

## Grundsätze für Artenzusammensetzung und genetische Vielfalt von Pflanz-, Saat- und Schnittgut im Naturschutz

Rolf Holderegger

Ziel des Naturschutzes in der Schweiz ist, die Biodiversität in ihrer typischen regionalen Ausprägung zu erhalten. Für (Wieder-)Ansiedlungen und Ansaaten werden Pflanz- und Saatgut sowie bei Direktbegrünungen Schnittgut eingesetzt. Dabei

ist es ein wichtiges Anliegen, die regionaltypische Artenzusammensetzung und genetische Vielfalt zu erhalten. Bei der Verwendung von Pflanz-, Saat- und Schnittgut gilt es, floristisch-ökologische wie auch genetische Erkenntnisse zu beachten.



Abb. 1. Angesäter Ackerblühstreifen mit viel Einjährigem Ziest (*Stachys annua*).

Wiederherstellung (englisch: restoration) ist eine im Naturschutz weltweit und auch in der Schweiz oft angewandte Methode. Vielerorts werden Lebensräume in ihrer Qualität aufgewertet, wiederhergestellt oder neu angelegt (Abb. 1). Auch einzelne Arten werden an Orten, wo historische Fundmeldungen vorliegen, wieder oder an neuen

Orten erstmals angesiedelt. Meist findet aktiv eine Wiederherstellung mit Pflanzenmaterial statt (englisch: active restoration). Das dafür verwendete Pflanzenmaterial kann unterschiedlicher Art sein (siehe «Pflanz-, Saat- und Schnittgut»).

In der Schweiz hat sich die Verwendung von Pflanz-, Saat- und Schnittgut in den letzten Jahren rasch entwickelt.

Bei der Umsetzung der ökologischen Infrastruktur (BAFU 2017; oekologische-infrastruktur.ch) ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen, weil dafür Lebensräume wiederhergestellt oder neu angelegt werden müssen. Auf den Webseiten von InfoFlora (infoflora.ch), Regio Flora (regioflora.ch) und Agridea (agri-dea.ch) finden sich viele praktische In-

## Pflanz-, Saat- und Schnittgut

Verschiedene Typen von Pflanzenmaterial werden für die Wiederherstellung und Ansiedlung in der Schweiz verwendet:

**Pflanzgut:** Dabei werden zwischenvermehrte, das heisst in Gartenanlagen *ex situ* angezogene Einzelpflanzen ausgebracht. Das können beispielsweise erwachsene Individuen gefährdeter Arten sein, die in einem wiederhergestellten Lebensraum, wo die Art früher vorgekommen ist, ausgepflanzt werden. Pflanzgut kann auch in bestehende Populationen zur Populationsverstärkung ausgebracht oder zur Neugründung von Populationen verwendet werden. Bei Einzelbaum- oder Heckenpflanzungen wird in aller Regel Pflanzgut verwendet.

**Saatgut:** Hier werden Samen verwendet, die unterschiedlich gewonnen wurden. Es kann sich um Samenmischungen verschiedener Pflanzenarten oder um Samen einzelner Arten von kommerziellen Anbietern handeln, die *ex situ*, meist auf landwirtschaftlichen Betrieben, hergestellt wurden. Die Verwendung solchen Saatguts ist in der Schweiz weit verbreitet.

Saatgut kann auch aus natürlichen Populationen stammen. Zum Beispiel können reife Samen einer ganzen Pflanzengemeinschaft, etwa einer Fromentalwiese oder eines Halbtrockenrasens (Delarze *et al.* 2015; Abb. 2a und b), mit besonderen Maschinen (Abb. 3) geerntet werden (Bosshard 2016). Es werden dafür verschiedene Maschinentypen verwendet. Das gewonnene Saatgut wird auch als «Drusch» bezeichnet.

Diese Saatgutgewinnung hat gegenüber der Direktbegrünung (siehe unten) den Vorteil, dass das Saatgut einige Zeit gelagert werden kann und die Verwendung deshalb weniger zeitgebunden ist.

Schliesslich kann es sich auch um Samen einzelner Arten handeln, die in natürlichen Populationen in Handarbeit gesammelt wurden, um später an einem anderen Ort ohne Zwischenvermehrung wieder ausgebracht zu werden. Diese Methode wird in der Schweiz oft verwendet, um seltene oder gefährdete Arten zusätzlich einzubringen, etwa an Orten, wo mit Samenmischungen oder mit Direktbegrünungen Lebensräume wiederhergestellt wurden.

**Schnittgut:** Bei Direktbegrünungen wird das frische Schnittgut (auch Mähgut oder Mahdgut genannt) einer Spenderfläche auf einer Empfängerfläche ausgebracht (Abb. 4). So kann beispielsweise das Schnittgut einer Pfeifengraswiese auf einer wiederhergestellten Moorfläche verwendet werden (Abb. 2c). Direktbegrünungen werden in der Schweiz zunehmend ausgeführt. Ihr Nachteil ist, dass das Schnittgut zu einem bezüglich der Samenreife günstigen Zeitpunkt geschnitten und innerhalb kurzer Zeit übertragen werden muss. Zu Direktbegrünungen gibt es eine umfangreiche Literatur aus der Schweiz und Deutschland mit vielen praktischen Tipps und Anleitungen (z. B. Bischoff 2015; Bosshard *et al.* 2015; Staub *et al.* 2015; Latacz-Lohmann *et al.* 2023; Späth und Hoiss 2023a,b).



Abb. 2. Direktbegrünungen werden oft bei eher seltenen Vegetationstypen angewandt. Schnittgut wird dabei von natürlichen Vorkommen des Zielvegetationstyps in der Region entnommen, zum Beispiel von Halbtrockenrasen (a), artenreichen Fromentalwiesen (b) oder Flachmooren (c).

formationen betreffend des Sammelns von Samen an Wildstandorten, der *ex situ* (= nicht vor Ort)-Erhaltung und -Vermehrung, zu Direktbegrünungen oder zu den Richtlinien der International Union for Conservation of Nature (IUCN) für Wiederansiedlungen.

Hier werden Grundsätze für die Verwendung von Pflanz-, Saat- und Schnittgut hergeleitet. Zuerst wird auf das Problem der Erhaltung der regionaltypischen Biodiversität (Lebensräume, Arten, Gene) eingegangen und es werden einige genetische Grundlagen dargestellt. Anschliessend werden Grundsätze für den Umgang mit Pflanz-, Saat- und Schnittgut aufgestellt und anhand verschiedener Praxisanwendungen konkret aufgezeigt.

## Das Problem

Einerlei ob für (Wieder-)Ansiedlungen und Ansaaten Pflanz-, Saat- oder Schnittgut ausgebracht wird: Das Ziel ist, die regionaltypischen Lebensräume, deren Artenzusammensetzung und genetische Vielfalt zu erhalten (BAFU 2021). Bei der genetischen und der Artenvielfalt sind jeweils zwei Aspekte zu beachten. Erstens ist dies die Vielfalt der Arten und Gene an einem Ort, zweitens die unterschiedliche Zusammensetzung der Arten und Gene an verschiedenen Orten oder in verschiedenen Regionen (Abb. 5). Dieser zweite Teil von Vielfalt wird im Naturschutz häufig vernachlässigt.

Unterschiede in der Artenzusammensetzung eines Lebensraums sind oft regionaltypisch ausgeprägt (Abb. 5a). So besitzt ein Halbtrockenrasen im Jura nicht die gleiche Artenzusammensetzung wie ein Halbtrockenrasen im Kanton Graubünden. In Pfeifengraswiesen in Nordzürich, Schaffhausen, der Bodenseeregion und im St. Galler Rheintal wächst der Wohlriechende Lauch (*Allium suaveolens*; Abb. 6), während Pfeifengraswiesen in der übrigen Schweiz diese Art nicht aufweisen. Wird der Wohlriechende Lauch anderswo in der Schweiz angepflanzt, wird damit der Unterschied in der Artenzusammensetzung von Pfeifengraswiesen zwischen den Regionen reduziert.

Um solche regionalen Unterschiede in der Artenzusammensetzung bei der Verwendung von Pflanz-, Saat- oder Schnittgut und dessen Ausbringen berücksich-

tigen zu können, sind biogeografische Kenntnisse beziehungsweise Karten des natürlichen Verbreitungsgebiets einer Art in der Schweiz (infoflora.ch) nötig.

Während die Unterschiede in der regionaltypischen Ausprägung der Artenzusammensetzung auffällig sind, ist dies bei der genetischen Vielfalt nicht der Fall. Doch auch hier müssen die beiden

Aspekte von Vielfalt, also die genetische Vielfalt am Ort und die genetische Vielfalt beziehungsweise Unterschiedlichkeit zwischen verschiedenen Orten oder Regionen berücksichtigt werden (Abb. 5b).

Über die regionaltypische genetische Zusammensetzung der Pflanzenarten in der Schweiz ist wenig bekannt und es



Abb. 3. Saatguternter (eBeetle), um die Samen einer reifen Wiese zu sammeln («Drusch»).



Abb. 4. Ausbringen von Schnittgut bei der Direktbegrünung eines Flachmoors.

(a) Artenvielfalt

(b) Genetische Vielfalt

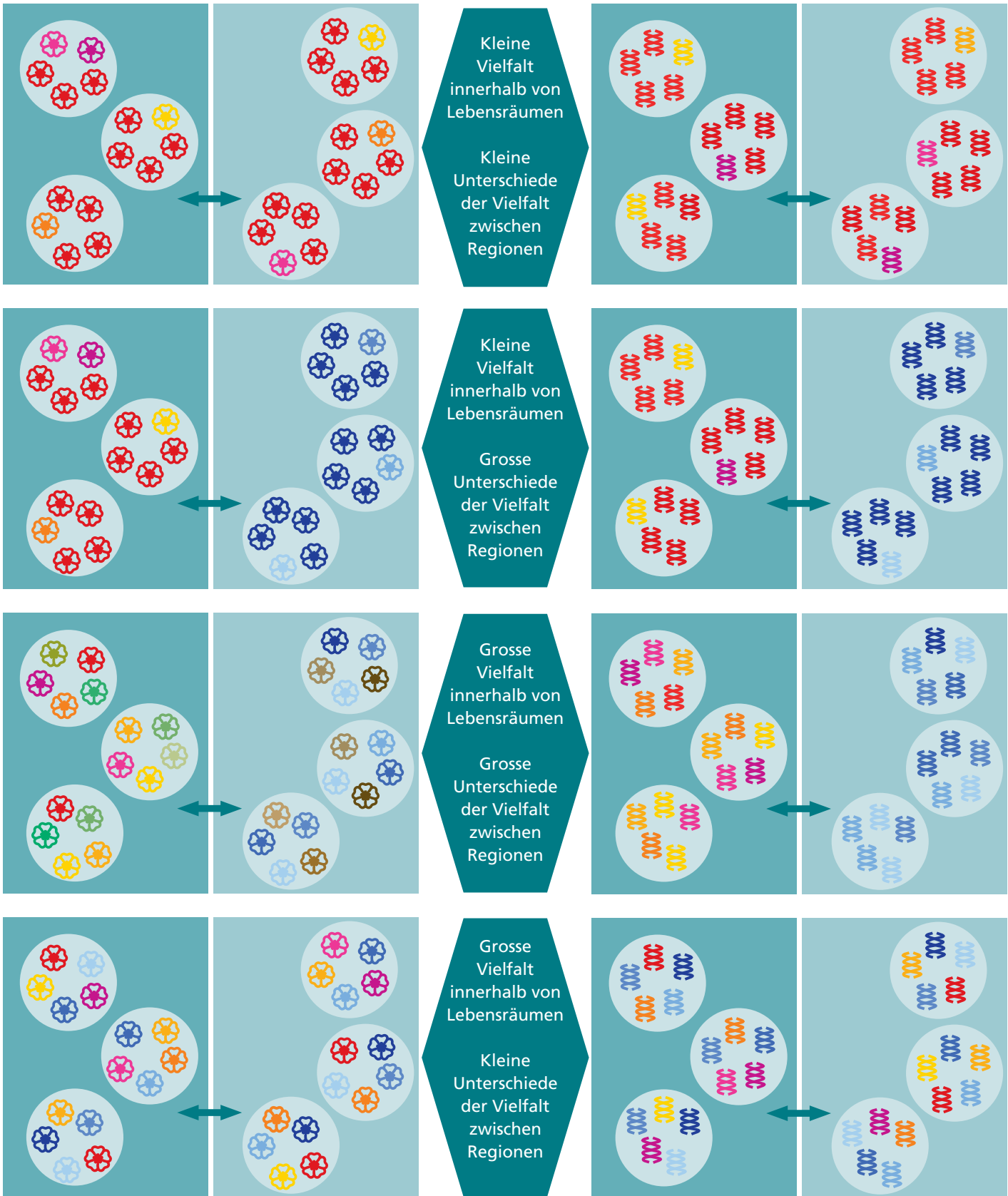


Abb. 5. (a) Artenvielfalt (Blumensymbole und Farben) in zwei Regionen (Rechtecke) mit jeweils drei Lebensräumen (Kreise) mit unterschiedlicher Vielfalt in und zwischen den Regionen. (b) Die genetische Vielfalt (farbige DNA-Symbol) enthält gleichfalls die Vielfalt beziehungsweise Unterschiedlichkeit innerhalb und zwischen verschiedenen Orten. Eine grosse Vielfalt innerhalb von Lebensräumen mit grossen regionalen Unterschieden spiegelt natürliche Verhältnisse wider.

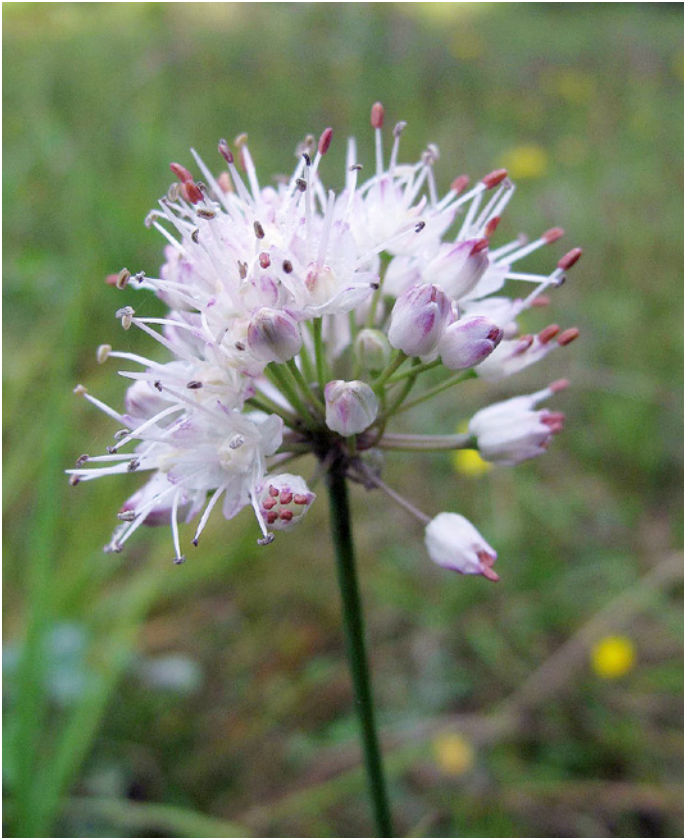


Abb. 6. Wohlriechender Lauch (*Allium suaveolens*).



Abb. 7. Steinbrech-Felsennelke (*Petrorhagia saxifraga*).

gibt (noch) keine genetischen «Verteilungskarten». Aber was bedeutet regionaltypisch?

Diese Frage wurde und wird in der Schweiz unterschiedlich beantwortet. Samenmischungen für Wiesenbegrünungen im Naturschutz werden in der Schweiz oft und grossflächig verwendet. Die für das Saatgut verwendeten Herkünfte stammen aus der ganzen Schweiz oder richten sich an den biogeografischen Regionen der Schweiz aus (Gonseth *et al.* 2022). Im Saatgut enthalten sind dabei weit verbreitete Arten. Eine «Schweizer-Mischung» kann Herkünfte aus der Genfersee-Region und der Bodensee-Region oder aus den Bündner und den Freiburger Alpen enthalten. Das Saatgut stammt oft von einer oder wenigen Spenderpopulationen und wurde von Saatgutproduzenten über einige Generationen zwischenvermehrt. Bei diesem Beispiel wird über grosse Räume und unter verschiedenen ökologischen Bedingungen das gleiche Saatgut ausgebracht. Allfällige Unterschiede im Artensortiment und Unterschiede in der genetischen Zusammensetzung zwischen Regionen werden eingeebnet. Wo Pflanzen ausgebracht werden, finden sich möglicherweise lokale natürliche Popu-

lationen der ausgebrachten Arten. Diese werden sich im Verlauf der Zeit mit den ausgebrachten Arten genetisch vermischen (Aavik *et al.* 2012). Überspitzt formuliert wächst am Schluss überall das Gleiche, sowohl was die Arten- als auch die genetische Zusammensetzung betrifft.

Für diesen Vorgang, wo die gleichen Arten oder das gleiche Artensortiment in der genetischen Zusammensetzung der immer gleichen Herkünfte grossräumig ausgebracht wird, hat sich international der Begriff der «restoration homogenisation» (Holl *et al.* 2022) eingebürgert, also einer Vereinheitlichung der Arten- und genetischen Zusammensetzung als Folge von Naturschutzmassnahmen.

Ein Beispiel hierfür ist die Steinbrech-Felsennelke (*Petrorhagia saxifraga*; Abb. 7): In der Schweiz wurden und werden grossflächig einheitliche Samenmischungen bei Dachbegrünungen eingesetzt. Über Dachbegrünungen und andere Ansiedlungen hat die ursprünglich nur zerstreut in der Südwest- und Südschweiz vorkommende Steinbrech-Felsennelke grosse Teile des Mittellandes besiedelt, wo die Art natürlicherweise nicht vorkam.

Im auffälligen Gegensatz zum oben beschriebenen Beispiel der Samenmischungen wird bei gefährdeten Pflanzenarten in der Schweiz oft der Leitsatz verfolgt, dass Pflanz- oder Saatgut aus den geografisch nächsten noch vorhandenen Populationen stammen muss. Wird eine neue Population gegründet, wird streng darauf geachtet, für die Zwischenvermehrung nur Herkunftsmaterial aus der nächstliegenden Population zu verwenden. Hier wird sehr kleinräumig vorgegangen und die lokale Ausprägung stark berücksichtigt, auch dann, wenn die Herkunftspopulationen klein und genetisch verarmt sind.

Zwischen diesen beiden extremen Vorgehensweisen gibt es alle Übergänge (Van der Mijnsbrugge *et al.* 2010; Jedicke *et al.* 2022) und es werden auch verschiedene Ansätze innerhalb von Regionen oder an einem einzigen Ort angewendet. So kann ein wiederhergestellter Lebensraum einer Trockenwiese durch Direktbegrünung aus einer kantonalen Herkunft begründet werden, die Zusatzsaat einer seltenen Art aus Herkünften der allernächsten Umgebung gewonnen werden, die neu angepflanzte Hecke umfasst schlicht Schweizer Herkünfte und der gepflanzte,

regional gar nicht vorkommende Speierling (*Sorbus domestica*) stammt aus Italien.

## Genetische Erkenntnisse

Welche genetischen Erkenntnisse sind bezüglich der Herkunft, Vermehrung und Verwendung von Pflanz-, Saat- und Schnittgut zu berücksichtigen?

Wie sich Populationen genetisch voneinander unterscheiden, wird traditionell in aufwendigen Garten- oder Verpflanzungsexperimenten mit meist nur wenigen Populationen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Populationen von Pflanzen in der Regel an ihre Umwelt angepasst sind (Keller und Kollmann 1999; Bucharova *et al.* 2017; Durka *et al.* 2019). Es ist zu erwarten, dass Populationen aus Regionen mit ökologisch einheitlichen Bedingungen ähnliche Anpassungen aufweisen, beziehungsweise Populationen aus ökologisch unterschiedlichen Regionen verschiedene Anpassungen besitzen. So werden sich beispielsweise die Populationen einer Pflanzenart vom trockenen Jurasüdfuss von Populationen der gleichen Art aus der feuchten Hügellzone des Kantons Bern genetisch unterscheiden.

Auch mit Hilfe von Labormethoden kann untersucht werden, wie sich Populationen in ihrer genetischen Zusammensetzung unterscheiden. Allerdings liegen nur wenige genetische Untersuchungen zu regionalen Unterschieden bei Pflanzenarten aus der Schweiz vor. Allgemein zeigt sich, dass die genetische Zusammensetzung von Populationen regional unterschiedlich ist (Allendorf *et al.* 2022; Chung *et al.* 2023). Dabei haben diese «genetischen» Regionen oft wenig mit biogeografischen Regionen und nichts mit politischen Grenzen zu tun.

Grosse Populationen besitzen eine höhere Anpassungsfähigkeit als kleine Populationen. Kleine Populationen haben ihre Anpassungsfähigkeit wegen zu kleiner genetischer Vielfalt meistens verloren (Willi *et al.* 2006; Leimu und Fischer 2008). Ausserdem sind die Individuen in kleinen Populationen oft nahe verwandt, was zu Inzucht führen kann. Inzucht bewirkt sowohl eine Verkleinerung der genetischen Vielfalt innerhalb der Population als auch eine verkleinerte

Fitness der Individuen (Frankham *et al.* 2017): Beispielweise wachsen sie schlechter, blühen weniger oft oder bilden weniger Samen aus. Die Populationsgrösse spielt somit eine wichtige Rolle sowohl hinsichtlich genetischer Vielfalt und Inzucht als auch betreffend Anpassungsvermögen.

Zur Populationsgrösse gibt es eine einfache Faustregel: Populationen mit einer Grösse von 500 Individuen erhalten ihre genetische Vielfalt und Anpassungsfähigkeit längerfristig. Populationen mit einer Grösse von 50 Individuen vermeiden kurzfristig (wenige Generationen) Inzucht (Holderegger und Segelbacher 2016; Allendorf *et al.* 2022; siehe «50/500 Regel»). Im Naturschutz sind darum grosse Populationen anzustreben. Die 50/500-Regel ist als minimale Richtlinie zu sehen.

Aus der Schweiz und Umgebung liegen nur vereinzelt Untersuchungen zur genetischen Vielfalt von Populationen

vor, die mit Pflanz-, Saat- oder Schnittgut begründet wurden (Keller und Kollmann 1999; Aavik *et al.* 2012, 2014, 2015; Kaulfuss und Reisch 2021). Eine Übersichtsstudie mit Resultaten aus der ganzen Welt zeigt jedoch, dass angesiedelte Populationen eine kleinere genetische Vielfalt besitzen und mehr Inzucht aufweisen als grosse natürliche Populationen (Wei *et al.* 2023). Die Studie stellt Ansiedlungen in genetischer Hinsicht kein gutes Zeugnis aus.

Das Fazit aus den obigen genetischen Überlegungen lautet also: Es gilt, die genetische Vielfalt in einer Region, die genetische Unterschiedlichkeit zwischen Regionen und die genetische Vielfalt lokal innerhalb von Populationen zu erhalten und Inzucht zu vermeiden. Die 50/500-Regel bietet dafür eine allgemeine Leitplanke bezüglich der nötigen Populationsgrössen.

### 50/500-Regel

Eine im Naturschutz oft angewandte Faustregel ist die 50/500-Regel. Sie stammt aus der genetischen Theorie (Franklin 1980) und wird in verschiedensten ökologischen und genetischen Konzepten und Anwendungen genutzt. Einerseits besagt die Regel, dass Populationen mit mindestens 50 Individuen kurzfristig, das heisst innerhalb weniger Generationen, nicht unter Inzucht-Effekten leiden. Andererseits weist die Regel darauf hin, dass Populationen mit mindestens 500 Individuen zudem längerfristig ihr Anpassungsvermögen behalten.

Allerdings sind Forscher und Forscherinnen der Meinung, dass eher von einer 100/1000- oder sogar einer 500/5000-Regel gesprochen werden sollte, dass also viel mehr Individuen in einer Population nötig wären, um Inzucht zu vermeiden oder das Anpassungsvermögen zu sichern (Holderegger und Segelbacher 2016; Hoban *et al.* 2020; Allendorf *et al.* 2022). Der Grund dafür ist, dass die 50/500-Regel – wie alle theoretischen Ansätze – viele Annahmen hat, die in der Natur nicht immer erfüllt sind. Die wichtigste Annahme ist, dass es sich um 50 beziehungsweise 500 frei untereinander kreuzende und nicht enger verwandte Individuen handelt. Dass diese Annahme in der Natur oft nicht erfüllt ist, ist klar: Es gibt verschiedene Altersklassen in einer Population, die Individuen kreuzen sich nur gerade mit den nächststehenden Individuen, eine Population umfasst nur noch eng verwandte Individuen oder eine Pflanzenart pflanzt sich klonal fort.

Trotz dieser Annahmen ist die 50/500-Regel die beste zu Verfügung stehende Richtlinie für nötige Populationsgrössen. Im Kontext von Pflanz- und Saatgut kann die 50/500-Regel vielfach Hilfe bieten, beispielsweise um festzulegen, von wie vielen Individuen pro Population Samen für die Zwischenvermehrung oder Direktsaat gesammelt werden müssen.

Falls mehrere kleine Populationen miteinander vernetzt sind, sodass sie im genetischen Austausch stehen (sogenannte Metapopulation), gilt die 50/500-Regel für die ganze Gruppe kleiner Populationen und nicht für jede einzelne Population allein. Dies ist einer der Gründe, wieso Vernetzung wichtig ist, etwa beim Aufbau der ökologischen Infrastruktur (BAFU 2021).

## Allgemeine Grundsätze

Bei der Bestimmung der Herkunft von Pflanz-, Saat- und Schnittgut und dessen Ausbringen sollten folgende allgemeinen Grundsätze berücksichtigt werden. Diese Grundsätze werden in der Schweiz vielerorts bereits – zumindest teilweise – angewendet.

### 1 Verbreitungsgebiete der Arten respektieren

Die natürlichen Verbreitungsgebiete von häufigen und seltenen Arten (Abb. 8) sind zu berücksichtigen. Am besten werden Arten nur dort ausgebracht, wo sie historisch innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets vorgekommen sind und der Lebensraum noch vorhanden ist, wiederhergestellt oder neu geschaffen wurde (IUCN 2013). Dies gilt trotz aller Unwägbarkeiten auch unter dem Blickwinkel des Klimawandels (McLaughlin *et al.* 2022).

### 2 Herkünfte aus ökologisch einheitlichen Regionen verwenden

Um die regionaltypische Arten- und genetische Zusammensetzung zu erhalten und Vermischung mit anderen Regionen (Homogenisierung) zu vermeiden (Crispi und Hoiss 2021) sollten Herkünfte aus ökologisch einheitlichen Regionen verwendet werden. Diese Herkünfte dürfen nur in der gleichen Region ausgebracht werden.

Einen ersten Eindruck für die Abgrenzung der Regionen liefern die sechs beziehungsweise zwölf Regionen der biogeografischen Einteilung der Schweiz (Gonseth *et al.* 2022). Allerdings widerspiegeln diese nicht die tatsächlich vorhandene regionaltypische ökologische Vielfalt.

Zwei Beispiele mögen dies illustrieren: Der Kanton Zürich umfasst vier ökologisch unterschiedliche Regionen – das trocken-warme Nordzürich, das hügelige, ausgeglichene Mittelland, das bergige und feuchte Tössbergland und mit der Lägern ein Stück Kettenjura. Die biogeografische Einteilung der Schweiz in sechs Hauptregionen vermag diese ökologische Vielfalt des Kantons Zürich nicht und die Einteilung in 12 biogeografische Regionen nur teilweise abzubilden (Gonseth *et al.* 2022). Tatsächlich bildet Nordzürich mit dem Kanton

Schaffhausen und Teilen der Kantone Aargau und Thurgau sowie dem angrenzenden Süddeutschland eine ökologisch einheitliche Region, in der Pflanz-, Saat- und Schnittgut zum Beispiel für Trockenwiesen ausgetauscht werden kann. Für das Tössbergland gilt das Gleiche mit den angrenzenden Teilen der Kantone Thurgau und St. Gallen. Das Prättigau und das inneralpine Engadin werden in dieselbe von sechs biogeografischen Hauptregionen eingeteilt, trotz sehr unterschiedlicher ökologischer Bedingungen. Erst in der Einteilung in zwölf biogeografische Regionen (Gonseth *et al.* 2022) liegen Prättigau und Engadin in zwei verschiedenen biogeografischen Regionen.

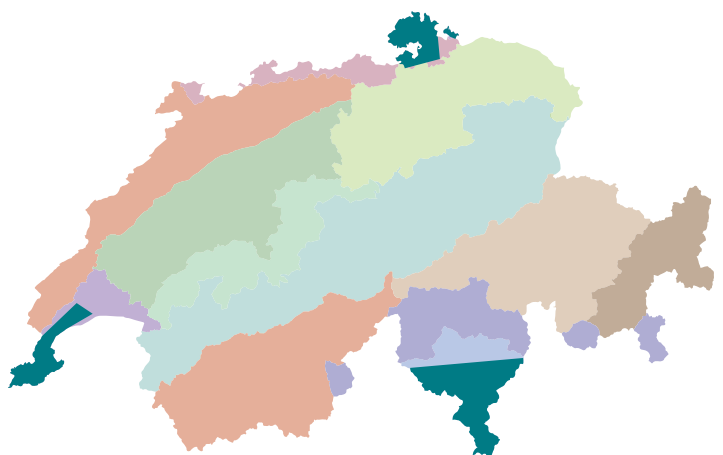
Für eine Einteilung in ökologisch einheitliche Regionen mit regionaltypischer Artenzusammensetzung und genetischer Vielfalt ist die biogeografische Einteilung der Schweiz (Gonseth *et al.* 2022) ein erster Schritt. Die zwölf biogeografischen Regionen sollten aber nicht allein für die Abgrenzung von Regionen für Herkunft und Ausbringen verwendet werden. Vielmehr muss aufgrund biogeografischer und ökologischer Kenntnisse entschieden werden, aus welcher Region für welche Arten und/oder welche Lebensräume Pflanz-, Saat- oder Schnittgut verwendet werden kann. Eine solche Region kann je nach Art, Artensortiment oder Lebensraum verschieden sein. Die Regionen müssen mit ökologischen und floristischen Kenntnissen sinnvoll und pragmatisch festgelegt werden. Für das Artensortiment seltener Lebensräume und für seltene Arten sind die Regionen enger zu fassen (falls nicht spezifische genetische Untersuchungen zu einzelnen Arten vorliegen) als für weiter verbreitete Arten und Lebensräume. Diese Überlegungen zeigen, dass eine von der Praxis oft gewünschte generelle Distanzangabe für Herkünfte (z. B. 20 km zwischen Herkunft und Ort des Ausbringens) den ökologischen und biologischen Gegebenheiten der Schweiz nicht genügen kann.

### 3 Nur Vielfalt schafft Vielfalt

Es dürfen nicht immer die gleichen Herkünfte für Saatgut und die gleichen Spenderflächen oder Spenderpopulationen innerhalb einer Region besammelt beziehungsweise verwendet werden, sondern es muss abgewechselt werden. Nur so wird die regionaltypische genetische Vielfalt in und zwischen den



Abb. 8. Das natürliche Verbreitungsgebiet von Arten in der Schweiz muss bei Ansiedlungen respektiert werden. Dies gilt insbesondere für seltene Arten wie dem Weissen Fingerkraut (*Potentilla alba*) mit seinem zerstückeltem Verbreitungsgebiet in der Schweiz (dunkelgrün; vereinfacht nach infoflora.ch). In der Karte farblich hinterlegt die 12 biogeografischen Regionen der Schweiz (Gonseth *et al.* 2022).



gegründeten Populationen hochgehalten. Immer die gleichen Herkünfte oder Spenderpopulationen für Saatgut oder Samen einzelner Arten zu verwenden und immer die gleichen Spenderflächen für Direktbegrünungen oder Drusch (siehe «Pflanz-, Saat- und Schnittgut») in einer Region zu nutzen, verringert die genetische Vielfalt.

#### **4 50/500-Regel beachten**

Bei Saatgut verschiedener Arten oder Samen einzelner Arten ist sowohl beim Sammeln von Samen für die *ex-situ*-Vermehrung oder die Direktsaat als auch bei der Ansiedlung oder Auspflanzung die 50/500-Regel zu beachten, um die genetische Vielfalt zu erhalten. Es müssen also Samen von mindestens 50 Individuen gesammelt werden oder mindestens 50 Individuen ausgebracht werden, wobei längerfristig grössere Populationen von möglichst 500 Individuen angestrebt werden sollten.

#### **5 Genau protokollieren**

Um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten, muss genau festgehalten werden, wie viel, von welchen Arten, welcher Herkunft, wo und wann gesammelt beziehungsweise ausgebracht wurde. Am besten erfolgt dies digital. Das genaue Protokollieren dient auch dazu, allfälliger Homogenisierung entgegenzuwirken. Das Gleiche gilt für Direktbegrünungen oder Drusch.

### **Verschiedene Anwendungen der Grundsätze**

Ziel der oben dargelegten Grundsätze ist es, die regionaltypische Arten- und genetische Vielfalt zu erhalten oder zu fördern und Homogenisierung und Inzucht zu vermeiden. Pflanz-, Saat- und Schnittgut sollte nur an Orten ausgebracht werden, wo für Arten und Lebensräume historische Fundmeldungen vorliegen und die ökologisch geeignet sind, wiederhergestellt oder neu geschaffen wurden (siehe «Allgemeine Grundsätze»).

Wo in der näheren Umgebung entsprechende Lebensräume vorhanden sind, kann auch passive Wiederherstellung (englisch: passive restoration) in Betracht gezogen werden. Bei passiver Wiederherstellung wird kein Pflanz-, Saat- oder Schnittgut aktiv ausgebracht, sondern die Arten wandern aus der Umgebung selbständig wieder ein. Untersuchungen zeigen, dass passive Wiederherstellung sowohl hinsichtlich der Artenzusammensetzung als auch der genetischen Vielfalt gute Ergebnisse erzielt (Wei *et al.* 2023).

Im Folgenden werden die Grundsätze für die Herkunft und das Ausbringen von Pflanz-, Saat- und Schnittgut für konkrete Anwendungen jeweils vollständig aufgezeigt.

#### **Pflanzgut aus Zwischenvermehrung einzelner Arten**

- Region für Herkunft und Ausbringen festlegen **1 2**.
- Beim Sammeln von Samen für die Zwischenvermehrung müssen Samen von vielen, aber mindestens von 50 Individuen über die ganze Population verstreut gesammelt werden **4**. Bei seltenen Arten mit weniger als 50 Individuen pro Fundort Samen von möglichst vielen verschiedenen Individuen sammeln, ohne dabei die lokale Population zu gefähr-

### **Grundsätze für die Herkunft und das Ausbringen von Pflanz-, Saat- und Schnittgut**

- 1** Natürliche Verbreitungsgebiete der Arten und Lebensräume für die Auswahl von Herkünften und beim Ausbringen berücksichtigen.
- 2** Regionen mit ökologisch einheitlichen Bedingungen für Lebensräume und Arten festlegen. Die biogeografischen Regionen der Schweiz sind ein Hilfsmittel, müssen aber mithilfe ökologischer und floristischer Kenntnisse präzisiert werden.
- 3** Innerhalb ökologisch einheitlicher Regionen verschiedene und abwechselnde Herkünfte für Saatgut, für Samen einzelner Arten sowie für Spenderflächen bei Direktbegrünungen und Drusch verwenden.
- 4** Bei allen Anwendungen mindestens die 50/500-Regel berücksichtigen.
- 5** Herkunft und Ausbringen genau (digital) protokollieren.

den. Nationale und kantonale rechtliche Grundlagen (z. B. Sammel- und Betretbewilligungen) berücksichtigen.

- Herkünfte für Samen für die Zwischenvermehrung müssen regelmässig und nach kurzer Zeit (spätestens drei Generationen beziehungsweise Jahre) gewechselt werden, um Inzucht-Effekte bei der Zwischenvermehrung zu vermeiden und genetischer Verarmung und Homogenisierung beim Ausbringen vorzubeugen **3**. Verschiedene Herkünfte in der Zwischenvermehrung getrennt halten.
- Verschiedene Herkünfte aus einer festgelegten Region **2** können beim Auspflanzen gemischt werden. Dies ist insbesondere bei seltenen und gefährdeten Arten mit nur noch kleinen Populationen angezeigt, um die genetische Vielfalt der widerangesiedelten, neuen oder verstärkten Populationen zu erhöhen.
- Im Extremfall können bei regional ausgestorbenen Arten Samen aus *ex-situ*-Samenbanken verwendet werden (Ensslin *et al.* 2021). Es gilt aber zu bedenken, dass Samen aus Samenbanken meist nur von wenigen Individuen und oft von nur einem Ort stammen und die Aufsammlungen in Samenbanken nicht regelmässig erneuert werden. Ausserdem stammen sie selten aus der passenden Region.
- Zwischenvermehrung über Samen ist – wenn möglich – der klonalen Zwischenvermehrung vorzuziehen, da die genetische Vielfalt durch die Durchmischung bei der sexuellen Fortpflanzung erhalten bleibt.
- Diese Grundsätze gelten auch für Sträucher und Bäume, insbesondere für seltene Arten.



- Genau protokollieren (am besten digital), wie viel, von welchen Arten, welcher Herkunft, wo und wann gesammelt und ausgebracht wurde **5**.

### Saatgut-Mischungen

- Region für Herkunft und Ausbringen festlegen **1 2**.
- Beim Sammeln von Samen für die *ex-situ*-Zwischenvermehrung müssen Samen von vielen, aber mindestens von 50 Individuen über die ganze Population verstreut gesammelt werden **4**. Nationale und kantonale rechtliche Grundlagen (z. B. Sammel- und Betretbewilligungen) berücksichtigen.
- Herkünfte für Samen für die *Ex-situ*-Zwischenvermehrung (Abb. 9) müssen regelmässig und nach kurzer Zeit (spätestens drei Generationen beziehungsweise Jahre) gewechselt werden, um Inzucht-Effekte bei der Zwischenvermehrung zu vermeiden und genetischer Verarmung und Homogenisierung beim Ausbringen vorzubeugen **3**. Verschiedene Herkünfte in der Zwischenvermehrung getrennt halten.
- Verschiedene Herkünfte aus einer festgelegten Region **2** können vor dem Ausbringen gemischt werden. Dies ist insbesondere bei der Ansaat seltener und gefährdeter Lebensräume angezeigt, um die genetische Vielfalt der Arten in den wiederangesiedelten oder neuen Lebensräumen zu erhöhen.
- Genau protokollieren (am besten digital), welche Saatgutmischung, mit welcher Artenzusammensetzung und welchen Herkünften, wo und wann gesammelt und ausgebracht wurde **5**.
- Diese Grundsätze gelten auch für Samenmischungen für Dachbegrünungen. Zum Sonderfall Ackerwildkräuter und Ackerblühstreifen siehe Seite 10.

### Samen aus der Zwischenvermehrung einzelner Arten

- Region für Herkunft und Ausbringen festlegen **1 2**.
- Beim Sammeln von Samen für die Zwischenvermehrung müssen Samen von vielen, aber mindestens von 50 Individuen, über die ganze Population verstreut gesammelt werden **4**. Bei seltenen Arten mit weniger als 50 Individuen pro Fundort Samen von möglichst vielen verschiedenen Individuen sammeln, ohne dabei die lokale Population zu gefährden. Nationale und kantonale rechtliche Grundlagen (z. B. Sammel- und Betretbewilligungen) berücksichtigen.
- Herkünfte für Samen für die *Ex-situ*-Zwischenvermehrung müssen regelmässig und nach kurzer Zeit (spätestens drei Generationen beziehungsweise Jahre) gewechselt werden, um Inzucht-Effekte bei der Zwischenvermehrung zu vermeiden und genetischer Verarmung und Homogenisierung beim Ausbringen vorzubeugen **3**. Verschiedene Herkünfte in der Zwischenvermehrung getrennt halten.
- Verschiedene Herkünfte aus einer festgelegten Region **2** können vor dem Ausbringen gemischt werden. Dies ist vor allem bei seltenen und gefährdeten Arten mit nur noch kleinen Populationen angezeigt, um die genetische Vielfalt der wiederangesiedelten, neuen oder verstärkten Populationen zu erhöhen.
- Im Extremfall können bei regional ausgestorbenen Arten Samen aus *ex-situ*-Samenbanken verwendet werden (Ensslin *et al.* 2021). Es gilt aber zu bedenken, dass Samen aus Samenbanken meist nur von wenigen Individuen und oft von nur einem Ort stammen und nicht regelmässig erneuert werden.

ert werden. Ausserdem stammen sie selten aus der passenden Region.

- Genau protokollieren (am besten digital), wie viel, von welchen Arten, welcher Herkunft, wo und wann gesammelt und ausgebracht wurde **5**.

### Direktes Ausbringen von Samen einzelner Arten gesammelt in natürlichen Populationen

- Region für Herkunft und Ausbringen festlegen **1 2**.
- Beim Sammeln von Samen müssen Samen von vielen, aber mindestens von 50 Individuen über die ganze Population verstreut gesammelt werden **4**. Bei seltenen Arten mit weniger als 50 Individuen pro Fundort Samen von möglichst vielen verschiedenen Individuen sammeln, ohne dabei die lokale Population zu gefährden. Nationale und kantonale rechtliche Grundlagen (z. B. Sammel- und Betretbewilligungen) berücksichtigen.
- Die Herkünfte der Samen müssen regelmässig gewechselt werden, um die genetische Vielfalt hochzuhalten und Homogenisierung beim Ausbringen vorzubeugen **3**.
- Sammelgut verschiedener Herkünfte getrennt halten.
- Verschiedene Herkünfte einer Art aus einer festgelegten Region **2** können vor dem Ausbringen gemischt werden. Dies ist insbesondere bei seltenen und gefährdeten Arten mit nur noch kleinen Populationen angezeigt, um die genetische Vielfalt in den wiederangesiedelten, neuen oder verstärkten Populationen zu erhöhen.
- Genau protokollieren (am besten digital), wie viel, von welchen Arten, welcher Herkunft, wo und wann gesammelt und ausgebracht wurde **5**.



Abb. 9. Saatgutproduktion auf einem landwirtschaftlichen Betrieb.

## Samenmischungen aus natürlichen Populationen («Drusch»)

- Region für Herkunft und Ausbringen festlegen **1** **2**.
- Die regionaltypische Artenzusammensetzung ist auch bei Drusch zu berücksichtigen **1**. Eine Halbtrockenrasen- oder Fromental-Spenderfläche aus den Voralpen wird Arten enthalten, die in einem Halbtrockenrasen oder einer Fromentalwiese des Mittellandes nicht oder kaum vorkommen, zum Beispiel die Kugelige Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*; Abb. 10a). Nationale und kantonale rechtliche Grundlagen (z. B. Sammel- und Betretbewilligungen) berücksichtigen.
- Spenderflächen müssen regelmässig gewechselt und/oder verschiedene Spenderflächen berücksichtigt werden, um genetischer Verarmung und Homogenisierung vorzubeugen **3**.
- Die Samen verschiedener Spenderflächen getrennt halten.
- Die Samen verschiedener Spenderflächen aus einer festgelegten Region **2** können beim Ausbringen gemischt werden. Dies ist insbesondere bei der Vegetation seltener und gefährdeter Lebensräume mit regional nur noch kleinen Spenderflächen angezeigt, um die genetische Vielfalt der Arten in den wiederangesiedelten oder neuen Lebensräumen zu erhöhen.
- Genau protokollieren (am besten digital), welcher und wie viel Drusch, von welcher Herkunft, wo und wann geerntet und ausgebracht wurde **5**.

## Direktbegrünungen

- Region für Herkunft und Ausbringen festlegen **1** **2**.
- Die regionaltypische Artenzusammensetzung ist auch bei Direktbegrünungen zu berücksichtigen **1**. Eine Halbtrockenrasen- oder Fromental-Spenderfläche aus den Voralpen wird Arten enthalten, die in einem Halbtrockenrasen oder einer Fromentalwiese des Mittellandes nicht oder kaum vorkommen, zum Beispiel Wald-Storchenschnabel (*Geranium sylvaticum*; Abb. 10b). Nationale und kantonale rechtliche Grundlagen berücksichtigen.



Abb. 10. (a) Kugelige Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*) und (b) Wald-Storchenschnabel (*Geranium sylvaticum*).

- Spenderflächen müssen regelmässig gewechselt und/oder verschiedene Spenderflächen berücksichtigt werden, um genetischer Verarmung und Homogenisierung beim Ausbringen vorzubeugen **3**.
- Falls zeitlich möglich kann das Schnittgut verschiedener Spenderflächen aus einer festgelegten Region **2** beim Ausbringen gemischt werden. Dies ist insbesondere bei der Vegetation seltener und gefährdeter Lebensräume mit nur noch kleinen Flächen angezeigt, um die genetische Vielfalt der Arten in den wiederangesiedelten oder neuen Lebensräumen zu erhöhen.
- Genau protokollieren (am besten digital), von welcher Herkunft wie viel Schnittgut wann geerntet und wann und wo ausgebracht wurde **5**.

## Sonderfall Ackerwildkräuter und Ackerblühstreifen

- Die gegebenen Grundsätze (**1** **2** **3** **4** **5**) für die Herkunft und das Ausbringen von Pflanz-, Saat- und Schnittgut gelten auch für Saatgutmischungen oder das Ausbringen von Samen einzelner Arten der Ackerwildkräuter und Ackerblühstreifen (Abb. 1).
- Im Falle von Ackerwildkräutern, Ackerblühstreifen und Buntbrachen wurde in der Schweiz weiträumig einheitliches Saatgut verwendet. Die letzten autochthonen Vorkommen von Ackerwildkräutern müssen gesondert behandelt werden **1**. Dies betrifft insbesondere die Kantone Wallis, beide Basel und Schaffhausen mitsamt Nordzürich. Hier sollte nur regionaltypisches, autochthones Saatgut für die Ansaat von Ackerwildkräutern verwendet werden, um die letzten natürlichen Vorkommen zu schützen.
- Ob genetische Vermischung zwischen angesäten, aus nicht-regionaltypischem Saatgut stammenden Ackerwildkräutern und autochthonen Populationen dieser Arten erfolgt, wurde bisher nicht untersucht. Eine solche Vermischung ist aber anzunehmen.

## Literatur

- Aavik T., Edwards P.J., Holderegger R., Graf R., Billeter R. (2012) Genetic consequences of using seed mixtures in restoration: a case study of the wetland plant *Lychnis flos-cuculi*. *Biol. Conserv.* 145: 195–204.
- Aavik T., Bosshard D., Edwards P.J., Holderegger R., Billeter R. (2014) Fitness in naturally occurring and restored populations of the grassland plant *Lychnis flos-cuculi* in a Swiss agricultural landscape. *Restor. Ecol.* 22: 98–106.
- Aavik T., Bosshard D., Edwards P.J., Holderegger R., Billeter R. (2015) Genetische Vielfalt in Wildpflanzen-Samenmischungen. *Agrarforsch. Schweiz* 5: 20–27.
- Allendorf F.W., Funk W.C., Aitken S.N., Byrne M., Luikart G. (2022) Conservation and the genomics of populations. Oxford: Oxford University Press. 746 S.
- BAFU (2017) Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz. Bern: BAFU. 50 S.
- BAFU (2021) Ökologische Infrastruktur. Arbeitshilfe für die kantonale Planung im Rahmen der Programmvereinbarungsperiode 2020–24. Bern: BAFU. 50 S.
- Bischoff W. (2015) Regio Flora: Empfängerfläche sucht Spenderwiese. *N+L Inside* 2015, 2: 35–40.
- Bosshard A. (2016) Produktion von «Heugrassaat aus dem Sack» mit dem eBeetle. *N+L Inside* 2016, 3: 36–38.
- Bosshard A., Mayer P., Mosimann A. (2015) Leitfaden für naturgemässe Begrünungen in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Biodiversität. Oberwil-Lieli: Ö+L. 80 S.
- Bucharova A., Michalski S.G., Hermann J.-M., Heveling K., Durka W., Hölzel N., Kollmann J., Bossdorf O. (2017) Genetic differentiation and regional adaptation among seed origins used for grassland restoration: lessons from a multispecies transplant experiment. *J. Appl. Ecol.* 54: 127–136.
- Chung M.Y., Merilä J., Kim Y., Mao K.S., Lopez-Pujol J., Chung M.G. (2023) A review on  $Q_{ST}$  –  $F_{ST}$  comparisons of seed plants: insights for conservation. *Ecol. Evol.* 13: e9926.
- Crispi N., Hoiss B. (2021) Warum eigentlich gebietsheimisches Saatgut? *Anliegen Natur* 43, 2: 39–46.
- Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S., Vust M. (2015) Lebensräume der Schweiz. Bern: Ott. 465 S.
- Durka W., Bossdorf O., Bucharova A., Frenzel M., Hermann J.-M., Hölzel N., Kollmann J., Michalski S.G. (2019) Regionales Saatgut von Wiesenpflanzen: genetische Unterschiede, regionale Anpassung und Interaktion mit Insekten. *Natur Landsch.* 94: 146–153.
- Ensslin A., Jäggi G., Sandoz F., Kessler M., Loizeau P.-A., Nyffeler R., Palese R., Schiestl F. (2021) Aufbau einer nationalen Wildsaatgutbank an zwei Standorten in Genf und Zürich: ein Kernstück der Ex-situ-Erhaltung der Schweiz. *N+L Inside* 2021, 1: 24–28.
- Frankham R., Ballou J.D., Ralls K., Eldridge M., Dudash M.R., Fenster C.B., Lacy R.C., Sunnucks P. (2017) Genetic management of fragmented animal and plant populations. Oxford: Oxford University Press. 401 S.
- Franklin I.R. (1980) Evolutionary changes in small populations. In: Soulé M.E., Wilcox B.A. (Eds) Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sunderland: Sinauer. 135–149.
- Gonseth Y., Sartori L., Bornand C., Gyax A. (2022) Die biogeografischen Regionen der Schweiz. *Umwelt-Wissen: Vol. 2214*. Bern: BAFU. 28 S.
- Hoban S., Bruford M., D'Urban Jackson J., Lopes-Fernandes M., Heuertz M., Hohenlohe P.A., ... (2020) Genetic diversity targets and indicators in the CBD post-2020 global biodiversity framework must be improved. *Biol. Conserv.* 248: 108654.
- Holderegger R., Segelbacher G. (2016) Naturschutzgenetik. Ein Handbuch für die Praxis. Bern: Haupt. 247 S.
- Holl K.D., Luong J.C., Brancalion P.H.S. (2022) Overcoming biotic homogenization in ecological restoration. *Trends Ecol. Evol.* 37: 777–788.
- Kaulfuss F., Reisch C. (2021) Restoration of species-rich grasslands by transfer of local plant material and its impact on species diversity and genetic variation. Findings of a practical restoration project in southeastern Germany. *Ecol. Evol.* 11: 12816–12833.
- IUCN (2013) Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Gland: IUCN. 57 S.
- Jedicke E., Auf der Heide U., Bergmeiner E., Betz O., Brunzel S., Eckerter P., ... (2022) Gebietseigenes Saatgut – Chance oder Risiko für den Biodiversitätsschutz. *Natursch. Landschaftspl.* 54: 12–21.
- Keller M., Kollmann J. (1999) Effects of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. *Agricult. Ecosyst. Environm.* 72: 87–99.
- Latacz-Lohmann U., Buhk J.-H., Schreiner J., Herrmann C.-C., Thiermann I. (2023) Mähgutübertragung: zwischen Anspruch und Wirklichkeit. *Anliegen Natur* 43: 17–24.
- Leimu R., Fischer M. (2008) A meta-analysis of local adaptation in plants. *PLoS ONE* 3: e4010.
- McLaughlin B.C., Skikne S.A., Beller E., Blakey R.V., Olliff-Yang R.L., Morueta-Holme N., ... (2022) Conservation strategies for the climate crisis: an update on three decades of biodiversity management recommendations from science. *Biol. Conserv.* 268: 109497.
- Späth J., Hoiss B. (2023a) Artenreiche Wiesen schaffen und aufwerten: Praxistipps und -beispiele zur Mähgutübertragung. *Anliegen Natur* 45, 1: 63–76.
- Späth J., Hoiss B. (2023b) Wiesen aufwerten und neu schaffen – Praxishinweise. *Anliegen Natur* 45, 2: 71–80.
- Staub M., Benz R., Bischoff W., Bosshard A., Burri J., Viollier S., Bischofberger Y. (2015) Direktbegrünung artenreicher Wiesen in der Landwirtschaft. Leitfaden für die Praxis zum Einsatz von regionalem Saatgut in Biodiversitätsförderflächen. Lausanne: AGRIDEA. 15 S.
- Van der Mijnsbrugge K., Bischoff A., Smith B. (2010) A question of origin: where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic Appl. Ecol.* 11: 300–311.
- Wei X., Xu Y., Kyu L., Xiao Z., Wang S., Yang T., Jiang M. (2023) Impacts of ecological restoration on the genetic diversity of plant species: a global meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 60: 1149–1160.
- Willi Y., Van Bruskirk J., Hoffmann A.A. (2006) Limits to the adaptive potential of small populations. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 435–458.

## Dank

Ich danke vielen Personen aus kantonalen Behörden, von Öko- und Planungsbüros sowie aus privaten Organisationen und Betrieben für Diskussionen und Anregungen, Michèle Büttner, Felix Gugerli, Michèle Kaennel Dobbertin und Martin Moritzi für Kommentare zum Text und Andreas Bosshard, Michèle Büttner, Monika Orler und Christian Wiskemann für Fotos.

## Illustrationen

M. Büttner (Abb. 2c, 7, 10a), R. Holderegger (Abb. 1, 2a und b, 6, 8, 9), M. Orler (Abb. 10b), Andreas Bosshard (Abb. 3), Christia Wiskemann (Abb. 4)

## Zitierung

Holderegger R. (2024) Grundsätze für Artenzusammensetzung und genetische Vielfalt von Pflanz-, Saat- und Schnittgut im Naturschutz. Merkbl. Prax. 77. 12 S. doi.org/10.55419/wsl:37132

## Kontakt

Rolf Holderegger  
Eidg. Forschungsanstalt für Wald,  
Schnee und Landschaft WSL  
Zürcherstrasse 111  
8903 Birmensdorf  
rolf.holderegger@wsl.ch

**Merkblatt für die Praxis** ISSN 1422-2876 gedruckt / 2296-4428 elektronisch

## Konzept

Im **Merkblatt für die Praxis** werden Forschungsergebnisse zu Wissenskonzentraten und Handlungsanleitungen für Praktikerinnen und Praktiker aufbereitet. Die Reihe richtet sich an Forst- und Naturschutzkreise, Behörden, Schulen und interessierte Laien.

Französische Ausgaben erscheinen in der Schriftenreihe **Notice pour la pratique** (ISSN 2813-6071). Italienische und englische Ausgaben erscheinen in loser Folge in den Schriftenreihen **Notizie per la pratica** (ISSN 1422-2914) und **WSL Fact Sheet** (ISSN 2624-8069).

**Die neuesten Ausgaben** (siehe wsl.ch/merkblatt)

- Nr. 76: Integrierte Klimaanpassung auf regionaler Ebene: Hilfestellungen zur Umsetzung. T. Ertl *et al.* 2024. 12 S.
- Nr. 75: Energiewende: kommunale und regionale Handlungsmöglichkeiten. L. Gisler *et al.* 2024. 12 S.
- Nr. 74: Portrait, Gefährdung und Schutz der Findlingsflora. D. Hepenstrick *et al.* 2023. 12 S.
- Nr. 73: Die Verhüllende Korallenflechte. Eine geschützte Auenart im Fokus von Naturschutz und Wasserbau. C.M. Hischier *et al.* 2023. 8 S.
- Nr. 72: Die Arve – Portrait eines Gebirgswaldbaums. F. Gugerli *et al.* 2022. 16 S.
- Nr. 71: Der Eichenprozessionsspinner. Hintergrundwissen und Handlungsempfehlungen. S. Blaser *et al.* 2022. 12 S.
- Nr. 70: Nadel- und Triebkrankheiten der Föhre. J. Dubach *et al.* 2022. 12 S.
- Nr. 69: Eingeschleppte Pilze in der Schweiz. J. Brännhage *et al.* 2021. 12 S.
- Nr. 68: Den Waldboden verstehen – Vielfalt und Funktion der Waldböden in der Schweiz. M. Walser *et al.* 2021. 12 S.



Diese Publikation ist Open Access und alle Texte und Fotos, bei denen nichts anderes angegeben ist, unterliegen der Creative-Commons-Lizenz CC BY 4.0. Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden.

## Managing Editor

Martin Moritzi  
Eidg. Forschungsanstalt WSL  
Zürcherstrasse 111  
CH-8903 Birmensdorf  
martin.moritzi@wsl.ch  
wsl.ch/merkblatt

Die WSL ist ein Forschungsinstitut des ETH-Bereichs.

Layout: Jacqueline Annen und Sandra Gurzeler, WSL

Druck: Rüegg Media AG

