

Zur Situation von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis* – aktuelle Daten zu Populationsgröße, Demographie und Taxonomie

Henryk Baumbach und Horst K. M. Volkmann

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die aktuelle Bestandssituation (September 2006) von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis* (A. SCHULZ) ROTHM. sowie demografische und genetische Parameter der Population. Aus diesen Daten werden Empfehlungen für kurz-, mittel- und langfristige Schutz- und Pflegemaßnahmen zum Erhalt der Population abgeleitet. Zusätzlich wird die Taxonomie der Sippe im Kontext neuer molekulargenetischer Untersuchungen des gesamten mitteleuropäischen *Armeria maritima*-Komplexes diskutiert.

1 Einleitung

Die endemische Population von *A. maritima* ssp. *hornburgensis* auf dem Galgenberg bei Hornburg (Sachsen-Anhalt, Mansfelder Land) gehört zu den hochgradig gefährdeten Pflanzensippen. In einem vorangegangenen Beitrag der Autoren (BAUMBACH & VOLKMANN 2002) wurde die Entwicklung der Population von 1965 bis zum Jahr 2001 ausführlich dargestellt. Dieser Beitrag enthält auch eine detaillierte Standortbeschreibung sowie Aussagen zu den im Jahr 2001 erfolgten Pflegemaßnahmen auf dem Galgenberg.

Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, die aktuelle Situation der Population darzustellen und weitere Maßnahmen zu deren Erhalt anzuregen. Dazu wurde im Juli 2006 eine demografische Bestandsinventur durchgeführt und im September eine Zählung aller Individuen der Population vorgenommen. Zusätzlich wurde das Dimorphieverhältnis in der Population bestimmt. Im Rahmen der Dissertation des Erstautors wurde die genetische Differenzierung des mitteleuropäischen *Armeria maritima*-Komplexes untersucht. Darin einbezogen war auch die Population von *A. m.* ssp. *hornburgensis*, sodass aktuelle genetische Daten (Stand 2003) vorliegen, die vergleichende Aussagen zur genetischen Variabilität der Population sowie zur Taxonomie der Sippe ermöglichen.

2 Material und Methoden

Demographie

Eine demographische Erfassung von 114 zufällig ausgewählten Pflanzen wurde am 10.7.2006 durchgeführt. Dabei wurden für jede Pflanze die folgenden Parameter erhoben: Polsterdurchmesser, Anzahl der Rosetten je Polster, Länge des längsten Blattes, Anzahl knospender, fruchtender und blühender Schäfte sowie der Abstand zur nächsten Pflanze. Die Zählung aller Individuen der Population erfolgte am 12.9.2006. Zu diesem Zeitpunkt war ein reicher Blühaspekt ausgebildet, über 90 % der erfassten Polster standen in Blüte. Um eine doppelte Zählung einzelner Pflanzen zu vermeiden, wurden im Bereich der größten Subpopulation am NW-Hang mehrere Streifen von jeweils 10 × 2 m Größe markiert, in denen alle Individuen erfasst wurden. Analog wurde beim Sammeln der Blütenproben für die Bestimmung des Dimorphieverhältnisses vorgegangen.

Dimorphie

Zur Bestimmung des Griffeltyps wurden pro Pflanze 2-3 Einzelblüten entnommen, in einem Glycerol-Wasser-Gemisch (1:1) konserviert und kühl gelagert. Die mikroskopische Analyse wurde zeitnah (im Zeitraum von 1-3 Tagen) mit einem Olympus-Lichtmikroskop bei 100facher Vergrößerung durchgeführt.

Genetische Analyse

Neben der Population von *A. m.* ssp. *hornburgensis* wurden weitere zehn Populationen aus Mittel- und Nordostdeutschland untersucht (Tab. 4), davon drei Populationen der ssp. *halleri*, sechs der ssp. *elongata* sowie die ssp. *bottendorfensis*. Entsprechend der Fragestellung, die eine Beprobung von insgesamt 22 Populationen erforderte, musste die Stichprobengröße je Population auf 10 Pflanzen beschränkt werden. Dieser Stichprobenumfang ist zwar nur bedingt zur populationsgenetischen Untersuchung einzelner Populationen geeignet, erlaubt dafür aber weitergehende Aussagen zur Systematik und Taxonomie des gesamten *A. maritima*-Komplexes. Die Probenahme in der Hornburger Population erfolgte am 25.5.2003. Blattmaterial von jeweils zwei Pflanzen wurde im Kuppenbereich (Subpopulationen 2 und 3) entnommen, von den übrigen sechs am NW-Hang (Subpopulation 1).

Für die genetische Untersuchung wurde die AFLP-Analyse (amplified fragment length polymorphism; VOS et al. 1995), die zu den Techniken des DNA-Fingerprinting gehört, eingesetzt. Gegenüber anderen Methoden des genetischen Fingerabdrucks zeigt die AFLP-Analyse viele Vorteile und erfreut sich eines breiten Einsatzspektrums im Bereich der Taxonomie, der Populationsgenetik und Evolutionsbiologie, der molekularen Ökologie und der Pflanzenzüchtung. Als PCR gestützte Methode macht sie Untersuchungen mit wenig Materialeinsatz möglich, was von besonderem Interesse bei Untersuchungen von gefährdeten Arten ist. Wie die RAPD-Analyse (WILLIAMS et al. 1990) hat die AFLP-Methode den Nachteil, dass sie dominante Marker erzeugt, d. h. homozygot dominante (AA) und heterozygote (Aa) Merkmalszustände können visuell nicht unterschieden werden und müssen über die Annahme des Hardy-Weinberg-Gleichgewichtes ermittelt werden.

Die AFLP-Analyse wurde im Institut für Spezielle Botanik der FSU Jena durchgeführt, die technischen Details sind BAUMBACH (2005: 9-13) zu entnehmen. Als Parameter der genetischen Variabilität wurden der Heterozygotiegrad und der Anteil polymorpher Loci bestimmt. Als Maß für die Ähnlichkeit zwischen den untersuchten Individuen und Populationen wurden die genetischen Distanzen nach NEI (1972) berechnet. Für die Populationen erfolgte die Darstellung der Distanzen in Form einer Clusteranalyse (Software TFPGA, MILLER 1997), für die Individuen in Form einer Hauptkoordinatenanalyse (Software NTSYS, BIOSTATISTICS INC. 2002).

3 Ergebnisse

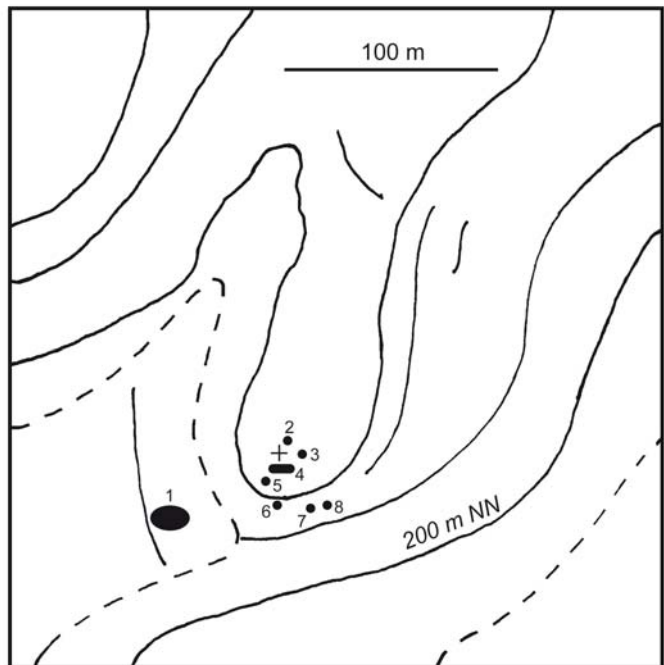
a) Bestandssituation

Die Population bestand in der Vegetationsperiode aus acht räumlich gut abgrenzbaren Subpopulationen mit insgesamt 383 Individuen auf einer Gesamtfläche von etwa 170 m² (Tab. 1, Abb. 1). Dies entspricht einem Zuwachs des Gesamtbestandes um 80 % seit der letzten Erhebung im Herbst 2001. Die größte Subpopulation (1) am West- und Nordwest-Hang (Abb. 5) bestand aus 207 Individuen und hat sich damit seit der letzten Erfassung (132 Pflanzen) deutlich vergrößert. Die übrigen Subpopulationen (2-8) liegen vom Vorkommen am NW-Hang ca. 60 m entfernt und konzentrieren sich auf die Galgenberg-Kuppe und ihre südliche Umgebung. Völlig neu etabliert haben sich vier Vorkommen (Subpopulationen 5-8) im Bereich des Südhanges, wo im Jahr 2001 überhaupt keine

Tab. 1: Bestandsentwicklung von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis* in den Jahren 1999 bis 2006. Die GPS-Koordinaten der Subpopulationen wurden erfasst und sind bei Bedarf bei den Autoren zu erfragen.

| Subpopulation | | 14.5.1999 | 1.7.2000 | 14.10.2001 | 12.9.2006 | |
|---------------|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| | | # Ind. | # Ind. | # Ind. | # Ind. | m ² |
| 1 | W- und NW-Abhang | 91 | 61 | 132 | 207 | 130 |
| 2 | Galgenbergkuppe | 5 | 26 | 27 | 3 | < 1 |
| 3 | Bereich östl. d. Kuppe | 4 | 16 | 8 | 1 | < 1 |
| 4 | Südhang, Weg | - | - | 49 | 73 | 10 |
| 5 | Südhang, Oberkante | - | - | - | 71 | 10 |
| 6 | Südhang, zw. Weg und Kiefer | - | - | - | 7 | < 5 |
| 7 | Südhang, westl. d. Kiefer | - | - | - | 16 | 8 |
| 8 | Südhang, östl. d. Kiefer | - | - | - | 5 | < 5 |
| Gesamt | | 100 | 103 | 216 | 383 | ca. 170 |

Pflanzen gefunden werden konnten. Einen deutlichen Zuwachs gab es auch am südlich der Galgenberg-Kuppe verlaufenden Trampelpfad (Subpopulation 4). Im Bereich der Galgenberg-Kuppe selbst (Subpopulation 2), wo sich noch vor etwa 10 Jahren das Hauptvorkommen der Population befand, ist hingegen ein anhaltender Rückgang festzustellen; hier konnten nur noch drei Pflanzen gefunden werden.

Abb. 1: Lage der Subpopulationen von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis* auf dem Galgenberg bei Hornburg.

Die sich östlich anschließende Subpopulation 3 im Bereich des FND-Schildes besteht nur noch aus einer Pflanze. Im Bereich des Kammweges, ca. 50 m nordöstlich der Galgenberg-Kuppe, konnten die zwei letzten, im August 2006 noch blühenden Pflanzen, im September nicht mehr aufgefunden werden.

Im gesamten Kuppenbereich sind mehr oder weniger starke Ruderalisierungserscheinungen festzustellen. Am Kammweg (Abb. 4), auf der ehemaligen Pferdekoppel (Ostflanke des Galgenbergs) und am FND-Schild (Subpopulation 3) dominieren stellenweise nitrophile Arten wie *Urtica dioica*, *Chenopodium album*, *Atriplex nitens* und *Cirsium arvense*. Im Bereich der gerodeten Schwarzkiefern zwischen Galgenberg-Kuppe und West-Hang dominiert die trockene Variante der Glatthaferflur (Abb. 5). Neuansiedlungen von *Armeria maritima* sind hier über die zwei bereits im Jahr 2002 vorhandenen Pflanzen hinaus nicht zu beobachten. Auch im Bereich des Südhangs ist ein Ausbreiten der Glatthaferflur in Richtung der Galgenberg-Kuppe festzustellen.

Im Bereich der Subpopulation 1 am West- und Nordwest-Hang ist verstärkter Aufwuchs von *Cerasus avium* aber auch von *Crataegus monogyna*, *Rosa* spec. und *Betula pendula* zu verzeichnen.

b) Demographie

Vegetative Parameter

Der mittlere Durchmesser der untersuchten Polster beträgt 6 cm, die mittlere Anzahl von Rosetten je Polster fünf, die mittlere Länge des längsten Blattes 7,6 cm und die mittlere Blütenschaftshöhe 12,4 cm. Als Maß für die Dichte der Pflanzen in der Population wurde der mittlere Abstand zur nächsten Nachbarpflanze bestimmt, er beträgt im Mittel 37 cm.

Altersstruktur

Von den 114 (100 %) untersuchten Pflanzen waren sechs (5,3 %) abgestorben, 71 (62,3 %) adult und 37 (32,5 %) juvenil, wobei in dieser Kategorie die Polster gezählt wurden, die aus maximal zwei Rosetten bestanden. Die Jungpflanzen wurden fast ausschließlich in offenen Bereichen und dort vor allem in *Cladonia*-Polstern gefunden. Offenbar stellen diese wirksame Schutzstellen für Keimung und Etablierung dar. Keimlinge konnten, wahrscheinlich aufgrund der seit Wochen anhaltenden warmen und trockenen Witterung, nicht beobachtet werden.

Die Verteilung der untersuchten Individuen auf definierte Größenklassen ist Tab. 2 zu entnehmen. Als Größenmaß wurde dabei die Anzahl der Rosetten je Polster verwendet, die mit dem Polsterdurchmesser stark positiv korreliert ist ($r_p = 0,823$, $p < 0,01$, zweiseitig). Eine direkte Altersbestimmung der Individuen (Zählung der Jahresringe im Wurzelquerschnitt) konnte nicht durchgeführt werden, da diese Methode die Zerstörung der Pflanze erfordert. Angewendet wurde deshalb eine Methode, mit der sich das Alter aus dem Polsterdurchmesser in recht guter Näherung bestimmen lässt (LEFEBVRE & CHANDLER-MORTIMER 1984). Die nach der vorgeschlagenen Formel $\text{Alter}[\text{a}] = 0,62 + 0,57 \times \text{Polsterdurchmesser}[\text{cm}]$ berechneten Werte sind ebenfalls in Tab. 2 angegeben und ermöglichen zumindest für die individuenreichen Größenklassen eine gute Orientierung. Danach sind 82 % der Pflanzen jünger als 5 ½ Jahre, also nach der Erfassung im Jahr 2001 neu hinzugekommen. Nur etwa 10 % der Pflanzen sind älter als 6 Jahre. Zwar sind diese Alterswerte nur eine grobe Näherung und damit mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren, sie stehen aber im Einklang mit den Individuenzahlen von 2001 und 2006 und belegen erneut die starke Dynamik der Population.

Generative Charakteristika

Zum Aufnahmezeitpunkt blühte von den 108 untersuchten lebenden Pflanzen nur eine (0,9 %). Vitale Knospen waren bei 18 Pflanzen (16,7 %) ausgebildet, bei zehn weiteren (9,3 %) waren die Knospenschäfte bereits vor dem Aufblühen vertrocknet. Fruchtstände waren nur bei vier Pflanzen (3,7 %) ausgebildet, allerdings konnten bei noch 40 Pflanzen (37 %) überwinterte Fruchtstände des Jahres 2005 beobachtet werden. Aus diesen Daten kann geschlossen werden, dass der Frühjahrs- und Frühsommeraspekt 2006 nahezu komplett ausgefallen ist und somit keine nennenswerte Diasporenproduktion stattgefunden hat. Ursache hierfür ist wahrscheinlich der vergleichsweise lange Winter, das darauf folgende kühle Frühjahr und der heiße und trockene Juni und Juli. Vereinzelt blühende Pflanzen konnten erst am 19.8.06 festgestellt werden. Zur Bestandserfassung am 12.9.06 blühten 359 von 383 nachgewiesenen Pflanzen (94 %). Somit dürften erste keimfähige Diasporen etwa Mitte September ausgebildet gewesen sein. Das heißt, dass für Keimung und Etablierung von Jungpflanzen nur noch wenige Wochen bis zum Ende der Vegetationsperiode zur Verfügung gestanden haben.

Tab. 2: Verteilung der Individuen auf Größenklassen und die daraus abgeleitete Alterstruktur der Population von *A. m. ssp. hornburgensis*. Abkürzungen: #: Anzahl, DM: Durchmesser.

| # Rosetten/Polster | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15-16 | 19-20 | > 20 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| # Polster | 37 | 23 | 16 | 12 | 8 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| % Polster | 34,3 | 21,3 | 14,8 | 11,1 | 7,4 | 2,8 | 3,7 | 1,9 | 1,9 | 0,9 |
| % kumuliert | 34,3 | 55,6 | 70,4 | 81,5 | 88,9 | 91,7 | 95,4 | 97,2 | 99,1 | 100 |
| mittlerer DM (cm) | 1,9 | 5,2 | 6,6 | 8,4 | 9,4 | 9,0 | 13,5 | 20,0 | 13,5 | 20,0 |
| Alter (geschätzt, Jahre) | 1,7 | 3,6 | 4,4 | 5,4 | 6,0 | 5,8 | 8,3 | 12,0 | 8,3 | 12,0 |

c) Dimorphie

Die einzige statistisch signifikante Verschiebung des Dimorphieverhältnisses, ein leichtes Überwiegen des A-Typs, wurde bei der Erfassung im September 2006 festgestellt (Tab. 3). Biologische Bedeutung dürften jedoch vor allem die Verschiebungen haben, die beobachtet werden können, wenn nur sehr wenige Pflanzen blühen. Hier ist es wahrscheinlich, dass aufgrund von Pollenlimitation nicht alle Pflanzen des in Überzahl auftretenden Griffeltyps fremdbestäubt werden können. Ob es in diesem Fall verstärkt zu Selbstbestäubung kommt, bedarf weiterhin der experimentellen Überprüfung.

Tab. 3: Dimorphieverhältnis in der Population von *A. m. ssp. hornburgensis* zu verschiedenen Erfassungszeitpunkten. Anzahl der untersuchten Pflanzen (N_{ges}), Anzahl Pflanzen Typ A (N_A), Anzahl Pflanzen Typ B (N_B), prozentualer Anteil Typ A (% A), prozentualer Anteil Typ B (% B), Verhältnis A/B (N_A/N_B) und χ^2 -Wert. Der kritische χ^2 -Wert ist 3,84 ($P < 0,05^*$). Die Werte für das Jahr 2002 sind BAUMBACH & VOLKMANN (2002) entnommen.

| Datum | N_{ges} | N_A | N_B | % A | % B | N_A/N_B | χ^2 | % d. blühenden Pflanzen besammelt |
|---------|-----------|-------|-------|-----|-----|-----------|----------|-----------------------------------|
| 12.6.02 | 6 | 1 | 5 | 17 | 83 | 0,20 | 2,67 | 100 |
| 3.7.02 | 13 | 5 | 8 | 38 | 62 | 0,63 | 0,69 | 100 |
| 23.8.02 | 84 | 44 | 40 | 52 | 48 | 1,10 | 0,19 | 40 |
| 25.5.03 | 5 | 4 | 1 | 80 | 20 | 4,00 | 1,80 | 100 |
| 1.8.03 | 20 | 10 | 10 | 50 | 50 | 1,00 | 0,00 | 100 |
| 12.9.06 | 172 | 99 | 73 | 58 | 42 | 1,36* | 3,93 | 48 |

d) Variabilitätsparameter

Die Parameter für die genetische Variabilität, Heterozygotiegrad und Anteil polymorpher Loci, waren bei der aktuellen Untersuchung (Tab. 4) geringer als im Jahr 1999 (BAUMBACH & VOLKMANN 2002). Allerdings kann dieser Effekt auf die geringere Stichprobengröße (10 vs. 30) zurückzuführen sein. Eine generelle positive Korrelation zwischen Populationsgröße und genetischen Variabilitätsparametern konnte bei den untersuchten mittel- und nordostdeutschen *Armeria maritima*-Populationen nicht gefunden werden. So haben deutlich größere Populati-

Tab. 4: Untersuchte *Armeria maritima*-Populationen Mittel- und Nordostdeutschlands und ihre genetischen Parameter Heterozygotie (%H) und Anteil polymorpher Loci (%pL). Habitattyp: HTR: Halbtrockenrasen, SMR: Schwermetallrasen. Die geschätzten Populationsgrößen (N_p) beziehen sich auf den Zeitpunkt der Besammlungen (leg.).

| Population | <i>Armeria maritima</i> ssp. | Habitat | Länge | Breite | m NN | N_p | %H | %pL | leg. (Monat/Jahr) |
|-----------------|------------------------------|------------|------------------|------------------|------------|-----------------|-------------|-------------|-------------------|
| Hiddensee | <i>elongata</i> | HTR | 13°06'43" | 54°34'14" | ≤ 75 | 50.000 | 14,5 | 42,0 | 8/2001 |
| Mönchgut | <i>elongata</i> | HTR | 13°39'09" | 54°17'46" | ≤ 55 | > 100.000 | 17,0 | 47,3 | 7/2002 |
| Usedom | <i>elongata</i> | HTR | 14°01'60" | 53°56'09" | 20 | 400-500 | 12,7 | 34,3 | 8/2001 |
| Eckertal | <i>halleri</i> | SMR | 10°38'22" | 51°52'47" | 280 | 200-300 | 11,4 | 33,8 | 8/2002 |
| Mansfeld | <i>halleri</i> | SMR | 11°27'33" | 51°35'30" | 260 | < 200 | 16,3 | 44,4 | 10/2002 |
| Saugrund | <i>halleri</i> | SMR | 11°30'05" | 51°30'47" | 205 | > 10.000 | 18,6 | 55,6 | 7/2002 |
| Friedrichsberg | <i>elongata</i> | HTR | 11°30'20" | 51°31'40" | 250 | 300-500 | 17,9 | 51,2 | 7/2002 |
| Hornburg | <i>hornburgensis</i> | SMR | 11°35'04" | 51°27'17" | 229 | < 250 | 15,2 | 44,9 | 5/2003 |
| Könnern | <i>elongata</i> | HTR | 11°45'09" | 51°39'56" | 107 | 200 | 15,0 | 41,5 | 7/2002 |
| Bottendorf | <i>bottendorffensis</i> | SMR | 11°24'38" | 51°18'48" | 205 | 2000 | 17,4 | 52,7 | 8/2002 |
| Freiberg | <i>elongata</i> | SMR | 13°20'01" | 50°53'18" | 470 | 150 | 21,4 | 57,5 | 6/2003 |

onen als die von *A. m.* ssp. *hornburgensis* (z. B. Usedom, Hiddensee) eine geringere genetische Variabilität, aber auch kleinere (z. B. Mansfeld, Freiberg) eine höhere genetische Variabilität.

e) Taxonomie

Die vorliegenden neueren Untersuchungen (BAUMBACH 2005) zur genetischen Differenzierung zeigen, dass der mitteleuropäische *Armeria maritima*-Komplex in eine alpine Gruppe (ssp. *alpina*) und in eine Tieflandsgruppe (*maritima* s. l.) zerfällt. Innerhalb der Tieflandsgruppe ist keine genetische Struktur erkennbar, die die klassische taxonomische Unterteilung in die Unterarten *maritima*, *elongata* und *halleri* erkennen lässt. Ebenso sind keine edaphischen Gruppen (Populationen von Schwermetallstandorten vs. Populationen von Nicht-Metallstandorten) differenzierbar. Vielmehr sind die einzelnen Populationen unabhängig von ihrem Standort genetisch stark differenziert. Darüber hinaus ist eine gewisse Differenzierung der Populationen in geographische Gruppen erkennbar.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass auch die ssp. *halleri* s. l. als typische Form der Schwermetallstandorte keine über ihr mitteleuropäisches Verbreitungsgebiet einheitlich zu charakterisierende Sippe ist. Vielmehr zeigt sich eine regionale Differenzierung in einen mittel- und ostdeutschen und einen belgisch-westdeutschen Schwarm. Die hier besonders interessierende Population von *A. maritima* ssp. *hornburgensis* findet sich in den verschiedenen Analysemethoden übereinstimmend im mittel- und nordostdeutschen *Armeria maritima* s. l.-Schwarm. Die Hauptkoordinatenanalyse (Abb. 2) suggeriert eine etwas isolierte Stellung in diesem Schwarm, die allerdings durch die Clusteranalyse (Abb. 3) statistisch nicht abgesichert ist. Ein eigener taxonomischer Rang in Form einer Art- oder Unterart ist mit diesen Ergebnissen somit nicht zu rechtfertigen. Gleiches gilt auch für die anderen Schwermetall-Lokalendemiten („*bottdorfensis*“, „*eifeliaca*“ und „*calaminaria*“). Allerdings erscheint auch deren Zuordnung

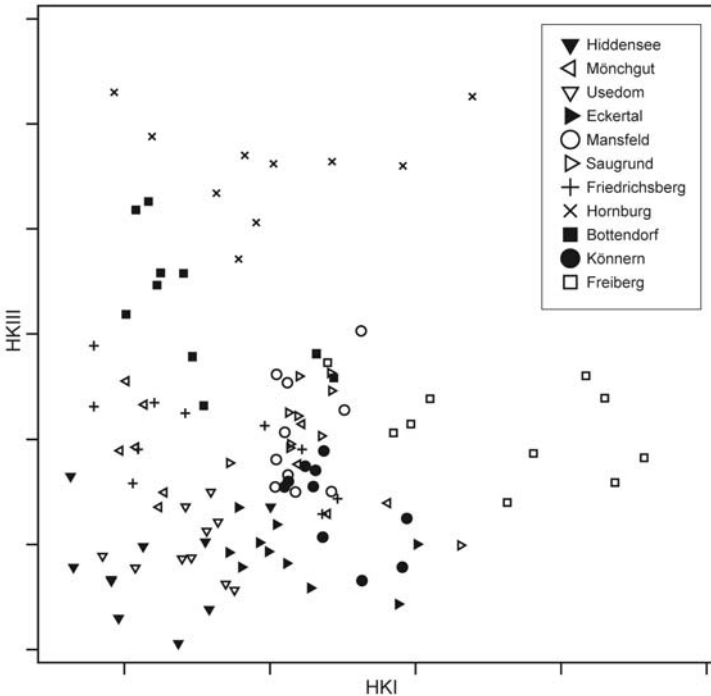
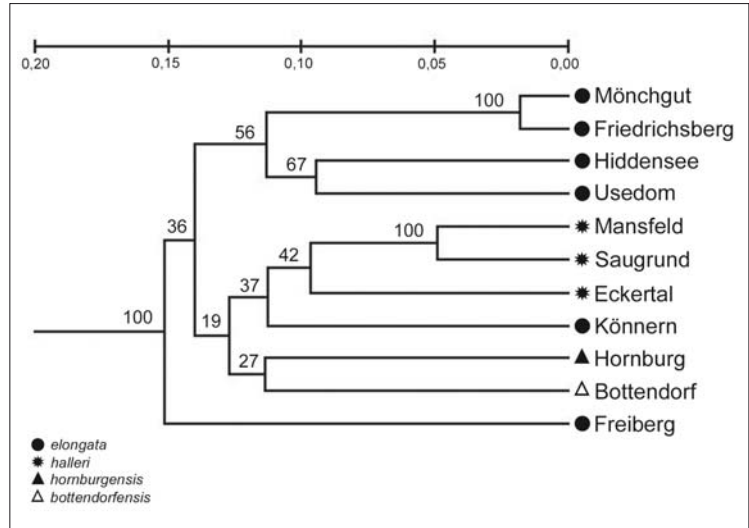


Abb. 2: Hauptkoordinatenanalyse der untersuchten *Armeria maritima*-Populationen Mittel- und Nordostdeutschlands.

Abb. 3: Auf den genetischen Distanzen (NEI 1972) zwischen den Mittel- und Nordostdeutschen *Armeria maritima*-Populationen basierendes UPGMA-Dendrogramm. Über den Ästen sind die Bootstrap-Werte (%) angegeben; Verzweigungen mit Werten unter 80 % sind nicht signifikant.



als Varietäten zu einer weitgefassten ssp. *halleri* s. l. (wie von WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998 vorgeschlagen) zweifelhaft, da diese Sippe selbst zwar ökologisch, aber nicht einheitlich morphologisch oder genetisch zu charakterisieren ist (s. o.). Zudem scheint der Ursprung der verschiedenen, derzeit zur ssp. *halleri* s. l. zusammengefassten Kleinformen metallhaltiger Standorte (einschließlich der Lokalendemiten), mehrfach unabhängig im Schwarm der subkontinentalen ssp. *elongata* zu liegen. Somit würde eine Behandlung der Metallformen als Varietäten der ssp. *elongata* wahrscheinlich besser die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse widerspiegeln.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Generelle Schutzwürdigkeit

Wie die aktuellen Untersuchungen erneut belegen, ist die Population von *A. m.* ssp. *hornburgensis* genetisch stark differenziert. Ein Verlust dieser Population würde zwangsläufig auch den unwiederbringlichen Verlust dieser lokalen Rasse mit ihrem einmaligen Genpool bedeuten. Dabei sollte der konkrete taxonomische Status, der noch immer zweifelhaft ist, für die Schutzwürdigkeit ohne Bedeutung sein, zumal alle Vertreter der Gattung *Armeria* WILLD. in Deutschland durch die Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV, Anhang 1) gesetzlich geschützt sind. Darüber hinaus ist das Galgenberg-Plateau ein primärer, das heißt nicht durch menschliche Tätigkeit entstandener Schwermetallstandort. Solche primären Schwermetallstandorte sind im außeralpinen Mitteleuropa sehr selten (ELLENBERG 1996, KÜSTER 1995) und in den meisten Regionen bereits im Mittelalter durch die bergbauliche Tätigkeit zerstört worden, sodass sich hier für Sachsen-Anhalt eine besondere Verantwortung für den Schutz dieser Standorte ergibt. Das Galgenberg-Plateau wurde im Oktober 2000 als FFH-Gebiet „Schwermetallrasen bei Hornburg“ (Gebietsnummer 4535-303, Lebensraumtyp 6130) vorgeschlagen.

Bestandssituation, weitere Gefährdungsursachen, Handlungsempfehlungen

Wie die Individuenzahlen zeigen, hat sich der Bestand der Population in den letzten 6 Jahren deutlich vergrößert. Die Fläche, die durch die Population eingenommen wird, hat sich jedoch nicht vergrößert und besteht im Wesentlichen aus zwei Kernbereichen, die ca. 60 m auseinander

liegen. Mit einer eventuellen weiteren Abnahme der räumlichen Ausdehnung erhöht sich die Gefahr, dass ein fundamentales Störereignis die ganze Population auslöschen könnte. Somit ist der Bestand trotz der erfreulichen Entwicklung der Individuenzahlen weiterhin als hochgradig gefährdet einzustufen.

Als hauptsächliche Gefährdungsursachen sind zu nennen:

- der andauernde Nutzungsdruck, vor allem im Bereich der Galgenbergkuppe,
- der Gehölzaufwuchs im Bereich der größten Subpopulation am West- und Nordwesthang,
- die Ausdehnung der Glatthaferflur im gerodeten Bereich zwischen Westhang und Kuppe sowie am Südhang des Galgenbergs,
- klimatische Extreme, die
 - a) zum Absterben von exponierten Polstern führen,
 - b) die Diasporenproduktion verringern und zusätzlich
 - c) pessimale Bedingungen für Keimung und Etablierung schaffen und damit die Bestandsverjüngung stark einschränken können,
- andere stochastische Ereignisse, die zum Auslöschen der Population führen können (z. B. Feuer).

Die bereits im Jahr 2002 getroffenen Aussagen zu notwendigen Pflege- und Schutzmaßnahmen sind grundsätzlich weiterhin gültig, sollen jedoch an dieser Stelle nochmals aufgegriffen und konkretisiert werden.

Zum Erhalt der Population werden folgende kurz- bis langfristige Maßnahmen vorgeschlagen, mit deren Umsetzung unverzüglich begonnen werden sollte:

Die Entfernung des Gehölzaufwuchses am Nordwest-Hang (Subpopulation 1) sollte möglichst **kurzfristig** erfolgen.

Mittelfristig sollte die sich ausbreitende Glatthaferflur zumindest im Bereich zwischen Westhang und Galgenbergkuppe zurückgedrängt werden. Ob dies durch Mahd (mit anschließender Entfernung der Biomasse), Schafbeweidung oder andere Maßnahmen am besten erreicht werden kann, kann durch die Autoren nicht abschließend beurteilt werden und sollte zuerst kleinflächig getestet werden. Gleiches gilt auch für die stark ruderalisierten Bereiche am Kammweg und östlich der Galgenbergkuppe, in denen durch Pflegemaßnahmen ein schneller Nährstoffentzug realisiert werden sollte.

Mittel- und langfristig sollte der potentielle Lebensraum für *A. m.* ssp. *hornburgensis* durch die Rodung weiterer Schwarzkiefern am Nordhang, östlich der Kuppe sowie im Bereich des Kammweges (beginnend im Südwesten) weiter vergrößert werden. Wie die demographischen Parameter zeigen, hat die Population Verjüngungspotential, das genutzt werden sollte.

Zudem sollte der Galgenberg wieder eindeutig als Naturdenkmal bzw. Geschützter Landschaftsbestandteil erkennbar sein. Dazu ist es notwendig, dass das entfernte Schild östlich der Galgenbergkuppe wieder aufgestellt wird. Wie bereits früher vorgeschlagen (BAUMBACH & VOLKMANN 2002), sollte auch noch einmal über die Aufstellung einer Informationstafel nachgedacht werden. Diese könnte an der Wegekreuzung zwischen dem Feldweg nach Holzzelle und dem Kammweg aufgebaut werden und sollte außer einem kurzen Text keine Bilder enthalten. Damit könnte umsichtiges Verhalten angeregt werden, ohne dass für den Pflanzenunkundigen klar ist, um welche Pflanzenart es sich handelt und wo genau sie zu finden ist.

Die Entwicklung des Pflanzenbestandes sollte weiterhin in regelmäßigen Abständen wissenschaftlich beobachtet werden. Dies ist mit vergleichsweise geringem Aufwand zu realisieren und nimmt für eine sorgfältige Bestandserfassung ca. ½ Tag in Anspruch. Allerdings muss



Abb. 4: Blick vom Standort FND-Schild in nordöstliche Richtung (21.8.06). Bevor in den 1960er Jahren die Schwarzkiefern angepflanzt wurden, erstreckte sich die Population von *A. m. ssp. hornburgensis* entlang des Kammwegs bis zum Antennenmast im Hintergrund. Deutlich erkennbar sind die Ruderalisierungserscheinungen im Vordergrund (Bereich der Subpopulation 3) sowie im Randbereich des Kiefernstreifens.



Abb. 5: Blick vom W- und NW-Hang (Subpopulation 1) in Richtung Galgenbergkuppe (21.8.06). Im oberen Bereich deutlich erkennbar ist die Glatthaferflur, hier wurden im Jahr 2001 31 Schwarzkiefern gerodet.

darauf geachtet werden, die Erfassung möglichst zur Hauptblütezeit durchzuführen, um den Fehler gering zu halten. Wie eigene Vergleiche zeigen, wird die Populationsgröße bei einer Erfassung außerhalb der Hauptblütezeit in der Regel deutlich unterschätzt.

5 Literatur

- BAUMBACH, H. (2005): Genetische Differenzierung mitteleuropäischer Schwermetallsippen von *Silene vulgaris*, *Minuartia verna* und *Armeria maritima* unter Berücksichtigung biogeographischer, montanhistorischer und physiologischer Aspekte. Dissertationes Botanicae, Band 398, Cramer, Stuttgart.
- BAUMBACH, H. & HELLWIG, F. H. (2003): Genetic variation within and among metal-tolerant and non-tolerant populations of *Armeria maritima* (MILL.) WILLD. s. l. in Central and Northeast Germany. *Pl. Biol.* **5** (2): 186-193.
- BAUMBACH, H. & VOLKMANN, H. K. M. (2002): Dynamik, genetische Struktur und Schutz kleiner Populationen – das Beispiel von *Armeria maritima* ssp. *hornburgensis*. *Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt* (Halle) **7**: 3-24.
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 5. Auflage, Ulmer, Stuttgart.
- BIOSTATISTICS INC. (2002): NTSYSpc ver. 2.11a.
- KÜSTER, H. (1995): *Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa von der Eiszeit bis zur Gegenwart*. Beck, München.
- LEFEBVRE, C. & CHANDLER-MORTIMER, A. (1984): Demographic characteristics of the perennial herb *Armeria maritima* on zinc-lead mine wastes. *J. Appl. Ecol.* **21**: 255-264.
- MILLER, M. (1997): Tools for population genetic analysis (TFPGA) 1.3: A windows program for the analysis of allozyme and molecular population genetic data.
- NEI, M. (1972): Genetic distance between populations. *American Naturalist* **106** (949): 283-292.
- VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M.; REIJANS, M.; LEE, T. VAN DE; HORNES, M.; FRIJTERS, A.; POT, J.; PELEMAN, J.; KUIPER, M. & ZABENAU, M. (1995): AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* **23**: 4407-4414.
- WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A. & TINGEY, S. V. (1990): DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, **18** (22): 6531-6535.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Ulmer, Stuttgart (Hohenheim).

Anschriften der Autoren

Dr. Henryk Baumbach
 Universität Potsdam
 Institut für Biochemie und Biologie
 AG Biozönoseforschung/Spezielle Botanik
 Maulbeerallee 1
 D-14469 Potsdam

Dr. Horst K. M. Volkmann
 Bucherstraße 2
 D-06295 Lutherstadt Eisleben