitrahmen?

Begrünungen mit Wildpflanzensaatgut müssen mit Voraussicht geplant sein. Es ist im Regelfall nicht realistisch, zu Beginn des Jahres zu planen und bereits im Frühsommer alle benötigten Materialien, Expertisen und Konzepte verfügbar zu haben. Wie in den nachfolgenden Planungsschritten ausgeführt, benötigt jeder einzelne Schritt einen angemessenen Zeitrahmen. Eventuell muss der Begrünungsstandort auch zu mehreren Terminen, zu unterschiedlichen Jahreszeiten evaluiert werden, um die herrschenden Bedingungen ausreichend zu erfassen.

Die Verwendung von regionalem Wildpflanzensaatgut erfordert oftmals eine Gewinnung desselben von Spenderflächen. Nur selten ist allerdings entsprechendes Material in entsprechenden Mengen auf Abruf verfügbar ist. Damit liegt zwischen Gewinnung und Einsatz des Begrünungsmaterials oft eine ganze Vegetationsperiode. Die im Rah-

men großer Projekte benötigten Mengen liegen meistens außerhalb der normalen Verfügbarkeit am Markt. Dies bedingt eine rechtzeitige Vermehrung oder Gewinnung von Spenderflächensaatgut und dies kann sich durchaus über mehrere Jahre hinziehen. Nachdem die meisten Projekte eher langfristig geplant werden, müssen diese Überlegungen bereits an den Anfang der Planungsphase gelegt werden. Kurzfristige, überhastete Planungen führen meist zu sehr unbefriedigenden Ergebnissen.

Der Standort setzt den Rahmen

Die Standorteigenschaften sind ein kritischer Erfolgsfaktor. Im Wesentlichen kann ein Standort durch Temperatur, Niederschlag, Vegetationszeit, Seehöhe, geografische Breite, Exposition, Bodenart, die unterschiedlichen Bodenparameter wie z.B. Textur, pH-Wert, Humus- und Nährstoffgehalt und den Wasserhaushalt charakterisiert werden. Diese Faktoren spielen auf komplexe Art zusammen und stehen zueinander in Wechselwirkung (siehe *Abbildungen 2 und 3*). Prinzipiell ist es daher notwendig, Standorteigenschaften und Pflanzengesellschaft aufeinander abzustimmen. Bestimmte Saatgutmischungen, die bestimmte Lebensraumtypen von der Artenwahl her charakterisieren, benötigen die dazu passenden Standorteigenschaften. Sofern diese zur Verfügung stehen oder durch technische Maßnahmen geschaffen werden, wird sich als Ergebnis nach einer gewissen Entwicklungszeit der gewünschte Lebensraumtyp etablieren, der bei passender Pflege stabil bleibt. Umgekehrt muss man bei gegebenen Standortsbedingungen das Artenspektrum entsprechend dieser Eigenschaften gezielt auswählen.

Das komplexe Zusammenspiel all dieser Faktoren, die letztendlich das Ergebnis der Begrünung beeinflussen, kann nie bis ins Detail erfasst werden. Daher wird auch ein Fachexperte nie detailliert voraussagen können, wie sich eine Begrünung mit Wildpflanzensaatgut tatsächlich entwickeln wird.

Bei Berücksichtigung der wesentlichen Zusammenhänge wird sich im Regelfall eine lebensraumtypische Pflan-



Variante Regelsaatgutmischung,
mit 10 cm Humus

Variante Regelsaatgutmischung,
ohne Humus

Variante standortgerechte Samen-
mischung aus dem Naturraum,
mit 10 cm Humus

Variante standortgerechte Samen-
mischung aus dem Naturraum,
ohne Humus

Abbildung 2: Begrünungsversuch Schnellstraße St. Veit/Glan

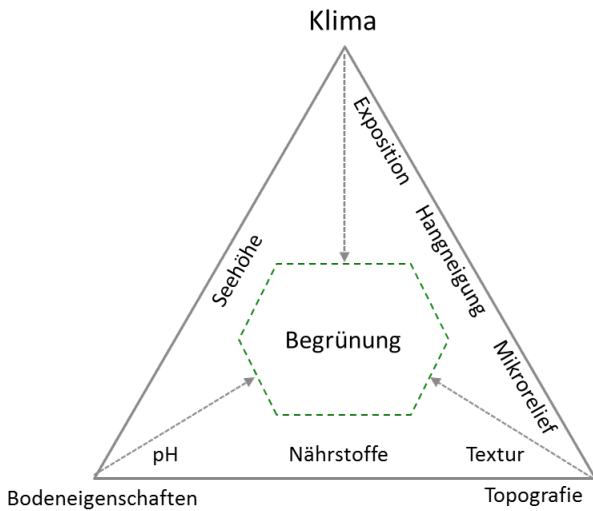


Abbildung 3: Wesentliche Schlüsselfaktoren für Etablierung und Entwicklung der Vegetation (nach Krautzer und Uhlig, 2012)

zengesellschaft dauerhaft etablieren. Wobei man unter einem Lebensraumtyp einen abstrahierten Typus aus der Gesamtheit gleichartiger und ähnlicher natürlicher Lebensräume versteht. Innerhalb eines Lebensraumtyps lassen sich unterschiedliche Biototypen unterscheiden. Jeder einzelne Biototyp bietet - als Lebensraum mit seinen ökologischen Bedingungen - einheitliche, von anderen Typen verschiedene Voraussetzungen und ist durch spezielle Pflanzengesellschaften gekennzeichnet. Als Beispiel sei der Lebensraumtyp der Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*) angeführt, der sich, je nach Standortseigenschaften (und auch Artenspektrum der Saatgutmischung), zum Biototyp

der **frischen basenreichen Magerwiesen der Tieflagen**, zu **frischen, artenreichen Fettwiesen der Tieflagen** oder zum **Grünland-Ackerrain** entwickeln kann. Wobei ein Teil des Artenspektrums, etwa der namensgebende Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), allen drei aufgelisteten Biototypen gemein ist. *Abbildung 4* zeigt ein Ökogramm (verändert nach Dierschke & Briemle, 2002), welches diese wichtigen Zusammenhänge zwischen Lebensraumtyp und ausgesuchten Bodenparametern stark vereinfacht darstellt. Wobei Lebensraumtypen, die nach dem Stand der Technik gut zu etablieren sind, in dem Ökogramm grün gefärbt sind. Vor allem bei Standortsfaktoren, die nicht zu sehr im extremen Bereich liegen, kann man aus vielfacher Erfahrung davon ausgehen, dass eine fachlich korrekt ausgeführte Begrünung funktioniert.

In der Praxis bedeutet das aber auch, dass unter bestimmten Standortseigenschaften auch mehrere Lebensraumtypen etabliert werden können, sofern man über Saatgutmischung, Begrünungstechnik sowie Maßnahmen der Entwicklungs- und Erhaltungspflege auch darauf Rücksicht nimmt. Die entsprechenden Zusammenhänge sind in der ONR 121113 ausführlich beschrieben.

II Definition des Begrünungsziels – Ableitung der Zielvegetation

Aus der Kenntnis der Voraussetzungen ergibt sich also ein Spektrum an Möglichkeiten, das letztendlich mitbestimmend für die Definition eines Begrünungszieles sein wird. Im Wesentlichen kann zwischen folgende Zielsetzungen unterschieden werden:

Naturschutzfachliche/Ökologische Zielsetzungen

Je nach Wertigkeit fallen darunter z.B. Renaturierung von FFH-Lebensraumtypen oder die Schaffung von Ersatzlebensräumen. Solche Projekte haben meist sehr hochge-

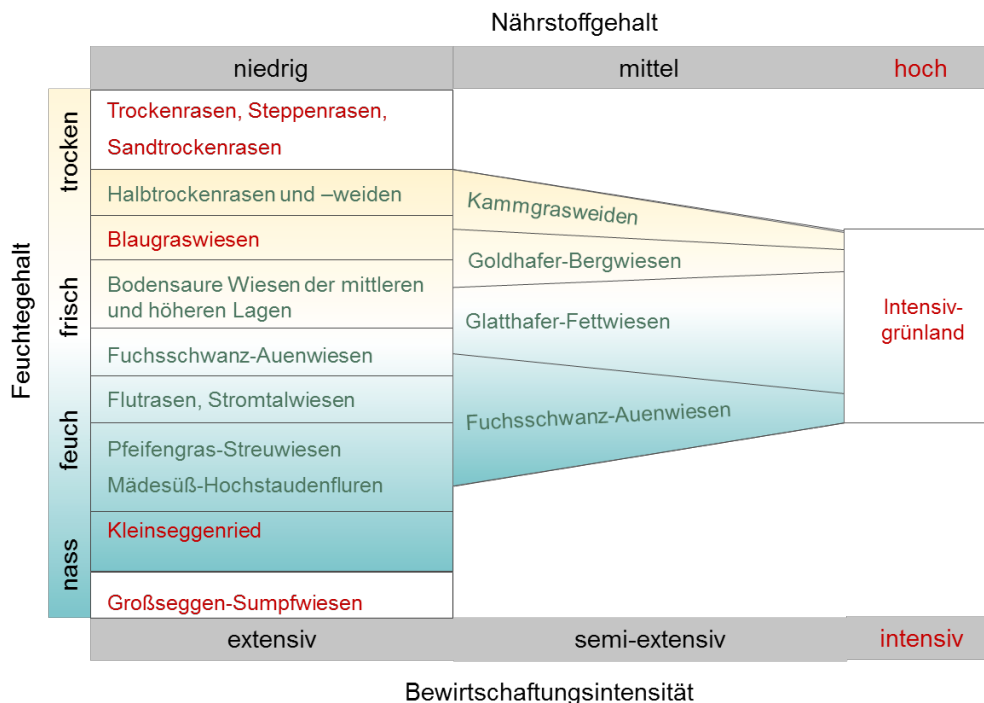


Abbildung 4: Ökogramm häufiger Grünland-Lebensraumtypen (verändert nach Dierschke und Briemle, 2002)

steckte Zielsetzungen und umfassen oft Lebensraumtypen (z.B. auf sehr trockenen oder nassen Standorten), deren Etablierung nur in Begleitung von Fachexperten umgesetzt werden sollte und nur zum Teil Gegenstand der ONR 121113 sind. Flächen, deren Zielsetzungen im Erhalt der regionalen Biodiversität von Extensivgrünland auf Standorten mit nicht zu extremen Ausprägungen im Bereich Feuchte- und Nährstoffgehalt liegen, werden von der Richtlinie aber vollinhaltlich erfasst. Auch in weiteren Bereichen wie z.B. der Schaffung von Nahrungsgrundlagen für blütenbestäubende Insekten können wichtige ökologische Zielsetzungen durch Begrünungen mit Wildpflanzensaatgut erreicht werden (Krautzer & Graiss, 2015).



Abbildung 5: Streuwiese aus Wiesendrusch mit Teufelsabbiss (*Succisia pratensis*)

Technische Zielsetzungen

Sehr oft müssen, vor allem bei ökologischen Zielsetzungen mittlerer und niedrigerer Wertigkeit, diese den technischen Zielsetzungen untergeordnet werden. Dies ist beispielsweise bei allen stärker geneigten Flächen aus Gründen des Erosionsschutzes notwendig. Aber auch zur Vermeidung von Sichthindernissen im Straßenverkehr, Vermeidung zu hoher Attraktivität einer Begrünung für Wildtiere oder auch im Rahmen von Dammbauten, für Wasserretention etc. können entsprechende technische Zielsetzungen im Vordergrund stehen. Das hindert aber nicht daran, auch auf solchen Flächen mit Wildpflanzensaatgut zu arbeiten. Beispielsweise stellen Damm- oder Straßenböschungen sowie Flachdächer interessante Halbtrocken- und Trockenstandorte dar, Versickerungsmulden im Straßenbau eignen sich sehr gut zur Etablierung wechselfeuchter Wiesen, Retentionsbecken zur Einsaat von Feucht- oder Streuwiesen.

Ästhetische Zielsetzungen

Vor allem im städtischen Bereich oder im Bereich von Infrastrukturbauten mit hoher Frequenz besteht ein gehobenes Interesse an ästhetischen Blühflächen. Seien es städtische Parkanlagen, Verkehrsinseln oder Grünstreifen entlang von Straßen, Straßenbahngleisen oder auch begrünte Fassadenflächen, Blütenreichtum, interessante Blühaspekte und bunte Farbtupfer heben die Lebensqualität und schaffen so wieder viele potentielle Flächen zur Etablierung von ökologisch wertvollem Extensivgrünland (Klug et al. 2013).



Abbildungen 6-8: Standortgerechte Dammbegrünung mit Wildpflanzensaatgut (Stillbach, OÖ)



Abbildung 9: Gleisbegrünung mit Wildpflanzensaatgut in Wien

Kombinierte Zielsetzungen

In vielen Fällen lassen sich auch die verschiedenen Zielsetzungen bestens miteinander kombinieren. Flachdächer mit reduzierter Substratauflage und darauf etablierten Halbtrocken- oder Trockenrasen beherbergen eine Vielzahl seltener Gräser und Kräuter, sind im Regelfall fast pflegefrei und erfreuen bei entsprechender Lage über die gesamte Vegetationsperiode mit bunter Vielfalt. Große Parkplätze im Bereich der Talstationen von Liftanlagen, wie sie im



Abbildung 10: Schotterrasen, begrünt mit Wildpflanzensaatgut (Parkplatz Gosaubahn, 1.200m)

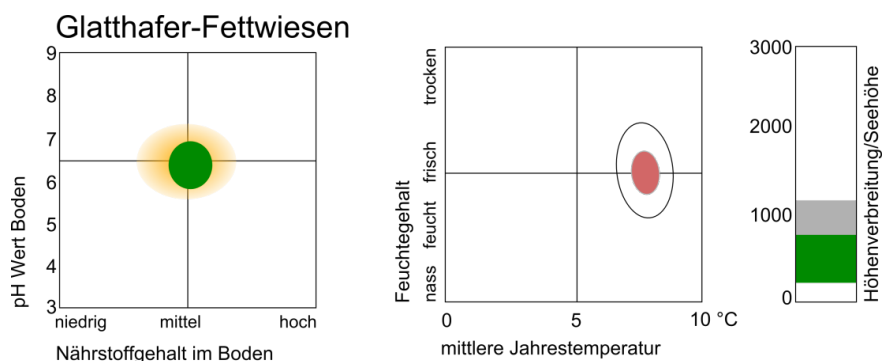


Abbildung 11: Standortansprüche eines Lebensraumtyps am Beispiel der der Glatthafer-Fettwiesen

gesamten Alpenraum zu finden sind, lassen sich auch als gefällige Schotterrasenflächen etablieren oder zum Teil auch mit vertretbarem finanziellem Aufwand umwandeln (Graiss & Krautzer, 2013). Große Pistenflächen werden durch entsprechende standortgerechte, regionale Saatgutmischungen in stabile, pflegeextensive Almflächen verwandelt, die auch für die Landwirte eine wertvolle Weidefläche darstellen (Krautzer et al. 2013).

Aus all den in den bisherigen Planungsschritten eingeholten Informationen und Überlegungen heraus, wird sich die für das Begrünungsprojekt optimale/sinnvolle/mögliche Zielvegetation ableiten lassen. *Abbildung 11* zeigt anhand des Lebensraumtyps der Glatthafer-Fettwiesen (*Arrhenatherion*) die wesentlichen Kriterien für dessen erfolgreiche Etablierung. Wobei klar gestellt werden muss, dass die Erhaltung des typischen Charakters einer Pflanzengemeinschaft immer auch an eine passende Entwicklungs- und Erhaltungspflege geknüpft ist.

III Wahl des Begrünungsmaterials, Wahl der Methodik

Begrünungen mit Pflanzenmaterial sind natürlich auch möglich, nur sind entsprechende Materialien für Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes nicht am Markt verfügbar. Am Projektstandort vorhandenes passendes Material ist aber unbedingt in die Begrünungsaktivitäten zu integrieren und es gibt eine Reihe von Methoden, Wildpflanzensaatgut mit solchen Materialien zu kombinieren (Krautzer et al. 2011).

Nachstehend angeführte Methoden beschränken sich auf die Verwendung von Wildpflanzensaatgut, egal ob von einer Spenderfläche gewonnen oder am Markt aus landwirtschaftlicher oder gärtnerischer Produktion verfügbar.

Bezug und Verfügbarkeit von Wildpflanzensaatgut

Bei Nutzung geeigneter Spenderflächen ist auf mehrere Faktoren zu achten. Passen die Standortfaktoren der Spenderfläche mit den Standortseigenschaften der Begrünungsfläche zusammen? Passt das Verhältnis der Spenderfläche zu jener der Empfängerfläche? Passen die Regionalitäten von Spender- und Begrünungsfläche zueinander? Im Fall einer ausschließlichen Verwendung von Wildpflanzensaatgut aus Zwischenvermehrungen ist abzuklären, ob das gewünschte Artenspektrum überhaupt bzw. in ausreichender Menge vorhanden ist und wie weit dieses in der geforderten Regionalität zur Verfügung steht. Im Falle einer unzureichenden Verfügbarkeit von Saatgut ist auch eine Kombination von Spenderflächensaatgut mit Wildpflanzensaatgut aus Zwischenvermehrungen abzuklären. Weiter ist es bei rechtzei-

tiger Projektplanung oft möglich, entsprechendes Saatgut nach Bedarf zu produzieren. Wildpflanzensaatgut wird im Regelfall in folgender Form angeboten:

Frischmähgut von Spenderflächen

Die Übertragung auf die Begrünungsfläche erfolgt zur Samenreife der Spenderfläche, direkt nach der Mahd. Die Begrünung mit dieser Methode kann daher nur in einem sehr kleinen Zeitfenster stattfinden, worauf alle anderen Maßnahmen auch abgestimmt werden müssen. Der Gehalt der Spenderflächen an reifem Saatgut ist von sehr vielen Faktoren abhängig (Lebensraumtyp, Nährstoffniveau, Witterungsverlauf im Erntejahr sowie im Jahr davor) und



Abbildung 12: Gewinnung von Frischmähgut (Foto: S. Mann)

kann nur grob geschätzt werden. Das Verhältnis Spender- zu Empfängerfläche geht von 3:1 bis 1:2 und ist nicht nur vom Samengehalt, sondern auch von der mitgeernteten Biomasse abhängig (Tabelle 1). Bei passenden Spenderflächen und vorhandener Geräteausstattung ist dieses Verfahren voll mechanisierbar.

Heu von Spenderflächen

Theoretisch kann man auch von Spenderflächen gewonnenes Heu, welches zur Samenreife geschnitten, danach getrocknet und, meist zu Ballen gepresst, im Anschluß unter Dach gelagert wurde. Der Gehalt an Saatgut beträgt im Vergleich zu Frischmähgut aber nur mehr 10 bis max. 30%. Das Verhältnis Spender- zu Empfängerfläche geht von 1:1 bis 1:3. Da in der Praxis Mulchauflagen von 300 bis max. 500 g/m² nicht überschritten werden sollen, müssen bei Ausbringung des Materials die sehr geringen Saatgutmengen beachtet werden.

Wiesendrusch von Spenderflächen

Der Drusch erfolgt zur Samenreife der wichtigsten Zielarten mittels Mähdrescher, manchmal wird eine Spenderfläche auch zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten beerntet, um das Spektrum der Zielarten im Wiesendrusch zu maximieren. Nach dem Drusch erfolgt eine Trocknung und evtl. Reinigung des Druschgutes, das dann bis zu zwei Jahre lagerfähig ist. Selten wird auch Saatgut aus der Ernte mittels rotierender Bürste (Seed stripper) angeboten, welches in der Qualität dem Druschmaterial sehr ähnlich ist. Eine ausreichende Befahrbarkeit der Spenderflächen ist Voraussetzung zum Einsatz dieser Ernteverfahren. Das Verhältnis

Spender- zu Empfängerfläche reicht nach Praxiserfahrungen von 4:1 bis 1:1.

Tabelle 1: Anteil an Gräsern und Kräutern sowie Erntemenge reiner Samen unterschiedlicher Erntemethoden einer Glatthaferwiese (*Arrhenatherion*), Erntezeitpunkt gegen Ende Juni, Welser Heide, Oberösterreich, 310 msm (Graiss et al. 2013)

Erntemethode	Gräser : Kräuter [%]	Ernte reine Samen [kg/ha]
Grünschnitt	80 : 20	100-120
Heumulch	70 : 30	40
Wiesendrusch (Parzellendrescher)	80 : 20	60-150
Wiesendrusch (Großdrescher)	60 : 40	50-200
Ausbürstmaterial (seed stripper)	80 : 20	20-100

Saatgut aus Zwischenvermehrung

Dieses Saatgut stammt von geeigneten Spenderflächen und wird im Idealfall über höchstens fünf Generationen zwischenvermehrt und danach, meist in Form lebensraumtypengerechter (z.B. „Glatthaferwiese“, „Halbtrockenrasen“) oder standortsspezifischer Saatgutmischungen (z.B. „Dachbegrünungsmischung Inneralpin“, „Begrünungsmischung für alpine Standorte mit saurem Ausgangsgestein über 1.700m²) angeboten. Die Aufwandsmengen sind abhängig von Standort und Begrünungstechnik und reichen von



Abbildung 13: Böschungsbegrünung mit Wildpflanzensaatgut

1-2g/m² (z.B. für nicht erosionsgefährdete Standorte mit guter Wasserversorgung) bis zu 18 g/m² auf stark erosionsgefährdeten, exponierten Standorten (z.B. Steilflächen in Hochlagen).

IV Auswahl der Begrünungstechnik, Festlegung des Umsetzungszeitpunktes

Ein wichtiger Erfolgsfaktor für die erfolgreiche Etablierung von Extensivgrünland liegt in einer optimalen Vorbereitung und Beurteilung der Empfängerflächen. Im Regelfall wird man als Ausgangssituation entweder bestehende/ehemalige Grünlandflächen, bestehende/ehemalige Ackerböden oder - meist im Rahmen von infrastrukturellen Maßnahmen entstandene - Rohböden vorfinden. Vor allem ehemalige Grünland- oder Ackerbaustandorte sind meistens stark mit Nährstoffen angereichert und verfügen über ein nicht zu

unterschätzendes Potential an Unkräutern in der Samenbank der oberen Bodenschichten. Um unerwünschte Fehlentwicklungen zu vermeiden, muss man zur erfolgreichen Etablierung extensiver Grünlandgesellschaften im Vorfeld eine Absenkung des Nährstoffgehaltes sowie einen Abbau der Samenbank des Bodens erreichen. Dazu können folgende Methoden empfohlen werden:

Möglichkeiten zur Verringerung des Nährstoffgehalts

Eine einfache Möglichkeit zur Aushagerung solcher Flächen besteht in einer dem Umbruch vorausgehenden ein- bis zweijährigen Kultur von stark nährstoffzehrenden Feldfrüchten ohne begleitende Düngung.

Auf bestehenden Grünlandflächen erreicht man auch durch Abfuhr zuwachsender Biomasse über mehrere Jahre eine allmähliche Absenkung des Nährstoffgehaltes.

Verfügt man über kein entsprechendes Zeitfenster, stellt das Rigolen (Tiefpflügen) solcher Flächen eine gute und schnell wirksame Methode dar. Dabei wird der humose Oberboden 60 - 100 cm tief untergepflügt und nährstoff- sowie samenarme Substrate an die Oberfläche verlagert.

Im Zusammenhang mit baulichen Maßnahmen besteht manchmal auch die Möglichkeit zum Abziehen des Oberbodens. Dabei werden mit den oberen 10 - 20 cm Substrat auch Nährstoffe, Unkrautsamen und unerwünschte Rhizome (z.B. Quecke, Bermudagrass, Ampfer, Disteln, Kriechender Hahnenfuß, Sumpfkresse, Weißklee) abgeführt.

Abbau der Samenbank im Boden und vorbeugende Maßnahmen gegen Problemarten

Wie bereits beschrieben, sind sowohl das Rigolen als auch das Abziehen des humosen Oberbodens effiziente Methoden zur Verringerung des Unkrautdrucks.

Bei trockenen Bodenverhältnissen empfiehlt sich auch die Methode des „Totstriegelns“. Dabei wird der Bodensamenvorrat durch wiederholtes Eggen, Striegeln oder Grubbern erschöpft. Fräsen ist bei Vorhandensein rhizombildender Problemarten nicht empfehlenswert.



Abbildung 14: Grünlandtechnik eignet sich perfekt für Begrünungen mit Wildpflanzensaatgut

Möglich ist auch der wiederholte Einsatz passender Herbizide.

Begrünungstechnik und Ansaat

Die Begrünungstechnik ist abhängig vom Begrünungsziel, den Standortfaktoren, von der verfügbaren Technik, der Verfügbarkeit von Materialien sowie von Saat- bzw. Pflanzgut aber letztendlich auch vom verfügbaren Budget! Das Grundprinzip jeder Begrünung mit Wildpflanzensaatgut sollte sein, diese so einfach und kostengünstig wie möglich auszuführen.

Bei Verwendung von Frischmähgut kann das Material mittels Ladewagen verteilt oder punktuell abgeladen und händisch verteilt werden. Bei Verwendung von Druschmaterial oder Saatgut können prinzipiell alle klassischen Ansaatverfahren zum Einsatz kommen, also die einfache Trockensaat (händisch oder maschinell), Deckfruchtansaat (meist mit Hafer oder Gerste), Mulchsaaten bei exponierteren, hängigen Flächen mit Heu oder Stroh als Mulchmaterial sowie die Hydrosaat auf Böschungen oder Steilflächen oder auch eine Kombination dieser Methoden.

Wildpflanzensaatgut benötigt zur Etablierung ein möglichst feines, gut abgesetztes Saatbeet. Frisch geschüttete oder bearbeitete Böden brauchen Zeit, um sich wieder ausreichend zu setzen. Bei entsprechender Befahrbarkeit der Flächen kann dieser Vorgang durch eine Bearbeitung mit Cambridge- oder Prismenwalze oberflächennah beschleunigt werden. Das feinkörnige Saatgut wird danach oberflächlich abgelegt. Vor allem in trockenen Perioden ist eine ausreichende Verfügbarkeit von Kapillarwasser wesentlich für den Begrünungserfolg.

Vom richtigen Zeitpunkt

Abhängig von Klimagebiet und Höhenlage sind Ansaatzeitpunkte in der gesamten Vegetationszeit möglich, wobei im östlichen Tiefland der Spätsommer (ab Ende August bis Mitte September), in inneralpinen Tieflagen das Frühjahr, bei passenden Bedingungen aber die gesamte Vegetations-



Abbildung 15: Grünlandtechnik eignet sich perfekt für Begrünungen mit Wildpflanzensaatgut

periode bis hin zum Spätsommer (bis Anfang September) besonders zu empfehlen sind (siehe *Abbildung 16*). In Hochlagen sind Ansaaten sofort nach der Schneeschmelze bis in den Frühsommer oder die Schlafsaat nach Eintreten der Vegetationsruhe im Oktober bis November zu empfehlen. Zur Etablierung spezieller Lebensraumtypen wie z.B. der Streuwiesen empfiehlt sich aufgrund des hohen Anteiles an Frostkeimern ebenfalls eine Einsaat nach Eintreten der Vegetationsruhe bis knapp vor dem Einschneien der Flächen.

Kosten der Begrünung

Die Kosten für entsprechende Begrünungsverfahren sind von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Beginnend von Form, Lage, Größe und Erreichbarkeit der Begrünungsfläche bis hin zur verwendeten Technik und den zum Einsatz kommenden Materialien, dem Zeitpunkt,

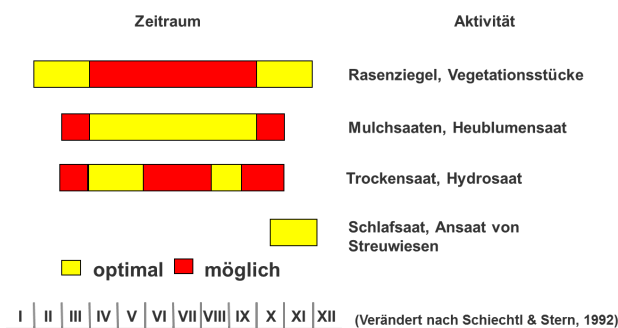


Abbildung 16: Zeitplan für die Ausführung von Begrünungsarbeiten

regionalen Preisunterschieden und natürlich auch der Zusammensetzung der Begrünungsmischung variieren die zu kalkulierenden Kosten stark. Trotzdem sind Begrünungen mit Wildpflanzensaatgut im Vergleich zu konventionellen Methoden durchaus konkurrenzfähig. In Hochlagen haben sich zum Beispiel die hochwertigen Begrünungsverfahren und der Einsatz vergleichsweise teurer, aber ausdauernder Begrünungsmischungen aus standortgerechtem Wildpflanzensaatgut so gut bewährt, dass auch ohne gesetzliche Vorgaben die meisten Betriebe zu diesen Verfahren greifen. In einer mittelfristigen Kostenkalkulation, die auch Pflege und Erhaltungskosten miteinbezieht, hat sich die standortgerechte Begrünung mit regionalen Wildpflanzen als deutlich ökonomischer erwiesen.

Prinzipiell wird eine frühzeitige, gute fachliche Planung solcher Maßnahmen helfen, die Kosten überschaubar zu halten.

V Festlegung der Entwicklungs- bzw. Erhaltungspflege

Jeder Lebensraumtyp stellt nicht nur bestimmte Anforderungen an den Begrünungsstandort, sondern auch an die notwendige Anwuchs-, Entwicklungs- und Erhaltungspflege.

Ansaat- und Anwuchspflege

Vor allem auf ehemaligen Acker- und Grünlandböden ist starker Konkurrenzdruck durch Unkräuter zu erwarten. Um zu starke Konkurrenzierung und Beschattung zu vermeiden, ist nach Möglichkeit ein Pflegeschnitt (Schröpfschnitt) unter Einhaltung einer Schnitthöhe von zumindest 7cm 4 bis 8 Wochen nach der Ansaat durchzuführen. Um ein Absticken des jungen Anwuchses zu vermeiden ist die anfallende Bio-

masse nach Möglichkeit abzuführen. Bei entsprechendem Unkrautdruck kann im Anlagejahr eine Wiederholung des Schröpfschnittes notwendig sein. Auf Rohböden wird ein Schröpfschnitt im Regelfall nicht notwendig sein.

Weist die Entwicklung einer Begrünung Lücken oder Fehlstellen auf, ist eine weitere gezielte Einsaat geeigneter Arten sinnvoll.

Düngung

Die Frage nach Sinn oder Unsinn einer begleitenden Düngung kann man nicht generell beantworten. In vielen Fällen ist eine Düngung im Rahmen standortgerechter Begrünungsmaßnahmen nicht notwendig oder sogar kontraproduktiv. Im Regelfall benötigt artenreiches extensives Grünland nur mäßige Nährstoffversorgung und viele wertvolle Arten werden bei zu hohen Nährstoffmengen im Substrat sehr schnell verdrängt. In Hinblick auf besondere Verhältnisse (Hochlagen, schneller Erosionsschutz) oder bei im Hinblick auf das Begrünungsziel deutlich unterversorgten Böden (Rohböden, Wandschotter etc.) kann eine begleitende oder zumindest einmalige Düngung sinnvoll sein. Eine Bodenuntersuchung soll hier die gewünschte Basisinformation über den Nährstoffzustand des Begrünungssubstrates vermitteln. Zu beachten ist auch, dass beim organischen Abbau einer Mulchabdeckung viel Stickstoff durch Bakterien gebunden wird (Gefahr eines zu weiten C:N – Verhältnisses), was zu einer Unterversorgung der Pflanzen führen kann.

Im Falle einer ungenügenden Bodendeckung kann eine Düngung fördernd für die Entwicklung des gewünschten Pflanzenbestandes sein.

Zur Anwendung sollen langsam und nachhaltig wirkende Dünger kommen, welche den Humusaufbau fördern und gute Pflanzenverträglichkeit besitzen. Eine Obergrenze von 40-50 kg N/P/K pro Hektar und Jahr ist dabei einzuhalten und auf ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis zu achten. Wo möglich, sollen dabei organische Dünger wie gut verrotteter Stallmist, kompostierter Mist oder zertifizierter Biokompost (im Einklang mit den bestehenden gesetzlichen Vorschriften) zum Einsatz kommen. Die Verwendung von Jauche und Gülle ist zu vermeiden, der Einsatz von organisch-mineralischen und mineralischen Düngern mit entsprechenden Eigenschaften (langsame, nachhaltige Freisetzung von Nährstoffen) ist möglich (Krautzer & Hacker 2006).

Entwicklungs- und Erhaltungspflege

Diese ist im Wesentlichen vom gewünschten Lebensraumtyp abhängig. Beispielsweise muss man eine Glatthafer-Fettwiese je nach Nährstoffversorgung der Fläche ein- bis zweimal, in sehr feuchten Jahren eventuell auch dreimal mähen. Dabei ist vor allem beim ersten Schnitt zu beachten, dass dieser zu einem Zeitpunkt (Ende Juni bis Mitte Juli) erfolgt, zu dem die wichtigsten Zielarten bereits den Zustand der Samenreife erreicht haben. Eine Bodentrocknung und anschließende Abfuhr des Heus ermöglicht ein gutes Nachreifen und Aussamen des Schnittgutes. Damit ist eine Versorgung mit keimfähigen Samen gewährleistet, die dann in entstehenden Lücken keimen und sich etablieren. Der Zeitpunkt der folgenden Schnitte ist für die Erhaltung dieses Vegetationstyps nicht mehr wesentlich.

Begrünungen auf Rohböden wachsen aufgrund der geringen Nährstoffversorgung viel langsamer und benötigen meist nur einen Schnitt pro Jahr, manchmal auch nur einen Pflegeschnitt im Abstand mehrerer Jahre. Auch wenn ein regelmäßiger Schnitt zur Erhaltung nicht immer notwendig ist, muss in manchen Situationen auch zum Schutz der Vegetation, zum Beispiel bei Einwandern unerwünschter



Abbildung 17: Sommeraspekt einer Iris-Streuwiese, die sich nur bei spätem einmaligen Schnitt entwickeln kann

Gehölze, eine passende Pflegemaßnahme gesetzt werden. Prinzipiell gilt aber auch hier, dass für die langfristige Erhaltung jedes Lebensraumtyps eine regelmäßige Versammlung am Standort gewährleistet sein muss. Spezifische Grünlandgesellschaften wie z.B. Pfeifengraswiesen sind

an einen sehr späten Schnitt gebunden, der erst ab Mitte August bis Mitte September ausgeführt werden darf, um die Entwicklung des gewünschten Artenspektrums zu gewährleisten. Würde man hier einen zu frühen Schnittzeitpunkt setzen, würde sich anstelle der Pfeifengraswiese z.B. eine Fuchsschwanz-Auenwiese etablieren.

VI Erfolgskontrolle

Eine Kontrolle der Entwicklung der neu etablierten Vegetation wird den Erfolg der gesetzten Maßnahmen durch einen Vergleich des Ist-Zustandes mit einem definierten Ziel- bzw. Referenzzustand bewerten. Das Ergebnis dieser Kontrolle wird auch wesentliche Grundlage für eventuell notwendige Modifikationen der Entwicklungs- und Erhaltungspflege sein (Kirmer et al. 2012). Diese Kontrollen sollen bereits Bestandteil der Planungsphase sein. Folgende Kriterien können dabei zur Anwendung kommen:

Deckungsgrad in % , z.B. Mindestwert für die Gesamtdeckung bzw. Mindestwert für die Deckung mit Zielarten)

Artenzahl (Gesamtartenzahl, Anzahl lebensraumtypischer Arten)

Zeitrahmen zur Erfüllung der angestrebten Kriterien.

Auch die Definition der Kontrollkriterien wird sehr stark vom Lebensraumtyp abhängig sein. Langsam wachsende Grünlandgesellschaften werden mehr Zeit in Anspruch nehmen als schnell wachsende, jeder Lebensraumtyp besitzt ein unterschiedlich großes Artenspektrum (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Gesamt- und mittlere Etablierungsraten in Abhängigkeit von der Empfängerfläche bei Ansaaten von Wildpflanzensaatgut (verändert nach Kirmer et al. 2012)

Empfängerfläche	Methode	Artenzahl min – max	MW (SD)	Flächen- alter	n	Etablie- rungsrate (min – max)	MW (SD)	Quelle/Autoren
Rohboden	Ansaat	26–51	26,0 (± 13,0)	5–7	3	50–77	58,8 (± 12,5)	Kirmer et al. 2012 Ash et al. 1994 Wathern & Gilbert 1978
	Ansaat mit Mulch	21–51	33,0 (± 12,2)	3–13	6	40–82	67,1 (± 20,2)	Kirmer et al. 2012 Baasch et al. 2012 Stolle 2006 c,d,e Seelemann & Stolle 2006
Acker	Ansaat	15–46	22,6 (± 11,5)	3–21	8	53–100	78,9 (± 15,4)	Lepš et al. 2007 Rieger & Feucht 2011 Seffer et al. 1999 Pywell et al. 2002 Jongepierová et al. 2007 Pakeman et al. 2002
Grünland, stark gestört	Ansaat	18–30	25,3 (± 5,2)	3–4	3	47–89	65,9 (± 17,5)	Pywell et al. 2007 Coulson et al. 2001 Haslgrübler et al. 2011c
Grünland, leicht gestört	Ansaat	18	18	4	1	32	–	Pywell et al. 2007

Literatur

- AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE (ASI) 2014a: ÖNORM L 1113 Begrünung mit Wildpflanzensaatgut. Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, Wien, 12 S.
- AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE (ASI) 2014b: ONR 121113 Begrünung mit Wildpflanzensaatgut – Lebensraumtypen und Saatgutmischungen. Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, Wien, 28 S.
- DIERSCHKE H., BRIEMLE G. 2002: Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. - Ulmer-Verlag, Stuttgart 239 S.
- GRAISS, W., HASLGRÜBLER, P. & KRAUTZER, B. (2013): Anlage artenreicher Wiesen zur Erhaltung der Biodiversität - das Projekt SALVERE. Anliegen Natur 35: 65–67, Laufen.
- GRAISS W., KRAUTZER B., 2013: Extensive Begrünung von Parkplätzen mittels Schotterrasen. Hochlagenbegrünung in Österreich. Stand des Wissens und aktuelle Herausforderungen. Tagungsband des LFZ Raumberg-Gumpenstein, 11-18.
- KIRMER A., KRAUTZER B., SCOTTON M., TISCHEW S. 2012: Praxishandbuch zur Samengewinnung und Renaturierung von artenreichem Grünland. Hochschule Anhalt und LFZ Raumberg-Gumpenstein. Eigenverlag der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Irdning, 221 S. (ISBN 978-3-902595-70-8)
- KLUG, B., STECKLER, P., GASSER, F., KRAUTZER, B., WEHR, W., 2013: Grundlagen für die Begrünung von Gleisanlagen. Eisenbahntechnische Rundschau, ETR 9/2013, 77-82.
- KRAUTZER, B., HACKER, E., 2006: Prospects and challenges for the future. Conference Proceedings, B. Krautzer, E. Hacker (editors): Soil Bioengineering: Ecological Restoration with Native Plant and Seed Material, 171-174.
- KRAUTZER, B., BARTEL, A., KIRMER, A., TISCHEW, S., FEUCHT, B., WIEDEN, M., HASLGRÜBLER, P., PÖTSCH, E., 2011: Establishment and use of High Nature Value Farmland. Grassland Science in Europe, Vol.16: Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions, 457-469.
- KRAUTZER, B., UHLIG, C., WITTMANN, H., 2012: Restoration of Arctic-Alpine Ecosystems. Restoration Ecology: The New Frontier. Second Edition, Chapter 12. Edited by Jelte van Andel and James Aronson. Blackwell Publishing Ltd. DOI: 10.1002/9781118223130.ch15.
- KRAUTZER, B., GRAISS, W., KLUG, B., 2013: Ecological Restoration of Ski-Runs. The Impacts of Skiing and Related Winter Recreational Activities on Mountain Environments, 184 - 209, DOI: 10.2174/9781608054886113010013.
- KRAUTZER, B., GRAISS, W., 2015: Regionale Wildblumen als Nahrungsgrundlage für Honig- und Wildbienen. In: Symbiose Imkerei und Landwirtschaft – eine spannende Partnerschaft. Broschüre des LFI, Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich, 88 Seiten.
- KRAUTZER B., GRAISS W., BLASCHKA A. 2015: Prüfrichtlinie für die Zertifizierung und den Vertrieb von regionalen Wildgräsern und Wildkräutern nach „Gumpensteiner Herkunftszertifikat“ G-Zert, Stand Februar 2015. Eigenverlag der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 25 S.
- ÖSTERREICHISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR GRÜNLAND UND FUTTERBAU (ÖAG), 2000: Krautzer B., Wittmann H., Florineth F. (Hrsg.). Richtlinie für standortgerechte Begrünungen. Eigenverlag ÖAG c/o HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 29 S. Download unter: <http://www.wildblumensaatgut.at/Resources/Regelwerk.pdf>
- SCHIECHTL H., STERN R. 1992: Handbuch für naturnahen Erdbau. Eine Anleitung für ingenieurbioologische Bauweisen. 153 pp., Österr. Agrarverlag, Wien.
- TISCHEW S., BAASCH A., DARMER G., VON DER MEHDEN M., MAY K. 2012: Modellprojekte zur Grünlandaufwertung in FFH-Gebieten mittels neuer Methoden zur Etablierung von Zielarten. Abschlussbericht, HS Anhalt, Bernburg
- TISCHEW S., BAASCH A., DARMER G., VON DER MEHDEN M., MAY K. 2012: Modellprojekte zur Grünlandaufwertung in FFH-Gebieten mittels neuer Methoden zur Etablierung von Zielarten. Abschlussbericht, HS Anhalt, Bernburg.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) 2004: Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. Monographien, Band M-0167. Umweltbundesamt, Wien.