

keit der Samen, die spezifischen Substratanforderungen für Keimung und Keimlingsetablierung sowie die Rolle von Mykorrhizen für viele heimische Wildarten nicht ausreichend. Somit liegen die wesentlichen Herausforderungen für Saatgutbanken von Wildpflanzen zum einen der Beschaffung von Saatgut in ausreichender Qualität und Quantität und zum anderen in der Erforschung der art- oder populationspezifischen Keimungsbedingungen.

**Zusammenfassung der wichtigsten Schritte für das Sammeln von Samen einer bestimmten Pflanzenpopulation unter Berücksichtigung genetischer Aspekte:**

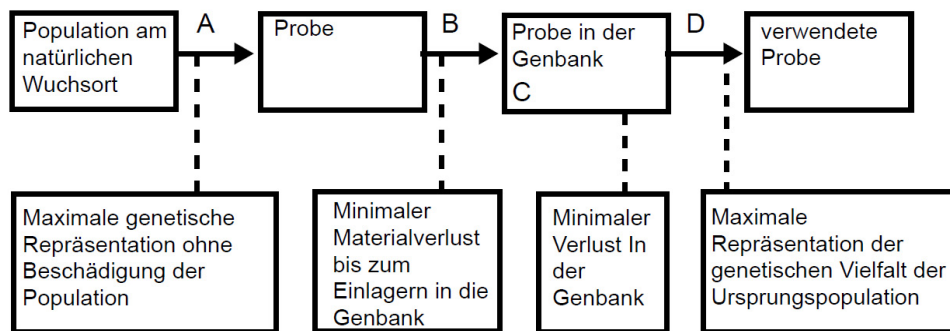


Abb. 1: Zusammenfassung der wichtigsten Schritte für das Sammeln von Samen einer bestimmten Pflanzenpopulation unter Berücksichtigung genetischer Aspekte. A = Aufsammlung; B = Transport zur Genbank; C = Einlagerung; D = Verwendung. Aus ENSCONET 2009a.

## 2 Gesetzliche Grundlagen

Die Sammlung von Wildpflanzensamen in freier Natur unterliegt gemäß dem Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz, „BNatSchG“) unterschiedlichen gesetzlichen Beschränkungen. Es ist vor Beginn der Geländearbeiten zu überprüfen, welche naturschutzfachlichen Ausnahme genehmigungen oder andere Genehmigungen einzuholen sind (s. Tab. 1).

Unter internationalem, europäischem oder nationalem gesetzlichen Schutz stehende Pflanzenarten oder ihre Entwicklungsformen dürfen nach § 44 Abs. 1 Nr. 4 nicht aus der Natur entnommen, in Besitz genommen, verarbeitet und vermarktet werden. Zu diesen Arten gehören die im Washingtoner Artenschutzabkommen (CITES) in Anhang A und B gelisteten Arten, ferner die in Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie) Anhang IV gelisteten Arten sowie nach der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) besonders und streng geschützten Arten. Nach § 23 und § 24 BNatSchG in Naturschutzgebieten und Nationalparks sind alle Handlungen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Gebietes oder seiner Bestandteile führen können, nach Maßgabe näherer Bestimmungen verboten.

Hierunter fallen das Sammeln von Pflanzen und Pflanzenteilen aller Entwicklungsstadien sowie das Verlassen der gekennzeichneten Wege im Gebiet. Für das Sammeln geschützter Arten ist somit eine artenschutzrechtliche Ausnahme genehm-

migung erforderlich, für das Betreten und Verlassen von Wegen in on Schutzgebieten wird eine Betretungs- bzw. Ausnahmegenehmigung vom Wegegebot und Sammelverbot benötigt. Bei der Sammlung von Samen im Gelände dürfen die Wuchsorte seltener, bestandsbedrohter Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften nicht beeinträchtigt werden und Brut- und Aufzuchtplätze von Tieren müssen gemieden werden. Intensive Warnrufe von Vögeln, warnende, Futter tragende Altvögel, verleitende Altvögel und unselbständige Jungvögel zeigen Nist- oder Fortpflanzungsstätten von Vögeln an, die unverzüglich zu verlassen sind.

Die Anträge auf Ausnahmegenehmigung sind in Deutschland an die nach dem jeweiligen Landesrecht zuständigen Behörden für Naturschutz und Landschaftspflege zu stellen. Die Zuständigkeiten variieren von Bundesland zu Bundesland und können beim Landesministerium, den Unteren Naturschutzbehörden bzw. den Nationalparkverwaltungen liegen. Unabhängig von den gesetzlichen Vorgaben sollten Sammlungen von Wildpflanzensamen zum Zwecke der Langzeitlagerung grundsätzlich in Abstimmung mit den zuständigen Behörden, den für die Flächen und Gebiete verantwortlichen hauptberuflichen und ehrenamtlichen Mitarbeitern sowie den Flächeneigentümern erfolgen.

Die Sammelgenehmigungen für die Geländearbeit im Rahmen der Genbank WEL werden in den Genbanken derjenigen Netzwerkpartner hinterlegt, in denen die Proben aufbewahrt werden. Bei der Weitergabe von Saatgut aus der Genbank WEL müssen neben einer standardisierten Material- und Übertragungsvereinbarung (sMTA) ggf. bestehende Nutzungseinschränkungen seitens der Behörden, die aus den jeweiligen Genehmigungen hervorgehen, beachtet werden.

Tab. 1: Vor der Geländearbeit zu klärende Sachverhalte

geplante Sammeltätigkeit	Behörden, Flächeneigentümer, Bewirtschafter/Pfleger der Fläche informieren und ggf. Absprachen treffen
Zielarten geschützt	Antrag auf artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung bei zuständiger Behörde stellen
Zielflächen in Naturschutzgebieten oder Nationalparks	Antrag auf Befreiung vom Wegegebot in Schutzgebieten und auf Genehmigung zur Entnahme von Pflanzen und Pflanzenteilen bei zuständiger Behörde stellen

### 3 Lagerfähigkeit der Samen

Wie bei Nutzpflanzen eignen sich ausschließlich austrocknungsresistente Wildpflanzensamen („orthodoxe Samen“) für eine Langzeitlagerung. Dies trifft in der Regel auf Samen der meisten Arten trockenwarmer und wechselfeuchter Standorte zu. Pflanzen feuchter oder nasser Standorte haben zuweilen Samen, die nicht austrocknungsresistent („recalcitrant“) sind und sich daher nicht zur Einlagerung in eine klassische Saatgutbank eignen. Zahlreiche Samen sind zwar austrocknungsre-

sistent, aber unter den Tiefkühlbedingungen einer Saatgutbank nur bedingt lagerfähig oder kurzlebig (HONG et al. 1996, PRITCHARD 2004). Zu diesen Arten gehören Arten frischer, schattiger Wälder ursprünglicher Verwandtschaftskreise wie *Anemone nemorosa* (ALI et al. 2007, PROBERT et al. 2009), aber auch verschiedene alpine und hochalpine Sippen (MONDONI et al. 2011).

Vor der Sammlung wird die Lagerfähigkeit der Samen der Zielarten überprüft und über das weitere Vorgehen entschieden (s. Tab. 2). Neben einschlägiger Literatur stehen dafür Standardwerke wie HONG et al. (1998) wie sowie die Seed Information Database der Royal Botanic Gardens Kew zur Verfügung ([data.kew.org/sid/storage.html](http://data.kew.org/sid/storage.html)). Ist die Lagerfähigkeit nicht bekannt, so sollten bei Samen von Arten feuchter oder nasser Standorte regelmäßig und in kurzen Abständen von wenigen Monaten oder Jahren Keimungstests (s. Kapitel 4) durchgeführt werden, um eine Reduzierung der Keimfähigkeit der Samen rechtzeitig erkennen und entsprechende Maßnahmen (Nachsammeln, Vermehrungskulturen) ergreifen zu können.

Tab. 2: Unterteilung der Samenpflanzen je nach Austrocknungsresistenz ihrer Samen und Vorgehen für ex-situ-Maßnahmen

Zielart orthodox	Einlagerung in die Saatgutbank problemlos möglich
Zielart mit Samen, die in der Saatgutbank kurzlebig sind	Einlagerung in die Saatgutbank nur kurz möglich, regelmäßige Nachsammlungen oder Vermehrungskulturen notwendig
Zielart mit intermediären oder recalcitranten Samen	Einlagerung in die klassische Saatgutbank nicht möglich, aufwändigere Verfahren (Kryokonservierung) notwendig
Zielart mit (fast) ausschließlich vegetativer Vermehrung (s. Abb. 3)	Zielart kann nicht in Saatgutbanken eingelagert werden, ggf. Erhaltungs- und Vermehrungskulturen

#### 4 Anzahl und Auswahl der Populationen

Um einen hohen Prozentsatz der genetischen Ausstattung einer Art zu erfassen und damit die genetische Vielfalt einer Art in einer bestimmten Region repräsentativ in einer Saatgutbank zu sichern, müssen Samen von ausreichend vielen Populationen gesammelt werden. Die Anzahl der Akzessionen, die nötig ist, dieses Ziel zu erreichen, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen die genetische Diversität der Art innerhalb der Region, Grad und Dauer der Fragmentierung der Populationen sowie Ausbreitungs- und Bestäubungsmodus der Art. Die genetische Diversität von fremd- und windbestäubten, ausdauernden und verholzten Arten ist innerhalb der Population im Allgemeinen hoch. Daher müssen bei solchen Arten weniger Populationen besammelt werden als bei selbstbestäubten Taxa. Bei diesen Arten ist verglichen mit Fremdbestäubern die genetische Vielfalt zwischen den Populationen in der Regel höher (HAMRICK et al. 1991). Isolierte Vorkommen relikti-

scher Arten haben häufig spezifische genetische Ausstattungen (u.a. LEWIS & CRAWFORD 1995, GREIMLER & DOBES 2000, REISCH 2002, BECKER 2003), die in den meisten Fällen wahrscheinlich durch genetische Drift, Inzucht und fehlendem oder vermindertem Genfluss entstanden sind.

Die Abgrenzung von Populationen im Gelände ist erfahrungsgemäß nicht immer einfach oder zuweilen nicht möglich. Im Feld empfiehlt sich daher ein pragmatisches Vorgehen, das artspezifische Ausbreitungsbarrieren wie Flüsse, Wälder, Wiesen, Gebirge oder Niederungen in Größe und Qualität berücksichtigt (s. MAXTED et al. 1995).

Im Optimalfall ist die Struktur der infraspezifischen genetischen Diversität der Art bekannt, so dass im Gelände gezielt bestimmte, genetisch repräsentative Populationen besammelt werden können (s. a. PARRA-QUIJANO et al. 2011). In den meisten Fällen ist dies nicht der Fall, so dass die Sammlung von Samen über die gesamte geographische und ökologische Amplitude einer Art erfolgen sollte. Nach NEEL & CUMMING (2003) werden mit dem Saatgut von fünf Populationen durchschnittlich 67-68% der Allele der Art erfasst. FALK & HOLSINGER (1991) empfehlen daher die Sammlung von Saatgut von mindestens fünf Populationen aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Art. GUERRANT et al. (2004) empfehlen hingegen die Beprobung von 50 Populationen. Je mehr Populationen beprobt werden, desto besser wird wahrscheinlich auch die geographische auch die ökologische Variabilität der Art in den Proben repräsentiert sein. Neben großen Populationen sollten auch kleinere, isolierte Populationen berücksichtigt werden. Gerade Populationen am Rand des Hauptverbreitungsgebietes oder auf Sonderstandorten weisen oft eine eigene genetische Ausstattung auf.

Die Samen verschiedener Herkünfte werden getrennt gesammelt und aufbewahrt.

Der Kenntnisstand über die Vorkommen der meisten heimischen Arten in Deutschland ist in der Regel gut. Einige v.a. schwierigere Sippen sind jedoch immer noch unzureichend erfasst. Verbreitungskarten auf Bundes- und Landesebene (NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLAND & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2014, Internetseiten wie [www.floraweb.de](http://www.floraweb.de), [www.flora-mv.de](http://www.flora-mv.de), [www.bayernflora.de](http://www.bayernflora.de)) geben einen ersten Überblick über die bundesweiten Vorkommen der Art auf deren Grundlage eine erste Einschätzung geeigneter Sammelgebiete möglich ist.

Vor allem bei seltenen Arten, die in den vergangenen Jahren dramatische Vorkommenseinbußen erlitten haben, vermitteln diese auf älteren Daten beruhenden Karten aber häufig ein falsches Bild (s. Abb. 2). Die genaue Auswahl der Populationen sollte stets mit den verantwortlichen Behörden und Botanikern oder floristisch Kundigen (Botanische Arbeitskreise, Botanische Vereine) vor Ort erfolgen. Sie haben die floristische Entwicklung des Gebietes meist über mehrere Jahre verfolgt und können ggf. geeignete Populationen für die Sammlung von Saatgut benennen. Andere Informationsquellen sind Monitoringprogramme für seltene Arten,

ökogeographische und pflanzensoziologische Studien, Erfassungen des Arteninventars, Herbarbelege oder Verbreitungsangaben in botanischen Fachzeitschriften.

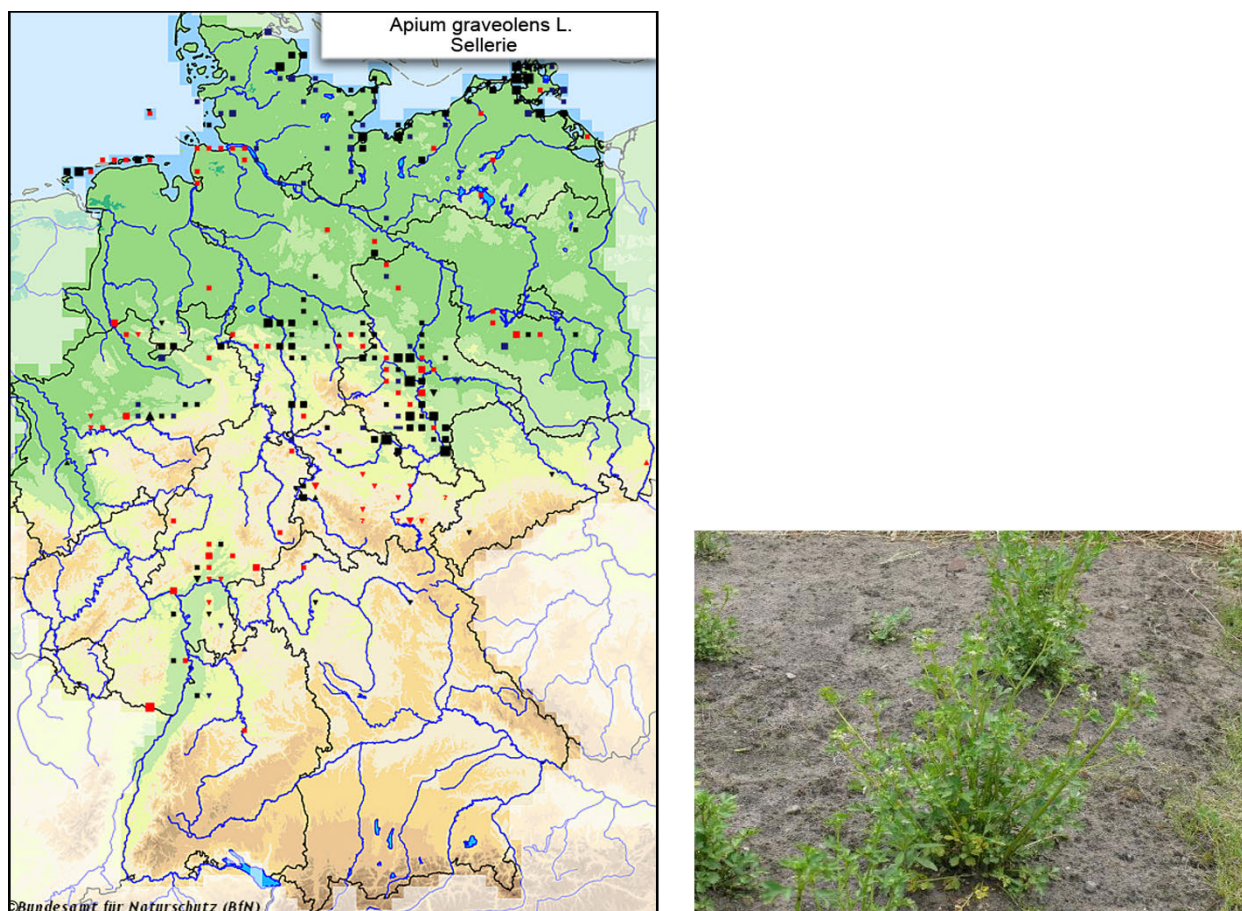


Abb. 2: Verbreitungskarte vom Sellerie (*Helosciadium graveolens*) in Deutschland nach Floraweb (links) und Erhaltungskultur der Art im Botanischen Garten Potsdam (rechts). Die natürlichen Vorkommen von *Helosciadium graveolens*, einer in Deutschland stark gefährdeten Art (RL 2), sind in den letzten Jahren vielerorts zusammengebrochen. Die in floraweb.de gezeigte Verbreitungskarte (<http://www.floraweb.de/webkarten/karte.html?taxnr=497>) spiegelt daher nicht mehr die derzeitige Situation wieder. Foto: M. Burkart, Potsdam.

## 5 Anzahl der zu sammelnden Individuen und Kornmengen

Eine ausreichende Anzahl von Saatgutproben (Akzessionen) aus unterschiedlichen Populationen soll die genetische Vielfalt der Art abdecken. Analog soll die einzelne Akzession (Saatgutprobe) die genetische Variabilität innerhalb der Population widerspiegeln. Um dies zu erreichen, müssen ausreichend Samen von ausreichend vielen Individuen gesammelt werden. Es wird im allgemeinen davon ausgegangen, dass die genetische Variabilität bei Selbstbestäubern gegenüber fremdbestäubten Arten reduziert ist. Daher sollen bei Selbstbestäubern und fakultativen Selbstbestäubern mehr Individuen besammelt werden. Die meisten Anleitungen zur Saatgutsammlung im Feld gehen auf die Arbeit über die Sammlung genetischer Ressourcen von MARSHALL & BROWN (1975) zurück. Sie empfehlen mit einer



Aufsammlung mindestens 95% der Allele, die in 5% der Individuen der Population vorkommen, zu erfassen. Um dieses zu erreichen, müssen nach ihrer Schätzung mindestens 30 Individuen bei fremdbestäubten und 59 Individuen bei selbstbestäubten Arten besammelt werden. FALK & HOLSINGER (1991) empfehlen die Beprobung von 10-50 Individuen, GUERRANT et al. (2004) die von 50 Individuen und MARSHALL & BROWN (1983) die von 200 Individuen bei großen Populationen. Für das Sammeln von Samen in großflächigen Populationen siehe auch BROADHURST et al. (2008).

Der Schutz der Population am Wuchsort sowie des Habitats hat bei der Geländearbeit höchste Priorität. Daher werden nicht mehr als 10% bis maximal 20% der zum Erntezeitpunkt verfügbaren Samen der Zielart entnommen. Davon wird nur ausnahmsweise abgewichen, z.B. wenn der Wuchsort in absehbarer Zeit unwiederbringlich zerstört wird. Wird eine Population mehrere Jahre hintereinander mehrmals aufgesucht, gilt die Entnahme von 10% der Samen der Population in 10% der Jahre als unproblematisch (MENGENS et al. 2004, GUERRANT et al. 2004). Das Sammeln im Gelände erfolgt nach dem Zufallsprinzip oder entlang eines Transektes von mindestens 50, besser 300 Pflanzen. Werden weniger als 20 Individuen besammelt, werden die Samen bzw. Früchte oder Fruchtstände der Individuen getrennt eingetütet. Im Gegensatz zu Nutzpflanzen ist es wichtig, alle Phänotypen zu besammeln. Es werden also nicht nur große, kräftige Individuen mit reichem Samenansatz berücksichtigt, sondern auch die mühseliger zu sammelnden Früchte bzw. Diasporen kleinerer und weniger ertragreicher Pflanzen. Die Frucht- bzw. Samenstände sind pfleglich, selektiv und per Handabsammlung bestandsschonend zu entnehmen.



Abb. 3: Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*, links) und Kriechender Sellerie (*Helosciadium repens*, rechts). Diese sich vorwiegend vegetativ vermehrenden Arten bilden keine oder nur selten Samen. Dementsprechend können sie nicht oder nur unzureichend in Saatgutbanken eingelagert werden. *Ranunculus ficaria* ist bei uns häufig und weit verbreitet, daher ist eine Sicherung in Genbanken derzeit nicht dringend. Bei seltenen Arten mit vorwiegend oder ausschließlich vegetativer Vermehrung wie z. B. *Helosciadium repens* empfiehlt sich eine Ex situ-Sicherung in Erhaltungskulturen in Botanischen und Schutzgärten. Foto rechts: M. Burkart, Potsdam.

Die Erntemenge umfasst nach Möglichkeit 5000 Samenkorn, damit genügend Material für die Basissammlung in der Genbank, für die Anfertigung von Duplikaten, für regelmäßige Keimungstests sowie für die Nutzung der Samen zur Verfügung steht. Bei kleinen Populationen und Arten mit geringem Samenansatz ist es jedoch häufig nicht möglich, diese Mengen zu sammeln. Ggf. muss dann vor der Verwendung des Saatgutes eine Vermehrung unter Beachtung der Standards für Erhaltungs- und Vermehrungskulturen durchgeführt werden ([www.ex-situ-erhaltung.de/prioritaetskonzept/](http://www.ex-situ-erhaltung.de/prioritaetskonzept/); s. a. ENSCONET Manual).

Tab. 3: Populationen, Individuen, Kornmengen. Übersicht über die wichtigsten Zahlen nach ENSCONET 2009a.

Anzahl der zu besammelnden Populationen / Art	je nach Häufigkeit, ökologischer Variabilität und Verbreitung im Gebiet: 5 bis 50 Populationen
Anzahl der zu besammelnden Individuen	je nach Bestäubungsmodus: mind. 30 von fremdbestäubten, mind. 59 von selbstbestäubten Arten. Im Optimalfall werden 60 – 200 Individuen aller Phänotypen der Population besammelt
Anzahl der zu sammelnden Kornmengen	mindestens 2000, besser 5000

## 6 Erntezeitpunkt und Erntetechnik

Um ausgereiftes, keimungsfähiges und lagerfähiges Saatgut zu erhalten, werden die Samen nach Möglichkeit zum Zeitpunkt der natürlichen Ausbreitung oder kurz davor gesammelt. Der Zeitpunkt der natürlichen Ausbreitung ist gekommen, wenn Streufrüchte (Öffnungsfrüchte) sich öffnen, um die Samen zu entlassen bzw. Schließ- und Spaltfrüchte sich von der Mutterpflanze lösen. Die Samen innerhalb eines Fruchtstandes können unterschiedliche Reifegrade aufweisen. Wenn möglich, werden nur die Teile des Fruchtstandes mit den reifen Samen geerntet. Bei Arten, die über einen langen Zeitraum oder mehrmals im Jahr blühen und fruchten, empfiehlt sich eine Sammlung von Saatgut mehrmals im Jahr, um alle phänologischen Typen zu erfassen.

Zahlreiche Hülsenfrüchtler (*Fabaceae*) haben Springfrüchte, die bei Samenreife aufspringen und dabei alle oder fast alle Samen herausschleudern. Bei einigen Arten wie der Frühlingsplatterbse (*Lathyrus vernus*) geschieht dies innerhalb einer Population in einem eng begrenzten Zeitraum von wenigen Tagen. Für die Ernte der Samen muss also der richtige Zeitpunkt getroffen werden, bevor die Früchte aufspringen. Im Optimalfall werden Springfrüchte fast reif geerntet und springen beim Berühren bei der Ernte auf, deshalb werden sie rasch mit der ganzen Hand umfasst oder in die Sammeltüte geschnitten. Noch geschlossene Hülsen werden zum Nachreifen locker in einen Stoffbeutel gelegt und bei Raumtemperatur gelagert, bis die Hülsen sich öffnen.

Vor der Ernte werden die Früchte bzw. Samen auf ihren Reifegrad hin überprüft. Ausgereifte Samen sind in der Regel trocken und haben eine harte Samenschale, die nicht mit dem Fingernagel durchgedrückt werden kann. Weiterhin werden die Früchte bzw. Samen bereits am Fundort auf Schädlingsbefall hin kontrolliert. Kleine runde Löcher in den Hülsen der *Fabaceae* oder den Schoten der *Brassicaceae* weisen häufig auf Schadinsekten in den Früchten hin. Ist ein massiver Schädlingsbefall, wie er gelegentlich bei Samen der *Asteraceae* oder *Fabaceae* auftritt, zu verzeichnen, ist ggf. von einer Sammlung abzusehen.

Trockene Früchte werden in Papiertüten oder Baumwollbeutel (hier haben sich Zuziehbeutel bewährt) gefüllt. Streufrüchte können zuweilen direkt in die Tüte ausgeleert werden, so dass die spätere Aufreinigung im Labor weniger aufwändig ist. Bei der Auswahl der Papiertüten ist darauf zu achten, dass die Verklebungen wirklich dicht sind und sich an den Ecken der Tüten keine kleinen Löcher befinden. Fleischige Früchte werden in flachen Plastikdosen oder liegenden Plastikbeuteln möglichst kühl aufbewahrt.



Abb. 4: Fruchtstände vom Leberblümchen (*Hepatica nobilis*, links) und dem Frühlings-Adonisröschen (*Adonis vernalis*, rechts). Bei einigen Ranunculaceen, z.B. *Adonis vernalis* und *Hepatica nobilis* lösen sich die Nüsschen, wenn sie noch grün sind und müssen bereits zu diesem Zeitpunkt gesammelt werden. Es empfiehlt sich, diese Früchte an einem geschützten Platz im Labor oder im Freiland nachreifen zu lassen, bevor sie für die Einlagerung in die Saatgutbank getrocknet werden (s.u.).





Abb. 5: Blüten- und Fruchtstand vom Roten Fingerhut (*Digitalis purpurea*). Bei vielen Fruchtständen reifen die Früchte nicht gleichmäßig. Beim Roten Fingerhut reifen die Kapseln analog zu der Reihenfolge der Blütenöffnung von unten nach oben. Sind am Fruchtstand noch unreife Kapseln vorhanden, löst man nur die unteren Kapseln oder schneidet nach der Ernte des gesamten Fruchtstandes den unreifen Teil ab.



Abb. 6: Früchte der Sanikel (*Sanicula europaea*, links) und der Echten Nelkenwurz (*Geum urbanum*, rechts). Früchte oder Fruchtstände mit Widerhaken, Grannen oder Pappusborsten sowie stark behaarte oder filzige Früchte werden in glatten, dichten Papiertüten gesammelt, da die Samen bzw. Früchte sich in Stoffbeuteln festhaken. Fotos: M. Cubr, Berlin.





Abb. 7: Equipment für die Feldarbeit: Messer, Gartenschere, Papiertüten und Baumwollbeutel verschiedener Größe, Etiketten zum Beschriften, Klammern, Plastiktüten, Feldbuch, Bleistift, Herbarpresse, Kunststoffboxen und Silicagel.

Die Erntetechnik ist artabhängig. In der Regel empfiehlt es sich, die Fruchtstände oder Früchte mit einer Gartenschere von den Pflanzen abzuschneiden, von Hand zu pflücken oder abzustreifen. Einige kleine einjährige Arten werden zur Fruchtreife als ganze Pflanzen gesammelt. Verunreinigungen der Aufsammlungen mit anhaftenden Bodenresten sind später im Labor mühselig zu entfernen und sollten so weit wie möglich vermieden werden.



Abb. 8: Fruchtstand (links) und Früchte (rechts) der Echten Engelwurz (*Angelica archangelica*). Die Früchte werden geerntet, wenn der Fruchtstand trocken ist und die ersten Früchte beginnen abzufallen. Teile der Fruchtstände werden einfach mit einer Gartenschere abgeschnitten und in einer großen Papiertüte gesammelt. Foto rechts: M. Cubr, Berlin.

## 7 Transport und Zwischenlagerung der Samen

Der fachgerechte Transport zwischen Feld und Saatgutbank hat entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Saatgutes (PROBERT et al. 2007, RBG, Kew, Millennium Seed Bank Technical information sheet 04). Feuchte und nasse Früchte sowie ungereinigtes Saatgut in vollgestopften, dicht gepackten Sammeltüten fangen rasch an zu schimmeln. Die frisch gesammelten Samen müssen deshalb locker und luftig in den Tüten liegen und trocken transportiert werden. Um zu vermeiden, dass sich Schadinsekten ausbreiten, werden von Insekten befallenen Samen bzw. Früchte von den übrigen Aufsammlungen getrennt und so schnell wie möglich vorgereinigt. Die Lagerung von Samen im Auto ist sowohl tagsüber (Überhitzung des Innenraums) als auch nachts (hohe relative Luftfeuchtigkeit im Innenraum) zu vermeiden.

Je nach Fruchttyp, Reifegrad und Feuchtigkeit der Samen werden die Aufsammlungen sowohl auf einer mehrtägigen Sammelexkursion als auch nach Ankunft in der Saatgutbank unterschiedlich gelagert (s. Tab. 4): Vollreife Samen altern bei hoher Feuchtigkeit (DICKIE et al. 1990) und müssen daher möglichst trocken gelagert werden. Die Alterungsprozesse werden allerdings bei Temperaturen über 30° beschleunigt (ELLIS & HONG 2006), daher werden vollständig ausgereifte Früchte bzw. Samen bis zur Aufbereitung im Labor der Saatgutbank an einem trockenen, kühlen und geschützten Raum mit niedriger Luftfeuchtigkeit gelagert. Steht ein Trockenraum mit 15% relativer Luftfeuchtigkeit und 15°C zur Verfügung, werden reife und trockene Aufsammlungen dort bereits getrocknet, was die Reinigung in der Regel sehr erleichtert. Bei längeren Sammelexkursionen über mehrere Tage sollten diese Aufsammlungen locker und luftig bei möglichst einer maximalen relativen Luftfeuchtigkeit von 50% gelagert werden. Bei feuchten Wetterlagen und in Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit eignen sich große hermetisch verschließbare und mit Silicagel befüllte Behälter für den Transport.

Tab. 4: Transport und Zwischenlagerung verschiedener Aufsammlungen

Früchte / Samen vollreif und bei trockenem Wetter gesammelt	möglichst trockene (15% - max. 50% relative Luftfeuchtigkeit) und kühle (10°C – 20°C), luftige Lagerung
Früchte vollreif, aber nass (Tau, Regen) gesammelt	trockene, luftige Lagerung unter Raumbedingungen, bis Proben lufttrocken, dann weitere Lagerung wie trockene, vollreife Früchte / Samen
(über)reife fleischige Früchte	Samen mittels Sieb unter fließendem Wasser auswaschen, unter Raumbedingungen mehrere Tage vortrocknen
unreife Samen und Früchte	behutsame Nachreife je nach Standortbedingungen der Art unter kühlen und feuchten oder eher trockenen Bedingungen





Abb. 9: Ernte vollreifer Trockenfrüchte: reife Karyopsen des Sand-Federgrases (*Stipa borysthenica*, oben), reifer Fruchtstand der Wiesenküchenschelle (*Pulsatilla pratensis*, links) und sich öffnende Kapsel der Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*, rechts). Die Früchte (Karyopsen) von Gräsern werden geerntet, wenn sie vollständig ausgereift aus den Ährchen herausfallen bzw. sich ganz leicht, wie hier die Karyopsen vom Federgras *Stipa borysthenica*, aus den Ährchen lösen lassen. Die bei trocken-warmer Witterung bereits Ende Mai vollreifen Früchte der Küchenschelle (*Pulsatilla*-Arten) fallen bei Berührung ab. Im September reifen die Kapseln der Sumpfschwertlilie und die geldrollenartig dicht gepackten Samen fallen heraus. Solche vollreif und trocken gesammelte Proben können nach Ankunft in der Saatgutbank bis zur weiteren Aufbereitung sofort zum Trocknen in die Trockenkammer gebracht werden.

Unter nassen Bedingungen (Regen, Tau) gesammelte vollreife Früchte bzw. Samen werden zunächst locker ausgebreitet und an einem schattigen Platz einige Tage luftgetrocknet, bevor mit ihnen wie mit trocken gesammelten Samen verfahren wird.

Unreife Samen bzw. Früchte werden sowohl bei längeren Sammelreisen als auch bei Ankunft in der Saatgutbank unter Bedingungen, die denen am Wuchsort entsprechen, zur Nachreife ausgelegt. Unter natürlichen Bedingungen sind unreife Samen häufig beträchtlichen Feuchtigkeitsschwankungen ausgesetzt, die sie vertragen, ohne Schaden zu nehmen (BUTLER et al. 2009). Mehrere Studien weisen jedoch darauf hin, dass die Langlebigkeit des Saatgutes durch schonende und langsame Trocknung erheblich verbessert wird (HAY & PROBERT, 1995, PROBERT &



HAY, 2000, PROBERT et al. 2007). Saatgut von Arten feuchter, schattiger Waldböden sollte luftig und locker ausgebreitet bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit kühl nachreifen können. Samen von Arten trockener Standorte reifen bei Raumtemperaturen in der Regel gut nach. Der Reifeprozess wird bei fleischigen Früchten meist durch den Wechsel der Fruchtfarbe von grün nach rot oder orange oder bei Trockenfrüchten nach strohfarben oder hellbraun deutlich.



Abb. 10: Frucht (links) und Samen (rechts) vom Märzenbecher (*Leucojum vernum*). Wenn der Fruchtsiel der Früchte von *Leucojum vernum* beginnt einzuziehen, liegen die Früchte dem Waldboden auf. Die anschließend reifenden Kapseln werden von Ameisen aufgesucht, die die Samen aufgrund des Elaiosoms, eines fettreichen Anhängels, aus der Kapsel holen und damit zur Ausbreitung der Art beitragen. Die Früchte sollten gesammelt werden, sobald der Fruchtsiel abstirbt und die Früchte beginnen, sich zu verfärben. Die Samen sind zu diesem Zeitpunkt noch recht weich. Daher müssen die Kapseln vor Fraß geschützt an einem kühlen Ort zur Nachreife ausgelegt werden.

Samen reifer fleischiger Früchte werden möglichst bald, am besten am Sammel- oder Folgetag aus dem Fruchtfleisch herausgelöst, um zu verhindern, dass die Früchte verschimmeln, zu gären anfangen oder verfaulen, insbesondere, wenn die Früchte beim Sammeln beschädigt wurden. Bei längeren Sammelreisen werden die Samen vorgereinigt und auf Küchen- oder Zeitungspapier unter Raumbedingungen ausgebreitet. Nach der endgültigen Reinigung unter fließend Wasser im Labor empfiehlt es sich, Samen aus fleischigen Früchten zunächst bei Raumtemperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60-70% ein bis zwei Wochen vorzutrocknen, bevor sie in einen Trockenraum gebracht werden. Gemischte Aufsammlungen mit reifen und unreifen Samen werden im Idealfall nach der Sammlung im Gelände sortiert und die Samen entsprechend ihres Reifegrades behandelt.



Abb.: 11: Vortrocknung der Aufsammlungen in einem gut durchlüfteten Raum. Foto: J. Daumann, Karlsruhe.

## 8 Herbarbelege und Überprüfung der Bestimmung

Der korrekte wissenschaftliche Artname der Saatgutakzession ist von herausragender Bedeutung für die weitere Verwendung der Probe. Um die Bestimmung überprüfen zu können ist daher, soweit möglich, jede Saatgut-Aufsammlung mit mindestens einem Herbarbeleg zu dokumentieren, (GOLDBLATT et al 1992, FUNK et al. 2005). Der Herbarbeleg sollte vollständig – also mit allen zum Sammelzeitpunkt verfügbaren Organen wie Blüte / Frucht, Blätter, Sproß und Wurzel – sein und die Population, aus der er entnommen wurde, gut repräsentieren. Bei kleinen oder stark gefährdeten Populationen wird von der Entnahme eines Herbarbeleges abgesehen, dann wird die Population mit Habitus- und detailreichen Makrofotos der Pflanzen dokumentiert. Ein erster blühender Herbarbeleg wird ggf. schon bei einer Vorexkursion gesammelt, Belege fruchtender Pflanze werden dann zum Zeitpunkt der Saatgutsammlung entnommen. Fruchtende Belege sind zwar zuweilen weniger ansehnlich, aber keinesfalls von geringerem Wert als blühende Herbarbelege. Einerseits haben Fruchtmerkmale häufig eine hohe taxonomische Relevanz sind, andererseits sind fruchtende Belege in Herbarien meistens unterrepräsentiert.

Die Belege werden wie bei floristischen Erfassungen üblich gesammelt, gepresst und getrocknet (BRIDSON & FORMAN 1998, ZIPPEL et al. 2010). Steht ein Trockenraum (relative Luftfeuchtigkeit < 20%) oder Gebläse zur Verfügung, lassen sich Herbarbelege dort bequem trocknen, ein Umlegen ist dann in der Regel

nicht nötig. Die nach der üblichen wissenschaftlichen Praxis erstellten Etiketten enthalten neben den Daten zu Standort, Fundort, Sammeldatum, Sammler und Name des Bestimmers den Bezug zur Akzession in der Saatgutbank.

## 9 Samenreinigung

Eine sorgfältige und fachgerechte Reinigung der Samen ermöglicht die platzsparende Lagerung des Materials und dient dem Entfernen von Pflanzen-, Substratresten, Insekten und anderen Kleinlebewesen, die sich in der Sammeltüte befinden. Durch die Reinigung wird gleichzeitig ein großer Anteil verschiedener phytopathogener Keime, die sich vor allem in den Pflanzenresten, weniger in und an den Samen befinden, entfernt. Gleichzeitig werden die Samen einer ersten visuellen Qualitätsprüfung im Labor unterzogen.

Die Reinigung von Wildsamenakzessionen erfordert gute Kenntnisse der sehr heterogenen Frucht- und Samenmorphologie der Pflanzenfamilien. Die Arbeiten sollten grundsätzlich im Labor mit entsprechender Ausstattung vorgenommen werden. Die den Tätigkeiten entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen und Arbeitsschutzmaßnahmen, v.a. gegen die Staubbelastung, die bei der Reinigung der Samen entsteht, sind zu beachten.

Saatgut kann maschinell oder manuell gereinigt werden. Aufgrund der kleinen und der zuweilen sehr unterschiedlichen Samengrößen und -formen auch in einer Population erfolgt die Reinigung des Saatgutes überwiegend manuell oder halbmanuell (Abb. 12). Die maschinelle Reinigung mit großen Geräten, wie es für den Großteil des Saatgutes in Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau üblich ist, ist für Wildpflanzenakzessionen meistens nicht geeignet.

Die Reinigung der Samen ist abhängig vom Fruchttyp. Bei trockenen Schließfrüchten, bei denen das Perikarp nicht ohne Beschädigung des Samens entfernt werden kann (z.B. Nüsse, Karyopsen der Gräser, Achänen der Korbblütler) werden nur anhaftende Pflanzenteile entfernt und die Früchte als Ganzes eingelagert. Bei Streufrüchten werden die Samen von Perikarp- und anderen Resten sowie Verunreinigungen gründlich gereinigt: Zuweilen können Samen direkt per Hand aus größeren Früchten gelöst werden. Wo das nicht der Fall ist, werden die Samen trockener Früchte und Fruchtstände mit Sieb und Stopfen gereinigt. Die Maschenweite des Siebes wird so gewählt, dass die Samen nicht hindurch fallen können. Mit dem Stopfen wird vorsichtig über den Fruchtstand oder die Frucht gerieben. Die Bruchstücke fallen samt evtl. anhaftender Erde durch das Sieb und werden so von den Samen getrennt. Die restlichen Verunreinigungen werden von den Samen mit einem Pinsel oder durch behutsames Rütteln und vorsichtiges Pusten auf einer flachen Holzschale entfernt.





Abb. 12: Manuelle Reinigung der Samen von trockenen Früchten mit Sieb und mit Stopfen. Photo rechts: A. Obermüller, Berlin.

Die Reinigung von Samen aus Früchten mit sehr klebrigem Fruchtfleisch wie der Mistel (*Viscum album*) ist schwierig. Drückt man die Früchte durch ein Sieb, werden die Kerne mit anhaftenden klebrigen Perikarpresten herausgedrückt, so dass in Folge die Kerne in großen Klumpen aneinanderkleben. Das klebrige Fruchtfleisch löst sich nicht auf und kann nicht mit Wasser entfernt werden. Um das Perikarp von den Samen zu entfernen, werden die aneinanderklebenden Samen in Asche gewälzt und das Fruchtfleisch anschließend durch Rollen auf einem Sieb, dessen Maschenweite kleiner als der Durchmesser der Kerne ist, entfernt.



Abb. 13: Reife Früchte des Bittersüßen Nachtschattens (*Solanum dulcamara*, links) und der Tollkirsche (*Atropa belladonna*, rechts). Sehr reife oder während des Sammelns zerdrückte Früchte können unter warmen und feuchten Bedingungen rasch fermentieren oder schimmeln. Um das zu verhindern, werden sie vor einem längeren Transport bzw. direkt nach Ankunft in der Saatgutbank teilweise oder vollständig gereinigt. In einem Sieb, dessen Maschengröße der Samengröße angepasst ist, wird unter fließendem Wasser soviel Fruchtfleisch wie möglich von den Samen entfernt. Anschließend werden die Samen auf einem Drahtgeflecht oder dickem Filterpapier gelagert, bis ihre Oberfläche gut abgetrocknet ist und sie in Papiertüten oder Stoffbeutel verpackt werden können.



## 10 Trocknung

Wie bereits geschildert, hängt die Lebensdauer der meisten Samen in einer Saatgutbank entscheidend von einer trockenen kühlen Lagerung ab (HARRINGTON 1963, 1972, ELLIS & ROBERTS 1980, PROBERT 2003). Ebenso wie die Eignung der Wildpflanzensamen für die Langzeitlagerung ist auch der optimale Trocknungsprozess für die Samen der meisten Wildpflanzenarten unbekannt. Saatgutbanken müssen daher auf die bisher bewährten Methoden und Protokolle zurückgreifen. Nach bisherigem Kenntnisstand ist die Trocknung orthodoxer Samen bis zur Gleichgewichtsfeuchte, die sich bei 15% relativer Luftfeuchtigkeit und 15° einstellt, optimal (ELLIS & ROBERTS 1980). Die Restfeuchte in den Samen hängt von der Wasserbindefähigkeit des Samengewebes ab und liegt bei Trocknung unter genannten Bedingungen zwischen 3,5 % (Samen mit hohem Ölgehalt) bis 6,5 % (Samen mit niedrigem Ölgehalt) ein (LININGTON 2003, PROBERT et al. 2003). Noch tiefer getrocknete Samen gelten als ultratrocken (PÉREZ-GARCÍA et al. 2007 & 2008).

Die Proben der Genbank WEL werden bei Temperaturen zwischen 15° C und 20° C sowie bei 12 – 15% relativer Luftfeuchtigkeit getrocknet. Ist eine so genannte Ultratrocknung der Samen unter die o.g. Werte vorgesehen, geschieht das in luftdichten Gefäßen mit Hilfe von Silicagel, das der Umgebungsluft Feuchtigkeit entzieht, bis sich ein Gleichgewicht in der Feuchtigkeit des Silicagels, der Samen und der Luft eingestellt hat. Besonders bewährt hat sich Indikatorsilicagel, das mit einem Farbumschlag seine Feuchtigkeitssättigung anzeigt. Die Restfeuchte in den Samen wird z.B. mit Hilfe des Feuchtemessers Hygropalm-AW1 mit AW-DIO von Rotronic gemessen (s. a. PROBERT et al. 2003).

## 11 Verpackung

Die Art und Weise der Verpackung hat großen Einfluss auf die Lagerfähigkeit der Probe. (GOMEZ-CAMPO 2002, 2006, MANGER et al. 2003). Die Verpackung muss für Feuchtigkeit und Gase hundertprozentig dicht sein, damit unter der hohen relativen Luftfeuchtigkeit der Tiefkühlagerung keinerlei Feuchtigkeit in die Samen dringen kann. In der Genbank WEL kommen entweder mehrschichtige vakuumverschweißte Alubeutel oder Glasröhrchen mit Schraubdeckel sowie Weckgläser mit Gummidichtung zum Einsatz. Optimal ist eine doppelt gesicherte Lagerung der Alubeutel bzw. Glasröhrchen zusammen mit Indikator-Silicagel in einem Weckglas. Insbesondere für Basisaufsammlungen, die für lange Zeit unangetastet bleiben, empfiehlt sich zum erhöhten Schutz vor eindringendem Wasserdampf eine doppelte oder dreifache Verpackung.

Beide Verpackungsarten, Vakuumbbeutel und Glasgefäße, haben ihre Vor- und Nachteile. Vakuumbbeutel benötigen weniger Platz und sind leichter. Ölhaltige Samen sind evtl. in einer Vakuumverpackung aufgrund des fehlenden Sauerstoffs vor der Oxidation von Fetten geschützt (ELLIS & HONG 2007).



Abb. 14: Verpackung der Samen doppelt gesichert in Glasröhrchen und Weckgläsern mit Indikator-Silicagel (links) oder in verschweißten dreilagigen Alubeuteln (rechts). Fotos: A. Obermüller, Berlin (links), J. Daumann, Karlsruhe (rechts).

Von Nachteil ist die fehlende Sichtkontrolle des Saatgutes und damit die fehlende Kontrolle über die Feuchtigkeit in der Probe. Vakuumbbeutel können zur Entnahme von Samen nicht einfach geöffnet, sondern müssen aufgeschnitten und anschließend wieder verschweißt werden, wodurch die Verpackung immer kleiner und irgendwann zu klein wird. Aufgrund des Vakuums besteht ferner die Gefahr, dass durch spitze Früchte die Verpackung löcherig wird (GOMEZ-CAMPO 2006 und 2009, WALTERS 2007).

Samen in Glasröhrchen werden durch eine Watteschicht vom Silicagel getrennt. Diese Verpackung bietet den Vorteil, dass die Dichte der Verpackung bzw. der Feuchtigkeitsgehalt der Probe visuell überprüft werden kann. Glasröhrchen können über einer Flamme zugeschweißt werden und sind dann hermetisch abgeschlossen, müssen allerdings bei einer Samenentnahme aufgebrochen werden. Glasröhrchen mit Schraubdeckel bzw. Weckgläser mit Gummidichtung bieten den Vorteil, dass die Entnahme von Samen ohne Beschädigung der Verpackung möglich ist. Die entnommene Samenmenge wird anschließend durch Silicagel ersetzt. Silicagel hat den weiteren Vorteil, dass es Ethylen und andere möglicherweise schädliche Gase absorbiert, die als Stoffwechselprodukte von den Samen abgegeben werden.

Die Samen werden vorzugsweise im Trockenraum oder in einem anderen Raum mit kontrollierter Luftfeuchtigkeit verpackt. Einmal jährlich werden die Dichtungen der Behälter routinemäßig überprüft und ggf. ausgetauscht.

## 12 Langzeitlagerung

Die Lagerfähigkeit getrockneter orthodoxer Samen verlängert sich mit niedrigerer Lagertemperatur (HARRINGTON 1972, ELLIS & ROBERTS, 1980, DICKIE et al. 1990), daher wird für die Langzeitlagerung der meisten orthodoxen Samen eine Temperatur unter 0° C empfohlen (FAO 1994; RAO et al., 2006). In der Regel wird der Temperaturbereich von -18 bis -24 °C, weil die meisten handelsüblichen Gefrierschränke und -truhen bei diesen Temperaturen laufen. Die Temperatur soll-

te möglichst gleichbleibend sein (FAO 2011) und maximal um 3°C schwanken. In der Genbank WEL werden die Samen zwischen -24°C und -18°C in Kühlkammern oder Gefriertruhen gekühlt gelagert. Eine Lagerung über dem Gefrierpunkt in einer kühlen Trockenkammer bei 10 – 15% relativer Luftfeuchtigkeit eignet sich für Proben, die kurz- bis mittelfristig verwendet werden.

### 13 Dokumentation

Ohne eine objektive und langfristig nachvollziehbare Dokumentation von Fundort und Standort ist die Aufsammlung wertlos. Für die Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung gelten Mindeststandards der ENSCONET-Dokumentation (ENSCONET 2009a, s. Anhang). Neben der exakten Erfassung der geographischen Daten (des Fundortes) werden ökologische, vegetationskundliche und bodenkundliche Parameter (Standortangaben) sowie umfassende Angaben zur Charakterisierung der Population erhoben. Sämtliche Parameter können auch mit Hilfe des Web-Mapping-Tools (siehe Kapitel 5) bereits im Feld erfasst werden. Die kompletten Datensätze der WEL-Proben werden in den Datenbanken der einzelnen Netzwerkpartner hinterlegt. Die Basisdaten jeder Akzession (Akzessionsnummer, Gattung, Art, Bundesland, Gemeinde, Naturraum, Sammeldatum) werden ferner der Datenbank der Genbank WEL (s. <http://www.genbank-wel.uni-osnabrueck.de/Home.html>) übermittelt und stehen den Nutzern zur Verfügung.

Die Dokumentation der Aufbereitung (Reinigung, Trocknung, Messung der Restfeuchte, Tausendkorngewicht, Saatgutmenge, Lagerung) erfolgt in der Genbank WEL nach den jeweiligen Richtlinien der einzelnen Netzwerkpartner.

### 14 Literatur

- ALI, N., PROBERT, R., HAY, F., DAVIES, H. & STUPPY, W. (2007): Post dispersal embryo growth and acquisition of desiccation tolerance in *Anemone nemorosa* L. seeds. - *Seed Science Research* **17**, 155-163.
- BASKIN, C.C. & BASKIN, J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. 2<sup>nd</sup> edition. 1600 S. Elsevier B. V. Amsterdam.
- BECKERT, T. (2003): Auswirkungen langzeitiger Fragmentierung auf Populationen am Beispiel der reliktschen Steppenrasenart *Astragalus exscapus* L. (Fabaceae). - *Dissertationes Botanicae* **380**.
- BRIDSON, D. & FORMAN, L. (1998): *The herbarium handbook*. 3rd ed, 346 S. Royal Botanic Gardens, Kew.
- BROADHURST, L. M., LOWE, A. COATES, D. J., CUNNINGHAM, S. A. McDONALD, M., VESK, P. A. & YATES, C. (2008): Seed supply for broadscale restoration: maximizing evolutionary potential. - *Evolutionary Applications*, **1**: 587-597.
- BROWN, A. H. D. & MARSHALL (1975): Optimum sampling strategies in genetic resources conservation. - In: FRANKEL, O. H. & HAWKES, J. H. (Hrsg.): *Crop genetic resources for today and tomorrow*. S. 3-80. Cambridge University press, Cambridge.

- BUTLER, L. H., HAY, F. R., ELLIS, R. H. & SMITH, R. D. (2009): Post-abscission pre-dispersal seeds of *Digitalis purpurea* L. remain in a developmental state that is not terminated by desiccation ex planta. - *Annals Botany* 103: 785-794.
- CENTER FOR PLANT CONSERVATION (1986): Recommendations for the Collection and Ex Situ Management of Germplasm Resources from Rare Wild Plants. 56 S. Jamaica Plain, Mass., USA.
- DICKIE, J. B., ELLIS, R. H., KRAAK, H. L. RYDER, K. & TOMPSETT, P. B. (1990): Temperature and seed storage longevity. - *Annals of Botany* 65: 197-204.
- ELLIS, R. H. & ROBERTS, R. H. (1980): Longevity of seeds stored hermetically at low moisture contents. - *Seed Science Research* 8, Supplement 1: 9-10.
- ELLIS, R. H. & HONG, T. D. (2006): Temperature sensitivity of the low-moisture-content limit to negative seed longevity-moisture content relationships in hermetic storage. - *Annals of Botany*, 97:785-791.
- ELLIS, R. H. & HONG, T. D. (2007): Seed longevity – moisture content relationships in hermetic and open storage. - *Seed Science & Technology* 35: 423-431.
- ENGELS, J. M. M. & VISSER, L. (Hrsg.) (2003): A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks, No. 6. IPGRI, Rome, Italy.
- ENGELS, J. M. M.. (2011): Chapter 3. An introduction to plant germplasm exploration and collecting: planning, methods and procedures, follow-up. - In: BIOVERSITY (2011): Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines. 2011 update. ([http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=677](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=677)).
- ENSCONET (2009a): ENSCONET Seed Collecting Manual for wild species. - *Studi Trent. Sci. Nat.* 90: 221-248.
- ENSCONET (2009b): ENSCONET Curation Protocols and Recommendations. - *Studi Trent. Sci. Nat.* 90: 249-289.
- FALK, D. A. & HOLSINGER, K. E.. (Hrsg.) (1991): Genetics and Conservation of Rare Plants. 283 S. Oxford University Press, New York, USA.
- FAO/IPGRI (1994): Genebank standards. 17 S. FAO and IPGRI, Rome, Italy. ([http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/imagess/file/learning\\_space/genebank\\_standards.pdf](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/imagess/file/learning_space/genebank_standards.pdf)).
- FAO (2011): Draft Revised Genebank Standards for the Conservation of Orthodox Seeds. (<http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/genebank/Genebankstandards-Nov2011english-2b.pdf>).
- FAO (2013): Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. 181 S. Rome. ([http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/genebank/GeneBank\\_ENG\\_WebFile.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/genebank/GeneBank_ENG_WebFile.pdf)).
- FUNK, V. A., HOCH, P. C. PRATHER, L. A. & WAGNER, W. L. (2005): The Importance of Vouchers. - *Taxon* 54: 127-129.
- GOLDBLATT, P., HOCH, P.C. & MCCOOK, L.M. (1992): Documenting Scientific Data: The Need for Voucher Specimens. - *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 969-970.
- GOMEZ-CAMPO, C. (2002): Long-term seed preservation: the risk of selecting inadequate containers is very high. - *Monographs ETSIA, Univ. Politecnica de Madrid* 163: 1-10.
- GOMEZ-CAMPO, C. (2006): Erosion of genetic resources within seed banks: the role of seed containers. *Seed Science Research* 16: 291-294.



- GREIMLER, J. & DOBES, C. (2000): High genetic diversity and differentiation in relict lowland populations of *Gentianella austriaca* (A. & J. Kern.) Holub (Gentianaceae). - *Plant Biology* **2**: 628-637.
- GUARINO, L., RAMANATHA RAO, V. & REID, R. (Hrsg.) (1995): Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. 748 S. Wallingford, CAB International on behalf of IPGRI. In association with FAO, IUCN and UNEP.
- GUERRANT, E.O., FIEDLER, P. L., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (2004): Revised Genetic Sampling Guidelines for Conservation Collections of Rare and Endangered Plants. - In: GUERRANT, E.O., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (Hrsg.): *Ex Situ Plant Conservation: supporting species survival in the wild*. S. 419-441. Island Press, Washington D.C. USA
- HAMRICK, J. L., GODT, M. J. W., MURAWSKI, D. A. & LOVELESS, M. D. (1991): Correlations between species traits and allozyme diversity: implications for conservation biology. - In: FALK, D. A. & HOLSINGER, K. E. (Hrsg.): *Genetics and Conservation of Rare Plants*. S. 75-86. K.E. Oxford University Press, New York, USA.
- HARRINGTON, J. F. (1963): Practical instructions and advice on seed storage. - *Proc. Intern. Test Association* **28**: 989-994
- HARRINGTON, J. F. (1972): Seed storage and longevity. - In: KOZLOWSKI, T. T. (Hrsg): *Seed Biology* Vol. 3. S. 145-245. Academic Press, New York and London.
- HAY, F. R. & PROBERT, R. J. (1995): Seed maturity and the effect of different drying conditions on desiccation tolerance and seed longevity in foxglove (*Digitalis purpurea* L.). - *Annals Botany* **76**: 639-647.
- HAY, F. R. & PROBERT, R. J. (2011): Chapter 20: Collecting and Handling Seeds in the Field. - In: GUARINO, L., RAMANATHA RAO, V. & GOLDBERG, E. (Hrsg): *The 2011 update of the Technical Guidelines*. Bioersivity International ([http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=655](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=655)).
- HONG, T. D., LININGTON, S. & ELLIS, R. H. (1998): *Compendium of Information on Seed Storage Behaviour*. Vol. I & II, 901 S. Kew Publishing, Kew.
- HONG, T. D., LININGTON, S. & ELLIS, R. H. (1996): *Seed Storage Behaviour: a Compendium*. Handbooks for Genebanks: No. 4., 115 S. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- LEWIS, P. O. & CRAWFORG, D. J. (1995): Pleistocene refugium endemics exhibit greater allozymic diversity than widespread congeners in the genus *Polygonella* (Polygonaceae). - *American Journal of Botany* **82**: 141-149.
- LININGTON, S. H.. (2003): The design of seed banks. - In: SMITH, R. D., DICKIE, R. B., LININTON, S. H., PRITCHARD, H. W. & PROBERT, R. J. (Hrsg.): *Seed Conservation: Turning Science into Practice*. S. 591-636. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. ([http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/SCTSIP\\_digital\\_book/pdfs/Chapter\\_33.pdf](http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/SCTSIP_digital_book/pdfs/Chapter_33.pdf)).
- LOCKWOOD, D. R., RICHARDS, C. M. & VOLK, G. M.. (2007): Probabilistic models for collecting genetic diversity: comparisons, caveats and limitations. - *Crop Science* **47**: 859-866.
- MANGER, K.R., ADAMS, J. & PROBERT, R. J. (2003). Selecting containers for the Millennium Seed Bank Project: a technical review and survey. - In: SMITH, R. D., DICKIE, R. B. LININTON, S. H., PRITCHARD, H. W. & PROBERT, R. J. (Hrsg.): *Seed Conservation: Turning Science into Practice*. S. 637-652. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. ([http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/SCTSIP\\_digital\\_book/pdfs/Chapter\\_34.pdf](http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/SCTSIP_digital_book/pdfs/Chapter_34.pdf)).

- MARSHALL, D. R. & BROWN, A. H. D. (1975): Optimum sampling strategies in genetic conservation. - In: FRANKEL, O. H. HAWKES, J. G. (Hrsg.): Crop genetic resources for today and tomorrow. S. 357-370. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- MARSHALL, D. R. & BROWN, A. H. D.. (1983): Theory of forage plant collection. – In: MCIVOR, J.G. AND BRAY, R.A. (Hrsg.): Genetic Resources of Forage Plants. S. 135–148. CSIRO, Melbourne, Australia.
- MAXTED, N. VAN SLAGEREN, M. W. & RIHAN, J.. (1995): Ecogeographic surveys. In: GUARINO, L., RAMANATHA RAO, V. & REID, R. (Hrsg.): Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. S. 255–286. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- MENGES, E. S. GUERRANT, E. O. & HAMZÉ, S. (2004): Effects of Seed Collection on the extinction Rate of Perennial Plants. In: GUERRANT, E.O., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (Hrsg.): Ex Situ Plant Conservation: supporting species survival in the wild. S. 305-320. Island Press, Washington D.C. USA.
- MONDONI, A. PROBERT, R. J., ROSSI, G. VEGIN, E. & HAY, F. R. (2011): Seeds of alpine plants are short lived: implications for long- term conservation. - *Annals of Botany* **107**: 171–179.
- NEEL, M. C. & CUMMINGS, M. P. (2003): Effectiveness of conservation targets in capturing genetic diversity. - *Conservation Genetics*, **17**:219–229.
- NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLAND (NETPHYD) & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) (2014): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. 912 S. Landwirtschaftsverlag Münster.
- OFFORD, C.A. & MEAGHER, P. F. (2009): Plant Germplasm Conservation in Australia: Strategies and guidelines for developing, managing and utilising ex situ collections. 200 S. The Australian Network for Plant Conservation in partnership with Australian Seed Conservation and Research.
- PARRA-QUIJANO, M., IRIONDO, J.M. & TORRES LAMAS, E. (2011): Chapter 6: Strategies for the collecting of wild species. In: GUARINO, L., RAMANATHA RAO, V. & GOLDBERG, E. (Hrsg.): The 2011 update of the Technical Guidelines. Bioersivity International. ([http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=670](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=670)).
- PÉREZ-GARCÍA, F., GONZÁLEZ-BENITO, M. E. & GÓMEZ-CAMPO, C. (2007): High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. - *Seed Science and Technology* **35**: 143-153.
- PÉREZ-GARCÍA, F., GONZÁLEZ-BENITO, M. E. & GÓMEZ-CAMPO, C. (2008): Germination of fourteen endemic species from the Iberian Peninsula, Canary and Balearic Islands after 32-34 years of storage at low temperature and very low water content. - *Seed Science and Technology* **36**: 407- 422.
- PRITCHARD, H. W. (2004): Classification of Seed Storage Types for Ex Situ Conservation in Relation to Temperature and Moisture. - In: GUERRANT, E.O., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (Hrsg.): Ex Situ Plant Conservation: supporting species survival in the wild. S. 139-161. Island Press, Washington D.C. USA.
- PROBERT, R. J. (2003): Seed viability under ambient conditions and the importance of drying. - In: SMITH, R. D., DICKIE, R. B., LININGTON, S. H., PRITCHARD, H. W. & PROBERT, R. J. (Hrsg.): Seed Conservation: turning science into practice. S. 337 – 365. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- PROBERT, R. J., & HAY, F. R. (2000): Keeping Seeds Alive. - In: BLACK, M. & BEWLEY, J. D. (Hrsg.): Seed Technology and its Biological Basis. S. 375-410. Sheffield Academic Press.

- PROBERT, R. J., MANGER, K.R. & ADAMS, J. (2003): Non-destructive measurement of seed moisture. - In: SMITH, R. D., DICKIE, R. B., LININGTON, S. H., PRITCHARD, H. W. & PROBERT, R.J. (Hrsg): Seed Conservation: Turning Science into Practice. S. 367-387. Royal Botanic Gardens, Kew, UK (<http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/>).
- PROBERT, R., ADAMS, J., CONEYBEER, J., CRAWFORD, A. & HAY, F. (2007): Seed quality for conservation is critically affected by pre-storage factors. - Australian Journal of Botany **55**: 326-335.
- PROBERT, R. J., DAWS, M. I. & HAY, F. R. (2009): Ecological correlates of *ex situ* seed longevity: a comparative study on 195 species. - Annals of Botany **104**: 57-69.
- RAO, N. K., HANSON, J., DULLOO, M. E., GHOSH, K., NOWELL, D. & LARINDE, M. (2006): Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for genebanks No. 8. 163 S. Bioversity International, Rome, Italy. ([http://www.bioversityinternational.org/publications/publications/publication/publication/manual\\_of\\_seed\\_handling\\_in\\_genebanks.html](http://www.bioversityinternational.org/publications/publications/publication/publication/manual_of_seed_handling_in_genebanks.html))
- RBG, Kew, Millennium Seed Bank Technical information sheet 04: post - harvest handling of seed collections. (<http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/04 - Post%20harvest%20handling.pdf>)
- REISCH, C. (2002): Climatic oscillations and the fragmentation of plant populations – genetic diversity within and among populations of the glacial relict plants *Saxifraga paniculata* (Saxifragaceae) and *Sesleria albicans* (Poaceae). - Dissertationes Botanicae **359**. J. Cramer, Stuttgart.
- WALTERS, C. (2007): Materials used for seed storage containers: response to Gómez-Campo [Seed Science Research 16: 291-294 (2006)]. - Seed Science Research **17**: 233-242.
- ZIPPEL, E., WILHALM, T. & THIEL-EGENTER, C. (2010): Methods for sampling higher plants. In: EYMANN, J., DEGREEF, J., HÄUSER, C., MONJE, J. C., SAMYN, Y. & VANDEN-SPIEGEL, D. (Hrsg): Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring. – ABC Taxa **8**: 246-376. ([http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi/volumes/volume-8-manual-atbi/chapter-14/Chapter\\_14.pdf](http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi/volumes/volume-8-manual-atbi/chapter-14/Chapter_14.pdf))

## Sammelbogen nach ENSCONET-Richtlinien. Graue Felder sind Pflichtfelder

Akzession ID					Sammelnummer (wie auf der Sammeltüte)				
Sammeldatum		YYYY	MM	DD					
Sammler, Zu- und Vorname (GROSSBUCHSTABEN)					Institution				
Andere Sammler Namen und Institutionen									
Taxon									
landessprachliche Namen (+ Sprache)									
Herbarbeleg	Ja/Nein Nummer:	Anzahl der ge- fundenen Pflanzen (bitte ank- reuzen)	1.....		Anzahl der besam- melten Pflan- zen (bitte ank- reuzen)	1.....	phänologischer Zustand (bitte ankreuzen)		
Bodenprobe	Ja/Nein Nummer:		2-5.....			2-5.....	Mehr Blüten als Früchte .....		
Sammel- weise (bitte ank- reuzen)	Zufällig.....		5-10.....			5-10.....	Mehr Früchte als Blüten .....		
	Regelmäßig.....	10-25....		10-25....	Nur Früchte .....				
	Transekt (linear).....	25-50....		25-50....	Früchte /Samen bereits abgefallen .....				
	Im Zentrum der Population.....	50-100..		50-100..					
	Am Rand der Population.....	100- 1000....		100- 1000....					
	Andere.....	1000+..		1000+..					
Größe der begangenen Fläche (m x m)				Samen / Früchte vom Boden aufgelesen? Ja / Nein / zum Teil					
Photos									
Land				Bundesland / Provinz					
Region / Gemeinde									
Fundort									
Breitengrad Y		Längengrad X		Grad Meter (bitte ankreuzen einheit)		EPSG Code (siehe Codes)			
Höhe (mNN)		Wassertiefe (m)			Genauigkeit der Höhe (m)				
Geocode vom Sammler fest- gestellt?	Erfassung des Geocodes (bitte ankreuzen)	Meßmethode der Höhenmeter (bitte ankreuzen)	vorherr- schende Exposition (bitte ank- reuzen)	Hangneigung (bitte ankreuzen)	Bodenstruktur (bitte ankreuzen)	Boden pH (bitte ankreuzen)			
Ja	GPS	Altimeter	N	Eben 0-5%	Kies	Sauer			
Nein	DGPS	DEM	N-E	Wellig 6-10%	Sand	Basisch			
	Schätzwert	GPS	E	Hügelig 11-20%	Sandiger Lehm	Neutral			
	Karte	Schätzwert	S-E	Moderat 21-31%	Lehm				
	Google Earth	Karte	S	Steil >30%	Toiger Lehm				
			S-W		Ton				
			W		Torf				
			N-W		nicht vorhanden				
EUNIS Habitat Code (siehe Codes)		Landnutzungscode (siehe Codes)		Gefährigungsursachen, wenn vorhanden					
Notizen zum Fundort (Beobachtungen, wichtige Informationen)									
Begleitarten (nenne 3-5 seltene oder häufige Arten)									
Sammelnotizen (z.B. aufgetretene Probleme, Sammelmethode, Blütenfarbe, geschätzte Anzahl der Samen)									



## Codes für den Sammelbogen

### I. EPSG (European Petroleum Survey Group) CODES

Das EPSG Sekretariat (<http://www.epsg-registry.org/>) hält eine Datenbank mit allen Codes und die dazugehörigen Beschreibungen. Durch eine leere Suchabfrage erhält man alle EPSG codes. Codes für ein bestimmtes Land mit Hilfe der Suche nach der Region abgefragt werden.

### II. EUNIS CODE FÜR HABITATTYPEN – für Europa

Schlüssel und Beschreibung siehe <http://eunis.eea.europa.eu/habitats-code.jsp> (in englischer Sprache)

A: Marine Habitate	
A1	Felsküsten und anderes harte Substrat
A2	Küstensedimente
A3	Infralittorale Felsen und andere feste Substrate
A4	Circalittoral Felsen und andere feste Substrate
A5	Sublitorale Sedimente
A6	Tiefsee
A7	pelagische Wassersäule
A8	eisgebundene marine Habitate

B: Küstenhabitate	
B1	Dünen und Strände
B2	Kiesküsten
B3	Felsküsten einschließlich Supralitoral

C: Gewässerhabitate, Inland	
C1	stehende Gewässer
C2	Fließgewässer
C3	Uferbereiche von Inlandgewässern

D: Moor- und Sumpfhabitate	
D1	Hoch- und Deckenmoore
D2	Niedermoore
D3	Aapamoore, Palsenmoore und Polygonmoore
D4	basenreiche Moore, Quellmoore
D5	Seggen- und Riedflächen, normalerweise ohne offenes Wasser
D6	Binnensalzstandorte und Binnen-Brackwasser-Marschen

E: Grasland- und Hochstaudenhabitate	
E1	Grasland- und Hochstaudenhabitate
E2	mesophile Grünländer/Wirtschaftsgrünland
E3	periodisch nasse und nasse Grünländer
E4	alpines und subalpines Grünland
E5	Hochstaudenfluren der Waldränder, Kahlschläge und Schlagfluren
E6	Salzstellen des Binnenlandes
E7	Grünland mit geringem Gehölzaufwuchs (frühe Sukzessionsstadien)

F: Heide-, Gebüschhabitate Heide-, Gebüschhabitate	
F1	Tundra
F2	alpine und subalpine Gebüsche
F3	Gebüsche trocken-warmer bis gemäßigter Standorte
F4	Zwergstrauchheiden gemäßigter Standorte
F5	Macchie, niedriges mediterranes Buschland
F6	Garrigue
F7	dornige mediterrane Zwergstrauchheiden (Phrygana, Dornbuschvegetation und zugehörige Kliffvegetation)
F8	thermo-atlantisches xerophytisches Buschland
F9	gewässerbegleitende Gebüsche (Auen) und Moorgebüsche
FA	Hecken
FB	Gebüschpflanzungen
FB4	Weinberge

G: Waldhabitate	
G1	sommergrüne Laubwälder
G2	immergrüne Laubwälder
G3	Nadelwälder
G4	Mischwälder
G5	Baumreihen, kleine angepflanzte Wälder, Schonungen

H: unbewachsene und karg bewachsene Binnenhabitate	
H1	Höhlen, Höhlensysteme, Höhlenkanäle und Höhlenseen
H2	Geröllhalden
H3	Felsen, Felsplatten und Abbruchkanten des Binnenlandes
H4	von Schnee oder Eis dominierte Habitate
H5	sonstige Habitate des Binnenlandes ohne oder mit nur spärlicher Vegetation
H6	rezente Lavahalden

I: regelmäßig oder kürzlich bebaute, landwirtschaftliche, gartenbauliche und Binnenhabitate	
I1	Ackerflächen
I2	Gärten und Parks

J: gebaute, industrielle und sonstige künstliche Habitate	
J1	Gebäude in Städten und Dörfern
J2	Lockere Bebauung
J3	Rohstoffindustrie
J4	Transportwege und andere versiegelte Flächen
J5	komplett künstliche Wasserflächen und ähnliche Strukturen
J6	Abfallhalden

X : Habitatkomplexe	
---------------------	--

## B. LANDNUTZUNGSTYPEN

L1: Landwirtschaft	
L1.1	Weiden
L1.2	Brachen
L1.3	Felder
L1.4	Grasland
L1.5	Forste
L1.6	Waldungen
L1.7	eingezäunte Flächen

L2: Gewerbeflächen	
L2.1	Dränagen
L2.2	Schutthalden
L2.3	Aquakulturen
L2.4	Steinbrüche / Minen
L2.5	Industrie

L2.6	Torfbrüche
L3: Beweidung	
L3.1	leicht
L3.2	moderate
L3.3	stark

L4: Freizeitflächen	
L4.1	Wandern
L4.2	Fischen
L4.3	Jagen
L4.4	Golf
L4.5	Sportplätze
L4.6	Campingplätze
L4.7	Reitplätze
L4.8	Rennbahnen