

## Untersuchungen zur Besiedlung von Mauern durch *Cymbalaria muralis*

Kurzfassung eines auf dem 5. Braunschweiger Kolloquium „Phytodiversität von Städten“ am 1.11.2003 gehaltenen Vortrags

### **Thomas Junghans**

*Cymbalaria muralis* ist aufgrund der mindestens seit dem 16. Jahrhundert erfolgten Nutzung als Zier- und Heilpflanze heute fast weltweit verbreitet. Während die Art ursprünglich Felsstandorte der Gebirge Norditaliens und der nördlichen Adria-Gebiete besiedelt, sind unter den Sekundärstandorten vor allem die agriophytischen Vorkommen an Mauern charakteristisch.

Bereits seit langer Zeit sind die unter Lichteinfluß erfolgenden Blüten- bzw. Fruchstielbewegungen bekannt, weswegen die Pflanze als klassisches Lehrbuch-Beispiel für Phototropismus gilt. Die so ausgelöste Hinwendung zur Mauer und die Verlängerung der Blüten- bzw. Fruchstiele tragen dazu bei, geeignete Keimorte, wie sie Mauerfugen und -spalten darstellen, zu erreichen. Angesichts der Schwierigkeit, Extremhabitate wie Felsen und Mauern zu besiedeln, ermöglicht bzw. erleichtert die blastochore Selbstablage die Etablierung von Ausbreitungseinheiten an sicheren Keimorten. Allerdings verhindert sie jedoch zugleich – durch die resultierenden geringen Ausbreitungsdistanzen – auch die Besiedlung entfernter Standorte. Dabei ist aber die Mittel- und Weitstreckenausbreitung generativer Diasporen die einzige Möglichkeit eines Austauschs von Individuen zwischen isolierten Populationen bzw. zur Neubesiedlung entfernter Habitate.

Selbstverständlich können außergewöhnliche Ausbreitungsereignisse (z.B. starke Stürme) jederzeit zufällig zur Fernausbreitung beitragen. Wie die nachfolgend dargestellten Beobachtungen und Ergebnisse andeuten, scheinen aber auch andere

Faktoren einen Mittel- oder Weitstreckentransport begünstigen zu können, so dass die Fernausbreitung von Diasporen nicht ausschließlich unwahrscheinlichen und

äußerst selten auftretenden Ausbreitungsereignissen – also einem chance dispersal bzw. einer „Lotterie-Ausbreitung“ – unterliegen müssen.

Die Öffnung der Porenkapsel, die aus einem oberständigen, zweikarpelligen und coenokarp septierten Fruchtknoten hervorgeht, vollzieht sich nur bei trockener Umgebung, bei Feuchtigkeit schließen sich die Kapselzähnen sehr rasch und verhindern dadurch eine Samenfreisetzung. Eine erneute Öffnung der Kapsel vollzieht sich innerhalb von etwa zehn Minuten. Die beiden Fruchtfächer der Kapsel sind unterschiedlich groß (Heterokarpidie), so dass sich das kleinere adaxiale Fach zeitlich nach dem größeren abaxialen Fach öffnet. Außerdem sind die Samen einer Kapsel sehr unterschiedlich groß, wobei deren Größe von der Spitze zur Basis hin zunimmt (Heterospermie). Zudem wird der unterste und größte Same bei der Dehiscenz nicht entlassen, da er während der Samenreifung mit basalem Fruchtfach-Gewebe verwächst (Basifixer Same). Des Weiteren kann es aufgrund der stark skulpturierten Samenoberfläche zu einer Verzahnung mehrerer Samen und somit zur Bildung von „Diasporenpaketen“ kommen. An diesem sehr regelmäßig zu beobachtenden Vorgang sind zumeist vier oder fünf Samen eines Faches beteiligt. Aufgrund der Seltenheit geeigneter Mikrohabitate an normal verfügbaren Mauerwänden stehen die Kapseln einer Pflanze sowohl untereinander als auch mit den Kapseln benachbarter Pflanzen in scharfer Konkurrenz. Auch wenn die Kapseln selbst kleinste Hohlräume erreichen und besiedeln können, gelangt dennoch nur ein kleiner Teil der Kapseln an einen sicheren Keimort. Bei verschiedenen Populationen liegt dieser Wert bei durchschnittlich 17%. Dabei besteht eine gewisse Korrelation zwischen der Anzahl insgesamt gebildeter und der Anzahl sicher-etablierter Kapseln: Pflanzen, die insgesamt weniger Früchte produzieren, erreichen höhere Etablierungswerte und umgekehrt. Mit der Selbstablage der Diasporen gehen selbstverständlich relativ geringe Ausbreitungsdistanzen einher, wobei diese an verschiedenen Standorten recht ähnlich sind: So werden insgesamt rund 78% der sicher-etablierten Kapseln in einer Entfernung von bis zu 10cm zur Mutterpflanze gefunden, knapp 15 % erreichen 10-20cm, nur sehr wenige werden bis zu 40cm ausgebreitet. Die leptokurte Diasporenausbreitungskurve offenbart damit ein bei

vielen Pflanzen vorgefundenes Muster: In der Nähe der Mutterpflanze ist die Zahl der ausgebreiteten Diasporen am größten und mit zunehmender Entfernung nimmt deren Anzahl sehr schnell ab.

Die Vorteile der Ansiedlung nahe bei der Mutterpflanze bestehen nun vor allem darin, dass diese den Wuchsort bereits auf dessen Eignung überprüft und selbst erfolgreich Nachkommen produziert hat und außerdem die Wahrscheinlichkeit einer Etablierung mit zunehmender Entfernung aufgrund des steigenden Risikos von Samenverlusten durch Prädatoren, veränderten mikroklimatischen Verhältnissen etc. stark abnehmen dürfte, besonders wenn es sich um ein relativ spezialisiertes Habitat handelt. Diese Vorteile werden dabei nur scheinbar mit dem Nachteil des auf drei verschiedenen Ebenen (Samen, Kapseln und Keimlinge) herrschenden Konkurrenzkampfes erkauft, da beim Kampf der jeweiligen Individuen um die qualitativ wie quantitativ begrenzten Ansiedlungs-, Keim- und Wuchsplätze nur die jeweils bestangepassten Individuen einen Wuchsort erfolgreich besiedeln können, also ein „survival of the fittest“ stattfindet. Im Hinblick auf die Gesamt-Fitneß einer Art können derartige Vorgänge einer post-zygotischen Selektion sicherlich von einiger Bedeutung sein.

Durch die begrenzte Verfügbarkeit von Keimorten und der großen Konkurrenz um diese, erreichen rund 83% der Kapseln zunächst keinen geeigneten safe site. Deren Samen müssen allerdings nicht notwendigerweise verloren sein, sie können vielmehr aus sich an der Maueroberfläche öffnenden Kapseln entlassen oder in einiger Entfernung von der Mutterpflanze auf Blättern, auf Mauervorsprüngen oder auch am Mauerfuß sekundär präsentiert werden. Auf die so freigesetzten Diasporen können anschließend dann sekundäre oder tertiäre Ausbreitungsereignisse wie Wind, Regen oder Vogelfraß einwirken. Dennoch dürften die Samen aus nicht-etablierten Kapseln eine sehr geringe Etablierungswahrscheinlichkeit haben. Auch werden sie wohl nur selten in der Nähe der Mutterpflanze zur Keimung kommen, so dass ihre Anzahl in unbekannter Größenordnung und Dimension in den „tail“, den „Schwanz-Abschnitt“, also den rechten Teil der Diasporenausbreitungskurve einfließt, dessen Verlauf sie bestimmen. Wie die Beobachtung zahlreicher kapselloser Stiele andeutet, können außerdem auch Kapseln als Diasporen

fungieren, da sich diese an ihrer Basis, an der Übergangsstelle zum Stiel, von diesem lösen können. Auch ein Auskeimen des in den stiellosen Kapseln vorhandenen basifixen Samens konnte experimentell gezeigt werden, so dass auch die Verdriftung von Kapseln eine Mittel- oder Fernausbreitung von Individuen begünstigen kann.

Bezüglich der zeitlichen Dimension der Samenfreisetzung können die zuvor genannten Aspekte in mehrfacher Hinsicht ausbreitungsrelevant sein: Die asynchrone Dehiszenz, die Xerochasie der Porenkapsel, die Heterospermie, das Vorkommen basifixer Samen sowie die Bildung von Diasporenpaketen können

- miteinander wechselwirkend bzw. sich ergänzend – zu einer Portionierung der Samen beitragen, bei der diese sukzessive und über einen längeren Zeitraum freigesetzt und ausgebreitet werden können. Sie profitieren somit von der Möglichkeit der Einwirkung von in Zahl und Stärke sehr verschiedenartigen Ausbreitungsvektoren und minimieren gleichzeitig das Risiko allzu großer Verluste. Für die räumliche Dimension der Diasporenfreisetzung wichtige Aspekte sind z.B. die sehr unterschiedlichen Kapselstellungen zum Zeitpunkt der Dehiszenz, das Verhältnis von nicht-etablierten und etablierten Diasporen, die sekundäre Diasporenpräsentation auf Mauervorsprüngen, auf Blättern etc.

Unabhängig davon, ob die Diasporen sofort erfolgreich deponiert werden konnten oder erst sekundäre oder tertiäre Ausbreitungseignisse deren Etablierung ermöglichte, können Faktoren wie die unterschiedliche Samengröße, das Vorkommen von basifixen Samen sowie die dreidimensionale Oberflächenstruktur der Samen auch zur zeitlichen Dimension des Ausbreitungsgeschehens beitragen, indem keimungsfähige Samen in der Diasporenbank mehr oder weniger lange Zeiträume überdauern können und damit z.B. im Anschluß an aktuell stattfindende anthropogene Eingriffe eine Neu-Kolonisation erfolgen kann.

Wenn auch die aus nicht-etablierten Kapseln freigesetzten Samen nur selten einen sicheren Keimplatz erreichen dürften, können hier sekundäre und tertiäre Ausbreitungseignisse sowie die Ausbreitung von Kapseln zur Besiedlung zuvor unbesetzter safe sites beitragen bzw. den notwendigen Genfluß zwischen verinselten Populationen aufrechterhalten und so von großer demographischer und genetischer Bedeutung sein. Die aus der Ausbreitung nicht-etablierter Diasporen – seien es nun Samen oder Kapseln – resultierenden großen Verluste werden von den etablierten Kapseln kompensiert, deren Samen mit hoher Wahrscheinlichkeit und geringen Verlusten einen sicheren Keimplatz in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze erreichen.

Die hier angeführten Beobachtungen verschiedener Aspekte der Ausbreitungsbiologie von *Cymbalaria muralis* deuten darauf hin, dass die Art mit der Kombination verschiedener Faktoren eine Vielzahl von funktionellen

Wechselwirkungen erreicht, die die Wahrscheinlichkeit von erfolgreichen Ausbreitungsereignissen auch über größere Distanzen erhöhen und in ihrer

Gesamtheit die komplexe raum-zeitliche Ausbreitungsstrategie bedingen. Die sowohl an natürlichen Standorten wie auch an Sekundärstandorten vorgefundenen Verbreitungsmuster aus mehr oder weniger zerstreuten, isolierten und zumeist kleinen Vorkommen sowie das Vorhandensein meist zahlreicher potentieller

Standorte scheinen demnach auf ein natürliches Muster zurückzugehen, das auf der blastautochoren Nahausbreitung und zusätzlich seltenen, nicht sonderlich effektiven und verlustreichen Mittel- und Fernausbreitungsereignissen basiert. Dieses Grundmuster wird im Falle der Sekundärstandorte meist von anthropogenen Einflüssen – wie Säuberungsaktionen, Sanierung, Abriss etc. – überlagert.

Anschrift des Autors:  
Thomas Junghans  
Hermann-Löns-Weg 48  
69245 Bammental