

ELKE ZIPPEL

Steppenpflanzen in Saatgutbanken – der Beitrag der Dahlemer Saatgutbank (Dahlem Seed Bank) und der Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL) zum Erhalt der pflanzlichen Biodiversität der Europäischen Steppen

Pflanzenarten aus Steppenregionen können aufgrund der Austrocknungsresistenz ihrer Samen hervorragend über lange Zeiträume *ex situ* in Saatgutbanken erhalten werden, ohne dass sie ihre Keimfähigkeit verlieren. In Saatgut- oder Genbanken werden fachgerecht gereinigte und getrocknete Samen bei mind. -20 °C dauergelagert und behalten so für Jahre oder Jahrzehnte ihre Keimfähigkeit. Gen- oder Saatgutbanken allein können nicht den Verlust der Biodiversität verlangsamen oder gar aufhalten. Oberste Priorität muss der Artenschutz *in situ* behalten. Genbanken sind jedoch inzwischen ein unverzichtbares und kostengünstiges Mittel, um den Verlust genetischer Vielfalt zu reduzieren und der Gefahr der endgültigen Ausrottung von Arten nachhaltig entgegenzuwirken. In Deutschland haben inzwischen verschiedene Botanische Gärten Saatgutbanken aufgebaut. 1995 wurde die Dahlemer Saatgutbank des Botanischen Gartens Berlin-Dahlem und 2003 die Loki-Schmidt-Genbank des Botanischen Gartens Osnabrück gegründet, die sich 2009 mit den Saatgutbanken der Botanischen Gärten Karlsruhe und Regensburg sowie der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe in der „Genbank für Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft“ (WEL) vernetzt haben. Dieses Projekt wurde bis Ende 2013 vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Verbraucherschutz gefördert. Zudem arbeitet der Botanische Garten Berlin-Dahlem eng mit anderen Saatgutbanken für Wildpflanzen im European Native Seed Conservation Network (ENSCONET) zusammen. Im Folgenden werden die Sammelmethoden und Arbeitstechniken für Saatgutbanken für Wildpflanzen vorgestellt und erläutert und ferner die bestehenden Sammlungen der wichtigsten Wildpflanzen-Saatgutbanken in Deutschland in Hinblick auf Arten der Steppenlebensräume Europas analysiert.

Zusammenfassung

Steppe plant species in seed banks – the contribution of the Dahlem Seed Bank and the “Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL)” to the conservation of plant biodiversity in European steppe habitats

Seeds of most plant species living in steppes are resistant to drought. Due to this nature, it is possible to conserve seeds *ex situ* in seedbanks without loss of their viability. The professionally cleaned and dried seeds are stored in a seedbank at least at -20 °C for many years or decades. Of course, it is not possible to decelerate or even to stop the loss of biodiversity just with seed banking. Species conservation *in situ* must have first priority. But today, seed banking is indispensably and cost-efficiently to reduce the loss of genetic diversity as well as to work against the final extinction of species.

Abstract

There are a couple of seed banks for wild plants in Germany. The seed bank at the Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem was founded in 1995 and is member of ENSCONET (European Native Seed Conservation Network) and the “Genbank für Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft, WEL” (Seedbank for wild crops relatives). To the WEL-network belong further the Botanical Gardens Karlsruhe, Osnabrück (with its Loki-Schmidt-Genbank, founded 2003), and Regensburg, as well as the Pädagogische Hochschule Karlsruhe. The paper highlights shortly the collection and curation methods of the *ex situ*-seed conservation of plants as well as the existing collections of steppe plants in German seed banks.

Ex situ-Maßnahmen, wie die Einlagerung von Saatgut in Genbanken und die Anlage von Erhaltungskulturen in Botanischen Gärten, gewinnen angesichts des dramatischen Rückgangs der Artenvielfalt und des Verlustes genetischer Diversität auch bei wildlebenden Pflanzenarten zunehmend an Bedeutung. Die international geführten Diskussionen über *ex situ*-Aktivitäten der Botanischen Gärten nahmen bereits 1975 mit der Conference on Threatened Plants ihren Anfang, wurden u. a. 1985 auf dem 1st International Botanic Gardens Conservation Congress in Las Palmas de Gran Canaria, 1989 mit der Botanic Gardens Conservation Strategy und 1999 mit der Gran Canaria Declaration fortgeführt und mündeten schließlich 2002 in die Formulierung der GSPC (Global Strategy for Plant Conservation). *Ex situ*-Maßnahmen für gefährdete Arten sind damit auch für Deutschland völkerrechtlich

1 Einleitung

verbindliche Pflicht geworden. Trotzdem sind *ex situ*-Maßnahmen für Wildpflanzen in Deutschland aber erst in den vergangenen Jahren verstärkt in den Fokus der Akteure im Natur- und Artenschutz gekommen. Zwar veröffentlichte SCHULTZE-MOTEL (1970) bereits vor über vierzig Jahren erste Überlegungen zur Rolle der Botanischen Gärten im Artenschutz, Loki Schmidt forderte 1981 dazu auf, für Wildpflanzen *ex situ*-Maßnahmen durchzuführen und HURKA (1994) startete einen Aufruf, ein dezentrales Netzwerk von Genbanken für Wildpflanzen in Botanischen Gärten aufzubauen. Aber erst mit der Gründung verschiedener Genbanken für Wildpflanzen in Deutschland (1987 Brassicaceen-Genbank und 2003 Loki-Schmidt-Genbank am Botanischen Garten Osnabrück, 1992 Samenbank Thüringer Wildpflanzen am Botanischen Garten Jena, 1995 Dahlemer Saatgutbank für Wildpflanzen am Botanischen Garten Berlin-Dahlem, DSB) und der Gründung des Arbeitskreises „Erhaltungskulturen“ des Verbandes der Botanischen Gärten 2004 (<http://www.ex-situ-erhaltung.de/>) wurde an die bereits weltweit bestehenden Aktivitäten angeknüpft. Inzwischen gibt es in Deutschland vier Botanische Gärten (Berlin, Karlsruhe, Osnabrück und Regensburg), die aktive Genbanken führen und seit 2009 zusammen mit der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe in dem Projekt „Genbank für Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft“ (www.genbank-wel.de) ein dezentrales Saatgutbank-Netzwerk für Wildpflanzen, die in Landwirtschaft und Ernährung von Bedeutung sind, aufbauen. Die Dahlemer Saatgutbank ist Mitglied des Netzwerkes europäischer Wildpflanzen-Saatgutbanken ENSCONET (European Native Seed Conservation Network) und arbeitet wie die Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL) nach dessen Richtlinien und Empfehlungen (ENSCONET 2009a, ENSCONET 2009b).

Saatgutbanken für Wildpflanzen, in denen fachgerecht gereinigte und auf 3–8 % Restfeuchte getrocknete Samen unter Tiefkühlbedingungen am Leben gehalten werden, können nicht der vielfältigen Pflanzenwelt eines Habitats als „Ersatzlebensraum“ dienen. In Saatgutbanken wird der genetische Austausch der Individuen und damit die ständige Anpassung der Arten an wechselnde Umweltfaktoren unterbunden und damit die Evolution „eingefroren“. Saatgutbanken für Wildpflanzen allein können nicht den Verlust der Biodiversität verlangsamen oder gar aufhalten. Oberste Priorität muss der Artenschutz *in situ* behalten. Saatgutbanken sind inzwischen jedoch ein unverzichtbares Mittel geworden, um den Verlust genetischer Vielfalt zu reduzieren und der Gefahr der endgültigen Ausrottung von Arten nachhaltig entgegenzuwirken. Verglichen mit anderen *ex situ*-Methoden sind Saatgutbanken die einzige Möglichkeit, lebendes Pflanzenmaterial in hoher genetischer Vielfalt auf kleinem Raum und kostengünstig auf Dauer zu lagern und zu erhalten.

2

Saatgutbanken – Zusammenfassung der ENSCONET- Grundlagen und Methoden

Nicht alle Pflanzensamen eignen sich in gleichem Maße für eine Langzeitlagerung unter den trockenen tiefkühlen Bedingungen einer Saatgutbank, in der die Stoffwechselprozesse und damit die Alterung der Samen auf ein Minimum reduziert werden. Für die Langzeitlagerung geeignete Samen müssen in hohem Maße austrocknungsresistent („orthodox“) sein. Dies trifft in der Regel auf Samen von Arten trocken-warmer und/oder wechselfeuchter Standorte zu. Die Samen von Steppenrasenarten eignen sich aufgrund ihrer hohen Austrocknungsresistenz in hohem Maße für die Einlagerung in Saatgutbanken.

Pflanzen feuchter oder nasser Standorte haben zuweilen Samen, die nicht austrocknungsresistent („recalcitrant“) sind (s. Überblick MSBP Technical Information Sheets, http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/info_sheets.htm) und von den Samen einiger hochalpiner Arten ist bekannt, dass sie unter den Bedingungen in einer Saatgutbank vergleichsweise kurzlebig sind (MONDONI 2011).

Ziel der Sammlung von Pflanzensamen für die Einlagerung in eine Saatgutbank ist die genetisch repräsentative Abbildung der Art bzw. der Population in der eingelagerten Akzession mit keinem oder minimalen Verlust während der Arbeitsschritte von der Sammlung bis zur Einlagerung (s. Abb. 1, ENSCONET 2009a, 2009b).

Im Optimalfall ist die infraspezifische genetische Diversität der Art bekannt, so dass im Gelände gezielt bestimmte, genetisch repräsentative Populationen besammelt werden können. In den meisten Fällen ist dieses nicht der Fall, so dass die Sammlung von Samen über die gesamte geographische und ökologische Amplitude der Art erfolgen sollte. Nach NEEL & CUMMINGS (2003) werden mit dem Saatgut von 5 Populationen durchschnittlich 67–68 % der Allele der Art erfasst.

Für die Anzahl der zu besammelnden Populationen einer Art gibt es unterschiedliche Empfehlungen. FALK & HOLSINGER (1991) empfehlen die Besammlung von mind. fünf Populationen aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Art, GUERRANT et al. (2004) hingegen 50 Populationen.

Um die genetische Variabilität innerhalb einer Population zu erfassen, wird nach ENSCONET-Richtlinien (ENSCONET 2009a) nach dem Zufallsprinzip oder entlang eines Transektes von mindes-

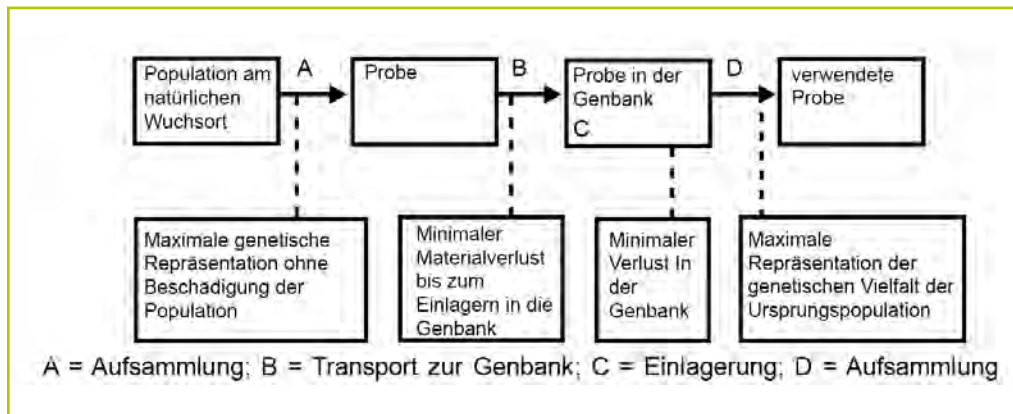


Abb. 1:
Zusammenfassung der wichtigsten Schritte für das Sammeln von Samen einer bestimmten Pflanzenpopulation unter Berücksichtigung genetischer Aspekte. Aus ENSCO-NET (2009a).

tens 50, besser 300 Pflanzen einer Population Saatgut entnommen. Die Erntemenge umfasst nach Möglichkeit 5000 Korn, 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 (s. a. <http://www.ex-situ-erhaltung.de/prioritaetskonzept/>).

Die Samen werden nach Möglichkeit zum Zeitpunkt der natürlichen Ausbreitung gesammelt, um ausgereiftes, keimungsfähiges und lagerfähiges Saatgut zu erhalten, und bereits am Fundort auf Schädlingsbefall hin kontrolliert (v. a. die Früchte vieler Asteraceae und Fabaceae weisen oft einen hohen Schädlingsbefall auf). Die Erntetechnik ist artabhängig, meistens werden die Früchte mit einer Gartenschere von den Fruchtständen abgeschnitten oder von Hand gepflückt oder abgestreift. Trockene Früchte werden in Papiertüten oder Baumwollbeutel gefüllt, fleischige Früchte in Plastikdosen oder Plastikbeuten aufbewahrt. Ist bei dem Material eine Nachreife erforderlich, wird es im Labor oder an einem vor Fraß geschützten Ort im Freiland ausgelegt. Die Samen fleischiger Früchte werden sofort gereinigt, bevor das Fruchtfleisch vergärt oder verschimmelt. Vollständig ausgereifte und lufttrockene Früchte werden in einer Trockenkammer bei 15 % rel. Luftfeuchtigkeit und 15 °C getrocknet und bis zur Aufreinigung und Abfüllung dort aufbewahrt.

Von besonderer Bedeutung ist die genaue und ausführliche Dokumentation der Aufsammlung. Neben der Entnahme eines vollständigen Herbarbeleges zur späteren Validierung werden die Parameter des Fundortes (die geographischen Daten) und des Standortes (die ökologischen Daten) sowie umfassende Angaben zur Situation der Population erfasst. Eine objektive, nach Jahrzehnten noch nachvollziehbare Dokumentation von Fundort und Standort ermöglicht den bestmöglichen Nutzen der Samen und die Bearbeitung vielfältiger wissenschaftlicher Fragestellungen.

Die Aufreinigung kann maschinell oder manuell erfolgen. Aufgrund der kleinen, z. T. kleinsten Saatgutmengen und der heterogenen Samengrößen auch in einer Population erfolgt in Genbanken für Wildpflanzen die Reinigung des Saatgutes überwiegend manuell. Nach dem Erheben verschiedener Daten (z. B. Restfeuchte des Samens, Tausendkorngewicht, Erntemenge) wird das Saatgut trocken und luftdicht in geeignete Gefäße gefüllt und unter Tiefkühlbedingungen aufbewahrt. Regelmäßige Keimungstests geben über die Vitalität des Saatgutes Auskunft.

Um den Anteil an Arten der Steppen- und (Halb-)trockenrasen und kontinentalen Arten aus Mitteleuropa in den Saatgutbanken für Wildpflanzen in Deutschland zu erfassen, wurde eine kleine Analyse der Datenbestände auf Grundlage der Ellenberg'schen Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 1992) durchgeführt. Folgende Arten wurden als Gruppen zusammengefasst: **1)** (sub-)kontinentale Arten der Halbtrockenrasen, Trocken- und Steppenrasen als Arten mit einer Kontinentalitätszahl von mindestens 5 (d. h. bezüglich der Kontinentalität mindestens intermediäre sowie subkontinentale, kontinentale und eukontinentale Arten) und einer Feuchtezahl von max. 3, also Starkrocknis- und Trockniszeiger; **2)** (sub-)atlantische Trockenrasenarten als Arten mit einer Kontinentalitätszahl von maximal 4 (d. h. bezüglich der Kontinentalität subozeanische, ozeanische und euozeanische Arten) und einer Feuchtezahl von 1-3 wie 1) sowie **3)** (sub-)kontinentale Arten frischer Standorte als Arten mit einer Kontinentalitätszahl von mindestens 5 (d. h. bezüglich der Kontinentalität wie 1) und keiner oder einer Feuchtezahl ab 4.

3 Steppenpflanzenarten in der Dahlemer Saatgutbank (Dahlem Seed Bank, DSB) und der Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL)

Die nach den ENSCONET-Richtlinien dokumentierten Bestände der Dahlemer Saatgutbank wurden zudem noch auf die Herkunftshabitate hin analysiert. Die Klassifizierung der Habitate in der Datenbank der DSB erfolgt nach der Habitatcodierung des EUNIS-Systems (<http://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp>).

3.1 Dahlemer Saatgutbank (DSB)

Die Dahlemer Saatgutbank hat derzeit einen Bestand von über 4400 Akzessionen von 3923 Taxa (Arten und Unterarten) aus 808 Gattungen und 118 Familien. Geographische Schwerpunkte der DSB sind Mitteleuropa und die östliche Mediterraneis. In die vorliegende Analyse wurden lediglich die Akzessionen aus Mitteleuropa (Polen, Deutschland, Luxemburg, Schweiz, Österreich, Südtirol (Italien), Tschechien, Slowakei) ohne die Dahlemer Bestände der Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung WEL (s. u.) einbezogen.

(Sub-)kontinentale (Halb-)trocken- und Steppenrasenarten sind mit derzeit 70 Arten (11 % des Bestandes) in insgesamt 144 (12 %) Akzessionen und (sub-)atlantische Trockenrasenarten mit 60 (9 %) Arten in 132 (10 %) Akzessionen (s. Abb. 2) vertreten. Unter den besammelten Arten sind zahlreiche naturschutzfachlich bedeutsame und gefährdete und/oder seltene Arten wie *Adonis vernalis*, *Astragalus danicus*, *Astragalus exscapus*, *Campanula sibirica*, *Koeleria*-Arten, *Pseudolysimachion spicatum*, *Pulsatilla pratensis*, *Pulsatilla vernalis* und *Silene otites*. Ein weitaus größerer Anteil der (sub-)kontinentalen Arten Mitteleuropas in der DSB sind Arten der frischen und feuchten Standorte (154 [23 %] Arten in 299 (24 %) Akzessionen).

Erwartungsgemäß wurde der überwiegende Anteil der kontinentalen Trockenrasenarten mit rund 60 % in basenreichen trockenen Rasengesellschaften gesammelt. Etwa 60 % der Akzessionen die-

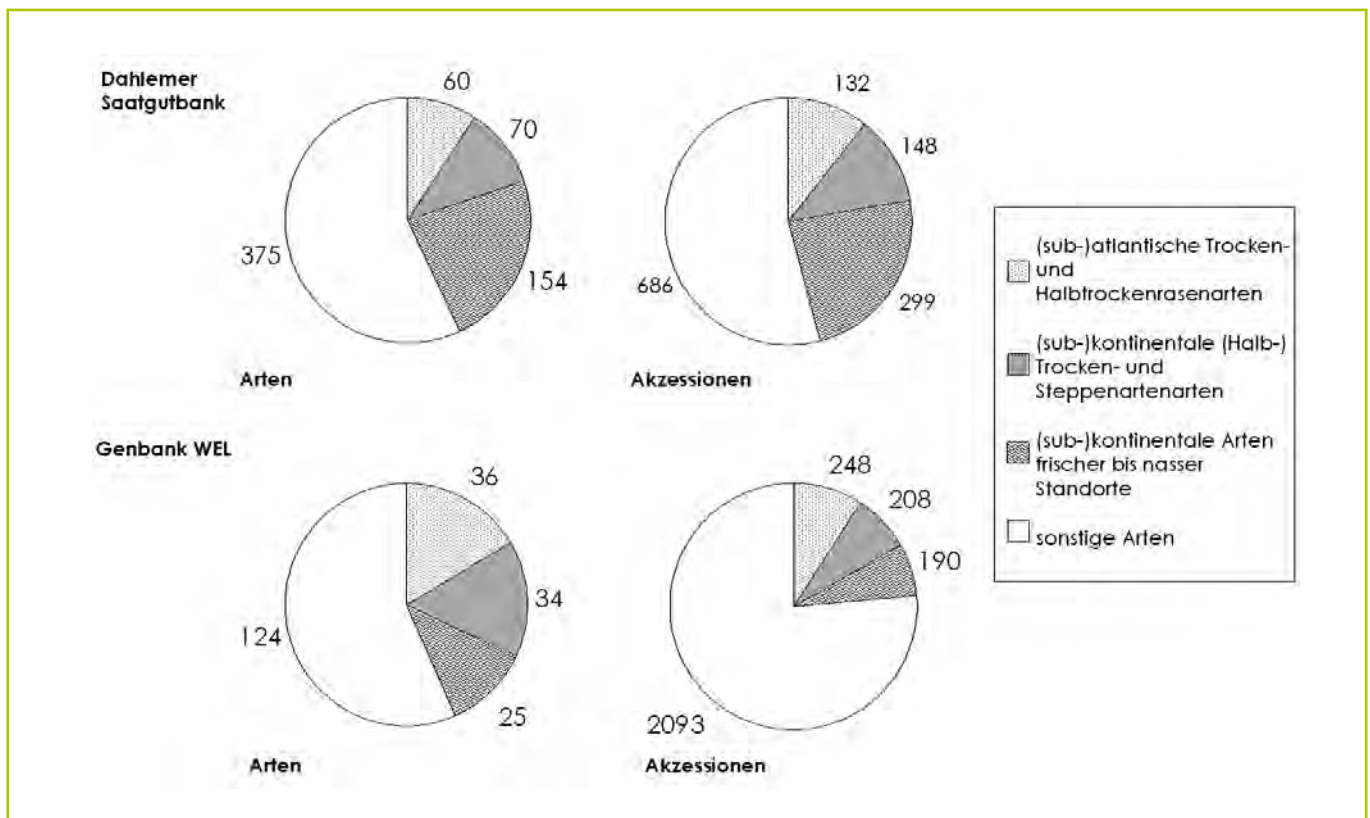


Abb. 2:

Bestand der Dahlemer Saatgutbank:

- Anzahl der kontinentalen Trockenrasen- und Steppenrasenarten sowie weiterer Artengruppen in der Dahlemer Saatgutbank und
- Anzahl der Akzessionen der gleichen Gruppen; Bestand der Genbank für Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft:
- Anzahl der kontinentalen Trockenrasen- und Steppenrasenarten sowie weiterer Artengruppen in der Dahlemer Saatgutbank und
- Anzahl der Akzessionen der gleichen Gruppen (Stand der Datenbanken Juni 2012).

ser Gruppe stammen von Standorten auf basischen Sanden und weitere 24 % von neutralen bis (oberflächlich) versauerten Sandmagerrasen, die restlichen Akzessionen von Ruderalstandorten und verschiedenen anderen Habitaten. Ein großer Anteil der Akzessionen der (sub-)atlantischen Trockenrasenarten (rund 35 %) stammt von Silikatmagerrasen mit mehr oder weniger geschlossener Narbe, ein weiterer Teil (20 %) wurde an Wald- und Gebüschsäumen, in Heiden und lichten Wäldern gesammelt. Der Rest der Akzessionen stammt aus verschiedenen Habitaten wie Ruderalflächen, Weg- und Ackerrändern.

Geographische Schwerpunkte der Aufsammlungen der Steppenrasen- und Trockenrasenakzessionen in der DSB sind die Untere Oderregion mit den Naturräumen Oberbarnim, Uckermark und Land Lebus, aus denen etwa 20 % der Akzessionen stammen, und das Havelland und der Teltow inkl. Berlin mit ebenfalls rund 20 % der Akzessionen. Weiterer geographischer Schwerpunkt ist das Saale-Unstrut-Gebiet im sächsisch-anhaltinischen Burgenlandkreis mit 11 % der Akzessionen. Die Aufsammlungen erfolgten wie die für die im nächsten Absatz behandelte Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL) auf verschiedenen geeigneten Flächen innerhalb der einzelnen Naturräume. Von keiner der besammelten, häufig naturschutzfachlich sehr wertvollen Steppen- und Trockenrasenflächen wurde bisher das vollständige Arteninventar in einer Saatgutbank eingelagert.

3.2 Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL)

Die Zielartenliste der Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL) umfasst rund heimische 300 Arten, die für Landwirtschaft und Ernährung von Bedeutung sind. Derzeit (Stand Oktober 2012) werden in der Genbank WEL von 219 mitteleuropäischen Arten 2739 Akzessionen gelagert. Der Bestand umfasst 34 Arten der kontinentalen (Halb-)Trocken- und Steppenrasen in insgesamt 208 Akzessionen, das sind 16 % des Gesamtartenbestandes und 8 % der Akzessionen (s. Abb. 2). (Sub-)atlantische Trockenrasenarten mit 36 (16 %) Arten in 248 (9 %) Akzessionen vertreten. (Sub-)kontinentale Arten von frischen bis feuchten Standorten sind mit 25 (11 %) Arten in 190 (7 %) Akzessionen in der WEL-Genbank eingelagert. Gemäß dem Ziel der Genbank, die Zielarten über das gesamte Bundesgebiet naturräumlich repräsentativ zu sammeln, liegt für die (Halb-)Trocken- und Steppenrasenarten bereits nach zwei Jahren Sammelaktivität eine hohe Anzahl von durchschnittlich 6,5 Akzessionen je Art vor.

Die Akzessionen stammen aus dem ganzen Bundesgebiet. Erwartungsgemäß liegt der geographische Schwerpunkt der Akzessionen der (sub-)kontinentalen Steppen- und Trockenrasenarten im östlichen Deutschland (Schwerpunkte: 20 % Havelland und Teltow, 15 % Untere Oderregion, 7 % Saale-Unstrut-Gebiet), während die Akzessionen der (sub-)atlantischen Trockenrasenarten aus dem gesamten Sammelgebiet stammen (Schwerpunkte: Südliche Frankenalb 15 %, Osnabrücker Hügelland 11 %, Saale-Unstrut-Gebiet 9 %, Havelland und Teltow 8 %).

Das Saatgut von (Halb-)Trockenrasen- und Steppenarten ist im Vergleich zu ihrem Anteil der Flora Mitteleuropas in einem hohen Maße in den deutschen Saatgutbanken für Wildpflanzen vertreten. Allerdings liegen für zahlreiche Arten nur eine oder zwei Akzessionen vor. Die Proben stammen aus verschiedenen Naturräumen. Nur wenige Naturräume, wie z. B. die subkontinentalen Steppenrasen des Odertals oder die Trockenbiotope des Saale-Unstrut-Gebietes, wurden bisher intensiver beprobt. Für eine nachhaltige Sicherung der in unserer Kulturlandschaft verbliebenen Steppen- und Trockenraseninseln reichen die bisher in den deutschen Genbanken eingelagerten Akzessionen nicht aus. In Zukunft sollte nach Möglichkeit das gesamte Artenspektrum der heute verbliebenen und zunehmend verinselten und kleinräumigen Trockenhabitats in Saatgutbanken aufgenommen und dieses bei Projektplanungen von vornherein berücksichtigt werden. Auf diese Weise können geographisch, ökologisch und genetisch repräsentative Sammlungen von Saatgut dieser naturschutzfachlich wertvollen Pflanzengesellschaften in Saatgutbanken für Wildpflanzen aufgebaut und mit der Sicherung und Bereitstellung des Materials für Artenschutz und Forschung wesentliche Beiträge zum Erhalt der pflanzlichen Biodiversität in Steppenlebensräumen geleistet werden.

Die Finanzierung des Projektes „Genbank für Wildpflanzen für Landwirtschaft und Ernährung (WEL)“ erfolgt durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Der Verein der Freunde des Botanischen Gartens und Botanischen Museums Berlin-Dahlem finanzierte die Bereinigung der Altdaten in der Datenbank der DSB. Beiden sei für die Unterstützung herzlich gedankt.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Danksagung

Literatur

- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* **18**, 2. Auflage.
- ENSCONET (2009a): ENSCONET Anleitung zum Sammeln von Wildpflanzensamen. ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species. Royal Botanic Gardens, Kew (UK) & Universidad Politécnica de Madrid (Spain). <http://ensconet.maich.gr/Download.htm>.
- (2009b): ENSCONET Protokolle und Empfehlungen für Saatgutbanken. Curation Protocols & Recommendations. Royal Botanic Gardens, Kew. <http://ensconet.maich.gr/Download.htm>.
- FALK, D. A. & HOLSINGER, K. E. (Hrsg.) (1991): *Genetics and Conservation of Rare Plants*: 225–237, Oxford.
- GUERRANT, E. O. JR., FIEDLER, P. L., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (2004): Appendix 1. Revised genetic sampling guidelines for conservation collections of rare and endangered plants. In: GUERRANT, E. O. JR., HAVENS, K. & MAUNDER, M. (Hrsg.): *Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild*: 419–442, Washington DC.
- HURKA H. (1994): Conservation genetics and the role of botanical gardens. In: LOESCHKE, V., TOMIUK, J. & JAIN, S. K. (Hrsg.): *Conservation Genetics*: 371–380, Basel.
- MONDONI, A., PROBERT, R. J., ROSSI, G., VEGINI, E., HAY, F. R. (2011): Seeds of alpine plants are short lived: implications for long-term conservation. *Annals of Botany* **107**:171–179.
- MSBP Technical Information Sheets. http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/info_sheets.html.
- NEEL, M. C. & CUMMINGS, M. P. (2003): Effectiveness of conservation targets in capturing genetic diversity. *Conservation Genetics* **17** (1): 219–229.
- SCHULTZE-MOTEL, W. (1970): Gedanken über zukünftige Aufgaben der botanischen Gärten. *Taxon* **19**: 55–58.

Anschrift der Autorin

Dr. Elke Zippel
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem
Königin-Luise-Str. 6–8
14195 Berlin
DEUTSCHLAND

E-Mail: e.zippel@bgbm.org