



Wiebke HANSEN, Yves KLINGER, Kristin LUDEWIG und Annette OTTE

## Restituierung von mit der Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen in der Rhön: Erprobung verschiedener Maßnahmen

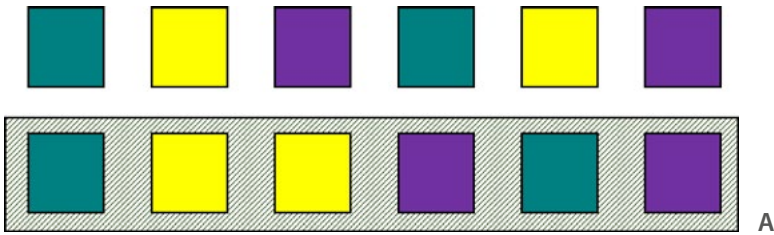
### Abbildung 1

Eine von Lupinen invadierte Wiese in der Rhön (Foto: Annette Otte).

Wie kann das ursprüngliche Arteninventar von mit der Stauden-Lupine invadierten Bergwiesen wiederhergestellt und gleichzeitig die Deckung der Lupine reduziert werden? Um diese Frage zu beantworten, wurden hier zwei Verfahren der Grünland-Restituierung kombiniert und um eine manuelle Entfernung der invasiven Art ergänzt. Die Zielarten-Deckung in Borstgrasrasen und nassen Goldhaferwiesen wurde dabei geringer, zeigte in mesischen Goldhaferwiesen jedoch keine Reaktion. Die Lupine konnte in Borstgrasrasen und mesischen Goldhaferwiesen beeinflusst werden. Insgesamt war der Erfolg der Maßnahmen jedoch stark durch die trockene Wetterlage geprägt.

Auf drei im Naturschutzgebiet „Lange Rhön“ charakteristischen Vegetationstypen: Borstgrasrasen, mesische Goldhaferwiese, nasse Goldhaferwiese erprobten wir Methoden, um das ursprüngliche Arteninventar der stark mit der Stauden-Lupine invadierten Wiesen wiederherzustellen. Wir kombinierten zwei Verfahren der Grünland-Restituierung: die Aktivierung der Boden-Diasporenbank und die Übertragung diasporenhaltigen Mahdguts. Bei einer Diasporenbank-

Aktivierung wird der Oberboden gestört, sodass die im Boden vorhandenen Diasporen zur Keimung angeregt werden. Gleichzeitig sollen dadurch die Lupinenpflanzen geschwächt werden. Bei der Mahdgutübertragung wird Pflanzmaterial, das möglichst viele keimfähige Samen typischer, lokal angepasster Arten enthält, von einer nahegelegenen Spenderfläche auf die verarmte Empfängerfläche ausgebracht. Durch die vielfältigen Arten soll die Lupine weiter



**Abbildung 2**

**A:** Versuchsdesign des Experiments mit den Behandlungen auf den Kleinplots; violett: Kontrollflächen; gelb: Aktivierung der Diasporenbank; grün: Aktivierung der Diasporenbank plus Lupine-Entfernung; schraffierte Fläche: Mahdgutübertragung.  
**B:** Mahdgutstreifen  
**C:** Störungsplots  
(Fotos: Wiebke Hansen).

geschwächt werden. Für den Fall, dass dies nicht ausreicht, wurden zusätzlich Lupine-Pflanzen auf einigen der Untersuchungsflächen mit Ampferstechern ausgegraben.

Das Experiment sollte folgende Forschungsfragen beantworten:

- Ist die Diasporenbankaktivierung eine effektive Methode zur Restituierung von mit Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen?

- Ist die zusätzliche Übertragung von diasporenhaltigem Mahdgut für die Restituierung der invadierten Berg-Mähwiesen notwendig?
- Ist eine manuelle Entfernung der Lupine-Pflanzen notwendig, um ihre Deckung zu reduzieren?

**Untersuchungen zur Diasporenbank**

Zunächst untersuchten wir, wie viele keimfähige Samen typischer Arten der Vegetationstypen die Diasporenbank enthält (Tabelle 1). Gleichzeitig wurde untersucht, wie viele keimfähige Samen der Lupine vorhanden sind, damit diese nicht gefördert wird. Für die Untersuchung wurden Bodenproben aus bis zu 10 cm Tiefe von Wiesen mit unterschiedlichen Lupine-Deckungsgraden entnommen. Die Proben wurden im Gewächshaus zur Keimung gebracht. Viele typische Arten waren noch in der Diasporenbank vorhanden (Tabelle 1). Verglichen mit der oberirdischen Vegetation nicht invadierter Flächen ist die Artenzahl jedoch niedriger. Arten, wie Schlangen-Knöterich (*Bistorta officinalis*) und Harzer Labkraut (*Galium saxatile*), müssen aktiv eingebracht werden. Erfreulicherweise hat die Lupine (noch) keine Bodensamenbank aufgebaut: Unter 14.431 Keimlingen waren nur fünf von der Lupine (LUDEWIG et al. 2021).

**Von der Theorie zur Praxis – Bergwiesen restituieren**

Um die in der oberirdischen Vegetation und der Diasporenbank fehlenden Arten durch das Mahdgut zu übertragen, wurden in einem Umkreis von zirka 5 km um sechs stark invadierte Empfängerflächen (Lupinen-Deckung > 50 %) insgesamt 3 geeignete Spenderflächen ausgewählt. Diese waren lupinenfrei und entsprachen dem jeweiligen Vegetationstyp der Empfängerflächen. Zudem wiesen sie einen großen Artenreichtum und einen hohen Anteil an Zielarten auf.

Auf den Empfängerflächen wurden im Juli 2017 die Versuchsflächen vorbereitet (Abbildung 2 A). Dazu wurden zwei parallele Streifen mit je sechs 5 x 5 m Kleinplots eingerichtet. Pro Streifen wurden zwei Kleinplots gleich behandelt:

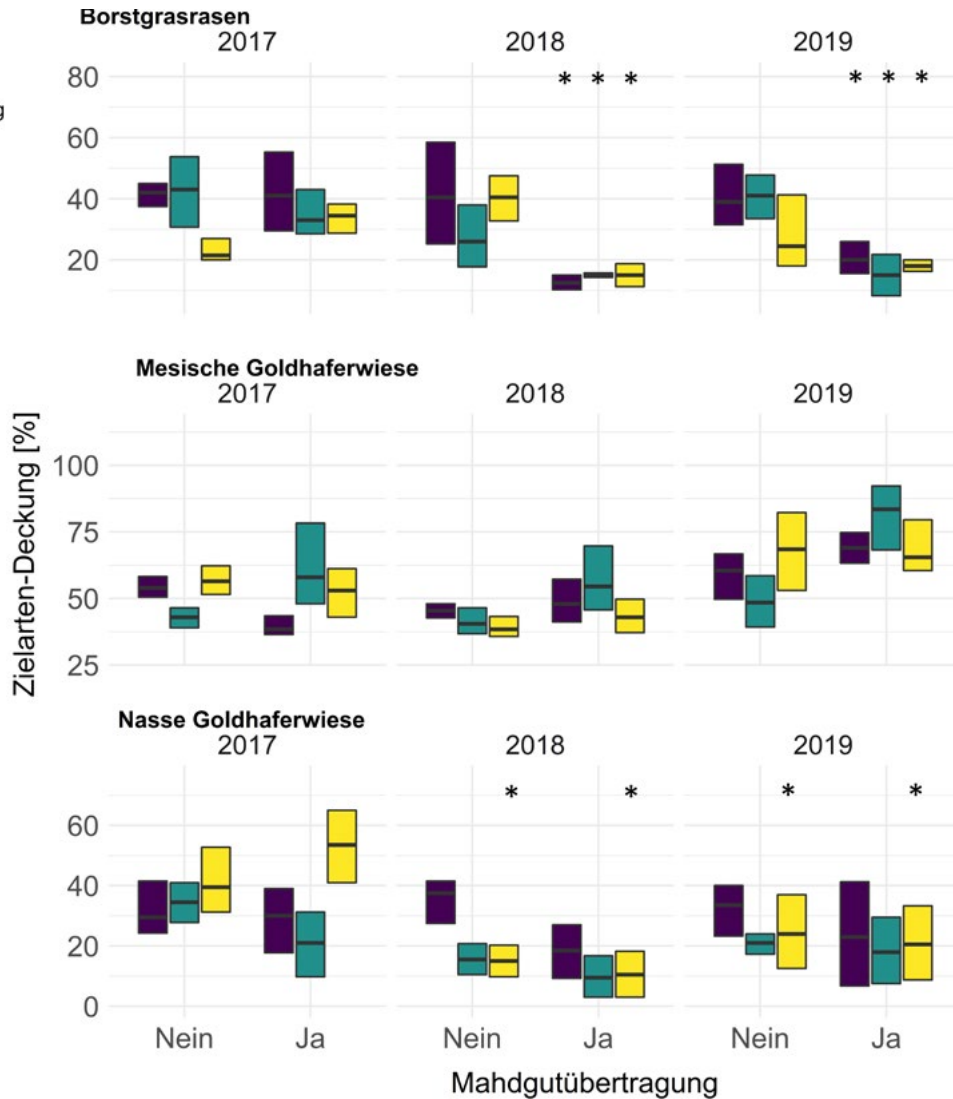
- Kontrolle (unbehandelt)
- Diasporenbank aktivieren
- Diasporenbank aktivieren plus Lupinen ausgraben

Borstgrasrasen			Mesische Goldhaferwiesen			Nasse Goldhaferwiese		
Zielart	Diaspo- renbank	Mahd- gut	Zielart	Diaspo- renbank	Mahd- gut	Zielart	Diaspo- renbank	Mahd- gut
<i>Calluna vulgaris</i>	67	-	<i>Agrostis capillaris</i>	324	1.476	<i>Agrostis canina</i>	70	293
<i>Carex pallescens</i>	-	-	<i>Alchemilla monticola</i>	74	-	<i>Carex canescens</i>	254	-
<i>Carex pilulifera</i>	61	-	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	19	8	<i>Carex disticha</i>	11	-
<i>Danthonia decumbens</i>	5	2	<i>Bistorta officinalis</i>	-	-	<i>Carex nigra ag.</i>	173	-
<i>Festuca rubra</i>	4	226	<i>Campanula rotundifolia</i>	125	-	<i>Carex panicea</i>	55	-
<i>Helianthemum nummularium</i>	-	3	<i>Carex muricata</i>	5	-	<i>Cirsium palustre</i>	10	6
<i>Hieracium pilosella</i>	2	6	<i>Crepis mollis</i>	2	-	<i>Comarum palustre</i>	4	-
<i>Nardus stricta</i>	43	98	<i>Cynosurus cristatus</i>	6	-	<i>Deschampsia cespitosa</i>	165	446
<i>Potentilla erecta</i>	67	13	<i>Galium saxatile</i>	-	3	<i>Eriophorum angustifolium</i>	29	-
<i>Thymus pulegioides</i>	2	3	<i>Geranium sylvaticum</i>	-	-	<i>Galium palustre</i>	2	12
<i>Vaccinium myrtillus</i>	9	-	<i>Helictotrichon pratense</i>	-	6	<i>Galium uliginosum</i>	7	145
<i>Veronica officinalis</i>	30	1	<i>Helictotrichon pubescens</i>	-	-	<i>Juncus effusus</i>	7.871	386
			<i>Hypericum maculatum</i>	260	802	<i>Juncus filiformis</i>	2	-
			<i>Lathyrus linifolius</i>	1	-	<i>Myosotis nemorosa</i>	64	-
			<i>Luzula luzuloides</i>	30	-	<i>Pedicularis sylvatica</i>	3	-
			<i>Phyteuma orbiculare</i>	1	-	<i>Poa palustris</i>	1	-
			<i>Phyteuma spicatum</i>	7	-	<i>Silene flos-cuculi</i>	-	61
			<i>Poa chaixii</i>	6	112	<i>Stellaria alsine</i>	18	39
			<i>Sanguisorba officinalis</i>	1	201	<i>Trifolium spadiceum</i>	83	323
			<i>Saxifraga granulata</i>	10	-	<i>Trollius europaeus</i>	1	-
						<i>Valeriana dioica</i>	4	-
						<i>Viola palustris</i>	14	-
<b>KeimlingeZielarten</b>	<b>223</b>	<b>352</b>		<b>871</b>	<b>2.608</b>		<b>8.841</b>	<b>5.185</b>
<b>Keimlinge insgesamt</b>	<b>1.767</b>	<b>1.040</b>		<b>1.730</b>	<b>9.835</b>		<b>10.844</b>	<b>14.894</b>

**Tabelle 1**  
Die 12 häufigsten Arten in den Keimversuchen, geordnet nach Ausbreitungsvektoren und Anzahl (Nomenklatur nach JÄGER 2017).

Behandlung

- Kontrolle
- Lupine-Entfernung
- Diasporenbankaktivierung



**Abbildung 3**  
Effekte des Restituierungsversuchs auf die Deckung der Zielarten in 2018 und 2019. Es wurden immer Flächen gleicher Behandlung gegeneinander getestet, zum Beispiel Lupine-Entfernung/Mahdgut/2019 gegen Lupine-Entfernung/Mahdgut/2017. Sternchen markieren signifikante Unterschiede zu den jeweiligen Flächen im Jahr 2017.

Die Diasporenbank wurde mit einer Kreiselegge bis in 10 cm Tiefe aktiviert (Abbildung 2 C). Auf einen der beiden Streifen wurde das Mahdgut der Spenderflächen gleichmäßig in einer Schichtdicke von 10 bis 20 cm aufgebracht (Abbildung 2 B). Da je zwei Wiesen pro Vegetationstyp ausgewählt wurden, ergaben sich vier Replikate pro Behandlung. Um möglichst viele Diasporen mitzunehmen, wurde das Mahdgut am gleichen Tag gemäht und übertragen.

Um das Restituierungspotenzial des Mahdguts zu erfassen, wurden Mischproben von jeder Spenderfläche zum Auskeimen gebracht: Es keimten insgesamt 57 Arten mit mehr als 25.000 Keimlingen (Tabelle 1). Auch das Mahdgut zeigte Potenzial für eine erfolgreiche Restituierung der invadierten Wiesen.

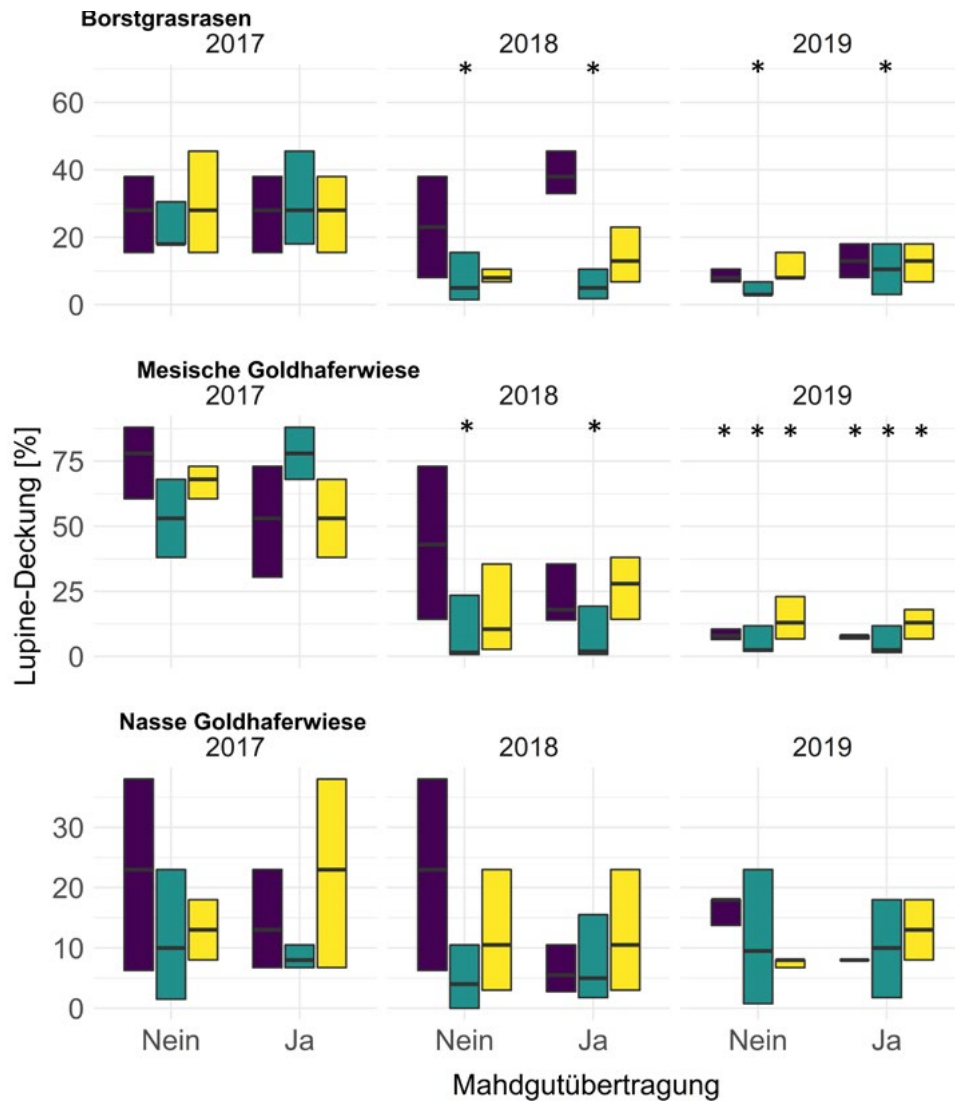
**Entwicklung der Versuchsflächen**

Durch Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) dokumentierten wir die

Entwicklung der Zielarten und der Lupine-Deckung auf den 5 x 5 m Kleinplots. Dies geschah vor dem Experiment 2017 und in den zwei Monitoringjahren 2018 und 2019 jeweils Ende Mai. Die Deckung der Zielarten und der Lupine-Pflanzen in den Monitoringjahren wurde mit dem Zustand vor dem Experiment in 2017 verglichen. Dabei wurden immer die Flächen gleicher Behandlung gegeneinander getestet (zum Beispiel Lupine-Entfernung/Mahdgut/2019 gegen Lupine-Entfernung/Mahdgut/2017).

**Ungenutztes Potenzial – Zu trocken, zu warm?**

Trotz des Potenzials und der Aktivierung der Diasporenbank erhöhte sich die Deckung der Zielarten in keinem der untersuchten Vegetationstypen. In den nassen Goldhaferwiesen wurde sie sogar geringer (Abbildung 3). Generell sind Lücken in der Vegetationsdecke eine wichtige Voraussetzung für die Keimung von Arten, da dort die Konkurrenz der umgebenden Vegetation reduziert ist (BULLOCK 2000). Andererseits



**Abbildung 4**  
Effekte des Restituierungsversuchs auf die Deckung der Lupine in 2018 und 2019. Sternchen markieren signifikante Unterschiede zu den jeweiligen Flächen im Jahr 2017.

bildet die umgebende Vegetation häufig ein förderliches Mikroklima (Temperatur, Feuchtigkeit, Windschutz). Da die entstandenen Lücken nicht mehr beschattet werden, kann insbesondere bei starker Trockenheit die Keimung verhindert werden.

Auch die Mahdgutübertragung zeigte unerwartete Auswirkungen: Während die Deckung der Zielarten in den Borstgrasrasen und nassen Goldhaferwiesen abnahm, zeigten die Zielarten in den mesischen Goldhaferwiesen keine signifikanten Deckungsgradänderungen (Abbildung 3). Auch durch die Mahdgut-Auflage wird häufig ein keimungsförderndes Mikroklima geschaffen. Zudem bietet sie einen guten Erosionsschutz. Viele Borstgrasrasen-Arten könnten jedoch durch ihre geringen Wuchshöhen (PEPPLER-LISBACH & KÖNITZ 2017) und ihr langsames Wachstum durch die Mahdgutaufgabe unterdrückt worden sein. Obwohl die Mahdgutproben der nassen

Goldhaferwiesen die meisten Zielarten (Anzahl und Individuen) aufwiesen, zeigte sich dieses Potenzial nicht im Freilandexperiment. Insgesamt könnte die Keimung der Zielarten durch die starke Trockenheit in den Sommern 2018 und 2019 beeinträchtigt worden sein.

Es wäre möglich, dass sich die Erfolge der Maßnahmen erst in den kommenden Jahren zeigen. Wichtig wäre hierfür, dass der Witterungsverlauf für die Keimung der Grünlandarten förderlich ist. Denn die Restituierungsversuche wurden durch Witterungsverhältnisse überlagert. Der Sommer 2018 war ungewöhnlich trocken und heiß (DWD 2018) und auch der Frühsommer 2019 wies ein deutliches Niederschlagsdefizit auf. Diese Bedingungen hatten einen negativen Einfluss auf die Keimung und Etablierung der Zielarten in allen drei Vegetationstypen.

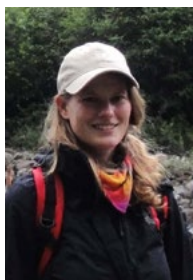
**Reduzierung der Lupine-Deckung? Möglich, aber aufwendig**

Wie verhält es sich nun mit der Lupine-Deckung? Auch hier zeigten sich unterschiedliche Reaktionen der Vegetationstypen. Nur in den mesischen Goldhaferwiesen wurde die Lupine-Deckung durch die Diasporenbank-Aktivierung reduziert. Das Ausgraben der Pflanzen reduzierte ihre Deckung zudem in den Borstgrasrasen (Abbildung 4). Um aber einen dauerhaften Effekt in allen Vegetationstypen zu erreichen, müssten sie wiederholt entfernt werden. Dies ist aufwendig und teuer: Sämtliche unterirdische Teile der Pflanze müssen entfernt werden, da selbst kleine Wurzelsprosse von 2 cm wieder austreiben. Daher ist es umso wichtiger, die Ausbreitung in noch nicht invadierte Flächen zu verhindern. Dafür müssen die Lupinen unbedingt vor ihrer Samenreife gemäht werden. In den mesischen Goldhaferwiesen zeigten auch die Kontrollplots im Jahr 2019 eine geringere

Lupine-Deckung als im Jahr 2017. Hier könnte ebenfalls die trockene Witterung die Lupine-Deckung reduziert haben. Ein ähnlicher Trend zeigt sich, wenn auch nicht signifikant, in den nassen Goldhaferwiesen.

**Empfehlungen für die Restituierung**

Die Restituierung von mit Stauden-Lupine invadierten Bergwiesen ist eine große Herausforderung. Der Erfolg kann durch ungünstige Wetterverhältnisse und Wiederausbreitung der Lupine beeinträchtigt werden. Wir erfassten unterschiedliche kurzfristige Reaktionen der Vegetationstypen auf die Restituierungsmaßnahmen: Eine Mahdgutübertragung ist für Borstgrasrasen unter den gegebenen Umständen nicht die richtige Maßnahme. Auf mesischen Goldhaferwiesen könnte sie jedoch eingesetzt werden, um Zielarten in die Flächen einzubringen. Zukünftige Projekte sollten daher den jeweiligen Vegetationstypus berücksichtigen und die Maßnahmen entsprechend anpassen. Da der Invasionsdruck am stärksten von einzeln stehenden Lupine-Individuen ausgeht, sollten diese ausgestochen werden, um die (Wieder-) Ausbreitung effektiv zu verhindern.

**Autoren****Wiebke Hansen,**

Jahrgang 1988.

Studium des Umwelt- und Ressourcenmanagements an der Universität Gießen. Seit 2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung der Universität Gießen. Forschungsinteressen liegen im Bereich invasive Pflanzenarten und Bergwiesen-Restituierung.

[wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de](mailto:wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de)

**Yves Klinger,**

Jahrgang 1989.

Universität Gießen

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

**Dr. Kristin Ludewig,**

Jahrgang 1977.

Universität Hamburg

[kristin.ludewig@uni-hamburg.de](mailto:kristin.ludewig@uni-hamburg.de)

**Annette Otte, Prof. i. R. Dr. Dr. habil.  
Dr. h. c. (TSU),**

Jahrgang 1953.

+49 7306 6334

[annetteotte@compuserve.com](mailto:annetteotte@compuserve.com)

**Literatur**

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. – Dritte Ausgabe, Springer, Wien

BULLOCK, J. M. (2000): Gaps and seedling colonization. – In: Seeds – the ecology of regeneration in plant communities. – In: Fenner, M. (ed): CABI Publishing. – Wallingford: 375–395.

DWD (= DEUTSCHER WETTERDIENST, 2018): Hitzewelle Sommer 2018 – Einordnung und Ausblick.

JÄGER, E. J. (ed., 2017): Rothmaler-Exkursionsflora von Deutschland. – Gefäßpflanzen: Grundband, Springer, Berlin.

LUDEWIG, K. et al. (2021): Seed bank offers potential for active restoration of mountain meadows. – Restoration Ecology 29: e13311.

PEPPLER-LISBACH, C. & KÖNITZ, N. (2017): Vegetationsveränderungen in Borstgrasrasen des Werra-Meißner-Gebietes (Hessen, Niedersachsen) nach 25 Jahren.

**Zitiervorschlag**

HANSEN, W., KLINGER, Y., LUDEWIG, K. & OTTE, A. (2021): Restituierung von mit der Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen in der Rhön: Erprobung verschiedener Maßnahmen – ANLiegen Natur 43(2): online preview, 6 p., Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).