

Simone TAUSCH, Martin LEIPOLD, Christoph REISCH und Peter POSCHLOD

🌱🌱🌱🌱 Genbank Bayern Arche – ein Beitrag zum dauerhaften Schutz gefährdeter Pflanzenarten in Bayern

Genbank Bayern Arche – a contribution to the permanent conservation of threatened plants in Bavaria

Zusammenfassung

Aufgrund des fortschreitenden Rückgangs der Artenvielfalt und dem zunehmenden Aussterben bedrohter und stark gefährdeter Pflanzenarten ist der Ex situ-Schutz (außerhalb des eigentlichen Lebensraumes in Genbanken oder Erhaltungskulturen) neben dem In situ-Schutz (im Lebensraum) von zunehmender Bedeutung. Während die genetische Vielfalt der Nutzpflanzen bereits seit Beginn des 20. Jahrhunderts in Genbanken gesichert wird, ist die Bedeutung von Genbanken für Wildpflanzen in Deutschland erst seit Anfang dieses Jahrtausends erkannt worden. 2010 wurde der Ex situ-Schutz in der Globalen Strategie zum Schutz der Pflanzen verankert.

Die Genbank Bayern Arche wurde im Jahr 2009 gegründet, um Saatgut von 344 Sippen der Prioritätenliste für den botanischen Artenschutz in Bayern und weitere 239 Sippen des Alpenraums am Lehrstuhl für Botanik der Universität Regensburg sicher einzulagern. Neben der Besammlung, der Aufarbeitung und Einlagerung des Saatguts werden dessen Qualität und Lebensfähigkeit kontrolliert sowie die keimungsökologischen Ansprüche untersucht. Von ausgewählten Arten wird nach einem standardisierten Verfahren die Alterung der Samen überprüft. Aktuell sind in der Genbank 530 Pflanzensippen von 950 Fundorten eingelagert. Darunter 92 in Bayern vom Aussterben bedrohte Arten, das heißt jede zweite Art dieser Kategorie wurde bislang zumindest einmal besammelt. Eine Übersicht aller eingelagerten Sippen findet sich unter URL 1 (2015).

Zusätzlich wurde für prioritäre Arten eine Erhaltungskultur im Botanischen Garten der Universität Regensburg etabliert. Aktuell befinden sich 124 bayerische Arten in Erhaltungskultur, 60 davon aus den Beständen der Genbank. Diese Kulturen dienen einerseits der Öffentlichkeitsarbeit, andererseits der Vermehrung von Saatgut. Sowohl Samen als auch Jungpflanzen werden zur Verfügung gestellt, um Populationen zu stützen, neu zu etablieren sowie Lebensräume zu restituieren.

Auch wenn der In situ-Schutz oberste Priorität hat, spielen Genbanken in Zukunft als zusätzliches Hilfsmittel im Naturschutz eine wertvolle Rolle. Als zusätzliche „Lebensversicherung“ können sie nicht nur den fortschreitenden Artenverlust aufgrund fehlender oder unwirksamer In situ-Schutzmaßnahmen verhindern, sondern könnten ein Werkzeug bei der Eingriffsfolgenbewältigung darstellen.



Abb. 1: Der Böhmisches Enzian (*Gentianella bohemica*) ist ein stark zurückgegangener Endemit des südöstlichen Mitteleuropas. Trotz intensiver Schutzmaßnahmen ist die FFH-Art mit hoher Erhaltungsverantwortung in Bayern vom Aussterben bedroht. Samen von zwei Populationen befinden sich in der Obhut der Genbank (alle Fotos: Martin Leipold).

Fig. 1: The distribution range and population numbers of the endemic *Gentianella bohemica* have severely declined in south-eastern Central Europe. Despite intensive efforts to conserve the species in situ, this Habitats Directive species with a high conservation value in Bavaria is threatened with extinction. Seeds collected from two populations are conserved in the seed bank.

Summary

Due to the steadily decreasing levels of biodiversity and increasing numbers of greatly endangered plant species, more and more importance is being placed on both *ex situ* (conservation of species outside their natural habitats in seed banks or preservation cultures) and *in situ* (in their natural habitats) conservation strategies. While the genetic diversity of domesticated plants has been secured in seed banks since the beginning of the 20th century, seed banks for wild plants in Germany were only established at the beginning of the new millennium. In 2010, a recommendation was finally made in the Global Strategy for the Conservation of Plants to implement *ex situ* conservation management strategies as important tools to protect plant species and our biodiversity.

The seed bank Bayern Arche was established in 2009 at the Institute of Plant Sciences at the University of Regensburg. Its aim was to provide storage for seeds from all 344 taxa on the Bavarian priority list and another 239 species from the Alps. Seeds were collected, cleaned and stored, and their quality, storage life and germination ecology were studied. For selected species, a standardized seed longevity test was carried out. In total, 950 accessions of seeds from 530 species were collected. 92 (almost 50 %) of these species are classified as nearly extinct in Bavaria. A species list is provided on the webpage URL 1 (2015).

Additionally, accessions of 124 species are now maintained as *ex situ* collections in the Botanical Garden of the University of Regensburg, 60 of which were grown from seeds from the seed bank. These collections help promote public awareness about the conservation status of these species, and also produce seeds and progeny that can be used to establish new populations, support existing populations, and restore natural habitats.

While the *in situ* management of plant populations has the highest priority, *ex situ* conservation strategies are important complementary means of maintaining biodiversity. Seed banks can be a type of "life insurance" that can help prevent the loss of species and populations when *in situ* conservation management strategies are ineffective or lacking. They may also serve as a valuable tool for the compensation of any environmental impacts.

1. Geschichte der Genbanken

Mit der Veränderung der landwirtschaftlichen Praxis im 20. Jahrhundert, die zur Abnahme, sogar zum Verschwinden vieler Nutzpflanzensorten, lokaler Varietäten und ihrer genetischen Diversität führte, wurde die Notwendigkeit von Genbanken zum Erhalt der pflanzengenetischen Vielfalt von Nutzpflanzen erkannt. Fast ein Jahrhundert nach Gründung der ersten Genbank in Russland durch N. I. Vavilov existieren derzeit weltweit mehr als 1.750 Genbanken für Nutzpflanzen (FAO 2010), deren Zweck es ist, Saatgut von (Kultur-)Pflanzen mit direktem nationalen Interesse, also mit Nutzungspotential (Nahrungsmittel, Baustoffe, Medizin), dauerhaft zu erhalten. Genbanken für den *Ex situ*-Erhalt von Wildpflanzen spielten dagegen lange eine untergeordnete Rolle.

Die Kultivierung von Wildpflanzen in gärtnerischen Einrichtungen wie in botanischen Gärten findet seit über 4.000 Jahren statt (LININGTON & PRITCHARD 2001) und stellt damit die älteste und lange Zeit einzige *Ex situ*-Maßnahme dar (siehe Infobox „Wie *Ex situ*-Naturschutz umgesetzt wird“). Die meisten dieser in botanischen Gärten kultivierten Bestände sind attraktive, taxonomisch repräsentative Pflanzen aus aller Welt (BGCI 2012), während *Ex situ*-Sammlungen von Wildpflanzen speziell für Naturschutzzwecke selten sind (GUERRANT et al. 2004). Doch zunehmend engagieren sich botanische Gärten im *Ex situ*-Naturschutz und kultivieren seltene und gefährdete einheimische Pflanzenarten (HORN et al. 2012; LAUTERBACH 2013). So listet Botanic Gardens Conservation International weltweit aktuell 42 Wildpflanzen-

Genbanken und 223 botanische Gärten mit Genbank-Einrichtungen auf (BGCI 2014). Bei vielen Wildpflanzen-Genbanken liegt der Schwerpunkt auf der potenziellen Nutzbarmachung von wild wachsenden Verwandten von Nutzpflanzen (Crop Wild Relatives: FRESE 2014; HURKA et al. 2008). Zu den bekanntesten Wildpflanzen-Genbanken zählt die im Jahr 2000 gegründete Millennium Seed Bank Partnership in Großbritannien, deren Ziel es ist, bis 2020 rund 25 % der weltweit vorkommenden Pflanzenarten zu sichern. 2009 wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz eine Genbank für Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft gegründet (WEL), an der sich die Botanischen Gärten der Universitäten Osnabrück, Berlin, Regensburg und Karlsruhe beteiligen (POSCHLOD et al. 2014). Bis zur Gründung der Genbank Bayern Arche Ende 2009 stellte die Osnabrücker Loki-Schmidt-Genbank die einzige deutsche Einrichtung mit einem Fokus auf den Artenbeziehungsweise Naturschutz dar (HURKA et al. 2008).

2. Saatgut-Genbanken im Naturschutz

Während in Mitteleuropa noch vor hundert Jahren aufgrund der vielfältig genutzten Kulturlandschaft diverse, zum Teil kleinräumige Lebensräume für unterschiedlichste Pflanzen- und Tierarten vorherrschten, hat sich durch den Landnutzungswandel, die Monotonisierung und die Übernutzung die heutige Situation für die Pflanzenwelt stark gewandelt (POSCHLOD 2014, 2015). Hinzu kommen Eingriffe in den Wasserhaushalt sowie Schad- und Nährstoffeinträge, die schwer einschätzbaren Aus-

Wie Ex situ-Naturschutz umgesetzt wird

In situ-Maßnahmen schützen die Wildpflanzen in ihrem natürlichen Lebensraum (zum Beispiel in ausgewiesenen Schutzgebieten). Die Populationen sind entweder vollständig den natürlichen ökologischen Prozessen ausgesetzt oder unterliegen pflegerischem, gärtnerischem oder genetischem Management (zum Beispiel Handbestäubung). Eine Inter situ-Maßnahme beschreibt eine betreute Kultivierung von Pflanzen in ihrem natürlichen Lebensraum, nicht aber am Herkunftsstandort. Ex situ-Maßnahmen schützen Pflanzen dagegen außerhalb ihres natürlichen Lebensraumes:

Genbank (englisch „seed bank“): Mittel- bis langfristiges Einlagern von Samen unter trockenen und kalten Bedingungen. Sicherung von möglichst vielen, unterschiedlichen Individuen und somit einer hohen genetischen Variation innerhalb und zwischen Populationen. Bevorzugte Methode aufgrund der Einfachheit und Ökonomie der technischen Mittel, Infrastruktur, Lagerplatz, Zugänglichkeit, Personalaufwand, Betriebskosten und der Immunität gegenüber Schädlingen (HEYWOOD & IRIONDO 2003; SCHOEN & BROWN 2001). Neben der mittel- bis langfristigen Saatgut-Einlagerung werden in der Regel wissenschaftliche Untersuchungen zur Qualität und Ökologie der Samen durchgeführt. Nicht zu verwechseln mit DNA-Sequenzdatenbanken (Genbibliotheken, Gendatenbanken), welche die genetischen Informationen von Organismen speichern.

Ziele:

- Aussterberisiko einzelner Populationen verringern
- Eine möglichst große Diversität ausgewählter oder repräsentativer Populationen sichern
- Pflanzen zur Wiederansiedelung und Wiederherstellung bereitstellen

Cryopreservation: Einlagerung von Samen, Pollen und Gewebe in flüssigem Stickstoff. Meist verwendet für landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Taxa. Zunehmend für Wildarten (PUCHALSKI 2004), jedoch sehr kostenintensiv.

Gewebekulturen: Kurzfristige In vitro-Einlagerung von somatischem Gewebe unter Licht- und Temperaturbedingungen, die ein langsames Wachstum ermöglichen. Anschließend Vermehrung von Gewebe und Samen, um klonale Pflanzen und Keimlinge kontrolliert zu produzieren. Sehr kostenintensiv.

Kultivierung in botanischen Einrichtungen mit dem Zweck der Wiederausbringung (Erhaltungskulturen): Spezielle Aufzuchtbedingungen sollen künstliche Selektion, Hybridisierung und Krankheitsübertragung verhindern. Genutzt als vorübergehende Maßnahme, um Saatgut/Pflanzen für die Wiederausbringung oder die Einlagerung in Genbanken zu erzeugen.

Kultivierung zum Zweck der Ausstellung oder als Referenzsammlung: Standard in botanischen Gärten zur taxonomischen Darstellung. Hohe Gefahr der künstlichen Selektion, Hybridisierung, genetischen Drift und Krankheitsübertragung.

Kultivierung zu kommerziellen Zwecken: Gewinnbringende Produktion von Pflanzen (hohe Erträge oder große Anzahl an Individuen). Wenig Gewichtung auf genetisches Management, abgesehen von ausgewählten Sorten und Kulturen. Auch für die Produktion großer Mengen autochthonem Saatguts von Wildpflanzen für den Landschaftsbau.

Field Gene Bank: Extensive Freiland-Kultivierung, um die genetische Diversität innerhalb einer Art zu erhalten. Meist nur genutzt für kommerziell relevante holzige Arten, da sehr kostenintensiv.

Community Garden: Produktion von (Medizinal-)Pflanzen durch eine Gemeinschaft (Dorf oder Familie) als Teil der traditionellen Landwirtschaft. Große Gefahr der künstlichen Selektion.

wirkungen des Klimawandels, die direkte Zerstörung und Fragmentierung der Landschaft durch Straßen-, Siedlungs- sowie Wasserbau und damit die Einschränkung des Lebensraumes für viele Pflanzen.

Durch Isolation und schrumpfende Populationsgrößen schreitet die genetische Erosion in Wildpflanzen-Populationen fort, wodurch ohne Stützungsmaßnahmen das Aussterberisiko der Arten steigt (ELLSTRAND & ELAM 1993; LEIMU et al. 2006; LYNCH et al. 1995; MATTHIES et al. 2004; OUBORG et al. 1991). Hinzu kommt, dass selbst Arten oder Populationen, um die sich der In situ-Naturschutz bemüht, sei es durch Ausweisung von Schutzgebieten, Biotopverbundsysteme (Bayerische Biodiversitätsstrategie, Natura 2000) oder Pflegemaßnahmen (ZÄHLHEIMER 2009), nicht immer vor dem Aussterben

bewahrt werden können beziehungsweise sich ihre Gefährdungssituation nicht verbessert (BFN 2014, siehe Infobox „In Deutschland ausgestorbene Pflanzenarten“). In Bayern gelten 78 Pflanzenarten als ausgestorben oder verschollen. Auf der Roten Liste der Gefäßpflanzen Bayerns werden knapp 43 % aller heimischen Pflanzen als gefährdet eingestuft (SCHEUERER & AHLMER 2003).

Angesichts der negativen Entwicklung der Pflanzenvielfalt sind integrierte Strategien erforderlich (FALK 1990; GLOWKA et al. 1994), zumal viele vom Aussterben bedrohte Arten nur durch Ex situ-Maßnahmen gerettet werden können (GUERRANT et al. 2004; LANDE 1988). Beispielsweise das Froschkraut (*Luronium natans*) konnte in Bayern nur durch Ex situ-Erhaltung in einem Privatteich vor dem Aussterben bewahrt werden.

Spätestens seitdem im Jahr 2010 die Globale Strategie zum Schutz der Pflanzen (GSPC) aktualisiert wurde, wird Genbanken eine tragende Rolle zur Bewahrung der Biodiversität und zur Konservierung gefährdeter Pflanzenarten zugesprochen. Diese mit der Konvention über die biologische Vielfalt (CBD 1992) abgestimmte Strategie sieht vor, bis 2020 mindestens 75 % der gefährdeten Pflanzenarten in zugänglichen Ex situ-Sammlungen vorzugsweise im Ursprungsland zu sichern und 20 % davon in Wiederansiedlungsprogrammen zu berücksichtigen (CBD 2010). Obwohl bereits ein beträchtlicher Anteil der europäischen Flora (70 %) in Genbanken eingelagert ist,

sind darunter nur 27 % der in Europa gefährdeten Pflanzenarten (GODEFROID et al. 2011).

Dies zeigt deutlich, dass Ex situ-Einrichtungen wie botanische Gärten oder Genbanken in ihren Arbeiten deutlich gestärkt werden müssen, um die Ziele der GSPC zu erreichen, wobei hier Genbanken eine zentrale Rolle spielen (BGCI 2012). Aufgrund der meist begrenzten räumlichen und finanziellen Kapazitäten ist die Erhaltung einer großen Anzahl an Arten und die Aufrechterhaltung einer genetisch repräsentativen Sammlung in Form lebendiger Kulturen in botanischen Einrichtungen meist nicht möglich. Deshalb sollten Ex situ-Kulturen hauptsächlich der



Abb. 2: Das in Bayern vom Aussterben bedrohte Braune Mönchskraut (*Nonea pulla*) ist auf Trockenrasen oder an Ackerrändern zu finden. Der geringe Samenansatz der häufig kleinen Populationen erschwert es, die Samen einzulagern. Dennoch konnten bereits drei Populationen in der Genbank abgelegt werden.

Fig. 2: *Nonea pulla* occurs on dry grasslands or field margins and is threatened with extinction in Bavaria. Because the plants produce low amounts of seeds and mostly occur in small populations, conservation efforts have been difficult. Nevertheless, seeds from three populations were collected and stored in the seed bank.

In Deutschland ausgestorbene Pflanzenarten

Die ersten Roten Listen der Gefäßpflanzen für Deutschland und Bayern erschienen im Jahre 1974 (KÜNNE 1974; SUKOPP 1974); in der früheren DDR erst 1978 (RAUSCHERT et al. 1978), in einer Zeit, in der durch die „Römischen Verträge“ und das billige Erdöl die landwirtschaftliche Produktion besonders stark intensiviert wurde (POSCHLOD 2015). Abbildung 3 macht den rasanten Artenverlust (n = 47) der letzten 150 Jahre deutlich. Den größten Verlustanteil verzeichnen dabei die Lebensräume Acker (14 Arten) und Halbtrocken-/Trockenrasen (6 Arten).

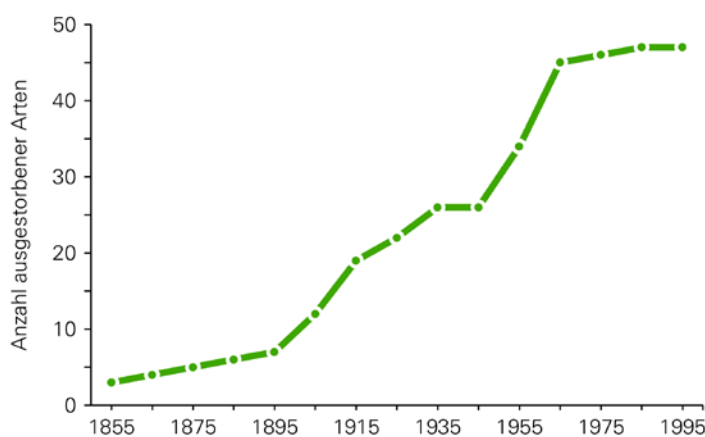


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der in Deutschland ausgestorbenen Pflanzenarten (kumulativ) seit 1850.

Fig. 3: Steady increase in the rate of plant species extinction in Germany over time since 1850.

Die Roten Listen der Gefäßpflanzen sind schon seit über zehn Jahren nicht mehr aktuell – die letzte Liste für Deutschland erschien 1996 (KORNECK et al. 1996), für Bayern 2003 (Stand 2002; SCHEUERER & AHLMER 2003). Seit dieser Zeit sind in Deutschland und Bayern weitere Arten ausgestorben (wie *Saxifraga hirculus*) und als ausgestorben beziehungsweise als verschollen geltende wieder aufgetaucht (*Minuartia stricta*: BUCHHOLZ & WELK 2005; *Salix alpina*: URBAN & MAYER 2008). Diese Tatsache zeigt, wie notwendig es ist, unsere Flora kontinuierlich zu erfassen..

kurzfristigen Anzucht von Jungpflanzen für Wiederansiedelungen oder zur Vermehrung von Saatgut dienen (GUERRANT et al. 2004), während Genbanken sich besonders für die langfristige Erhaltung großer Individuen- und Artenzahlen eignen (BRUTTING et al. 2013; HEYWOOD & IRIONDO 2003). Lebendige Kulturen bergen ein sehr großes Risiko, pflanzengenetische Vielfalt durch künstliche Selektion, Flaschenhals- und Drifteffekte, Akkumulationen von Mutationen, Inzuchtdepression und Hybridisierung mit Artverwandten zu verlieren (BGCI 2012; GUERRANT et al. 2004; LAUTERBACH 2013). Diese Gefahren und Risiken für Pflanzenkrankheiten oder Schädlingsbefall sind bei Genbanken sehr gering (FRANKEL et al. 1995; GORDON 1994; GUERRANT et al. 2004; WHITE 1996). Genetische Veränderungen einer Samenpopulation durch eine hohe Samensterblichkeit oder die Regeneration von Saatgut wird minimiert, indem die Samen bestmöglich lebensfähig gehalten werden (siehe Kapitel 3.2). Um das evolutive Potential einer Population einzufangen, ist es empfehlenswert, Populationen in regelmäßigen Abständen neu zu besammeln. Im Vergleich zu allen anderen Naturschutzmaßnahmen sind Genbanken zudem kostengünstig (GUERRANT et al. 2004; LI & PRITCHARD 2009), insbesondere wenn die Einrichtung bereits etabliert ist.

In diesem Sinne hat der Freistaat Bayern die Bayerische Biodiversitätsstrategie (StMUGV 2008) entwickelt, um so das Übereinkommen zur Biologischen Vielfalt (1993 von Deutschland unterzeichnet) umzusetzen. Einen Baustein der Bayerischen Biodiversitätsstrategie bildet die 2009 ins Leben gerufene Genbank Bayern Arche, welche speziell auf seltene und gefährdete Wildpflanzenarten Bayerns und solche, für die Bayern innerhalb Deutschlands besondere Verantwortung trägt, ausgerichtet ist. Die Genbank Arche Bayern schließt eine Lücke im Artenschutz, denn sie ist die erste deutsche Genbank, die sich ausschließlich mit artenbeziehungsweise naturschutzbezogenen Zielen beschäftigt.

3. Genbank Bayern Arche

Zielarten der Genbank sind die 344 Sippen der Prioritären Liste Bayerns (WOSCHÉE 2009) und weitere 239 Sippen des Alpenraums. Darüber hinaus werden auch regional besonders schützenswerte Sippen berücksichtigt. Zwi-

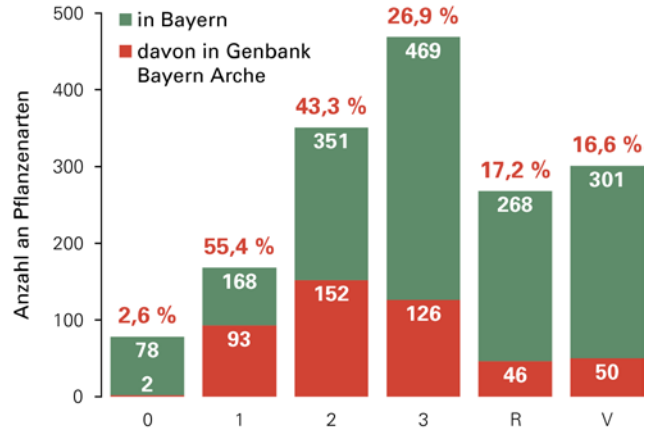


Abb. 4: Anzahl an Pflanzenarten der Bayerischen Roten Liste und der prozentuale Anteil der davon in die Genbank eingelagerten Arten (0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = selten, V = Vorwarnstufe).

Fig. 4: Number of red list plant species of Bavaria and the respective ratio of stored species in the Bayern Arche seed bank (0 = considered extinct, 1 = critically endangered, 2 = endangered, 3 = vulnerable, 4 = near threatened, R = rare, V = of concern).

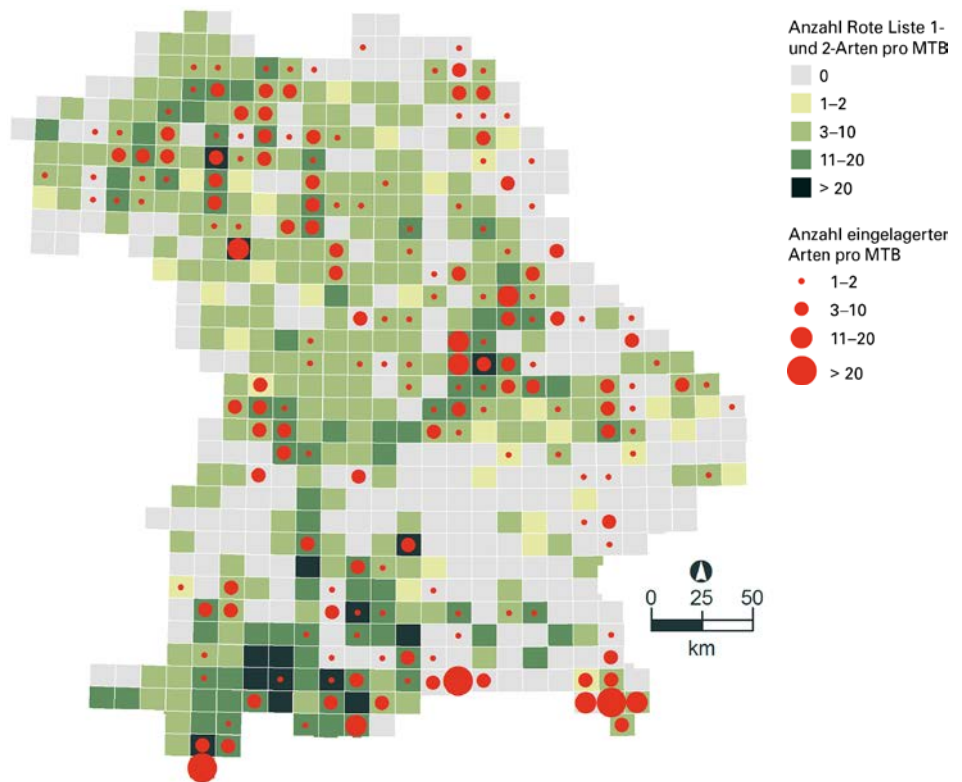


Abb. 5: Karte der in Bayern am stärksten gefährdeten Sippen und der in die Genbank eingelagerten Pflanzenarten pro Messtischblatt (MTB; Datengrundlage: Botanischer Informationsknoten Bayern).

Fig. 5: Map of the highly endangered red list species in Bavaria and the number of stored plants (data source: Botanical Information Node for Bavaria).

schen 2010 und 2014 wurden 950 Fundorte (Akzessionen) von 530 Arten besammelt und eingelagert (Abbildung 5), darunter 92 Arten, welche in Bayern vom Aussterben bedroht sind. Damit sind nicht nur jede zweite Art der Roten Listen-Kategorie 1 (Abbildung 4), sondern

auch 80 % der FFH Anhang IV-Arten mit mindestens einer Population in der Genbank vertreten. Eine Liste aller eingelagerten Sippen ist unter URL 1 (2015) zu finden.

Die ursprüngliche Laufzeit der Genbank von drei Jahren wurde 2013 um zwei Jahre verlängert. Da nur eine dauerhafte Einrichtung eine langfristige Sicherung der Arten mittels autochthonen und ständig erneuerten Saatguts garantieren kann, sind fortwährende Investitionen in Einrichtungen und Personal nötig.

3.1 Besammlung

Zu den größten Herausforderungen einer Genbank für seltene und gefährdete Pflanzenarten zählt das Auffinden der Pflanzenarten (GODEFROID et al. 2011). Dies liegt nicht selten an einer veralteten oder nicht ausreichend detaillierten Dokumentation der Fundpunkte. Gemeinsam mit einer oft erschwerten Zugänglichkeit (Alpen- und Wasserpflanzen) sind Aufsammlungen häufig nur mit großem Zeitaufwand zu bewerkstelligen, auch weil Wuchsorte für eine optimale Samenreife mehrfach aufgesucht werden müssen, was erklären kann, weshalb seltene und gefährdete Arten in europäischen Genbanken unterrepräsentiert sind (GODEFROID et al. 2011). Für erfolgreiche Besammlungen, aber auch für den Austausch wichtiger Hintergrundinformationen zu einzelnen Populationen wird stets mit Naturschutzbehörden, Experten schwieriger Artengruppen und lokalen Experten zusammengearbeitet (Abbildung 6). Bislang haben mehr als 30 Sammler die Arbeiten der Genbank unterstützt.

Die von der Genbank Bayern Arche verwendeten Protokolle für Samen-Aufsammlungen orientieren sich an den internationalen Standards, wie sie von ENSCONET (KEW 2009b, c) veröffentlicht wurden. Neben dem Aufsam-



Abb. 6: Vom endemischen Bayerischen Löffelkraut (*Cochlearia bavarica*) konnten in Zusammenarbeit mit dem Projekt Löffelkraut & Co. sechs Populationen eingelagert werden. Ohne die Unterstützung durch lokale Experten oder Gruppenspezialisten wäre eine erfolgreiche Besammlung sehr schwierig gewesen.

Fig. 6: Seeds of the endemic *Cochlearia bavarica* are stored in the seed bank. In collaboration with the "Löffelkraut & Co." project, seeds of six populations could be retained. Without the support of local experts and specialists, successful collection would not have been possible.

mel von Diasporen ist die genaue Dokumentation des Fundpunkts von höchster Bedeutung. Nur durch exaktes Einmessen mittels GPS kann eine autochthone Verwendung des Saatguts garantiert werden. Die Richtlinien wurden für Sammler in einem Informationsflyer zusammengefasst (URL 1), ein detaillierter Erfassungsbogen dient der Dokumentation der Aufsammlung (URL 2). Die erfassten Fundpunkte werden an die Bayerische Artenschutzkartierung (ASK) weitergegeben.

3.2 Aufarbeitung und Einlagerung

Die Saatgutverarbeitung nach ENSCONET-Standard (KEW 2009a) erfolgt größtenteils von Hand, eine automatisierte Aufreinigung kommt aufgrund der Diversität und der geringen Größe der Samen und Früchte nur selten zum Einsatz. Das Saatgut wird sorgfältig von Verunreinigungen und überflüssigen Pflanzenteilen befreit. Eine rasche Reinigung des Materials ist wichtig, damit das Saatgut während der Trocknung oder Nachreifung bei Raumtemperatur nicht durch Schädlinge oder Parasiten angegriffen wird.

Da die meisten mitteleuropäischen Pflanzen austrocknungsresistente (orthodoxe) Samen bilden, kann eine Erhöhung der Langlebigkeit durch Reduktion des Wassergehalts und eine niedrige Umgebungstemperatur erreicht werden. Sinken Wassergehalt oder Temperatur zu stark ab, führt dies aber



Abb. 7: Ablaufdiagramm der Arbeiten in der Genbank Bayern Arche.

Fig. 7: Flowchart describing the work flow in the Bayern Arche seed bank.

zu Zellschädigungen und zum Tod des Samens (WALTERS et al. 2004). Um eine möglichst hohe Lebensfähigkeit des Saatguts über lange Zeiträume hinweg garantieren zu können, werden die Samen nach der Trocknung auf einen Wassergehalt von 5 % (VERTUCCI & FARRANT 1995) in passgenaue Aluverbundbeutel gepackt und unter Vakuum verschweißt. Diese verhindert, dass vorzeitige Alterung durch Oxidationsprozesse die Lebensfähigkeit des Saatguts herabsetzt. Zusammen mit der Inventarisierungsnummer wird das Saatgut bei -18 °C eingefroren (ELLIS et al. 1989).

3.3 Qualitätskontrolle und Lebensfähigkeit

In vielen Genbanken wird Saatgut eingelagert, ohne die Lebensfähigkeit der Samen zu prüfen. Die Samenqualität kann sich von Akzession zu Akzession stark unterscheiden. Zwar werden die Samen bei der Aufreinigung anhand



Abb. 8: Die Röntgenaufnahme von *Sorbus puellarum*-Samen (Mädchen-Mehlbeere) zeigt einen gesunden (zweiter von links) und drei von Insektenlarven befallene Samen.

Fig. 8: X-ray imaging of *Sorbus puellarum* seeds allows the identification of a healthy seed with a radicle and cotyledons (second from the left) and three seeds infested with insects.

äußerer Merkmale sortiert, eine Aussage über die Lebensfähigkeit kann dabei jedoch nicht getroffen werden. Um die Qualität genauer bestimmen zu können, werden die gereinigten Samen Röntgenuntersuchungen unterzogen (Abbildung 8). Die Methode liefert einen Einblick in die inneren Strukturen. Inzwischen ist es den Mitarbeitern der Genbank möglich, für viele Pflanzenfamilien aus der internen Struktur von Samen eine Aussage über die Lebens- und Keimfähigkeit der Samen zu treffen. In der Regel wird geröntgtes Saatgut nur noch für Keimungsuntersuchungen verwendet und nicht langfristig in die Genbank eingelagert.

3.4 Keimungsökologie

Je nach Samenmenge werden umfassende keimungsökologische Untersuchungen durchgeführt (Abbildung 9), die unter anderem helfen, das Potenzial von Arten festzustellen, eine Diasporenbank im Boden aufzubauen.

Diese Untersuchungen können auch für Wiederansiedlungsmaßnahmen und Ex situ-Erhaltungskulturen von großem Nutzen sein. Mit Hilfe mehrerer Klimaschränke werden verschiedenste Keimbedingungen nachgestellt wie

- unterschiedliche Feuchte- und Temperaturregime (tiefe bis hohe, konstante oder wechselnde Temperaturen),
- die Keimung bei Licht oder Dunkelheit,
- Sauerstoffausschluss zum Beispiel bei Wasserpflanzen sowie
- erforderliche Vorbehandlungen der Samen (wie Skarifikation, Stratifikation oder Phytohormonzugabe).

Nach Abschluss eines Keimtests wird mittels Tetrazolium-Test (GOSLING 2003; LAKON 1948) die Lebensfähigkeit nicht gekeimter Samen bestimmt. Bis Anfang 2014 wurden an 300 gesammelten Arten 1.400 verschiedene Keimtests durchgeführt. In diesem Umfang liegen bisher nur Untersuchungen der britischen Flora vor (GRIME et al. 1981).

3.5 Samenalterung

Bei geeigneten Lagerungsbedingungen ist es möglich, dass Samen in Genbanken bis zu 200

Jahre und mehr überdauern können. Die erreichbare Lebensspanne ist abhängig von der Art, dem Entwicklungsstadium, der anfänglichen Gesundheit, der chemischen Zusammensetzung der Zellen und den verwendeten Lagerbedingungen (WALTERS et al. 2004).

Trotz standardisierter Lagerung zeigen Samen enorme Schwankungen ihrer Lebensdauer (PROBERT et al. 2009), weshalb das eingelagerte Saatgut regelmäßig kontrolliert werden muss (GUERRANT et al. 2004). Die Lebensfähigkeit sollte alle 5–10 Jahre mittels Keimfähigkeitstests überprüft werden. Sinkt die Lebensfähigkeit unter die Grenze von 75–85 %, muss die Akzession regeneriert oder neu gesammelt werden (KEW 2009a, b).

Dabei ist die neue Aufsammlung gegenüber der Regeneration zu bevorzugen, sofern die Population noch besteht, um genetische Veränderungen und Diversitätsverluste zu verhindern (SCHOEN & BROWN 2001).

Mit Hilfe eines technischen Verfahrens zur künstlichen Alterung von Samen ist es möglich, deren abnehmende Lebensfähigkeit in Genbanken grob vorherzusagen (PROBERT et al. 2009). Bei dieser Methode werden Samen bei einer Temperatur von 45 °C einer hohen Luftfeuchte ausgesetzt und regelmäßig auf ihre Keimfähigkeit hin untersucht. Da von seltenen und gefährdeten Arten dazu noch keine Ergebnisse vorliegen, ist dies ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Genbank Bayern Arche.

3.6 Erhaltungskulturen in Regensburg

Aus Experimenten hervorgehende Keimlinge werden an den Botanischen Garten der Universität Regensburg weitergegeben, wo sie für Vermehrungs- oder Ex situ-Erhaltungskulturen verwendet werden. Dafür wurde das Beet für seltene und gefährdete Arten Bayerns umfangreich



Abb. 9: Die meisten Arten werden keimungsökologisch untersucht, wodurch Erkenntnisse über die meist unbekannte Keimungsökologie der seltenen Pflanzenarten gewonnen werden. Diese können direkt in zukünftigen Artenschutzansätzen umgesetzt werden.

Fig. 9: Germination tests are carried out with most of the stored species to gain a better understanding of the germination ecology of these rare plants. This information can be further used to protect species in the future.



Abb. 10: Im Zuge von Samensammlungen im Allgäu wurde eine zweite bayerische Population von *Rorippa islandica* entdeckt und erfolgreich in die Genbank eingelagert. Mit Hilfe zytologischer Analysen konnte der Artnachweis bestätigt werden. Exemplare der niederwüchsigen Pflanze können in einer Erhaltungskultur im Botanischen Garten Regensburg betrachtet werden.

Fig. 10: During the course of a seed collecting survey in the Allgäu, a second population of *Rorippa islandica* was discovered, seeds of which could then be stored in the seed bank. Cytological analysis allowed definitive identification of the species. Some individuals of this prostrate plant can be seen in the Botanical Garden of the University of Regensburg.

erweitert und umfasst derzeit 124 bayerische Arten, 60 davon aus den Beständen der Genbank. Diese Kulturen sind öffentlich zugänglich, sodass die Bevölkerung bayerische Raritäten kennenlernen kann, was aufgrund ihrer Seltenheit in der freien Natur oft nicht mehr möglich ist. Eine neu geschaffene Binnendüne beherbergt beispielsweise *Astragalus arenarius*, welcher nur noch an einem Wuchsort in Bayern vorkommt. Durch einen neuen Teich mit regulierbarem Wasserstand konnten weitere Pflanzen angesiedelt werden, unter anderem *Luronium natans* und *Rorippa islandica* (Abbildung 10), vom neu gefundenen zweiten Wuchsort in Deutschland.

4. Epilog

Der Ex situ-Naturschutz wurde bis vor kurzem von Behörden und Naturschützern skeptisch betrachtet (GUERRANT et al. 2004). Häufig wurden derartige Maßnahmen für weniger prioritär angesehen als die des landschaftspflegerischen In situ-Artenschutzes. Der Hauptgrund sind Bedenken, dass der Ex situ-Naturschutz eine einfache Machbarkeit eines „technischen“ Artenschutzes vorgaukelt und so den In situ-Naturschutz gefährden würde oder zur Kürzung von Landschaftspflegemitteln im Naturschutz führen könnte. Zudem wurden Zweifel an der Umsetzbarkeit von Ex situ-Einrichtungen gehegt: Genetische Diversität könne nicht über längere Zeit aufrechterhalten werden und Wiederansiedelungen aus derartigem Material seien zu riskant (GUERRANT et al. 2004).

Derartige Bedenken lösen sich jedoch auf, wenn man die vielfältigen Methoden des Ex situ-Schutzes und seine jeweiligen Stärken und Schwächen kennt. Die Vorteile für den Naturschutz sind nicht von der Hand zu weisen (Infobox „Wie Ex situ-Naturschutz umgesetzt wird“) und

legen nahe, dass es sich bei einer Ex situ-Erhaltungsmaßnahme wie der Genbank Bayern Arche nicht um eine optionale Zusatzmaßnahme handelt (ZEHM & WEBER 2013), sondern dass die Einlagerung eine obligate Standardmaßnahme für jede zu erhaltende Population sein sollte. Gerade im Rahmen der Eingriffs-/Ausgleichsregelung (KÖPPEL et al. 2004; WEILAND & WOHLLEBER-FELLER 2007) kann die Einlagerung des Saatguts von Populationen, deren Standorte zerstört werden, ein unentbehrliches Mittel werden. So können im Rahmen von Eingriffen mit zeitversetzten Ausgleichsmaßnahmen Populationen kurz- bis mittelfristig ohne großen Aufwand gesichert werden. Somit können auch Genbanken von Wildpflanzen eine Form eines biologischen „Ökokontos“ darstellen (BUSSE et al. 2005) oder eine zweite Chance bieten, wenn eine Ausgleichsmaßnahme fehlschlägt.

Gleichwohl steht außer Frage, dass an oberster Stelle der Schutz der Diversität von Pflanzen in ihrem natürlichen oder menschenbeeinflussten Habitat steht. Gesunde Populationen zu bewahren gewährleistet, ihre ökologischen Funktionen aufrecht erhalten zu können und ihr evolutionäres

Potential und damit ihre Anpassungsfähigkeit an eine sich verändernde Umwelt zu schützen (GUERRANT et al. 2004). Somit sind Genbanken ein modernes Hilfsmittel im praktischen Naturschutz, welches helfen kann, Artenverluste aufgrund fehlender oder unwirksamer In situ-Schutzmaßnahmen zu verhindern. Sie dienen als zusätzliche „Lebensversicherung“, das heißt als letzte Absicherung gegen den unwiederbringlichen Verlust von Arten und deren genetische Vielfalt.

Die Bedeutung einer engen, sich gegenseitig ergänzenden Zusammenarbeit zwischen botanischen Gärten, Genbanken und dem praktischen Naturschutz bei Einlagerung, Aufzucht und letztendlich Wiederausbringung von Wildpflanzen wird häufig unterschätzt. Die Abgabe von Pflanzenmaterial in Form von Samen oder Jungpflanzen für Wiederansiedelungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen stellt eine Dienstleistung von Ex situ-Einrichtungen dar, die Artenschützern, Naturschutzbüros, Naturschutzgebieten, privaten Landeigentümern oder ländlichen Kommunen angeboten werden kann.

Insgesamt bieten Genbanken ein großes Potential für den Naturschutz, wenn sie aktiv von allen Beteiligten unterstützt werden und nicht zu ungenutzten Archiven pflanzlicher Diversität verkommen. Letztendlich unterstützen diese Sammlungen aktiv das oberste Ziel des Naturschutzes: Die Aufrechterhaltung und die Wiederherstellung einer hohen biologischen und genetischen Vielfalt.

Danksagung

Wir möchten uns bei allen Mitarbeitern der Genbank und den externen Sammlern und Unterstützern herzlich bedanken. Ohne sie wäre der bisherige Erfolg der Genbank nicht möglich gewesen.

Ferner danken wir den Mitarbeitern der Höheren und Unteren Naturschutzbehörden für die Zusammenarbeit und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz sowie dem Bayerischen Landesamt für Umwelt für die Finanzierung (Fördernummer P.5301).

Weitere Informationen



www.genbank.ur.de
www.google.de/+GenbankBayernArcheRegensburg

Literatur

(Letzter Zugriff auf Online-Ressourcen am 21.07.2014)

- BFN (2014): Die Lage der Natur in Deutschland – Ergebnisse von EU-Vogelschutz und FFH-Bericht: 17 S., Bonn.
- BGCI (2012): International Agenda for Botanic Gardens in Conservation: 50 pp., Richmond.
- BGCI (2014): GardenSearch. – www.bgci.org/garden_search.php.
- BRUTTING, C., HENSEN, I. & WESCHE, K. (2013): Ex situ cultivation affects genetic structure and diversity in arable plants. – *Plant Biol.* 15: 505–513.
- BUCHHOLZ, A. & WELK, E. (2005): *Minuartia stricta* (Swartz) Hiern (Caryophyllaceae): Wiederentdeckung eines in Zentraleuropa verschollen geglaubten Glazialrelikts. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 75: 95–108.
- BUSSE, J., DIRNBERGER, F., PRÖBSTL, U. & SCHMID, W. (2005): Die neue Umweltprüfung in der Bauleitplanung. – Hüthig Rehle Rehm: 316 S., Heidelberg.
- CBD (1992): Convention on Biological Diversity. – www.cbd.int/convention/text/default.shtml.
- CBD (2010): Consolidated update of the Global Strategy for Plant Conservation 2011–2020, Nagoya. – www.cbd.int/discision/cop/?id=12283.
- ELLIS, R. H., HONG, T. D. & ROBERTS, E. H. (1989): A comparison of the low-moisture-content limit to the logarithmic relation between seed moisture and longevity in twelve species. – *Ann. Bot.* 63: 601–611.
- ELLSTRAND, N. C. & ELAM, D. R. (1993): Population Genetic Consequences of Small Population-Size – Implications for Plant Conservation. – *Ann. Rev. of Ecol. Syst.* 24: 217–242.
- FALK, D. A. (1990): Integrated Strategies for Conserving Plant Genetic Diversity. – *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77: 38–47.
- FAO (2010): The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: 399 pp, Rome.
- FRESE, L. (2014): Erhalt der genetischen Vielfalt wildlebender Verwandter unserer Kulturarten (WVK) in ihren natürlichen Lebensräumen. – *ANLIEGEN NATUR* 36(2): 58–66, Laufen; www.anl.bayern.de/publikationen.
- FRANKEL, O. H., BROWN, A. H. D. & BURDON, J. J. (1995): The Conservation of Plant Biodiversity. – Univ. Press: 316 pp, Cambridge.
- GLOWKA, L., BURHENNE-GUILMIN, F., SYNGE, H., MCNEELY, J. & GÜNDLING, L. (1994): A Guide to the Convention on Biological Diversity: 176 pp, Island Pr., Washington.
- GODEFROID, S., RIVIÈRE, S., WALDREN, S., BORETOS, N., EASTWOOD, R. & VANDERBORGH, T. (2011): To what extent are threatened European plant species conserved in seed banks? – *Biol. Conserv.* 144: 1494–1498.
- GORDON, D. R. (1994): Translocation of Species into Conservation Areas – a Key for Natural-Resource Managers. – *Nat. Area. J.* 14: 31–37.
- GOSLING, P. G. (2003): Viability testing. – In: SMITH, R. D. et al. (Hrsg.): *Seed Conservation: Turning Science into Practice*, Royal Bot. Gardens Kew: 445–481.
- GRIME, J. P., MASON, G., CURTIS, A. V., RODMAN, J., BAND, S. R., MOWFORTH, M. A. G., NEAL, A. M. & SHAW, S. (1981): A Comparative Study of Germination Characteristics in a Local Flora. – *J. Ecol.* 69: 1017–1059.
- GUERRANT, E. O., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (2004, Hrsg.): *Ex Situ Plant Conservation – Supporting Species Survival in the Wild*. – Island Pr.: 536 pp, Washington.
- HEYWOOD, V. H. & IRIONDO, J. M. (2003): Plant conservation: old problems, new perspectives. – *Biol. Conserv.* 113: 321–335.
- HORN, K., KERESKES, A. & WELLS, W. (2012): Erhaltungskulturen bedrohter Pflanzenarten im Botanischen Garten Erlangen. – ein aktiver Beitrag zum Artenschutz. – *RegnitzFlora, Mitt. des VFR* 5: 39–46.
- HURKA, H., FRIESEN, N., BORGMANN, P. & NEUFFER, B. (2008): Schutz und Erhalt pflanzengenetischer Vielfalt: In situ- und Ex situ-Maßnahmen. – *Osnabr. Nat.-wiss. Mitt.* 33/34: 177–195.
- KEW, M. S. B. P. (= MILLENNIUM SEED BANK PARTNERSHIP 2009a, Hrsg.): *ENSCONET – Curation Protocols & Recommendations*. – 53 pp, Wakehurst.
- KEW, M. S. B. P. (dito 2009b, Hrsg.): *ENSCONET – Seed collection manual for wild species*. – 31 pp, Wakehurst.
- KEW, M. S. B. P. (dito 2009c, Hrsg.): *A Field Manual for Seed Collectors*. – 21 pp, Wakehurst.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – *Schr.-reihe Veg.-kd.* 28: 21–187.
- KÜNNE, H. (1974): Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen in Bayern. – *Schr.-reihe für Nat.-schutz u. Landschaftspfl.* 4: 1–43.
- LAKON, G. (1948): The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. – *Plant Physiol.* 24: 389–394.
- LANDE, R. (1988): Genetics and Demography in Biological Conservation. – *Science* 241: 1455–1460.
- LAUTERBACH, D. (2013): Ex situ-Kulturen gefährdeter Wildpflanzen – Populationsgenetische Aspekte und Empfehlungen für Besammlungen, Kultivierung und Wiederausbringung. – *ANLIEGEN NATUR* 35: 32–39.
- LEIMU, R., MUTIKAINEN, P., KORICHEVA, J. & FISCHER, M. (2006): How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? – *J. Ecol.* 94: 942–952.
- LI, D. Z. & PRITCHARD, H. W. (2009): The science and economics of ex situ plant conservation. – *Trends in Plant Sci.* 14: 614–621.
- LININGTON, S. H. & PRITCHARD, H. W. (2001): Gene Banks. In: LEVIN, S. A. (Hrsg.): *Encyclopedia of Biodiversity*. – Academic Pr.: 5504 pp, San Diego.
- LYNCH, M., CONERY, J. & BÜRGER, R. (1995): Mutation accumulation and the extinction of small populations. – *Am. Nat.* 146: 489–518.
- MATTHIES, D., BRAUER, I., MAIBOM, W. & TSCHARNTKE, T. (2004): Population size and the risk of local extinction: empirical evidence from rare plants. – *Oikos* 105: 481–488.
- OUBORG, N. J., VANTREUREN, R. & VANDAMME, J. M. M. (1991): The Significance of Genetic Erosion in the Process of Extinction. 2. Morphological Variation and Fitness Components in Populations of Varying Size of *Salvia-pratensis* L and *Scabiosa-columbaria* L. – *Oecologia* 86: 359–367.

- POSCHLOD, P. (2014): Kulturlandschaft, Landnutzungswandel und Vielfalt – Mechanismen und Prozesse der Entstehung und Entwicklung unserer Kulturlandschaft und die Notwendigkeit einer Genbank für Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft (WEL). – In: POSCHLOD, P. et al.: Handbuch Genbank WEL, Hoppea, Sonderband: 7–40.
- POSCHLOD, P. et al. (2014): Handbuch Genbank WEL, Hoppea, Sonderband: 1–333.
- POSCHLOD, P. (2015): Geschichte der Kulturlandschaft. – Ulmer: 272 S., Stuttgart.
- PROBERT, R. J., DAWS, M. I. & HAY, F. R. (2009): Ecological correlates of ex situ seed longevity: a comparative study on 195 species. – *Ann. Bot.* 104: 57–69.
- PUCHALSKI, J. (2004): International programmes for seed preservation of European native plants. – *Biuletyn Ogródów Bot. Muz. i Zbiorów* 13: 11–18.
- RAUSCHERT, T., BENKERT, D., HEMPEL, W. & JESCHKE, L. (1978): Liste der in der DDR erloschenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen. – Kulturbund DDR, ZFA Botanik: 56 S., Berlin.
- SCHUEYERER, M. & AHLMER, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 165, Augsburg.
- SCHOEN, D. J. & BROWN, A. H. D. (2001): The conservation of wild plant species in seed banks. – *BioScience* 51: 960–966.
- StMUGV (2008): Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern. – 16 S., München.
- SUKOPP, H. (1974): „Rote Liste“ der in der Bundesrepublik Deutschland gefährdeten Arten von Farn- und Blütenpflanzen. – *Natur und Landschaft* 49: 315–322.
- URL 1 (2015): www.genbank.ur.de.
- URL 2 (2015): www.genbank.ur.de/docs/gba_sammelflyer_klein.pdf.
- URBAN, R. & MAYER, A. (2008): Floristische und vegetationskundliche Besonderheiten aus den Bayerischen Alpen. Funde im Rahmen der Alpenbiotopkartierung Teil 3. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 78: 103–128.
- VERTUCCI, C. W. & FARRANT, J. M. (1995): Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIGEL, J. & GALILLI, G. (Hrsg.): *Seed development and Germination*. – Dekker: 237–271, New York.
- WALTERS, C., WHEELER, L. & STANWOOD, P. C. (2004): Longevity of cryogenically stored seeds. – *Cryobiol.* 48: 229–244.
- WHITE, P. S. (1996): In search of the conservation garden. – *Public Garden* 11: 11–13.
- WOSCHÉE, R. (2009): Prioritätenliste für den botanischen Artenschutz in Bayern. – Gutachten i. A. des Bayer. LfU: 73 S., Augsburg; www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprogramm_botanik/prioritaetensetzung.
- ZAHLHEIMER, W. A. (2009): Artenschutz- und -stützmaßnahmen in Niederbayern: Florenvielfalt am finanziellen Tropf. – Naturschutz- und Botanik-Tagung 2009/Naturschutz in Niederbayern 6: 92–113.
- ZEHM, A. & WEBER, G. (2013): Umsetzung eines landesweiten floristischen Artenhilfsprogramms – Konzepte und Erfahrungen. – *ANLIEGEN Natur* 35: 40–54; www.anl.bayern.de/publikationen.

Autorin und Autoren



Simone Tausch,
Jahrgang 1983,



Martin Leipold,
Jahrgang 1982,

haben nach einem Studium der Biologie (Botanik und Zoologie) an der Universität Regensburg im Jahr 2009 den Aufbau und die Koordination der Genbank Bayern Arche übernommen. Zeitgleich fertigen beide eine Dissertationsschrift an der Universität Regensburg an. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind Samensammlung, Samenqualitätsuntersuchungen, Geoinformationssysteme, GNSS, Keimungsökologie, Samenmorphologie, Phylogeographie und die Populationsgenetik seltener Pflanzenarten.

Prof. Dr. Christoph Reisch & Prof. Dr. Peter Poschlod

leiten das Projekt Genbank Bayern Arche. Sie vertreten die Fächer Botanik beziehungsweise Ökologie und Naturschutzbiologie in Forschung und Lehre an der Universität Regensburg.

Universität Regensburg
Institut für Botanik
93040 Regensburg
genbank@ur.de

Zitiervorschlag

TAUSCH, S., LEIPOLD, M., REISCH, C. & POSCHLOD, P. (2015): Genbank Bayern Arche – ein Beitrag zum dauerhaften Schutz gefährdeter Pflanzenarten in Bayern. – *ANLIEGEN Natur* 37(1): 82–91, Laufen; www.anl.bayern.de/publikationen.

Impressum

ANLIEGEN NATUR

Zeitschrift für Naturschutz
und angewandte
Landschaftsökologie
Heft 37(1), 2015
ISSN 1864-0729
ISBN 978-3-944219-14-1

Die Publikation ist Fachzeitschrift und Diskussionsforum für den Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz und die im Natur- und Umweltschutz Aktiven in Bayern. Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Verfasserinnen und Verfasser verantwortlich. Die mit Verfassernamen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers, der Naturschutzverwaltung oder der Schriftleitung wieder.

Herausgeber und Verlag

Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege (ANL)

Seethalerstraße 6
83410 Laufen an der Salzach
poststelle@anl.bayern.de
www.anl.bayern.de

Schriftleitung und Redaktion

Dr. Andreas Zehm (ANL)
Telefon: +49 8682 8963-53
Telefax: +49 8682 8963-16
andreas.zehm@anl.bayern.de

Bearbeitung: Dr. Andreas Zehm (AZ), Lotte Fabsicz,
Paul-Bastian Nagel (PBN)
Mark Sixsmith und Sara Crockett
(englische Textpassagen)

Fotos: Quellen siehe Bildunterschriften
Satz und Bildbearbeitung: Hans Bleicher sowie
Johann Feil (Artikel Arnika)

Druck: Kössinger AG, 84069 Schierling
Stand: Mai 2015

© Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
Alle Rechte vorbehalten
Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informa-

tionsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – ist die Angabe der Quelle notwendig und die Übersendung eines Belegexemplars erbeten. Alle Teile des Werkes sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Der Inhalt wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.

Erscheinungsweise

Zweimal jährlich

Bezug

Bestellungen der gedruckten Ausgabe sind über www.bestellen.bayern.de möglich.

Die Zeitschrift ist digital als pdf-Datei kostenfrei zu beziehen. Das vollständige Heft ist über den Bestellshop der Bayerischen Staatsregierung unter www.bestellen.bayern.de erhältlich. Alle Beiträge sind auf der Seite der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) digital als pdf-Dateien unter www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen abrufbar.

Zusendungen und Mitteilungen

Die Schriftleitung freut sich über Manuskripte, Rezensionsexemplare, Pressemitteilungen, Veranstaltungsankündigungen und -berichte sowie weiteres Informationsmaterial. Für unverlangt eingereichtes Material wird keine Haftung übernommen und es besteht kein Anspruch auf Rücksendung oder Publikation. Wertsendungen (und analoges Bildmaterial) bitte nur nach vorheriger Absprache mit der Schriftleitung schicken.

Beabsichtigen Sie einen längeren Beitrag zu veröffentlichen, bitten wir Sie mit der Schriftleitung Kontakt aufzunehmen. Hierzu weisen wir auf die Richtlinien für Autoren, in welchen Sie auch Hinweise zum Urheberrecht finden.

Verlagsrecht

Das Werk einschließlich aller seiner Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der ANL unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.