

# Ausbreitungsvektoren und Ausbreitungswege der invasiven Stauden-Lupine im UNESCO Biosphärenreservat Rhön

Yves P. Klinger, Wiebke Hansen, Annette Otte & Kristin Ludewig

## Einleitung

Invasive Arten zählen mit zu den wichtigsten Verursachern des globalen Biodiversitätsverlusts (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Ihre Ausbreitung ist eng mit dem immer weiter steigenden weltweiten Waren- und Personentransport verknüpft und hat sich im Zuge der Globalisierung deutlich erhöht (McNeely et al. 2001). Da diese Ausbreitung global stattfindet, sind internationale Strategien und Leitlinien zum Umgang mit invasiven Arten unerlässlich. Die UN-Konvention zur biologischen Vielfalt trägt diesen Ansprüchen in Aichi-Ziel 9 Rechnung ([www.cbd.int/](http://www.cbd.int/)). Dabei sollen prioritäre invasive Arten und ihre Ausbreitungswege identifiziert werden und die Ausbreitung bis 2020 weitgehend eingedämmt sein. Im globalen Kontext besonders kritisch zu sehen sind invasive Ökosystem-Ingenieure (Jones 1997), also Arten die die sie umgebenden Lebensräume nachhaltig verändern. Diese können in Ökosystemen langfristig zu grundlegenden, unumkehrbaren Änderungen wichtiger Ökosystemprozesse führen, indem sie zum Beispiel die Stoffkreisläufe beeinflussen oder die Vegetationsstruktur verändern. Mögliche Folgen in betroffenen Gebieten sind Verluste von Ökosystemleistungen und das Aussterben von Arten.

Die invasive Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) ist eine Fabaceae aus dem westlichen Nordamerika und wurde Ende des 19. Jahrhunderts nach Europa gebracht. Sie wird in vielen Ländern als Zierpflanze verwendet, dient großflächig als Gründünger und wird beim Straßenbau zur Böschungsbefestigung verwendet (Otte und Maul, 2005). Aufgrund ihrer vielfältigen Verwendung ist sie in Europa (vor allem Nord- und Mitteleuropa) sowie Neuseeland weit verbreitet (Fremstad 2010). Sie wird in vielen Ländern als invasive Art eingestuft. In Deutschland gehört sie zu den 15 häufigsten Neophyten und steht auf der Managementliste invasiver Gefäßpflanzen (Nehring et al. 2013). Invasierte Habitate sind vor allem Straßenränder, Schotterbetten von Gewässern (Meier et al. 2013) und Berggrünland. Aufgrund ihrer Fähigkeiten, Luftstickstoff zu fixieren, dichte Bestände zu bilden und ihrer Hochwüchsigkeit ist sie vor allem dort problematisch, wo viele an Nährstoffarmut angepasste, niedrigwüchsige Arten vorkommen, wie z. B. in artenreichem Berggrünland. Dort ist sie in der Lage, niedrigwüchsige Arten durch Beschattung zu verdrängen (Otte und Maul 2005, Thiele et al. 2010). Zudem begünstigt sie durch die Stickstofffixierung hochwüchsige Generalisten (z. B. *Arrhenatherum elatius*, *Poa chaixii*, *Urtica dioica*, *Polygonum bistorta*), die zusätzlich zur Verdrängung niedrigwüchsiger Arten beitragen. Im Biosphärenreservat Rhön bedroht die Stauden-Lupine großflächig die Biodiversität der artenreichen Bergwiesen. In einer Vorstudie, in der die räumliche und zeitliche Verbreitung der Stauden-Lupine im Biosphärenreservat in den letzten 20 Jahren erfasst wurde, konnte eine starke Ausbreitung der Stauden-Lupine nachgewiesen werden. Jedoch ist nicht bekannt, welche Faktoren die Ausbreitung der Stauden-Lupine auf Landschaftsebene begünstigen und wie die Stauden-Lupine neue Standorte erreicht. Um Managementempfehlungen geben zu können und eine weitere Ausbreitung zu verhindern, sind Erkenntnisse über die Ausbreitungswege und Ausbreitungsvektoren der Stauden-Lupine auf Landschaftsebene unerlässlich. Bei den Untersuchungen lag der Fokus auf drei Ausbreitungsprozessen.

- a) Ballochore Ausbreitung der Stauden-Lupine,
- b) hemerochore Ausbreitung über landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge und
- c) endozoochore Ausbreitung durch Schafkot.

In a) wurde die Selbstausbreitung der Stauden-Lupine über den Prozess der Ballochorie untersucht. In b) sollte festgestellt werden, inwieweit landwirtschaftliche Bewirtschaftung (Mahd und Beweidung) die Ausbreitung der Stauden-Lupine fördert und ob diese Nutzungen einen Konflikt bei der Erhaltung der typischen Bergwiesenarten darstellen. Dazu wurde die Ausbreitung über landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge (Mähwerke) sowie die endozoochore Ausbreitung durch Schafe untersucht.

## Methoden

Die Studie wurde im UNESCO Biosphärenreservat Rhön durchgeführt (Abb. 1.). Die Landschaft des Biosphärenreservats ist geprägt durch großflächige artenreiche, extensiv genutzte Grünlandbestände (insbesondere FFH Richtlinie 92/43/EEC, Lebensräume 6520: Berg-Mähwiesen und 6230: Artenreiche Borstgrasrasen). Diese Lebensräume sind durch jahrhundertelange Bewirtschaftung ohne Düngung und stetigen Nährstoffentzug entstanden und heute stellen heute in Mitteleuropa sehr seltene Lebensräume dar. Die Rhön ist mit ca. 8.900 ha eine Schwerpunktregion für ihre Erhaltung in Deutschland (Planungsbüro Grebe 1995). Die mit Ausweisung des Biosphärenreservats zum Schutz von Bodenbrütern wie Birkhuhn (*Tetrao tetrix*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*) und Wachtelkönig (*Crex crex*) spätgemähten Bergwiesen werden durch die Ausbreitung der Stauden-Lupine gefährdet. Dadurch, dass die durch Vertragsnaturschutz festgelegten frühestmöglichen Mahdtermine nach der Samenreife der Stauden-Lupine liegen, konnte diese sich in den letzten Jahrzehnten großflächig in den Wiesen ausbreiten.



Abbildung 1: Lage des UNESCO Biosphärenreservats Rhön in Mitteleuropa (Datengrundlage: © BKG 2018)

a) Zur Untersuchung der Selbstausbreitung der Stauden-Lupine wurden zwei Versuche durchgeführt. Um herauszufinden, wie weit Lupinensamen mittels Ballochorie ausge-

schleudert werden können, wurden Lupinen-Einzelpflanzen im Freiland bei Gießen aufgestellt (Abb. 2). Um diese wurden konzentrische Ringe in unterschiedlichen Abständen aufgezeichnet (von 0,25 bis 3 m) und die ausgeschleuderten Samen quantifiziert. In einem weiteren Versuch wurde die Samenschüttung von Lupinenbeständen unterschiedlicher Deckung (niedrige, mittlere und hohe Deckung) im Freiland in der Rhön untersucht. Dazu wurden jeweils vier 25 m<sup>2</sup> Versuchsflächen angelegt, in denen trichterförmige Samenfallen vergraben wurden (Abb. 3). Diese wurden zwischen Anfang August und Ende September 2017 wöchentlich geleert und die aufgefangenen Lupinensamen ausgezählt.

b) Zur Untersuchung der Ausbreitung von Arten über Hemerochorie wurden im Juli 2017 13 Beprobungen an Landmaschinen durchgeführt. Hierbei wurde das nach Abschluss der Mahd an den Mähwerken haftende Pflanzenmaterial vor dem Verlassen der jeweiligen Wiese entnommen (Abb.4).

c) Um die endozoochore Ausbreitung der Samen durch Schafe zu untersuchen, wurden über den Verlauf von drei Monaten (1.7.2017- 30.9.2017) wöchentlich Kotproben von drei durch die Rhön ziehenden Wanderschafherden gesammelt. Von Oktober 2017 bis August 2018 wurden die in beiden Probensätzen vorhandenen Samen mit Hilfe der Emergence-Methode (Ter Heerd et al. 1996) im Gewächshaus untersucht: die aufkommenden Pflanzen wurden bestimmt und quantifiziert gezählt (Abb. 5).

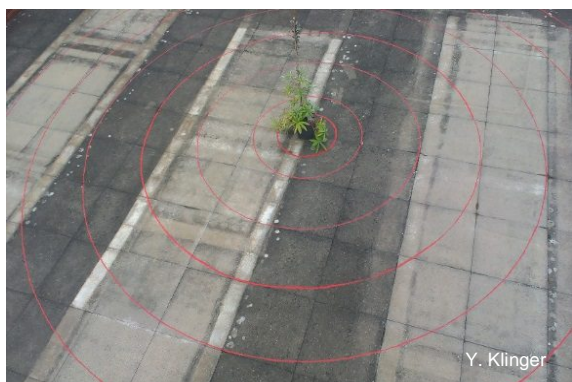


Abbildung 2: Versuchsaufbau zu Selbstausbreitungsdistanzen der Stauden-Lupine im Freiland bei Gießen



Abbildung 3: Samenfalle zur Untersuchung der Samenschüttung in Lupinenbeständen unterschiedlicher Deckung in der Rhön (Bild: W. Hansen)



Abbildung 4: Im Zuge des Versuchs zur Hemerochorie beprobtes Mähwerk



Abbildung 5: Versuchsaufbau Emergence-Versuch

## Vorläufige Ergebnisse und Diskussion

a) Die Ergebnisse des Versuchs zu den Ausbreitungsdistanzen per Ballochorie zeigen, dass die Stauden-Lupine Samen über 3 m von der Mutterpflanze weg ausschleudern kann. Der höchste Samenregen wird dabei ab etwa 1,5 m erzielt. Bei Betrachtung der Samendichten, also der Anzahl an Samen pro Fläche, zeigt sich, dass die Samendichte im direkten Umfeld der Mutterpflanze am größten ist und mit steigender Entfernung abnimmt (Abb. 6). Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Volz (2003). Die Samenschüttung der Stauden-Lupine hatte auf den untersuchten Flächen in der Rhön ihren Höchstwert in der zweiten Versuchswoche, also am 8.8.2017. Auffallend ist, dass die Samenschüttung von Beständen aller Deckungsklassen kontinuierlich über mehrere Wochen erfolgte (Abb. 7).

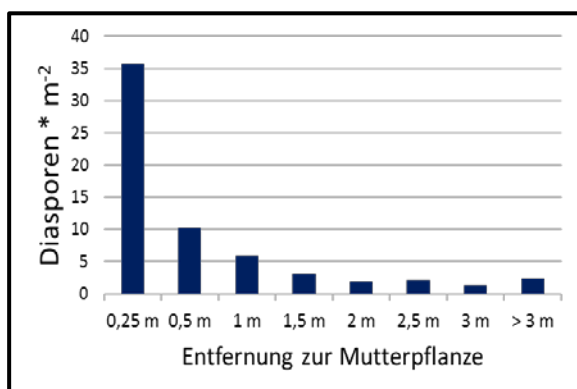


Abbildung 6: Abnehmende Samendichte ausgeschleuderter Lupinensamen um die Mutterpflanze

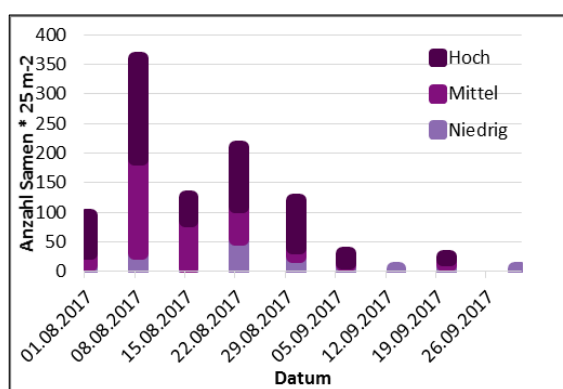


Abbildung 7: Die Samenschüttung der Stauden-Lupine in der Rhön erfolgt in allen Deckungsklassen über mehrere Wochen

b) Im Auskeimungsversuch der Mähwerkproben konnten rund 19.000 Individuen von ca. 200 Arten nachgewiesen werden. Beim Großteil der Arten handelte es sich um typisch häufige Wiesen- und Ruderalarten (oft Süßgras-Arten), es wurden aber auch Segetalarten nachgewiesen. Die häufigsten Arten waren Quell-Hornkraut (*Cerastium holosteoides*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) und Gemeines Rispengras (*Poa trivialis*). Es konnten aber auch Rote-Liste-Arten (Ludwig und Schnittler 1996), darunter die Trollblume (*Trollius europaeus*), der Moor-Klee (*Trifolium spadicum*) und die Bach-Nelkenwurz (*Geum rivale*) bestimmt werden, die eine deutlich geringere Individuenzahl als die typischen Wiesenarten aufweisen. Die Ergebnisse zeigen, dass landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge maßgeblich zur Ausbreitung von Bergwiesen-Arten beitragen. Selbst seltene Arten können in relativ großen Individuenzahlen transportiert werden. Voraussetzung hierfür ist ein passender Mahdtermin. Eine zu frühe Mahd unterbindet möglicherweise die Samenproduktion bestimmter Arten und eine späte Mahd birgt die Gefahr, dass unerwünschte Arten mit ausgebreitet werden.

c) In den Schafkotproben wurden mit ca. 3000 Keimlingen von etwa 80 Arten deutlich geringere Individuen- und Artenzahlen nachgewiesen als in den Mähwerkproben. Darunter waren typische Wiesen- und Ruderalarten. Die häufigsten Arten waren aber hier die Große Brennnessel (*Urtica dioica*) und die Flatterbinse (*Juncus effusus*). An Rote-Liste-Arten wurden bisher der Echte Wiesenhafer (*Helictotrichon pratense*) und der Moor-Klee (*Trifolium spadicum*) nachgewiesen, beide Arten jedoch nur in geringer Individuenzahl.

Im gesamten Datensatz wurden nur wenige Stauden-Lupinen nachgewiesen, das gilt sowohl für die Mähwerks- als auch die Schafkotproben. Dies zeigt, dass die Ausbreitung der Stauden-Lupine über beide Ausbreitungswege prinzipiell möglich ist, beide jedoch für die massenhafte Ausbreitung keine übergeordnete Rolle spielen. Bei den Traktorproben könnte sich sowohl die Trockenheit als auch die späte Vegetationsperiode im Jahr 2017 die fehlenden Lupinen-Samen erklären: sie waren noch nicht reif, denn viele Stauden-Lupinen befanden sich zum Beprobungszeitpunkt noch in der Vollblüte. Bei der Ausbreitung über Schafe ist aufgrund des langen Beprobungszeitraums und der großen Stichprobenzahl davon auszugehen, dass die Endozoochorie nur eine untergeordnete Rolle für die Ausbreitung der Stauden-Lupine spielt. Dies steht im Kontrast zu einem Laborversuch im Tierzuchtlabor der Universität Gießen (Otte et al. 2002), bei dem die Ausscheidung von keimfähigen Lupinensamen über Schafe nachgewiesen wurde. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass eine Ausbreitung der Stauden-Lupine epizoochor stattfindet, also durch Verschleppung von Samen in der Wolle oder den Klauen der Tiere.

### Fazit und Ausblick

Die invasive Stauden-Lupine breitet sich kontinuierlich im UNESCO Biosphärenreservat Rhön aus und stellt eine ernsthafte Bedrohung für die dort vorkommenden Bergwiesen-Ökosysteme dar. Die aktuellen Versuche konnten zeigen, dass die Selbstausbreitung der Stauden-Lupine sehr effektiv ist. Die Samen werden über drei Meter weit ausgeschleudert und die Samenschüttung erfolgt über mehrere Wochen hinweg. Sowohl in Mähwerk- als auch in Schafkotproben konnte eine Vielzahl an Arten nachgewiesen werden, darunter jedoch nur wenige Lupinen-Individuen. Es ist davon auszugehen, dass zumindest die endozoochore Ausbreitung für die Stauden-Lupine keine übergeordnete Rolle spielt. Offen bleibt, ob die epizoochore Ausbreitung von Bedeutung ist und inwiefern der Mahdtermin die Ausbreitung der Lupine über landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge beeinflusst.

### Literaturverzeichnis

- Fremstadt, E. (2010): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Lupinus polyphyllus*. – From: *Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS*. [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), Date of access 11/October/2018
- Jones, C.G. (1997): Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946–1957.
- Ludwig, G. und Schnittler, M. (1996): *Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands* (Bd. 28). Bonn - Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- McNeely, J.A., Mooney, H.A., Neville, L.E., Schei, P.J. und Waage, J.K. (Hrsg) (2001): *Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.  
<http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/McNeeley-et-al-EN.pdf>.
- Meier C.I., Reid und B.L., Sandoval, O. (2013): Effects of the invasive plant *Lupinus polyphyllus* on vertical accretion of fine sediment and nutrient availability in bars of the gravel-bed Paloma river. *Limnol - Ecol Manag Inland Waters* 43:381–387. doi: 10.1016/j.limno.2013.05.004
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington DC: Island Press.

- Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch, W. und Essl, F. (Hrsg.) (2013): Naturschutz-fachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen: unter Verwendung von Ergebnissen aus den F+E-Vorhaben FKZ 806 82 330, FKZ 3510 86 0500 und FKZ 3511 86 0300. *BfN-Skripten* 352. Bonn: BfN Bundesamt für Naturschutz.
- Otte, A. und Maul, P. (2005): Verbreitungsschwerpunkte und strukturelle Einnischung der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in Bergwiesen der Rhön. *Tuexenia*, 25: 151–182.
- Otte, A., Obert, S., Volz, H. und Weigand, E. (2002): Effekte von Beweidung auf *Lupinus polyphyllus* Lindl. In Bergwiesen des Biospärenreservates Rhön. – *Neobiota* 1: 101-133
- Planungsbüro Grebe (1995): *Biosphärenreservat Rhön: Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung*. Neumann, Radebeul, 402 S.
- Puffe, D. und Zerr, W. (1988): *Untersuchungen an Böden unter Grünland in der hessischen Rhön und deren Vorland (Eichhof-Berichte No. A/10)*. Bad Hersfeld: Hessische Landwirtschaftliche Lehr- und Forschungsanstalt Eichhof.
- Ter Heerd, G.N.J., G.L. Verweij, R.M. Bekker, und Bakker, J.P. (1996). "An Improved Method for Seed-Bank Analysis: Seedling Emergence after Removing the Soil by Sieving." *Functional Ecology* 10 (February): 144–51.
- Thiele, J., Isermann, M., Otte, A. und Kollmann, J. (2010): Competitive displacement or biotic resistance? Disentangling relationships between community diversity and invasion success of tall herbs and shrubs. *Journal of Vegetation Science* 21: 213-220.
- Volz, H. (2003): Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* Lindl. im Bergwiesenökosystem der Rhön und Maßnahmen zu seiner Regulierung. *Dissertation am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen*.

## Kontakt

Yves Klinger

Justus-Liebig-Universität Gießen

Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement

Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung

IFZ für Umweltsicherung

Heinrich-Buff-Ring 26-32

35392 Gießen

Email: [yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de](mailto:yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de)