



A. Titze, C. Hepting, V. Hollmann, L. Jeske,  
I. Leyer, S. Liepelt, A. Peters, J. Weise

# *Wilde* ARNIKA

EIN LEITFADEN FÜR DIE PRAXIS



arnika

**ArnikaHessen**

Andreas Titze  
Claudia Hepting  
Verena Hollmann  
Lilith Jeske  
Ilona Leyer  
Sascha Liepelt  
Annika Peters  
Jörg Weise

Unter Mitarbeit von:

Elisabeth Eulenstein  
Benjamin Feller  
Maria Meyen

*Wilde* **ARNIKA**  
EIN LEITFADEN FÜR DIE PRAXIS

**Zitiervorschlag:** Titze A., Hepting C., Hollmann V., Jeske L., Leyer I., Liepelt S., Peters A., Weise J. (2020): Wilde Arnika – Ein Leitfaden für die Praxis. ArnikaHessen, Botanischer Garten der Philipps-Universität Marburg, Marburg. 229 S.

**ISBN:** 978-3-8185-0561-5

VORWEG

1 WARUM DIESER LEITFADEN? 02

BIOLOGIE & ÖKOLOGIE – VERWENDUNG – VERBREITUNG & SCHUTZ

2 WER IST ARNIKA? 10

LEBENSÄRÄUME – VERGESELLSCHAFTUNG

3 WO WÄCHST ARNIKA? 32

BESTANDSENTWICKLUNG

4 WIE GEHT ES ARNIKA? 46

GEFÄHRDUNGSFAKTOREN: ÜBERBLICK – HABITAT – POPULATION

5 WESHALB IST ARNIKA GEFÄHRDET? 60

MASSNAHMEN: ÜBERBLICK – HABITAT – POPULATION – MONITORING – ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

6 WOMIT KANN ICH ARNIKA HELFEN? 88

KOMMUNIKATION – FÖRDERUNG

7 WEN BRAUCHE ICH DAFÜR? 184

AUSBLICK

8 WAS BRINGT DIE ZUKUNFT? 202

KONTAKTE – LITERATURVERZEICHNIS – BILDNACHWEISE – IMPRESSUM

208



**WARUM**  
DIESER LEITFADEN?



Wir wollen gelbe Wiesen, wir wollen grüne Wiesen, wir wollen bunte Wiesen! Unsere Kulturlandschaft ist ein Mosaik, in der Vielfalt Platz hat. Dieser Schatz beherbergt auch blühende Kleinode, die nicht mit Gold aufzuwiegen sind.

Auf unsere Frage „Kennen Sie Arnika?“ war die häufigste Antwort „Ja, das ist eine Salbe“. Die Heilpflanze selbst haben jedoch viele noch nie gesehen. Kein Wunder, denn in den letzten Jahrzehnten sind die wild wachsenden Bestände drastisch zurückgegangen. Arnika ist damit eine prominente Vertreterin einer Vielzahl von

Arten, die durch die Intensivierung der Landwirtschaft stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Zum Glück lassen sich viele Menschen für die sonnige Arnika begeistern, daher bietet ihr Schutz die Chance, ganze Lebensgemeinschaften zu erhalten.

Mit ihrem Schutz erfüllen wir auch internationale Verpflichtungen, da Deutschland aus globaler Perspektive eine besondere Verantwortung für Arnika hat. Die noch vorhandenen Wildbestände müssen kurzfristig gestützt und langfristig in die Lage versetzt werden, sich selbst zu verjüngen. Eine zusätzliche Herausforderung ist hierbei der sich mittlerweile verstärkt abzeichnende Klimawandel, der insbesondere in den Tieflagen die Regeneration der Art erschwert.

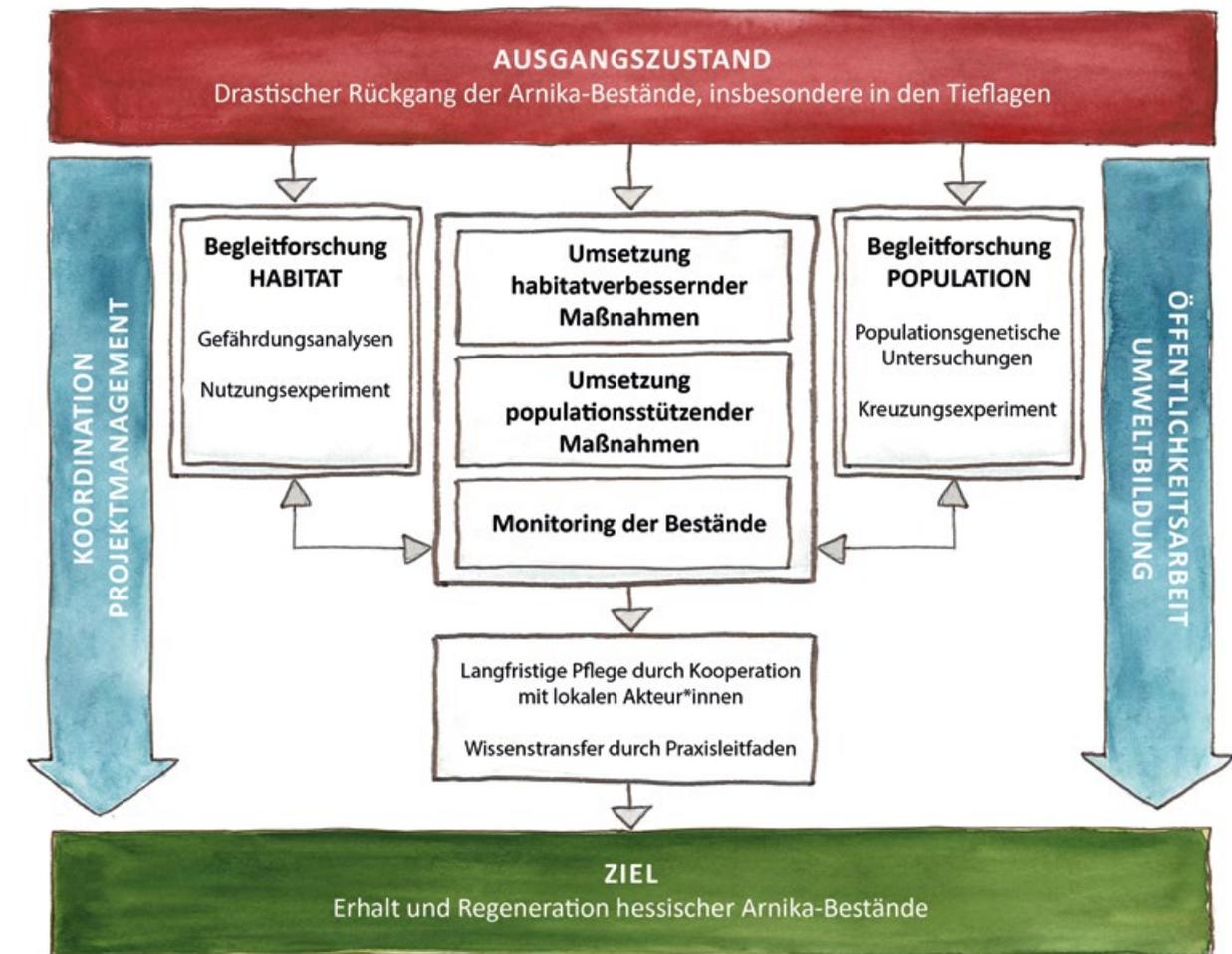
Mit unserem Projekt ArnikaHessen haben wir durch Forschung und Umsetzung von Maßnahmen viele wichtige Erkenntnisse für die Pflege von Arnika-Flächen zusammengetragen. Wir hoffen, dass dieser Leitfaden viele Menschen inspiriert, ihre Ideen schnell umzusetzen. Wir wollen, dass Arnika bleibt – machen wir es ihr wieder gemütlich!



## ÜBER DAS PROJEKT

ArnikaHessen – das Verbundprojekt des Botanischen Gartens Marburg, der Hochschule Geisenheim und der Philipps-Universität Marburg – verknüpfte von 2014 bis 2020 Forschung und Praxis. Gemeinsames Anliegen waren die Identifizierung und Umsetzung von Maßnahmen für den langfristigen Erhalt und die Regeneration der vor dem Erlöschen stehenden Arnika-Bestände in den hessischen Tieflagen. Ein Monitoring der Arnika-Bestände während der Projektlaufzeit diente dazu, die Auswirkungen der umgesetzten Maßnahmen sowie witterungsbedingte Einflüsse abschätzen zu können. In der begleitenden Forschung wurden z. B. ungelöste Fragen zur konkreten Gefährdung der Arnika-Bestände in Hessen im Kontext der genetischen Vielfalt und der genetischen Struktur der Bestände bearbeitet. Außerdem wurde untersucht, welche Pflege- und Nutzungsmaßnahmen besonders zielführend sind, um die rückläufigen Bestände zu regenerieren. Alle Aktivitäten im Projekt waren eng mit einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung verzahnt, damit das Projekt eine nachhaltige Wirkung entfalten kann. Bei alledem brachte ArnikaHessen Forschungspartner\*innen aus der Wissenschaft mit lokalen Akteur\*innen aus der Praxis zusammen.

Das Verbundprojekt wurde im Rahmen der gemeinsamen Förderinitiative von Bundesumweltministerium (BMU) und Bundesforschungsministerium (BMBF) „Forschung zur Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie“ (F&U NBS) und im BMU im Bundesprogramm Biologische Vielfalt gemeinsam gefördert.



## ZUR BENUTZUNG DIESES LEITFADENS

Dieser Leitfaden richtet sich an alle, die mehr über Arnika und die Pflege von Arnika-Flächen erfahren möchten. Durch ein farbiges Register sind gesuchte Themenkomplexe einfach zu finden. Jedes Kapitel steht unter einer Leitfrage und beginnt mit allgemeinen Informationen, die beim Weiterlesen in speziellere Fragestellungen übergehen. Innerhalb der jeweiligen Kapitel bekommen Sie außerdem immer wieder Einblicke in das Projekt.

Ausgehend von den Erfahrungen und Erkenntnissen im ArnikaHessen-Projekt ist mit diesem Leitfaden ein Nachschlagewerk entstanden, das bundesweit helfen soll, Arnika besser zu verstehen und das Wissen in der Praxis anzuwenden.



## DANK

ArnikaHessen konnte nur durch die Vielzahl engagierter Arnika-Freund\*innen so erfolgreich sein.

Für die Umsetzung von Maßnahmen war die Kooperation mit bereits in den Regionen gut vernetzten Institutionen und Einzelpersonen besonders wertvoll. Ein ganz herzliches Dankeschön an alle beteiligten Landwirt\*innen, Behörden, Gemeinden, Verbände, ehrenamtlich Engagierten, Unternehmen, Künstler\*innen, Lehrer\*innen, Erzieher\*innen, Studierende und Forschungseinrichtungen.

Ebenfalls danken wir den Projektträgern im DLR, insbesondere Karoline Luther, Dr. Christelle Nowack und Dr. Cornelia Anderson, für die gute Betreuung des Projektes. Auch beim Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie sowie den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe möchten wir uns für die stete Unterstützung bedanken.

Für das Mitwirken am Leitfaden bedanken wir uns bei Elisabeth Eulenstein, Benjamin Feller und Maria Meyen. Darüber hinaus danken wir den ehemaligen Abschlusskandidatinnen und Mitarbeiter\*innen im Projekt: Isabella Aberle, Ruth Bindewald, Verena Grob, Katrin Rokitte, Juliane Röder, Antje Schmidt, Elmar Utesch und Harald Wilhelm.



—» Dankeschön! «—



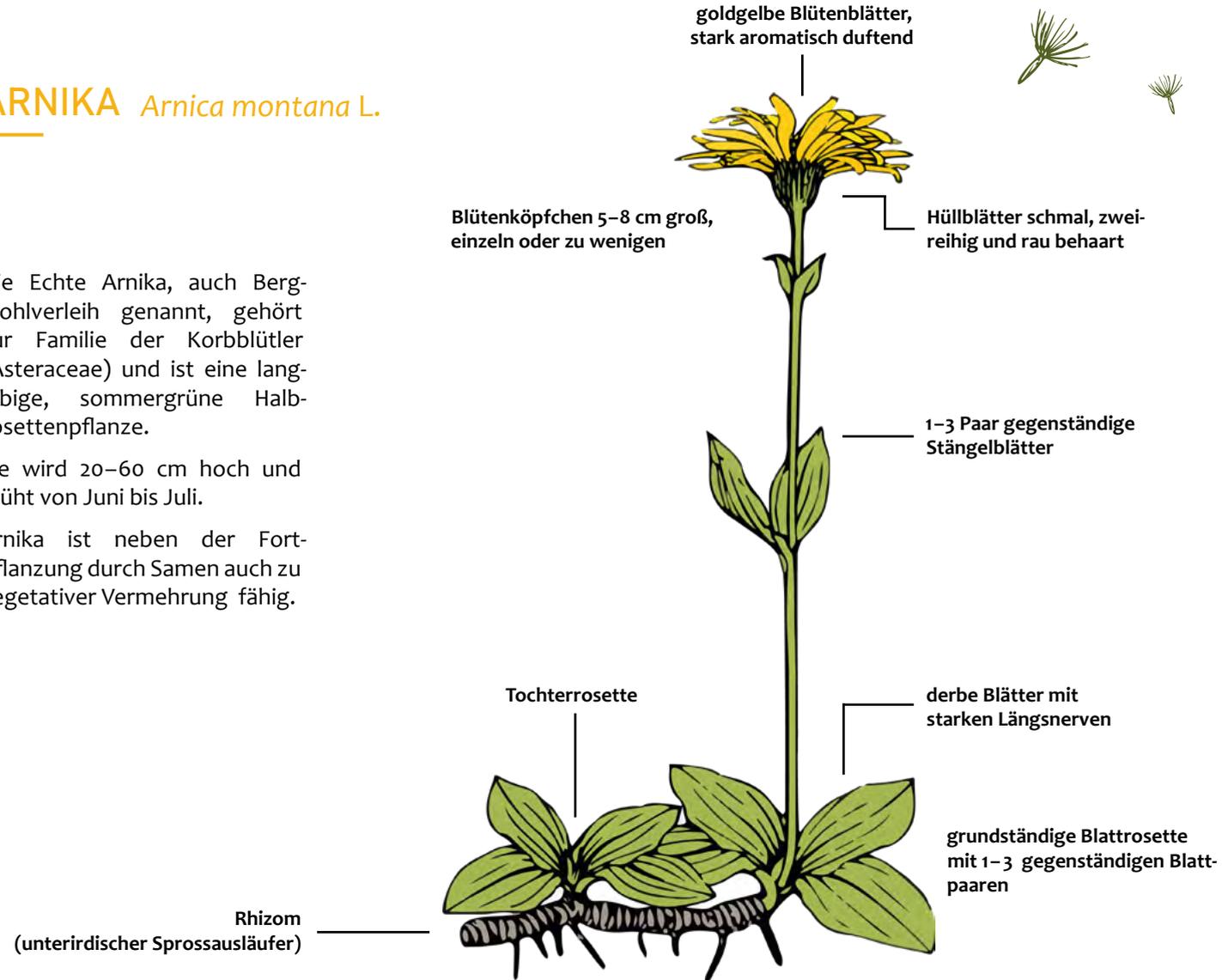
**WER  
IST ARNIKA?**

## ARNIKA *Arnica montana* L.

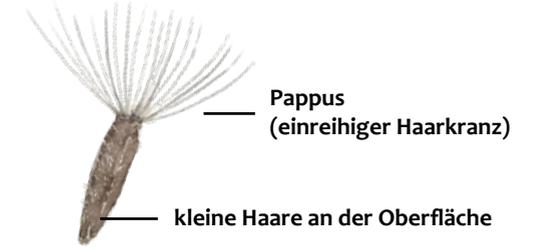
Die Echte Arnika, auch Bergwohlverleih genannt, gehört zur Familie der Korbblütler (Asteraceae) und ist eine langlebige, sommergrüne Halbrosettenpflanze.

Sie wird 20–60 cm hoch und blüht von Juni bis Juli.

Arnika ist neben der Fortpflanzung durch Samen auch zu vegetativer Vermehrung fähig.



Die Früchte von Arnika sind einsamige Nussfrüchte (Achänen) mit einem rauen Pappus und mit durchschnittlich 1,5 mg recht schwer<sup>2-1</sup>. Sie fliegen daher nicht weit und die Ausbreitung durch Wind erfolgt nur im unmittelbaren Umfeld<sup>2-2</sup>. Eine Ausbreitung über größere Strecken ist anheftend an Tiere denkbar<sup>2-3, 2-4</sup>. Die Samen haben keine Keimruhe (Dormanz) und sind nur wenige Jahre keimfähig<sup>2-5, 2-6</sup>.



### WER BIN ICH ...

#### ... und wenn ja, wie viele?

Ein Arnika-Individuum kann aus mehreren Rosetten bestehen. Die Mutterrosette bildet Rhizome aus, an denen sogenannte Tochterrosetten entstehen. Dieser Begriff ist streng genommen irreführend, da die vegetativ entstandenen „Töchter“ genetisch identisch mit der Mutterpflanze sind. Die Anzahl von Tochterrosetten kann enorm sein: Es wurde beobachtet, dass eine Mutterrosette jährlich über 20 Tochterrosetten bilden kann. So entstehen oft dichte Arnika-Trupps. Durch diese Wuchsform kann sich Arnika eine gewisse Zeit gegen konkurrierende Pflanzen behaupten.



Ein Arnika-Trupp im Spätsommer.

#### —> Siehe auch

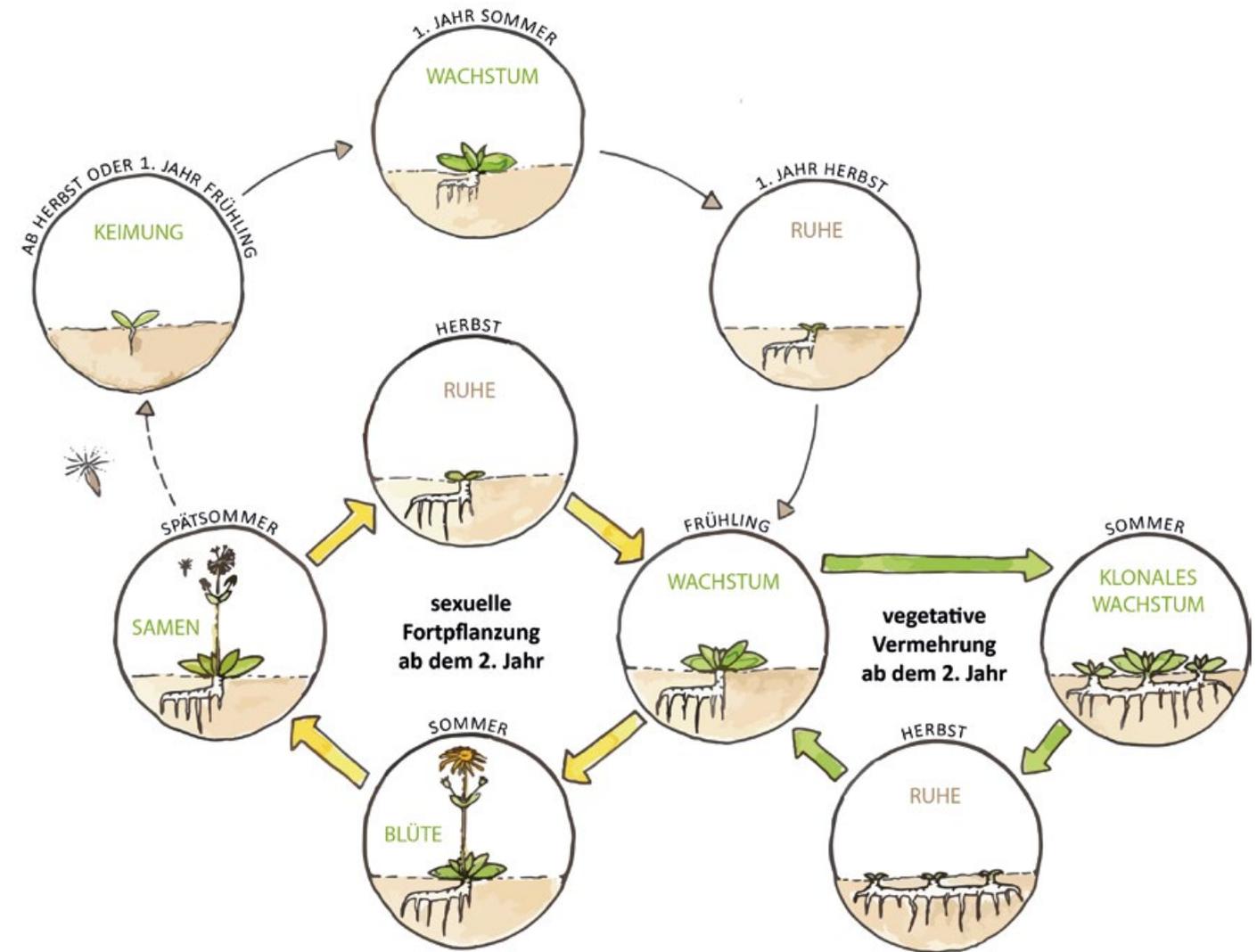
Seite 78 ff.  
Gefährdungsfaktoren Population

## AUS DEM LEBEN EINER ARNIKA

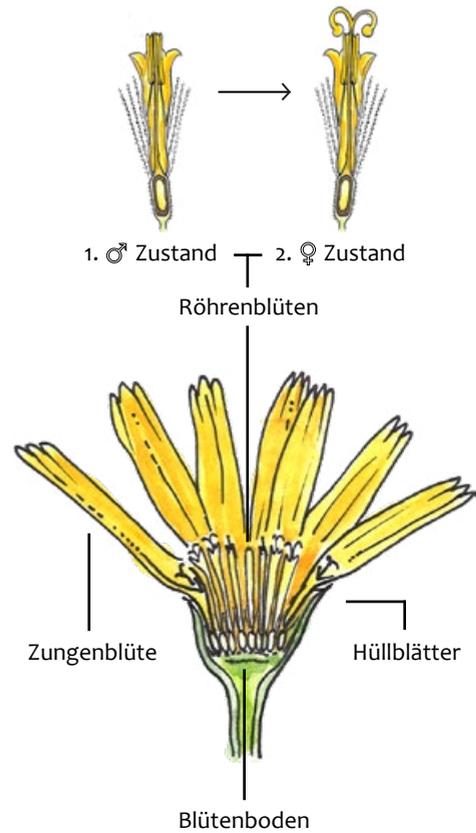
Arnika-Samen können bei geeigneten Umweltbedingungen noch im Herbst desselben Jahres keimen<sup>2-6, 2-7, 2-8</sup>. Nach eigenen Beobachtungen keimen viele Samen jedoch auch erst im zweiten oder dritten Jahr. Eine erfolgreiche Etablierung gelingt nur, wenn der Samen auf Offenboden fällt. Dann bildet sich eine Blattrosette, die im ersten Jahr während des Wachstums eine Nährstoffreserve im Rhizom aufbaut. Ab dem zweiten Jahr kann die Rosette blühen und fruchten (sexuelle Fortpflanzung) und über das Rhizom Tochterrosetten bilden (vegetative Vermehrung). Blütezeit ist von Juni bis Juli, die Samen sind in den Tiefen ab Mitte bis Ende Juli reif, in höheren Lagen reifen sie noch bis in den August hinein. Diese Zeitpunkte variieren jedoch je nach Witterungsbedingungen, Standort und Höhenlage. Die Tochterrosetten blühen ebenfalls erst ab dem zweiten Jahr. Im Herbst ziehen sich die Pflanzen zurück und treiben im nächsten Frühjahr aus Überdauerungsknospen wieder aus. Je nach Witterung beginnt die Ruhephase etwa Mitte Oktober und endet oft schon Ende Februar. Die Überdauerungsknospen liegen an der Erdoberfläche (Hemikryptophyt) und sind in der Regel durch Schnee, Laub oder Erde geschützt. Wenn es der Arnika-Pflanze am Standort schlecht geht, bildet sie häufig nur Tochterrosetten und blüht nicht.

Einzelrosetten werden nach eigener Beobachtung in Kultur meist nur fünf Jahre alt, im Freiland gibt es hierzu bisher keine Untersuchungen. Durch Bildung von Tochterrosetten über die Rhizome ist das Individuum aber potenziell unsterblich.

Schematischer Lebenszyklus von *Arnica montana* im Freiland.



## BLÜTENBIOLOGIE VON ARNIKA

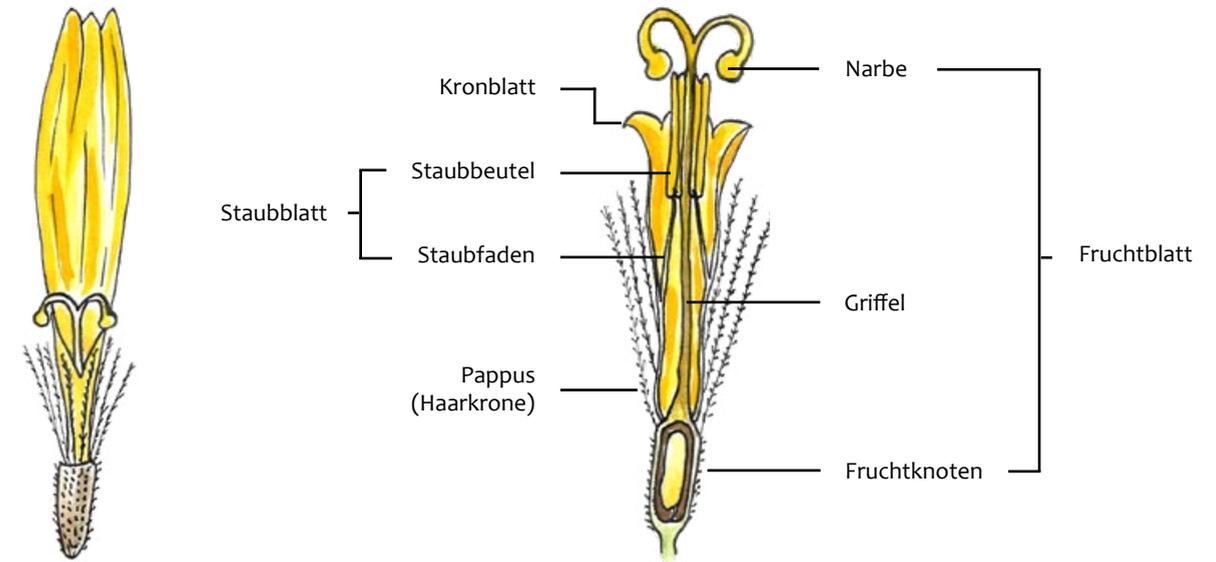


Längsschnitt durch ein Blütenköpfchen von *Arnica montana*.

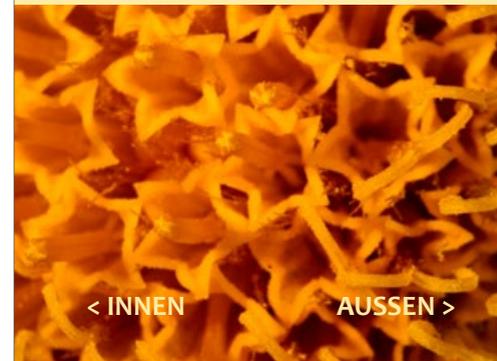
Die Blüten werden in der Regel durch Fluginsekten bestäubt. Verschiedene Eigenschaften der Blüten von *Arnica montana* sorgen dafür, dass Selbstbestäubung verhindert und Fremdbestäubung gefördert wird.

Die Blütenköpfchen bestehen aus vielen zwittrigen Röhrenblüten und weiblichen Zungenblüten, aus denen sich die Früchte mit langem Pappus entwickeln. Die Röhrenblüten sind zunächst männlich und geben ihren Pollen ab. Die Narbe entwickelt sich erst danach, sodass kein eigener Pollen auf diese gelangt. Dieser Mechanismus wird als Vormännlichkeit (Proterandrie) bezeichnet.

Außerdem ist Arnika weitestgehend selbstinkompatibel<sup>2-9</sup>, was bedeutet, dass eine Selbstbefruchtung durch die Erkennung und Abstoßung von genetisch nahe verwandten Pollen erschwert wird. Genetische Untersuchungen im Kreuzungsexperiment (siehe S. 154 f.) deuten darauf hin, dass teilweise auch keimfähige Samen durch Selbstbefruchtung entstehen. Dies kann aber negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Nachkommen haben. Allerdings kann Arnika auch ohne Befruchtung keimfähige Samen bilden (siehe S. 18 f.)<sup>2-10</sup>. Die hieraus entstehenden Nachkommen sind dann jedoch mit der Mutterpflanze genetisch identisch.



Zungenblüte (links) und Längsschnitt durch eine Röhrenblüte von *Arnica* (rechts).



### Röhrenblüten

**Linkes Bild:** Aufsicht auf die Röhrenblüten (stark vergrößert). Die einzelnen Röhrenblüten öffnen sich im Blütenköpfchen von außen nach innen, daher befinden sich die inneren Blüten im männlichen und die äußeren im weiblichen Zustand.

**Rechtes Bild:** Seitenansicht der Röhrenblüten (stark vergrößert). Die empfangsbereiten Narben öffnen sich deutlich erhöht über den alten Staubblättern.



## SAMEN OHNE BESTÄUBUNG?!

### HINTERGRUND

Einige Pflanzenarten sind in der Lage, auch ohne Befruchtung der Blüten keimfähige Samen zu bilden. Dieser Vorgang wird als Agamospermie bezeichnet und die entstandenen Samen sind – anders als bei Selbstbefruchtung – mit der Mutterpflanze genetisch identisch. Auch Arnika ist hierzu fähig<sup>2-10</sup>. Bei einigen Arten wird hierbei zum Auslösen der Samenreifung dennoch ein chemischer oder mechanischer Reiz durch eine Bestäubung benötigt. Ist die Samenbildung ohne Befruchtung bei Arnika durch einen äußeren Reiz induziert? Im Botanischen Garten der Philipps-Universität Marburg wurden Experimente durchgeführt, um dem nachzugehen.

### AUFBAU

39 Arnika-Pflanzen wurden einzeln in Käfigen aus Gaze isoliert und so vor Fremdbestäubung durch Insekten geschützt. In 21 der Käfige wurden zu Beginn der Blütezeit Hummeln zugesetzt. Die Hummeln konnten innerhalb des jeweiligen Käfigs nur blüten-eigenen Pollen verteilen. In die restlichen 18 Käfige wurden keine Hummeln gesetzt. Nach der Reifephase wurden die Arnika-Samen abgesammelt und ihre Keimfähigkeit mit einem Farbttest (Tetrazolium) überprüft. Aus den mit Hummeln zugesetzten Käfigen wurden neun Pflanzen zufällig ausgewählt, von denen 54 Einzelblüten angefärbt und mikroskopisch untersucht wurden.



### SCHLUSSFOLGERUNG

Ausgehend von der Annahme, dass Fremdbestäubung erfolgreich ausgeschlossen wurde, müssen die als keimfähig eingestuft Samen durch Agamospermie oder durch Selbstbefruchtung entstanden sein. Da die Selbstinkompatibilität bei Arnika nicht vollständig zu sein scheint (siehe S. 16), kann Selbstbefruchtung hier nicht völlig ausgeschlossen werden. Sofern die Samen ohne Befruchtung entstanden sind, wird dafür jedoch offenbar ein Reiz durch Bestäubung benötigt.



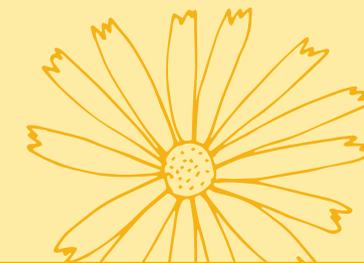
### ERGEBNIS



#### MIT ZUGESetzten HUMMELN

Die eingehausten Arnika-Pflanzen ( $n = 21$ ) entwickelten 12–17 % keimfähige Samen pro Blütenköpfchen (rot umrandet). Die mikroskopische Untersuchung von 54 Einzelblüten ( $n = 9$ ) zeigte, dass der Eigenpollen auf der Narbe keinen Pollenschlauch ausbildete oder dieser sich nur minimal entwickelte.

### ERGEBNIS



#### OHNE ZUGESetzte HUMMELN

Die eingehausten Arnika-Pflanzen ( $n = 18$ ) produzierten keinen einzigen keimfähigen Samen.





## VON BESTÄUBERN UND ARNIKA

Im Freiland wird Arnika durch Fluginsekten bestäubt. Besonders viele keimfähige Samen entstehen bei der Bestäubung durch Hummeln, da diese den Pollen am effektivsten übertragen. Da sich die Einzelblüten innerhalb eines Blütenköpfchens über einen Zeitraum von mehreren Tagen nacheinander öffnen, wird in der Regel Pollen von genetisch unterschiedlichen Nachbarpflanzen übertragen. Die dadurch entstehenden Samen können sehr unterschiedliche Kombinationen von Merkmalen weitergeben. Entsprechend der Größe des Blütenköpfchens produziert Arnika 60 bis über 160 Samenanlagen, die bei ausreichender Bestäuberdichte zu keimfähigen Samen heranwachsen.

Je nach Entfernung der Arnika-Bestände voneinander können Insekten Pollen zwischen diesen transportieren. Für genetisch vielfältige und somit vitale Bestände ist Arnika deshalb langfristig von bestäubenden Insekten abhängig, auch wenn kurze Zeiträume durch vegetative Vermehrung überbrückt werden können.



Eine Hummel sucht auf einem nahezu abgeblühten Arnika-Blütenköpfchen nach Nektar.

Rechte Seite: Die Früchte eines Arnika-Blütenköpfchens aus dem Freiland, davon sind 127 keimfähig (dunkel) und 21 taub (hell).



## ZU BESUCH AUF ARNIKA

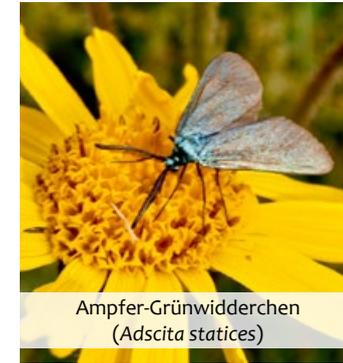
Arnika bietet verschiedenen Insekten Nahrung, sodass viele unterschiedliche Blütenbesucher auf der Heilpflanze beobachtet werden können. Einige der Insekten – wie Schmetterlinge – suchen vorwiegend Nektar in den Blüten, während andere – wie Käfer – vorwiegend Pollen fressen.



Auch der Sauerampferkäfer zählt zu den regelmäßigen Blütenbesuchern auf Arnika.



Wiesenhummel  
(*Bombus pratorum*)



Ampfer-Grünwiderchen  
(*Adscita stactes*)



Kleiner Fuchs  
(*Aglais urticae*)



Baumhummel  
(*Bombus hypnorum*)



Großer Kohlweißling  
(*Pieris brassicae*)



Steinhummel  
(*Bombus lapidarius*)



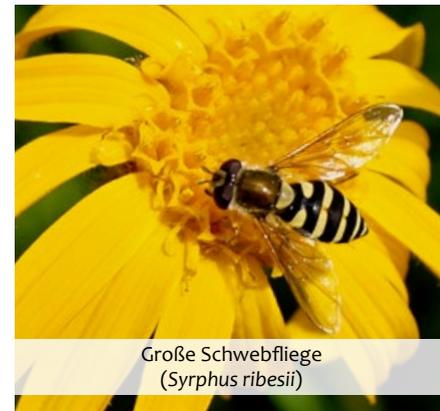
Distelfalter  
(*Vanessa cardui*)



Erdhummel  
(*Bombus terrestris*)



Mistbiene  
(*Eristalis tenax*)



Große Schwebfliege  
(*Syrphus ribesii*)



Furchenbiene  
(*Lasioglossum cinctipes*)



Braune Tageule  
(*Euclidia glyphica*)



Gemeine Breitstirnblasenkopffliege  
(*Sicus ferrugineus*)



Westliche Honigbiene  
(*Apis mellifera*)



Großes Fünffleck-Widderchen  
(*Zygaena lonicerae*)

## ZU HAUSE IN ARNIKA



Das zur Familie der Bohrfliegen (Tephritidae) gehörende Insekt *Tephritis arnicae* nutzt die Blütenköpfchen von Arnika als Kinderstube für seinen Nachwuchs. Der Lebenszyklus der Arnika-Bohrfliege ist vollständig an den von Arnika angepasst. Die Eier werden von den Weibchen von Mai bis Juni in die Arnika-Knospen gelegt. Die weißen Maden ernähren sich zunächst von den jungen Röhrenblüten und den Fruchtknoten, danach fressen sie sich weiter durch den Blütenboden bis in den Stängel hinein<sup>2-11</sup>. Die Verpuppung findet zwischen den Röhrenblüten statt. Aus den Puppen schlüpfen während der Samenreife die adulten Tiere.

Die Arnika-Bohrfliege ist ein Schädling auf Arnika, gefährdet jedoch nicht ihren Bestand. In Hessen konnte *Tephritis arnicae* bislang lediglich auf einer Bergwiese am Hohen Meißner auf 680 m ü. NN nachgewiesen werden. Im Jahr 2018 war dort durchschnittlich jede achte Blüte befallen und enthielt zwei bis drei schwarze Puppen. Die befallenen Blütenköpfchen entwickeln dennoch reife, keimfähige Samen, jedoch durchschnittlich 30 % weniger als unbefallene. Die starke Spezialisierung auf Arnika ist das Resultat einer langen Anpassung und ein eindrückliches Beispiel, wie mit dem Verlust einer Art auch der Verlust anderer Arten einhergeht.

**Oben: Adulte Arnika-Bohrfliege vom Hohen Meißner.  
Die Vertreter der Bohrfliegen werden wegen ihrer kunstvollen Flügelzeichnungen auch Pfauenfliegen genannt.**



**Puppen von *Tephritis arnicae* in einem Arnika-Blütenköpfchen am Hohen Meißner.**

## EINE KÖNIGIN UNTER DEN HEILPFLANZEN

Arnika ist eine alte Heilpflanze und findet auch heute noch Verwendung. Die traditionelle Nutzung macht die Art zu einem Kulturgut, denn früher – vor dem starken Rückgang der Wildbestände – wurde Arnika von vielen Menschen privat gesammelt und verarbeitet.

Arnika wird äußerlich bei Prellungen, Entzündungen oder Muskel- und Gelenksbeschwerden angewendet. Als Arzneidroge werden die ganzen getrockneten Blütenköpfchen genutzt und zu Tinkturen, Globuli oder Salben verarbeitet. Pharmakologisch bedeutsam sind unter anderem die enthaltenen Sesquiterpenlactone, Flavonoide und ätherischen Öle. Eine innerliche Anwendung als Tee oder Tinktur, wie sie noch im 17. und 18. Jahrhundert verbreitet war, wird aufgrund der starken Nebenwirkungen bei Überdosierung mittlerweile pharmazeutisch abgelehnt. Arnika sollte daher mit Ausnahme von homöopathischen Mitteln nicht mehr eingenommen werden.<sup>2-11, 2-12</sup>



Tinktur aus oberfränkischer wild wachsender Arnika wurde im Rahmen des Arnikaprojekts Hof (2012–2015) in kleinen Mengen produziert und erfolgreich vermarktet. Auf dem Foto sind die Projektverantwortlichen Thomas Blachnik und Regina Saller beim Trocknen der Arnika-Blütenköpfchen zu sehen.<sup>2-13</sup>



—» Arnika ist nicht mit Gold zu bezahlen – in vielen Fällen hilft sie rasch und schmerzlos «—

Sebastian Kneipp



### WOHER KOMMEN DIE BLÜTENKÖPFCHEN ...

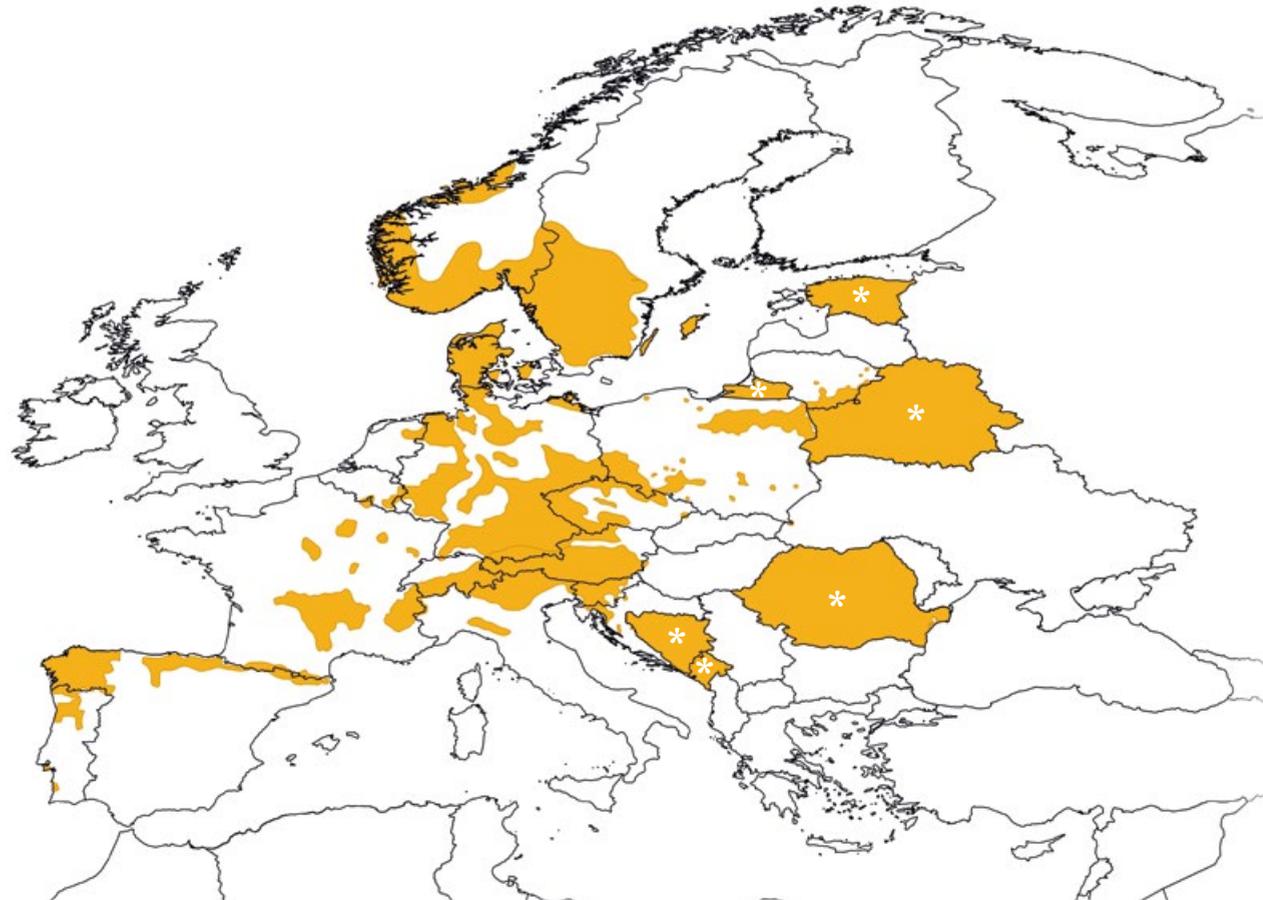
#### ... für Heilpflanzenpräparate?

Arnika zählt zu den besonders geschützten Arten, daher ist das Ausgraben oder Sammeln der Pflanze überall in Deutschland verboten. Die Blütenköpfchen für die Herstellung der heutzutage erhältlichen Arnika-Produkte stammen deshalb von in Deutschland angebauten Arnika-Pflanzen oder aus Wildsammlungen

im Ausland. Lange galt Arnika aufgrund ihrer besonderen Standortansprüche als nicht gut kultivierbar. Erst vor einigen Jahren konnte die Arnika-Sorte ‚Arbo‘ gezüchtet werden, die für den Feldanbau geeignet ist, sodass die Sammlung für medizinische Zwecke nicht mehr allein auf Wildvorkommen angewiesen ist<sup>2-11</sup>. Die besammelten Wildvorkommen befinden sich im europäischen

Ausland, zum Beispiel den französischen Vogesen oder den rumänischen Karpaten. Die betreffenden Unternehmen sind dabei stark um eine nachhaltige Nutzung der Wildbestände bemüht und kooperieren bei der Ernte und Pflege mit regionalen Kleinbäuer\*innen. Zusätzlich wird die Bestandsentwicklung meistens wissenschaftlich überwacht<sup>2-14</sup>.

—» Deutschland trägt die Verantwortung für den Erhalt der Arnika «—



Datengrundlage: IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2010): Arnica montana. In: IUCN (2012): IUCN Red List of Threatened Species, Version 2012.1. Online verfügbar unter: <http://www.iucnredlist.org> [letzter Aufruf am 12.08.2015]; Verwaltungsgrenzen: EuroGeographics.

## ARNIKA INTERNATIONAL

Deutschland hat eine hohe Verantwortlichkeit für den Erhalt von Arnika, da hierzulande rund ein Drittel des Weltbestands vorkommt. Die deutschen Vorkommen befinden sich zudem im Arealzentrum der Art<sup>2-15</sup>. Diese sind besonders wichtig, da sie weit entfernte Arnika-Vorkommen miteinander verbinden können. Aus diesem Grund ist Arnika eine sogenannte Verantwortungsart für Deutschland. Mit dem Konzept der Verantwortungsarten sollen Prioritäten im Naturschutz gesetzt werden. Neben dem direkten Schutz einzelner Pflanzen und Tiere sollen ganze Lebensräume bewahrt werden, um so das Überleben der Arten auch langfristig zu sichern.

In ganz Europa gilt Arnika nach Roter Liste der IUCN noch als ungefährdet, die Populationen nehmen jedoch ab<sup>2-16</sup>. Regional ist sie bereits gefährdet oder gilt sogar als vom Aussterben bedroht. Aus diesen Gründen unterliegt auch der internationale Handel mit Arnika bestimmten Auflagen und Richtlinien.

## INTERNATIONALER SCHUTZ

Arnika ist eine echte Europäerin. Sie kommt von Südkandinavien und dem Baltikum im Norden bis nach Spanien und Slowenien im Süden vor. Für die mit einem Sternchen (\*) markierten Länder kann die dargestellte Verbreitung von der tatsächlichen Verbreitung abweichen, da für diese Länder keine differenzierten Verbreitungsdaten vorliegen.

### Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie: Anhang V

Die Entnahme aus der Natur und Nutzung dieser Art von gemeinschaftlichem Interesse ist mit der Verpflichtung verbunden ggf. Maßnahmen zu treffen, um einen günstigen Erhaltungszustand zu gewährleisten.

### Europäische Umsetzung des Washingtoner Artenschutzabkommens: Anhang D

Überwachung des internationalen Handels hinsichtlich der gehandelten Menge.

A photograph of a field of yellow flowers and green grass. The image is split vertically by a thin white line. The left side shows a single yellow flower in the foreground, while the right side shows a cluster of yellow flowers. The background is a soft-focus field of many yellow flowers. The text 'WO WÄCHST ARNIKA?' is overlaid in white on the bottom left.

WO  
WÄCHST ARNIKA?

—» Sauer und nährstoffarm sind die Arnika-Standorte «—

## STANDORTANSPRÜCHE

In Deutschland hat Arnika ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Alpen, im Alpenvorland und den Mittelgebirgen. Sie tritt vom Flachland bis auf über 2 500 m ü. NN auf. In Hessen befinden sich die Hauptvorkommen am Hohen Meißner, im Kaufunger Wald, Hohen Westerwald, Hohen Vogelsberg und in der Hohen Rhön.

Die Lebensräume, in denen Arnika zu finden ist, sind in unserer heutigen Landschaft selten geworden. Arnika kommt nur auf nährstoff- und kalkarmen Böden in extensiv genutztem Grünland, in Borstgrasrasen und in Heiden vor. Darüber hinaus benötigt Arnika Lücken im Bewuchs mit Offenbodenstellen und nicht zu trockene Bodenverhältnisse. Sowohl gegenüber Mahd als auch Beweidung und Tritt ist die Art empfindlich bis mäßig verträglich und ihr Futterwert ist äußerst gering<sup>3-1</sup>.

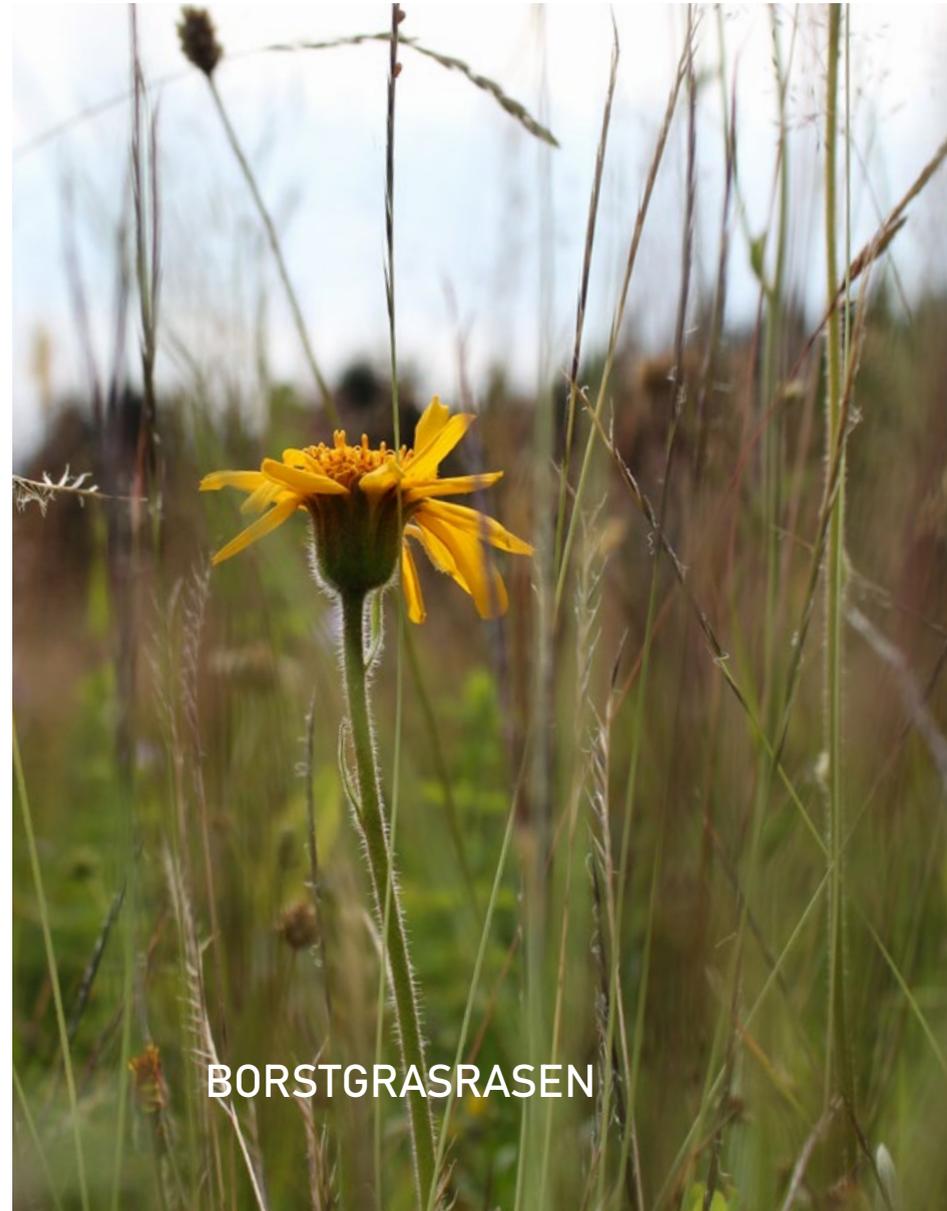
Arnika ist eine Kennart der Borstgrasrasen (Ordnung Nardetalia strictae), kommt aber auch in anderen bodensauren Magerrasen vor. Pflanzensoziologisch umfassen diese neben Borstgrasrasen auch Zwergstrauchheiden aus der Klasse Calluno-Ulicetea, bodensaure Wirtschaftswiesen (Goldhaferwiesen, Rotstraußgras-Rotschwingelwiese) aus der Klasse Molinio-Arrhenatheretea sowie bodensaure Halbtrocken- und Volltrockenrasen aus der Klasse Festuco-Brometea<sup>3-2</sup>.

Dieser Leitfaden befasst sich vorwiegend mit den Vegetationstypen, in denen Arnika in den hessischen Tieflagen unter 500 m ü. NN vorkommt, dies sind vor allem Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden. Goldhaferwiesen mit Arnika werden in diesem Leitfaden nur gestreift, da diese ihren Schwerpunkt in montanen Lagen haben.

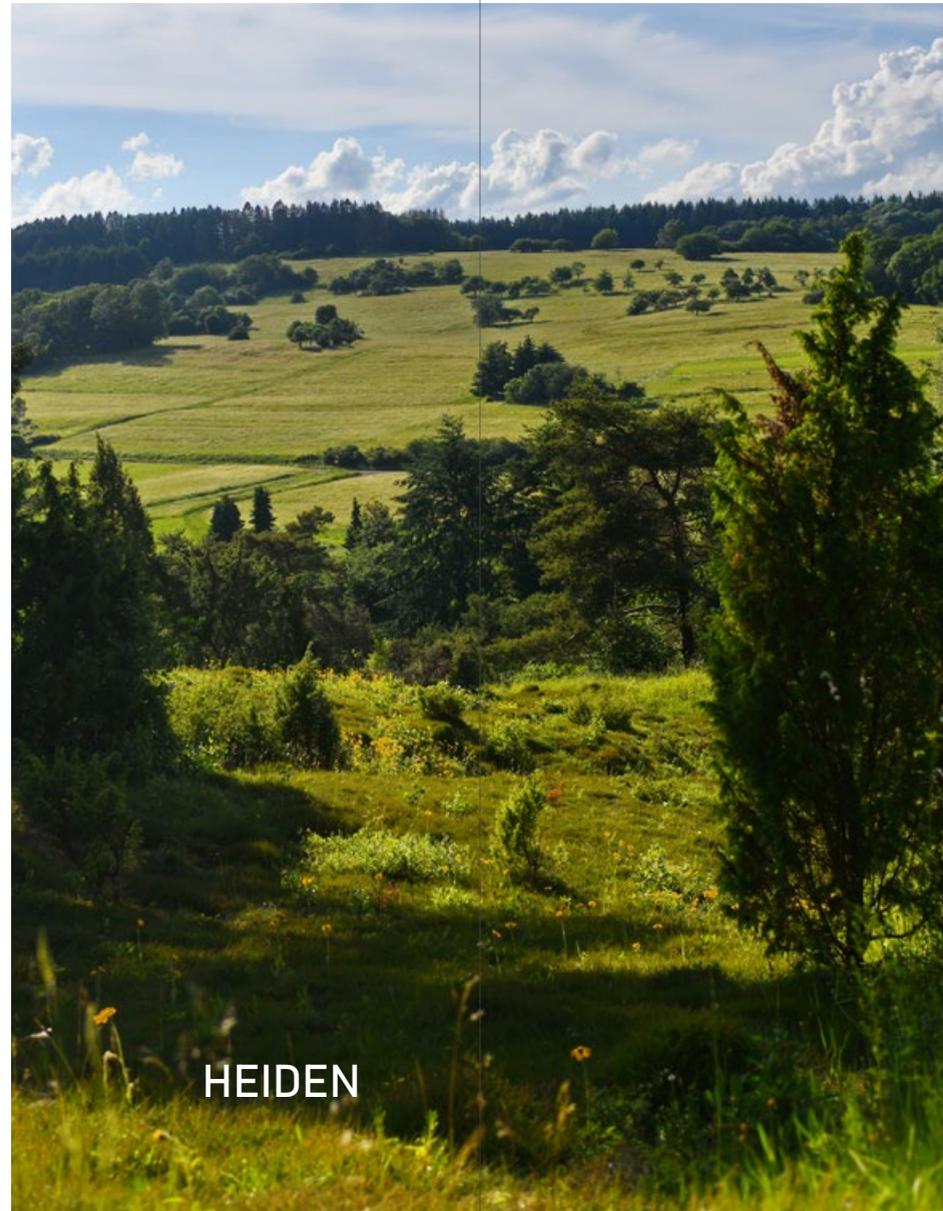
## ZEIGERWERTE

Heinz Ellenberg klassifizierte Pflanzen nach ihrem ökologischen Verhalten und ihren ökologischen Ansprüchen an den Standort und Lebensraum auf einer Skala. Demnach ist Arnika eine äußerst lichtliebende Art und bevorzugt frische, saure und nährstoffarme Böden.<sup>3-3</sup>

LICHTZAHL	<input type="text" value="9"/>	Volllichtpflanze
TEMPERATURZAHL	<input type="text" value="4"/>	Kühle- bis Mäßigwärmezeiger
KONTINENTALITÄTSZAHL	<input type="text" value="4"/>	gemäßigtes Seeklima zeigend
REAKTIONSSZAHL	<input type="text" value="3"/>	Säurezeiger
FEUCHTEZAHL	<input type="text" value="5"/>	Frischezeiger
STICKSTOFFZAHL	<input type="text" value="2"/>	ausgesprochene Stickstoffarmut bis Stickstoffarmut zeigend



BORSTGRASRASEN



HEIDEN



BERG-MÄHWIESEN

## VON HUNGRIGEN MÄULERN GESCHAFFEN

Die meist durch Beweidung entstandenen Borstgrasrasen und Heiden sowie die zur traditionellen Heugewinnung spät gemähten Berg-Mähwiesen sind Arnikas Heimat. Hier herrschen Bedingungen, die ihren Ansprüchen gerecht werden.

Borstgrasrasen benötigen eine regelmäßige Nutzung. Rinder, Schafe und Ziegen haben hier über Jahrhunderte konkurrenzstärkere Pflanzenarten verbissen und so diesen mittlerweile stark gefährdeten Lebensraum geprägt. Auch eine einschürige Mahd mit Nachbeweidung wurde praktiziert. In manchen Mittelgebirgen sind Borstgrasrasen jedoch auch ausschließlich durch Mahd entstanden<sup>3-4</sup>.



Es handelt sich bei Borstgrasrasen um kurzrasige Wiesen oder Weiden auf sauren oder versauerten Böden mit niedrigem Nährstoffgehalt. Auf sehr sauren Böden gibt es artenärmere, auf basenreicheren Böden artenreichere Ausbildungen. Für den Erhalt von Lebensraumtypen (LRT), deren Verbreitungsschwerpunkt in Europa liegt, hat die Europäische Gemeinschaft eine besondere Verantwortung. Artenreiche Borstgrasrasen sind daher als LRT 6230\* im Anhang I der FFH-Richtlinie gelistet. Sie sind als prioritär (\*) gekennzeichnet, da sie vom vollständigen Erlöschen bedroht sind. In Hessen gibt es noch zwischen 550 und 650 ha Borstgrasrasen<sup>3-5</sup>.

In den Hochlagen gibt es Übergänge zu den nährstoffreicheren und etwas intensiver bewirtschafteten Berg-Mähwiesen (LRT 6520), in den Tieflagen auch zu den mageren Flachland-Mähwiesen (LRT 6510). An wechselfeuchten Standorten können die Borstgrasrasen in Pfeifengraswiesen (LRT 6410) und auf staunassen-anmoorigen Böden auch in Kleinseggenrasen übergehen.

Bei einer Unternutzung von Borstgrasrasen können Zwergsträucher an Dominanz gewinnen. So sind viele der heutigen nur noch kleinflächig vorkommenden Heidebestände in Hessen wegen nachlassender oder aufgegebener Nutzung aus Borstgrasrasen entstanden<sup>3-6</sup>. Nehmen die Zwergsträucher mehr als 50 % der Fläche ein, so werden sie in Hessen den Zwergstrauchheiden (LRT 4030) zugeordnet<sup>3-6, 3-7</sup>.

## ARNIKA IN DEN HESSISCHEN TIEFLAGEN

Die Lebensräume von Arnika in den hessischen Tieflagen sind vor allem Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden. Bei den Borstgrasrasen können die Vorkommen in Bestände ohne und mit vereinzelt vorkommenden Feuchtezeigern, wie beispielsweise Wald-Läusekraut (*Pedicularis sylvatica*), unterschieden werden. Im Folgenden werden diese Borstgrasrasen als Borstgrasrasen feuchter Standorte bezeichnet, solche ohne Feuchtezeiger als Borstgrasrasen frischer Standorte.

Im Fokus von ArnikaHessen standen die Arnika-Vorkommen unter 500 m ü. NN. Eine Auswahl dieser Flächen wurde durch ein Monitoring begleitet (siehe S. 50 ff.).

Zur standörtlichen Charakterisierung wurden für alle Monitoringflächen Mittelwerte der Artenzahl, Moos- und Streuschicht, des Anteils Offenboden sowie der ökologischen Zeigerwerte für Feuchte, Stickstoff- und Bodenreaktion berechnet. Insgesamt herrschen in den hessischen Arnika-Lebensräumen nährstoffarme, stark bis mäßig saure Böden mit einer geringen Basenversorgung vor.



Eine Zwergstrauchheide mit Arnika im NSG „Hasel bei Donsbach“ (Lahn-Dill-Kreis).

Bei den Monitoringflächen waren die Vegetationsaufnahmen in Borstgrasrasen im Mittel artenreicher als die in Zwergstrauchheiden. Die höchsten Artenzahlen und die geringste Streuschicht wiesen die Borstgrasrasen frischer Standorte auf. Die Zwergstrauchheiden zeigten durch eine ausgeprägte Streu- und Mooschicht Brachetendenzen, jedoch war immer noch Offenboden mit einem Flächenanteil von über 5 % vorhanden und die ökologischen Zeigerwerte für Stickstoff und die Bodenreaktion waren niedriger als bei den Borstgrasrasen. Die mittlere Feuchtezahl der Borstgrasrasen feuchter Standorte war erwartungsgemäß höher als die der Borstgrasrasen frischer Standorte und der Zwergstrauchheiden.

Mittelwerte der Artenzahl, der Feuchte-, Stickstoff- und Reaktionszahl nach Ellenberg<sup>3-3</sup>, des Anteils Offenboden, der Deckung Moos- und Streuschicht der Vegetationsaufnahmen 2015–2019 (n = 23) aus dem Arnika-Monitoring für Zwergstrauchheiden sowie Borstgrasrasen frischer und feuchter Standorte. Minimum und Maximum sind in Klammern angegeben. Skala Feuchtezahl: 4 = Trocken- bis Frischezeiger, 5 = Frischezeiger, 6 = Frische- bis Feuchtezeiger; Skala Stickstoffzahl: 2 = Stickstoffärmste bis -arme Standorte, 3 = stickstoffarme Standorte; Skala Reaktionszahl: 2 = Starksäure- bis Säurezeiger, 3 = Säurezeiger; 4 = Säure- bis Mäßigsäurezeiger, 5 = Mäßigsäurezeiger.

	Zwergstrauchheiden	Borstgrasrasen, frisch	Borstgrasrasen, feucht
Artenzahl	(17) 23 (34)	(19) 36 (47)	(23) 33 (41)
Mittlere Feuchtezahl	(4,33) 5,01 (5,80)	(4,35) 4,82 (5,27)	(4,96) 5,77 (6,95)
Mittlere Stickstoffzahl	(2,21) 2,94 (3,91)	(2,89) 3,26 (3,77)	(2,71) 3,20 (3,85)
Mittlere Reaktionszahl	(2,88) 3,99 (4,05)	(3,31) 4,22 (5,07)	(3,23) 3,98 (4,43)
Offenboden [%]	(0,0) 5,2 (20,0)	(0,0) 3,6 (15,0)	(0,0) 5,3 (20,0)
Mooschicht [%]	(0,0) 11,0 (35,0)	(0,0) 7,3 (30,0)	(0,0) 6,6 (50,0)
Streuschicht [%]	(0,0) 9,0 (35,0)	(0,0) 0,6 (30,0)	(0,0) 2,7 (10,0)

**ZWERGSTRAUCHHEIDEN**

LRT 4030  
Europäische trockene Heiden



Besen-Heide  
(*Calluna vulgaris*)



Heidelbeere  
(*Vaccinium myrtillus*)



Preiselbeere  
(*Vaccinium vitis-idaea*)

**BORSTGRASRASEN**

LRT 6230\*  
Artenreiche Borstgrasrasen



Borstgras  
(*Nardus stricta*)



Harzer Labkraut  
(*Galium saxatile*)



Gewöhnliches Kreuzblümchen  
(*Polygala vulgaris*)



Blutwurz  
(*Potentilla erecta*)



Wald-Läusekraut  
(*Pedicularis sylvatica*)



Sparrige Binse  
(*Juncus squarrosus*)

**BERG-MÄHWIESEN**

LRT 6520  
Berg-Mähwiesen



Wald-Storchschnabel  
(*Geranium sylvaticum*)



Weicher Pippau  
(*Crepis mollis*)



Schlangen-Knöterich  
(*Bistorta officinalis*)

**ARNIKA WÄCHST NICHT ALLEIN**

In ihren Lebensräumen ist Arnika mit vielen anderen, teils selten gewordenen Pflanzenarten vergesellschaftet. Diese Übersicht zeigt eine Auswahl einiger lebensraumtypischer Pflanzenarten.



Blutwurz  
(*Potentilla erecta*)



Wald-Läusekraut  
(*Pedicularis sylvatica*)



Sparrige Binse  
(*Juncus squarrosus*)

In den Zwergstrauhheiden ist Arnika häufig mit Besen-Heide, Heidelbeere oder Preiselbeere vergesellschaftet. In den Borstgrasrasen kommen häufig Borstgras, Harzer Labkraut, Gewöhnliches Kreuzblümchen und Blutwurz hinzu. In den Borstgrasrasen feuchter Standorte wachsen neben der Hirse-Segge und dem Pfeifengras das gefährdete Wald-Läusekraut und die Sparrige Binse. In Berg-Mähwiesen leisten Wald-Storchschnabel, Weicher Pippau und Schlangen-Knöterich Arnika Gesellschaft.



## ARTEN IN DEN MONITORINGFLÄCHEN

Insgesamt wurden bei der Aufnahme der Dauerbeobachtungsflächen im Arnika-Monitoring (siehe S. 50 ff.) rund 156 verschiedene Kräuter und Gräser festgestellt. Zahlreiche dieser Arten sind in den Roten Listen aufgeführt. Für einige wird sogar eine Verantwortlichkeit Hessens oder Deutschlands für den Erhalt der Art gesehen.

Auswahl bemerkenswerter Arten in den Dauerbeobachtungsflächen des Monitorings in allen Aufnahmen der Kleinquadrate (n = 25, 23 Tieflagen und 2 Hochlagen) und Vegetationsaufnahmen (n = 23, nur Tieflagen).

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Rote Liste Hessen <sup>3-8</sup>	Rote Liste Deutschland <sup>3-9</sup>	Verantwortlichkeit Deutschland/Hessen
Nelken-Haferschmiele	<i>Aira caryophylla</i>	V	V	
Heilziest	<i>Betonica officinalis</i>	V	V	
Mond-Rautenfarn	<i>Botrychium lunaria</i>	2	3	
Gewöhnliches Zittergras	<i>Briza media</i>	V	*	
Igel-Segge	<i>Carex echinata</i>	V	*	
Hirse-Segge	<i>Carex panicea</i>	V	V	
Floh-Segge	<i>Carex pulicaris</i>	2	2	
Stängellose Kratzdistel	<i>Cirsium acaule</i>	V	V	!
Weicher Pippau	<i>Crepis mollis</i>	2	3	!!
Fuchs-Fingerwurz	<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	V	V	
Breitblättrige Fingerwurz	<i>Dactylorhiza majalis</i>	3	3	! H
Skandinavischer Augentrost	<i>Euphrasia frigida</i>	2	2	(!)
Echter Augentrost	<i>Euphrasia officinalis</i> agg.	3	3	

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Rote Liste Hessen <sup>3-8</sup>	Rote Liste Deutschland <sup>3-9</sup>	Verantwortlichkeit Deutschland/Hessen
Steifer Augentrost	<i>Euphrasia stricta</i>	V	*	
Nordisches Labkraut	<i>Galium boreale</i>	2	V	
Heide-Labkraut	<i>Galium pumilum</i>	V	V	!!
Deutscher Ginster	<i>Genista germanica</i>	3	3	!
Flügel-Ginster	<i>Genista sagittalis</i>	3	V	
Gewöhnliches Sonnenröschen	<i>Helianthemum nummularium</i> agg.	V	V	
Berg-Jasione	<i>Jasione montana</i>	V	*	
Sparrige Binse	<i>Juncus squarrosus</i>	3	V	!
Wald-Läusekraut	<i>Pedicularis sylvatica</i>	2	3	
Grünliche Waldhyazinthe	<i>Platanthera chlorantha</i>	V	3	
Kümmel-Silge	<i>Selinum carvifolia</i>	3	V	
Färber-Scharte	<i>Serratula tinctoria</i>	2	3	
Gewöhnlicher Teufelsabbiss	<i>Succisa pratensis</i>	V	V	
Bauernsenf	<i>Teesdalia nudicaulis</i>	3	*	
Pyrenäen-Vermeinkraut	<i>Thesium pyrenaicum</i>	3	3	H
Berg-Klee	<i>Trifolium montanum</i>	V	V	
Moor-Klee	<i>Trifolium spadiceum</i>	2	2	
Trollblume	<i>Trollius europaeus</i>	3	3	
Hunds-Veilchen	<i>Viola canina</i>	V	V	
Echter Wiesenhafer	<i>Helictotrichon pratense</i>	*	V	

ROTE LISTE STATUS 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, \* = ungefährdet

VERANTWORTLICHKEIT DEUTSCHLAND<sup>3-9</sup> ! = in hohem Maße verantwortlich, (!) = für hochgradig isolierte Vorposten verantwortlich, !! = in besonders hohem Maße verantwortlich

VERANTWORTLICHKEIT HESSEN<sup>3-8</sup> H = Art der Hessenliste der Hessischen Biodiversitätsstrategie

# WIE GEHT ES ARNIKA?



—» Die Bestände von Arnika sind stark rückläufig «—

## ARNIKA IN DEUTSCHLAND

Die ehemals weit verbreitete Arnika zeigt in Deutschland schon etwa seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts Rückgangstendenzen<sup>4-1</sup>. Besonders betroffen sind die sogenannten Tieflagenbestände der Mittelgebirgsstufe unter 500 m ü. NN, die nur noch eine begrenzte Anzahl Vorkommen umfassen. Arnika kann mittels vegetativer Ausläufer dichte Trupps von Rosetten bilden, die sich auch in nicht mehr optimalen Lebensräumen sehr lange halten können. Dennoch ist auch bei solchen – scheinbar stabilen – Beständen ein schleichender Rückgang zu beobachten.

Arnika gehört zu den nach dem Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützten Pflanzenarten. In der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands ist die Art als „gefährdet“ eingestuft<sup>4-2</sup>.

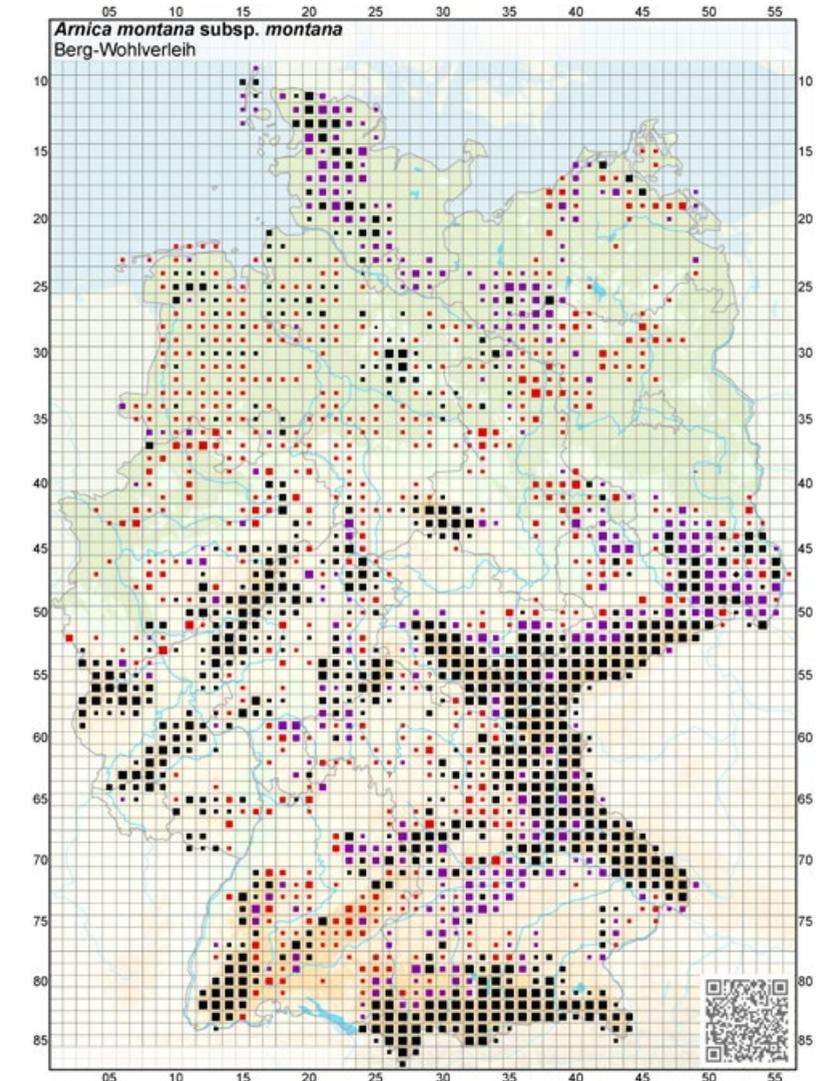
Verbreitung von Arnika in Deutschland. Die Abbildung stammt aus Bettinger et al. (2013)<sup>4-3</sup> und wurde freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Vorkommen auf der Topografischen Karte (1 : 25 000)

- in vier Quadranten
- in drei Quadranten
- in zwei Quadranten
- in einem Quadranten

Nachweiszeitraum

- vor 1950
- zwischen 1950 und 1980
- nach 1980





## ARNIKA-MONITORING



Um die Entwicklung der Arnika-Bestände und der vergesellschafteten Pflanzenarten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Pflegemaßnahmen zu dokumentieren, haben wir jährlich eine Auswahl der Projektflächen genau untersucht. Ausgewählt wurden sowohl Flächen in gutem Erhaltungszustand, auf denen die aktuelle Bewirtschaftung beibehalten werden kann (Referenzflächen), und schlechter ausgeprägte Flächen (Maßnahmenflächen). Zu etwa gleichen Anteilen waren Borstgrasrasen feuchter und Borstgrasrasen frischer Standorte sowie Übergänge zu den Zwergstrauchheiden vertreten. Insgesamt wurde die Flächenauswahl und Methodik des Monitorings mit früheren vegetationskundlichen Untersuchungen aus dem hessischen Artenhilfskonzept für Arnika abgeglichen<sup>4-4, 4-5</sup>. Dies ermöglicht eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Auswertung längerer Zeitreihen.



Von links nach rechts:  
 1. Zählrahmen für die Frequenzanalyse.  
 2. Mit einem Magnetsuchgerät wurde die exakte Lage der Dauerbeobachtungsflächen bestimmt.  
 3. In großen Beständen wurden Teilbereiche ausgezählt und die Arnika-Gesamtzahl hochgerechnet.  
 4. Durch Farbtafeln markierte Arnika-Trupps.

### UNTERSUCHUNGS- GEGENSTAND

- *Arnica montana*
- vergesellschaftete Pflanzenarten
- Habitat

### METHODIK

- Zählung/Schätzung der Anzahl Arnika-Rosetten und blühender Arnika-Stängel
  - Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen
    - Vegetationsaufnahmen mit 1x1 m Zählrahmen, unterteilt in 25 Teilquadrate („Frequenzanalyse“)
    - Vegetationsaufnahmen der typischen Vegetation auf 16–25 m<sup>2</sup> nach modifizierter Londo-Skala (% Deckungsgrad)
- inkl. Aufnahme von Kenngrößen für den Habitatzustand (u. a. Anteil Offenboden, Deckung Mooschicht) und pflanzensoziologische Auswertung

**ERFASSUNGSINTERVALL** Jährlich zur Blütezeit von *Arnica montana* (2015–2020)

**MONITORINGFLÄCHEN** 23 Flächen in den hessischen Tieflagen; ab 2016 außerdem zwei Hochlagenflächen

## ARNIKA IN HESSEN

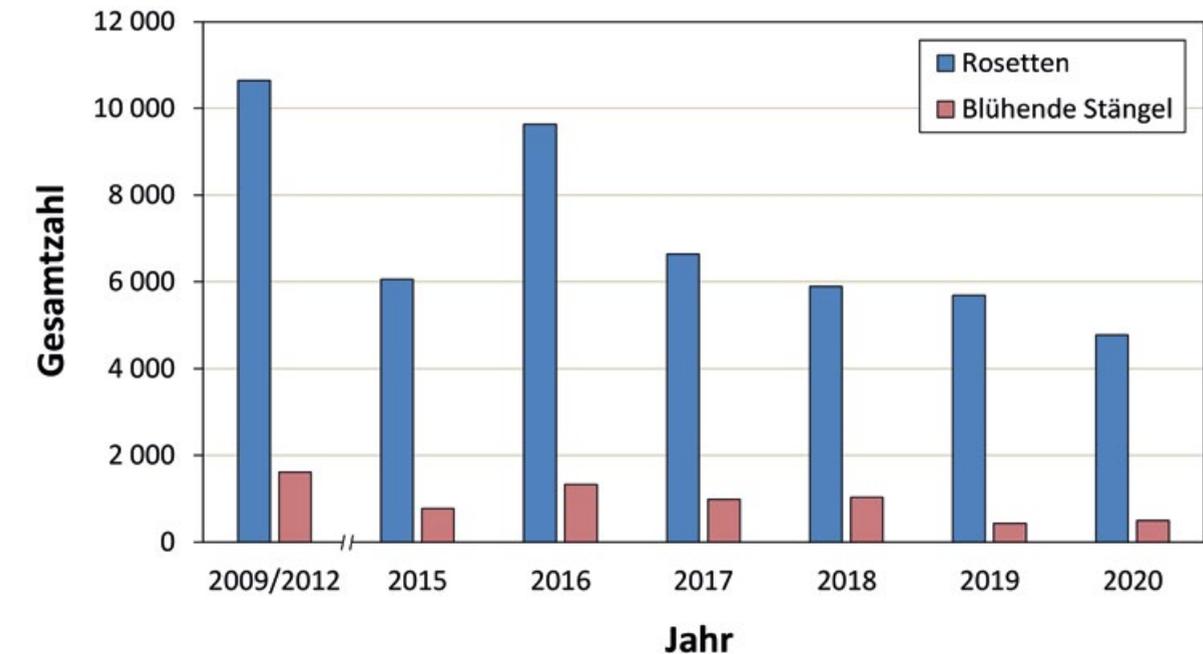
In der Roten Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens wird Arnika als „stark gefährdet“ geführt <sup>4-6</sup>. Waren Borstgrasrasen in Hessen um 1960 noch recht häufig anzutreffen, sind heute insbesondere die artenreichen Borstgrasrasen sehr selten geworden <sup>4-7, 4-8</sup>. In Hessen gibt es noch mehrere hundert Arnika-Vorkommen mit Verbreitungsschwerpunkten in den Hochlagen der Mittelgebirge.

Im Fokus von ArnikaHessen standen die Vorkommen unter 500 m ü. NN, hier ist Arnika deutlich seltener anzutreffen und stark rückläufig. Das Monitoring zeigt, dass die Bestände von Arnika in den Tieflagen auf den meisten Flächen ohne passgenaue Pflegemaßnahmen weiterhin abnehmen. Zwar unterliegt ein Teil der Bestände je nach Witterung und Nutzung jährliche starken Schwankungen, jedoch ist der allgemeine Trend des Rückgangs der Bestände ungebrochen. In Hessen sind in den letzten 25 Jahren (1987–2012) rund 30 % der Tieflagen-Bestände erloschen <sup>4-4, 4-5</sup>.

Die systematische Ersterfassung der hessischen Arnika-Bestände unter 500 m ü. NN erfolgte im hessischen Artenhilfskonzept <sup>4-4, 4-5</sup>. Darin wurden Daten des Landesbetriebs HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz über Vorkommen von *Arnica montana* aus den Jahren 1976–2007 ausgewertet und 63 Fundorte zur Nachsuche ausgewählt. Bei der Auswahl wurden Vorkommen in Tieflagen und außerhalb von Schutzgebieten bevorzugt, um eventuell bestehende regionale Sippen und die besonders stark rückläufigen Bestände zu sichern. Bei den Geländeerhebungen 2009 und 2012 waren von den 63 früheren Wuchsorten nur noch 42 Vorkommen nachweisbar.

Auf den Monitoringflächen sind im Zeitraum 2009/2012 bis 2020 im Mittel die Gesamtzahl der Rosetten um rund 38 % und die Anzahl der blühenden Stängel um 66 % zurückgegangen. Aus anderen Bundesländern wie Bayern, Nordrhein-Westfalen oder Niedersachsen werden ähnliche Größenordnungen des Verbreitungsrückgangs gemeldet <sup>4-9, 4-10, 4-11</sup>.

—» Der Trend geht abwärts... «—



Gesamtzahl der Arnika-Rosetten und blühenden Arnika-Stängel der Monitoringflächen (n = 23) in den Jahren 2009/2012 und von 2015–2020. Die Zahlen 2009/2012 beziehen sich auf die Erhebungen des hessischen Artenhilfskonzepts. 2009 wurden in diesem Rahmen 18 Flächen, 2012 fünf Flächen untersucht.

## EINFLUSS DER WITTERUNG AUF ARNIKA

Arnika reagiert empfindlich auf Wassermangel und Hitze. Insbesondere die Monitoring-Untersuchungen der sehr trockenen Jahre 2018 und 2019 haben gezeigt, dass der Bodenwasserhaushalt von großer Bedeutung ist. Trockenjahre, und hier insbesondere trockene und heiße Frühjahre, führen zu Zwergwuchs und verringerter Blüten- und Fruchtbildung. Dieser Effekt trat vor allem auf flachgründigen und südexponierten Wuchsorten mit einer geringen Wasserspeicherfähigkeit auf. Die Zunahmen der Rosetten und blühenden Stängel 2016 sind vermutlich vor allem auf die in diesem Jahr für Arnika günstigen feuchten Witterungsbedingungen zurückzuführen (siehe S. 53). Auch milde Winter können einen Einfluss auf die Vitalität von Arnika haben. So soll Kälteeinfluss wichtig für den Blütenansatz von Arnika sein<sup>4-12</sup>. Generell kann Arnika ungünstige Umweltbedingungen teilweise durch Wiederaustrieb ausgleichen. Am Beispiel des Arnika-Vorkommens im NSG „Duttelswiese“ im Vogelsbergkreis zeigt sich eindrücklich, dass es zu erheblichen Bestandsschwankungen kommen kann: Bei gleichbleibender Bewirtschaftung brach die Rosettenzahl im Trockenjahr 2019 von 764 Rosetten (2009) auf 50 Rosetten ein und erholte sich 2020 mit 983 Rosetten wieder.

Zwergwuchs bei Arnika im NSG „Franzosenwiesen/Rotes Wasser“ (Marburg-Biedenkopf) am 21. Mai 2018. Der Stängel (Bildmitte) ist nur ca. 8 cm hoch.

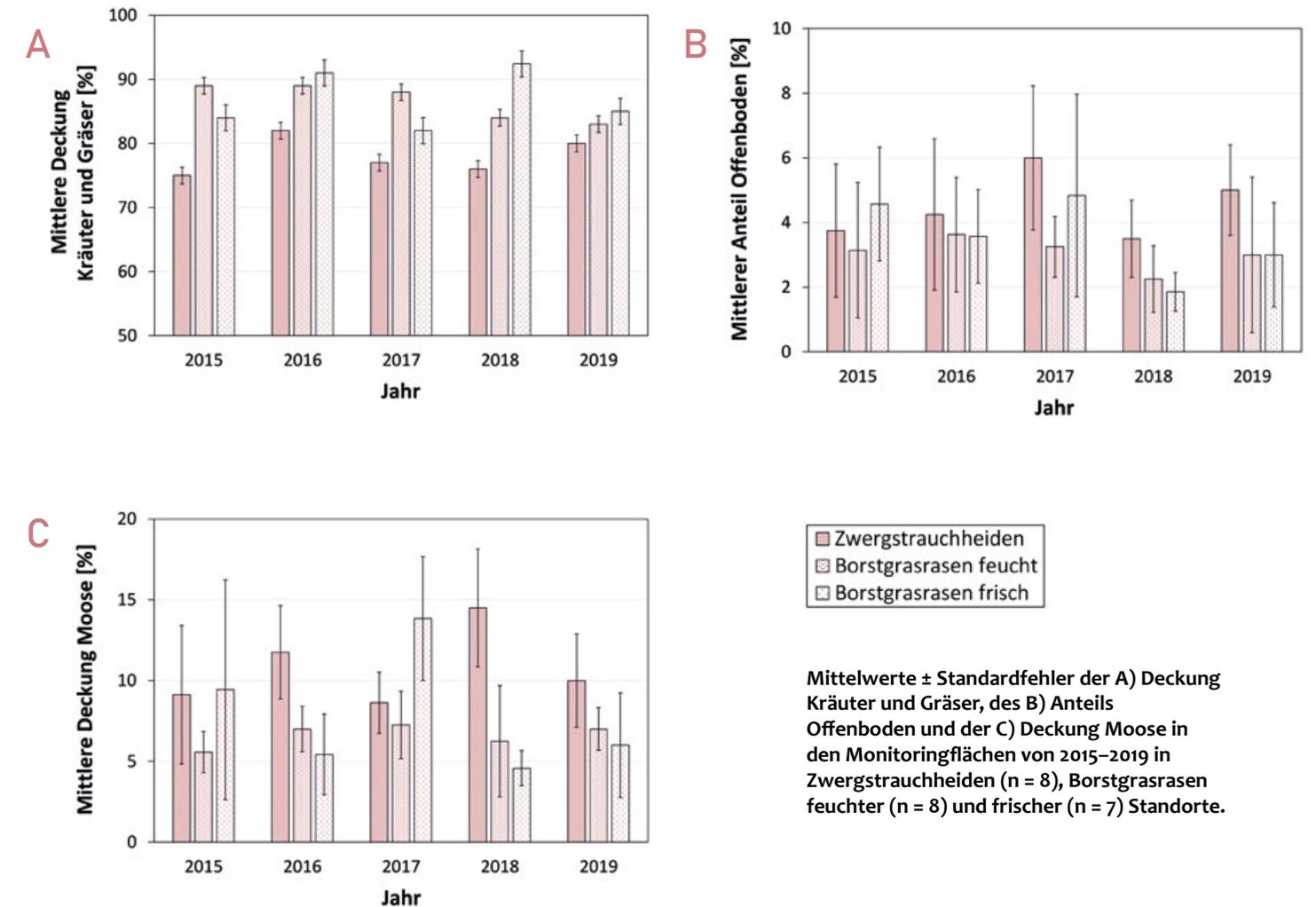


## EINFLUSS DER WITTERUNG AUF DAS HABITAT

Der Deckungsgrad der Kräuter und Gräser reagiert sowohl bei Borstgrasrasen feuchter und frischer Standorte als auch bei Zwergstrauchheiden vor allem auf Schwankungen der Niederschläge. Je günstiger die Wuchsbedingungen sind, wie beispielsweise in dem relativ feuchten Jahr 2016, desto höher ist der Deckungsgrad der Kräuter und Gräser und umgekehrt. Der Deckungsgrad der Kräuter und Gräser war bei den Borstgrasrasen frischer Standorte in dem extrem trockenen und heißen Jahr 2018 vergleichsweise hoch (Abb. A) und lässt sich vermutlich auf den sehr nassen Winter 2017 und das feuchte Frühjahr 2018 zurückführen, das für einen länger nutzbaren Bodenwasservorrat an diesen Standorten sorgte.

Der Anteil des Offenbodens und der Deckungsgrad der Moose lag bei den Zwergstrauchheiden in der Regel über denen der Borstgrasrasen feuchter und frischer Standorte (Abb. B). Der Deckungsgrad der Moose variierte stark bei den Borstgrasrasen frischer Standorte und den Zwergstrauchheiden. Dagegen blieb bei den Borstgrasrasen feuchter Standorte die Deckung der Moose relativ konstant (Abb. C).

Auch der für die Reproduktion von Arnika so wichtige Anteil des Offenbodens schwankte vor allem bei den Zwergstrauchheiden und den Borstgrasrasen frischer Standorte über die Jahre hinweg relativ stark (Abb. B). Arnika konnte aber kaum von einem höheren Anteil des Offenbodens profitieren, da die geringere Deckung der Kräuter und Gräser häufig durch eine Zunahme der Moosdeckung ausgeglichen wurde.

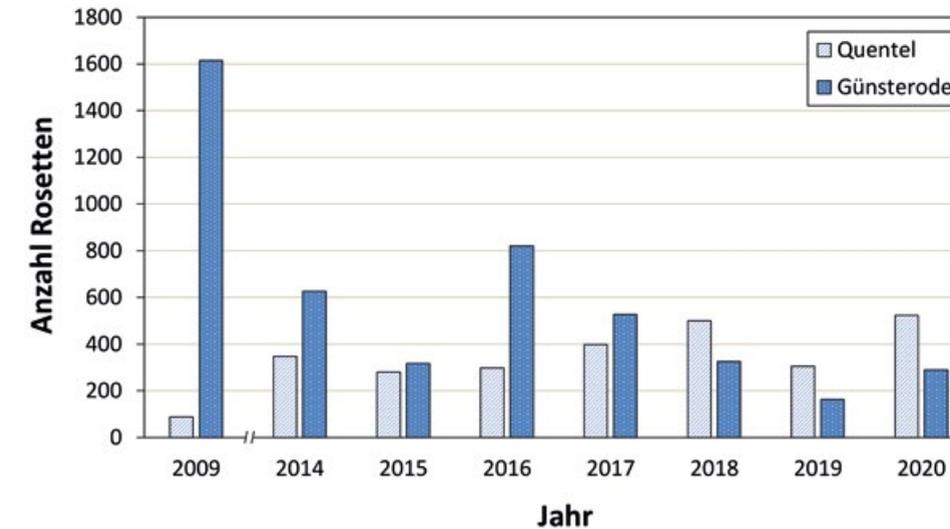


## EINFLUSS DER BEWIRTSCHAFTUNG

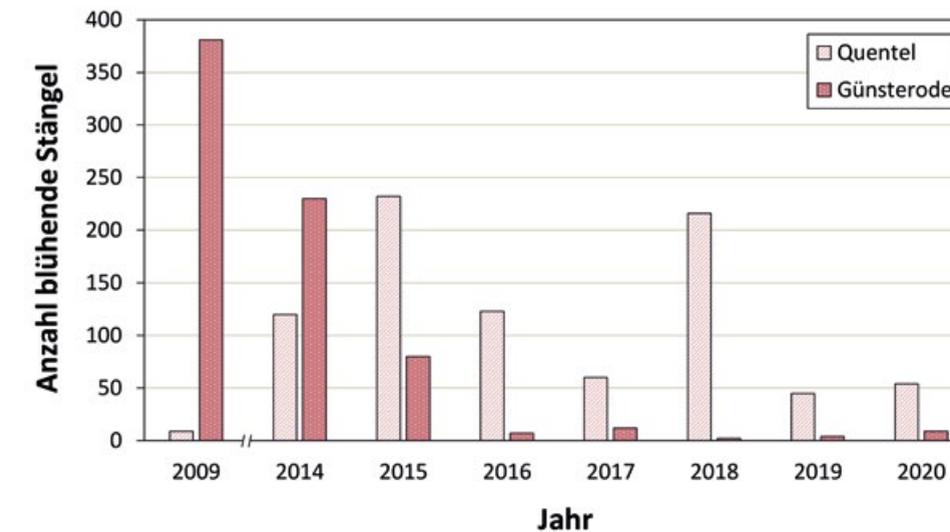
Ein Beispiel für den positiven Effekt der Bewirtschaftung stellt die Monitoringfläche Quentel im Werra-Meißner-Kreis dar. Zum Zeitpunkt der Begutachtung für das Artenhilfskonzept im Jahr 2009 lag der Borstgrasrasen brach. Durch die Wiederaufnahme einer regelmäßigen Mahd ab 2011 vergrößerte sich der Arnika-Bestand von 88 Rosetten (2009) auf 523 Rosetten (2020). Die Anzahl der blühenden Stängel erhöhte sich im gleichen Zeitraum von neun auf 54. Nach dem witterungsbedingten Rückgang durch die heißen und trockenen Jahre 2018 und 2019 ist an dem frischen Standort 2020 wieder ein leichter Anstieg der Rosetten und blühenden Stängel erkennbar.

Die Monitoringfläche Günsterode im Schwalm-Eder-Kreis zeigt, dass nur einmalig durchgeführte Maßnahmen nicht für den Erhalt von Arnika-Beständen ausreichen. Die Fläche ist durch Borstgrasrasen im Übergang zu Zwergstrauchheiden gekennzeichnet und wurde in Teilbereichen 2008/2009 geplaggt, die Arnika-Wuchsorte wurden dabei ausgespart. Danach unterblieb eine weitere Pflege. Während sich auf dem durch Plaggen entstandenen Offenboden sogar neue Arnika-Keimlinge entwickeln konnten, ging auf dem nicht gepflegten Teil der Arnika-Bestand zurück. Über den gesamten Beobachtungszeitraum nahm der Gesamtbestand deutlich ab. Auch auf dieser Fläche ist 2020 nach den extremen Trockenjahren 2018 und 2019 wieder eine leichte Erhöhung der Bestandszahlen erkennbar. Dem negativen Gesamttrend kann jedoch nur eine Dauerpflege entgegenwirken.

—» Arnikas Lebensräume brauchen Dauerpflege «—



Anzahl Rosetten von *Arnica montana* auf den Monitoringflächen Quentel und Günsterode 2009 und von 2014–2020.



Anzahl blühende Stängel von *Arnica montana* auf den Monitoringflächen Quentel und Günsterode 2009 und von 2014–2020.

A person wearing a purple t-shirt, a dark bucket hat, and dark pants is bent over in a field of tall grass. They are working with a square quadrat on the ground. The background shows a chain-link fence and rolling hills under a clear sky. The text 'WESHALB' is overlaid in large white letters on the left side of the image.

WESHALB

IST ARNIKA GEFÄHRDET?

—» *Grün, grün, grün sind alle unsere Wiesen...* «—

## LANDNUTZUNGSWANDEL

Ein zentraler Prozess, der zum Rückgang von Arnika und vieler anderer Pflanzen- und Tierarten der Kulturlandschaft bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts geführt hat, ist die Veränderung der Landnutzung und der damit einhergehende Verlust ihrer Lebensräume. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts umfassten Borstgrasrasen noch viele tausend Hektar und machten mehr als ein Drittel der bewirtschafteten Grünlandfläche in Hessen aus<sup>5-1</sup>. Die traditionelle Nutzung der Borstgrasrasen und Heiden bestand häufig aus Beweidung und/oder ein- bis zweischüriger Mahd ohne Düngung und schuf für Arnika günstige Bedingungen<sup>5-2</sup>. Mit der verstärkten Mechanisierung der Landwirtschaft zu Beginn des 20. Jahrhunderts stieg etwa ab 1920 der Einsatz von Düngemitteln und das Flurbereinigungsgesetz von 1953 förderte die Abnahme der Strukturvielfalt in der Landschaft. Das traditionelle Nutzungsregime von Magerstandorten ging zunehmend verloren. Zum einen wurde die Nutzung von Magerrasen vielerorts aufgegeben, da sich die traditionelle Bewirtschaftung der nährstoffarmen und damit biomassearmen Standorte nicht mehr lohnte. Zum anderen wurden Magerrasen im landwirtschaftlichen Sinn verbessert. Durch Einsaat und Kunstdünger gelang die Überführung der mageren Standorte in Intensivgrünland, das von dicht- und hochwüchsigen Gräsern dominiert wird und mehrmals in der Vegetationsperiode genutzt werden kann<sup>5-3</sup>. Arnika ist so mit ihren Lebensräumen verdrängt worden<sup>5-4</sup>.

Die verbliebenen bodensauren Magerrasen mit Arnika-Beständen sind meistens in Schutzgebieten zu finden. Trotz der oft naturschutzorientierten Nutzung zeigen aktuelle Untersuchungen, dass sich diese verbliebenen Reste der Magerrasen auch in den letzten Jahrzehnten noch stark verändert haben und viele Arnika-Bestände rückläufig oder sogar erloschen sind<sup>5-5, 5-6, 5-7</sup>.



**Siedlungserweiterung und Monotonisierung der Landschaft um Hirzenhain (Lahn-Dill-Kreis). Oben Luftbild von 1952, unten von 2018.**

## GEFÄHRDUNGSFAKTOREN

Was sind wesentliche Faktoren und Prozesse, die über den starken Lebensraumverlust durch die Intensivierung der Landwirtschaft hinaus für den Rückgang der Arnika-Bestände verantwortlich sind?

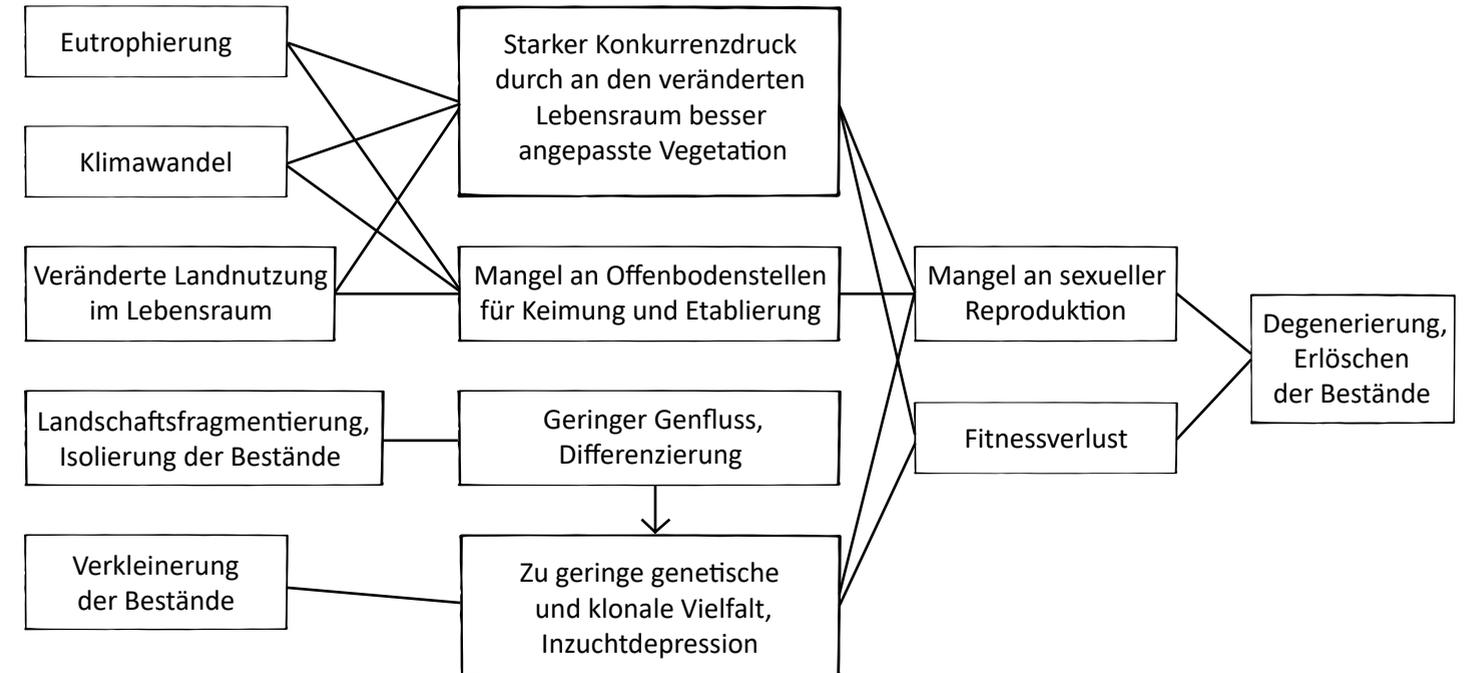
Als Ursachen für den starken Einbruch der Arnika-Bestände werden viele Faktoren diskutiert. Dabei sind die aktuellen Veränderungen des Klimas und der Landschaft grundlegende Prozesse, die sowohl Auswirkungen auf die Eignung der Lebensräume für Arnika, die sogenannte **Habitatqualität**, als auch auf die genetische Ausstattung der Bestände, die sogenannte **Populationsqualität**, haben.

Ein Bestand kann unter schlechter Habitatqualität leiden, weil z. B. durch Eutrophierung (Anreicherung von Nährstoffen) zu viel Biomasse der Begleitvegetation aufwächst und Offenbodenstellen verschwinden, die essenziell für die Etablierung der Arnika-Keimlinge und damit die erfolgreiche sexuelle Reproduktion sind<sup>5-8, 5-9, 5-10, 5-11</sup>. Der starke Rückgang der Bestände, die häufig nur noch eine geringe Größe haben und stark isoliert sind, lässt zudem negative Auswirkungen auf die genetische Vielfalt und andere genetische Kenngrößen erwarten. Langfristig gesehen führen diese Prozesse zu einem Fitnessverlust sowie zum Verlust der natürlichen Verjüngung der Bestände. Diese Verschlechterung der Populationsqualität führt damit zum weiteren Verschwinden der Art aus unserer Landschaft<sup>5-12, 5-13, 5-14</sup>.

Für die Erhaltung der Bestände bedeutet dies: Ein optimales Habitat allein reicht nicht aus, wenn die Populationsqualität schlecht ist. Und natürlich gilt dies auch umgekehrt: Die Qualität des Bestands durch eine Populationsstützung zu verbessern, kann nur gelingen, wenn sich das Habitat in einem guten Zustand befindet. Zu erkennen, ob die Probleme eines Bestands eher auf der Habitatebene oder auf der Populationsebene gelöst werden müssen, ist daher von zentraler Bedeutung. Unsere Ergebnisse zeigen allerdings, dass für die kurzfristige Stützung sowie die langfristige Erholung und Erhaltung der Bestände oft auf beiden Ebenen gearbeitet werden muss.

### Veränderungen der Umwelt- und Populationsbedingungen

### Populationsökologische und -genetische Auswirkungen auf *Arnica montana*



In der Literatur als Ursachen für den Rückgang von Arnika-Beständen in Deutschland und Europa diskutierte Faktoren und Prozesse.



—» Am Ende fehlt der Offenboden... «—

## EUTROPHIERUNG

Die Hauptursache für die schlechte Habitatqualität und damit für den Rückgang von Arnika ist das zu hohe Nährstoffangebot in den Böden. Dies zeigen unsere Untersuchungen im Projekt ebenso wie zahlreiche aktuelle Studien anderer Arbeitsgruppen in Europa konsistent auf <sup>5-6, 5-7, 5-8, 5-9</sup>.

Arnika hat eine Stickstoffzahl von 2 auf einer Skala von 1 (Zeiger ausgesprochener Stickstoffarmut) bis 9 (Zeiger übermäßigen Stickstoffreichtums; Zeigerwerte nach Ellenberg, siehe S. 35). Das bedeutet, dass ihr Vorkommen an Standorte mit ausgeprägter Stickstoffarmut gebunden ist. Damit wird deutlich, dass jeglicher Nährstoffeintrag vermieden werden muss. Das Gegenteil ist aber der Fall: Neben Düngung werden auch über angrenzende intensiv genutzte Flächen und über die Luft Nährstoffe, v. a. Stickstoff, in die mageren Flächen eingetragen <sup>5-15</sup>. Dadurch werden für Arnika negative Prozesse in Gang gesetzt. Ein höheres Nährstoffniveau in den Böden der Magerrasen ist der wichtigste Faktor für die Entwicklung von dichten Moos- und Streuschichten sowie verstärktem Biomassezuwachs, insbesondere der Gräser. Die Konsequenz davon ist das Verschwinden von Offenbodenstellen, die allerdings Voraussetzung für die Verjüngung der Arnika-Bestände über Samen sind. Deutlich wurde die Bedeutung des Offenbodens für die erfolgreiche Keimlingsetablierung auch beim Nutzungsexperiment im Freiland (siehe S. 124 ff.), denn nur dort, wo anfänglich der Boden abgeschoben worden war, konnten Keimlinge verzeichnet werden.

**Das satte Grün von Obergräsern dominiert  
nährstoffreiches Grünland.**

## VERÄNDERTE ARTENGEMEINSCHAFTEN

Pflanzen in Magerrasen stehen mit ihren Wurzeln in Konkurrenz um die wenigen Nährstoffe im Boden. Daher befindet sich der Großteil der Pflanzenbiomasse im Wurzelraum, viel oberirdische Sprossbiomasse kann nicht produziert werden. Wurzelkonkurrenz um Nährstoffe ist eine eher symmetrische Konkurrenz, d. h. die Konkurrenzverhältnisse in der Artengemeinschaft sind ausgeglichen. Dadurch können viele Arten zusammen existieren, was der Grund für den Artenreichtum von Magerrasen ist.

Durch eine Erhöhung des Nährstoffniveaus im Boden verlagern sich die Konkurrenzverhältnisse, die Wurzelkonkurrenz um Nährstoffe spielt keine Rolle mehr. Stattdessen kann nun vermehrt Sprossbiomasse produziert werden und die oberirdische Konkurrenz um Licht nimmt zu. Diese ist allerdings eine sehr asymmetrische Konkurrenz: Wenige Arten, vor allem Obergräser wie Knäuelgras, Glatthafer und Wiesen-Fuchsschwanz profitieren von diesen Bedingungen, denn sie können sehr schnell aufwachsen und sich flächig verbreiten. Durch Lichtmangel werden so die meisten Arten der Magerrasen verdrängt. Bei starker Düngung führt dies zu den artenarmen Pflanzengemeinschaften des Intensivgrünlands. Aber auch eine geringe Erhöhung des Stickstoffgehaltes hat auf Arten, die eine sehr niedrige Stickstoffzahl (siehe S. 35) aufweisen, schon negative Auswirkungen und Magerasenspezialisten wie Arnika verschwinden. Deutlich wird also: Es ist nicht die direkte Stickstoffanreicherung der Böden, die Arten der Magerrasen gefährdet, sondern die dadurch nachteilig veränderte Konkurrenzsituation.

**Kleinwüchsige Arten wie das violett blühende Gewöhnliche Kreuzblümchen (*Polygala vulgaris*) sind auf magere, saure Standorte spezialisiert.**



—» Mit Moos nix los! «—

## VERÄNDERTE VEGETATIONSSTRUKTUREN

Neben den Veränderungen der Artengemeinschaften bedingt die Erhöhung des Nährstoffniveaus Veränderungen in der Vegetationsstruktur, die Auswirkungen auf den Offenbodenanteil haben.

Zum einen ist eine Zunahme der Mooschicht im Vergleich zu Beobachtungen aus dem letzten Jahrhundert zu verzeichnen<sup>5-6, 5-7</sup>. Auch in Hessen weisen Magerrasen heute in der Regel einen dichten Moosteppich auf, der häufig von Schrebers Rotstängelmoos (*Pleurozium schreberi*) und Sparrigem Kranzmoos (*Rhytidiadelphus squarrosus*) gebildet wird. Es ist bekannt, dass Moose verstärkt vom Stickstoffeintrag über die Luft profitieren können<sup>5-16, 5-17</sup>. Im Gegensatz zu vielen höheren Pflanzen können Moose ganzjährig wachsen, selbst im Winter bei geringen Lichtverhältnissen und Temperaturen unter Null Grad Celsius<sup>5-18, 5-19</sup>. Durch die wärmeren Winter mit einer geringen oder fehlenden Schneedeckung hat sich dieser Wachstumsvorteil in den letzten Jahren sogar noch vergrößert. Es ist daher anzunehmen, dass der Klimawandel diese Prozesse weiter verstärken wird.

Zum anderen weisen Magerrasen häufig eine ausgeprägte Streuschicht auf, denn der verstärkte Biomasseaufwuchs durch das höhere Nährstoffniveau wird durch die extensive Nutzung nicht ausreichend entfernt. Die Habitats machen einen „unternutzten“ Eindruck. Die Pflanzensamen können zwar teilweise auf Moos und Streu keimen, aber die dichten Moos- und Streuschichten verhindern den Zugang der jungen Wurzeln der Arnika-Keimlinge zum Boden, sodass sich diese nicht etablieren können (siehe S. 76 f.).



Dichte Mooschicht, durch die der lebenswichtige Kontakt zum Boden für Samen und Pflanzenkeimlinge verloren geht.

—» Halten die Trends an,  
sind Arnika-Bestände trockener Standorte  
vom vollständigen Erlöschen bedroht «—

## KLIMAWANDEL

Die sehr trockenen Jahre 2018 und 2019 haben den Arnika-Beständen zugesetzt, indem zahlreiche bereits ausgetriebene Rosetten vertrocknet sind. Dies konnte sowohl beim Monitoring (siehe S. 50 ff.) als auch im Nutzungsexperiment (siehe S. 124 ff.) beobachtet werden. Zwar kam es unter günstigen Witterungsbedingungen teilweise zu einem Wiederaustrieb von Rosetten im selben Jahr, aber insgesamt beeinträchtigten die Extremereignisse die Fitness. Auch den besonders empfindlichen Keimlingen sind solche Wetterereignisse nicht zuträglich. Eine Schädigung der sich früher im Jahr entwickelnden Keimlinge durch Spätfröste ist ebenfalls denkbar.

Vor dem Hintergrund der durch den Mangel an Offenboden ohnehin geringen Keimungsrate erscheint eine selbstständige Verjüngung der Bestände über Samen durch die klimatischen Veränderungen noch unwahrscheinlicher. Es wird deutlich, dass die Tieflagenbestände durch den Klimawandel zusätzlich zu den skizzierten Landschaftsveränderungen zunehmend unter Druck geraten. Sollte sich der Trend der höheren Temperaturen und geringeren Niederschläge in der Vegetationsperiode wie erwartet verstetigen oder gar verstärken, sind Arnika-Bestände der Tieflagen an trockenen Standorten vom vollständigen Erlöschen bedroht.

**Trockenstress bei Arnika im NSG  
„Breite Heide bei Hatzfeld“ (Waldeck-  
Frankenberg) am 23. Juni 2019.**



## INDIZIEN FÜR EINE SCHLECHTE HABITATQUALITÄT

Die unten genannten Indizien können eine schlechte Habitatqualität für Arnika anzeigen. Zusätzlich geben die Stickstoffzahlen der Begleitvegetation sowie Bodenuntersuchungen Hinweise auf die Habitatqualität. Untersuchungen im Projekt zeigten beispielsweise, dass die mittlere Stickstoffzahl der Begleitvegetation auf ehemaligen Arnika-Flächen höher war als auf Flächen mit noch vorhandenen Arnika-Beständen. Auch das Verhältnis von organischem Kohlenstoff zu Gesamtstickstoff im Boden (C/N-Verhältnis) war auf ehemaligen Arnika-Flächen enger als auf Flächen mit rezenten Beständen<sup>5-8</sup>.



→ Das Habitat weist fehlenden Offenboden durch eine dichte Streu- oder Mooschicht auf. Häufig liegt ein dichter Grasfilz auf.

Dies ist ein Zeichen für eine verstärkte Nährstoffnachlieferung und damit für eine größere Bodenfruchtbarkeit – beides schlechte Voraussetzungen für Arnika, die sich nur auf nährstoffarmen Böden behaupten kann.

Auf Flächen mit schlechter Habitatqualität sind häufig nur noch ein bis wenige Arnika-Trupps vorhanden. Die Trupps bestehen oft aus geklumpt wachsenden Rosetten und Arnika-Keimlinge fehlen. Diese Indikatoren können auch auf eine schlechte Populationsqualität hindeuten (Indizien für genetische Verarmung, siehe S. 81).



→ Starke Verbuschung und Aufkommen von Gehölzen.



→ Verstärktes Auftreten von Arten des Intensivgrünlandes, dichte Vegetation und nur noch wenige typische Magerkeitszeiger.





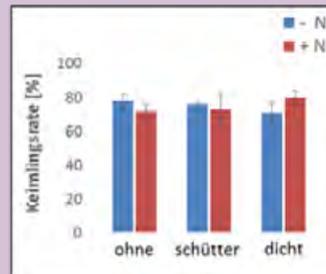
## KEIMUNGSEXPERIMENTE

### EXPERIMENT 1 KEIMUNG BEI UNTERSCHIEDLICHEN VEGETATIONSDICHTEN

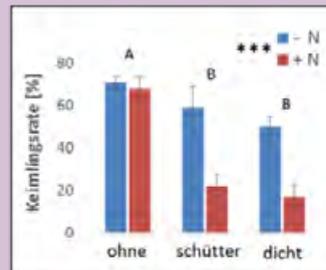
Bei einem Gewächshausexperiment wurde die Keimungsrate von Arnika-Samen jeweils auf Substrat ohne, mit schütterer und mit dichter Vegetation untersucht. Pro Behandlung wurden 10 Schalen angelegt und jeweils 20 Arnika-Samen direkt auf den Mineralboden abgelegt. Jeweils die Hälfte der Schalen wurde gedüngt, die andere Hälfte erhielt keinen Dünger. Nach zwei und fünf Monaten wurden die Keimlinge gezählt und die Rate der etablierten Keimlinge bestimmt.



2 Monate nach Aussaat



5 Monate nach Aussaat



### ERGEBNISSE

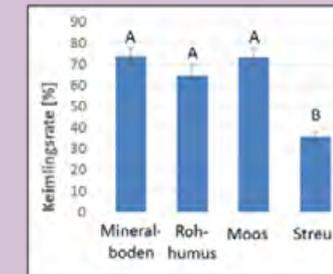
Nach zwei Monaten war die Rate der etablierten Keimlinge gleichmäßig hoch, unabhängig von der Vegetationsdichte und der Nährstoffzufuhr. Arnika-Samen können auch unter dunklen Bedingungen wie unter dichter Vegetation keimen, solange die Samen den Mineralboden erreichen. Allerdings war die Rate nach mehreren Monaten deutlich reduziert, denn viele Keimlinge starben ab. Besonders deutlich war dieser Effekt in der gedüngten Variante (+N). Unterschiedliche Buchstaben über den Balken stehen für statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen. Die Ergebnisse wurden in Hollmann et al. (2020)<sup>5-8</sup> veröffentlicht.

### EXPERIMENT 2 KEIMUNG AUF UNTERSCHIEDLICHEN SUBSTRATEN

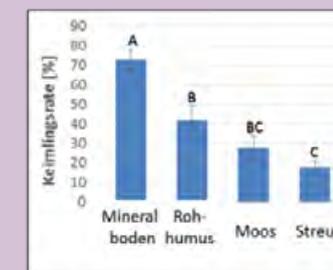
Bei einem weiteren Gewächshausexperiment wurden jeweils 20 Arnika-Samen auf unterschiedliche Substrate gelegt, die an Arnika-Standorten anzutreffen sind. Es wurden je fünf Schalen mit Mineralboden, Rohhumus, Moosauflage und Streu angelegt. Die Samen wurden lose auf die unterschiedlichen Substrattypen aufgelegt, in Anlehnung an die Verbreitung der Samen im Freiland durch Wind. In der verhältnismäßig dichten Vegetationsschicht von Moos und Streu hatten die Samen daher meist keinen direkten Bodenkontakt. Nach zwei und fünf Monaten wurden die Keimlinge gezählt und die Rate der etablierten Keimlinge bestimmt.



2 Monate nach Aussaat



5 Monate nach Aussaat



### ERGEBNISSE

Nach zwei Monaten war die Rate der etablierten Keimlinge auf Streu deutlich geringer als die der übrigen Substrate, die alle eine ähnliche Keimlingsrate aufwiesen. Nach fünf Monaten waren die Unterschiede zwischen den Substraten sehr deutlich: Die mit Abstand höchste Rate etablierter Keimlinge war beim Mineralboden zu verzeichnen, hier sind kaum Keimlinge abgestorben. Alle anderen Substrate verzeichneten deutliche Verluste, wobei die Streu am schlechtesten abschnitt, gefolgt von Moos und Rohhumus. Unterschiedliche Buchstaben über den Balken stehen für statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Substraten.

—» Die genetische Vielfalt entscheidet,  
wie anpassungsfähig Arnika ist «—

## KLEINE UND ISOLIERTE BESTÄNDE

Viele Arnika-Bestände sind heute im Rückgang begriffen. Besonders für kleine, isolierte Bestände ist es schwierig, eine hohe genetische Vielfalt zu erhalten. Gerade hier spielen Zufallsereignisse eine große Rolle, da der Fortpflanzungserfolg eines Individuums einen viel größeren Einfluss auf die Zusammensetzung der nachfolgenden Generation hat als in großen Beständen. Wenn zudem kein Kontakt (Genfluss) zu anderen Beständen besteht, sinkt nach und nach die genetische Vielfalt immer weiter. Oft sind ehemals funktionierende Vernetzungen zwischen mehreren kleinen Beständen heute durch die Zerstörung von Lebensräumen und fehlende Verbreitungsmechanismen, wie z. B. ziehende Schafherden, unterbrochen.

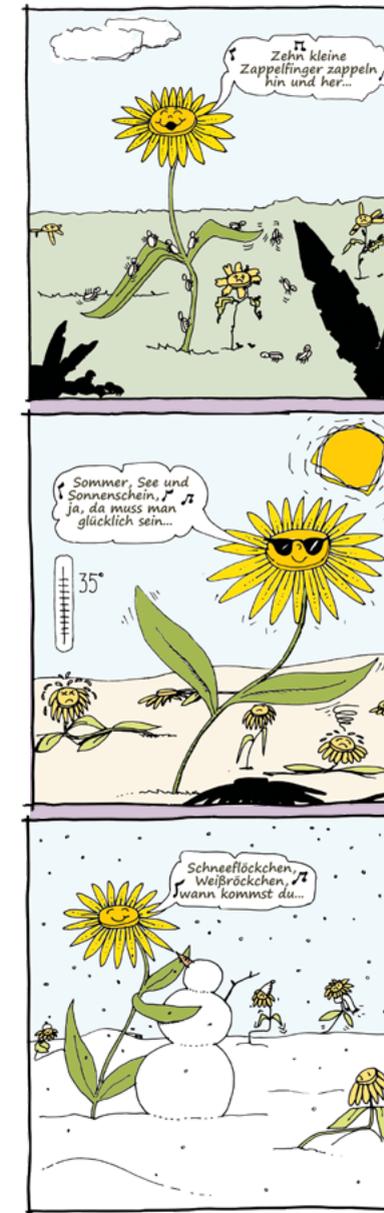
Durch die Fähigkeit, sich über Ausläufer vegetativ zu vermehren, können genetisch identische Rosetten (Klone) größere Bereiche bedecken. Manche Arnika-Vorkommen bestehen nur noch aus einem einzigen Klon (siehe S. 82 f.). Zudem wird die genetische Vielfalt von Arnika-Beständen dadurch beeinflusst, dass Arnika weitestgehend selbstinkompatibel ist. Das bedeutet, dass für eine erfolgreiche sexuelle Fortpflanzung Pollen von einer nicht direkt verwandten Arnika-Pflanze nötig ist. Die Samenbildung kann in sehr kleinen Beständen somit quasi unmöglich sein. Damit ist auch die Ausbreitung stark eingeschränkt oder ausgeschlossen. In kleinen Beständen kann zudem verstärkt Inzucht auftreten, wodurch die Gefahr der Ausprägung von Erbkrankheiten steigt und der Gesundheitszustand des Bestands negativ beeinflusst wird. Bei Arnika wird Inzucht jedoch durch die Selbstinkompatibilität erschwert.

## GENETISCHE VIelfALT

Biologische Vielfalt ist heutzutage in aller Munde – häufig wird sie jedoch fälschlicherweise mit Artenvielfalt gleichgesetzt. Der Begriff der biologischen Vielfalt geht nämlich weiter und umfasst neben der Vielfalt der Arten auch die Vielfalt der Lebensräume und die genetische Vielfalt innerhalb einer Art<sup>5-20</sup>.

Genetische Vielfalt spielt eine wichtige Rolle für das Fortbestehen von Populationen und Arten<sup>5-12, 5-21</sup>. Sie umfasst die zahlreichen Variationen im Erbmateriale der einzelnen Individuen jeder Art, von denen manche einen Einfluss auf die Ausprägung individueller Merkmale haben. Je nach Umwelteinflüssen (Temperatur, Niederschlag, Bodenverhältnisse, Krankheiten, Schädlingsbefall, ...) können diese Merkmale bestimmen, ob ein Individuum sich erfolgreich fortpflanzt oder nicht. So kann zum Beispiel eine Arnika-Pflanze widerstandsfähig gegen einen Schädling sein, während eine andere in besonderer Weise an Trockenheit angepasst ist. Besitzen alle Individuen einer Population die gleichen Merkmalsausprägungen, kann ein einzelnes Extremereignis die gesamte Population auslöschen. In einer genetisch vielfältigen Population hingegen ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass zumindest ein Teil der Individuen überlebt.

Wenn aufgrund von fehlendem Genfluss keine genetische Vielfalt von außen hinzukommen kann, erhöht sich diese allerdings nur sehr langsam, da neue Merkmalsvarianten nur durch Mutationen entstehen und viele Generationen brauchen, um sich in einer Population durchzusetzen. Der Erhalt der bereits vorhandenen genetischen Vielfalt ist daher umso wichtiger, damit die eher zufälligen Prozesse von Durchmischung und Selektion, in ihrer Gesamtheit auch als Evolution bezeichnet, ein Fortbestehen der Art unter sich ändernden Umweltbedingungen ermöglichen<sup>5-22</sup>.





## INDIZIEN FÜR GENETISCHE VERARMUNG

Um die Gefährdung der Bestände richtig einzuschätzen, spielt die genetische Vielfalt eine große Rolle. Welche Bestände sind bereits genetisch stark verarmt und können sich auch unter optimalen Habitatbedingungen nicht mehr selbst regenerieren? Mit bloßem Auge können wir nur beobachten, ob die Zahl der Pflanzen in einem Bestand sich verändert. Ob die Ursachen genetischer Natur sind, lässt sich nur mit entsprechenden Untersuchungen ermitteln. Folgende Indizien können auf eine genetische Verarmung hindeuten:



### VERTEILUNG UND AUSBREITUNG IN DER FLÄCHE

Arnika ist nur noch auf bis zu fünf dichtgedrängte Flecken von je 1–2 m<sup>2</sup> beschränkt oder habitatverbessernde Maßnahmen führen nicht zur Etablierung von Keimlingen.

### FRÜCHTE

Der Anteil reifer und keimfähiger (schwarzer) Früchte ist gering, dies deutet auf fehlende passende (= nicht verwandte) Paarungspartner hin.



### BESTANDSHISTORIE

Die Bestandsentwicklung auf der Fläche wurde schon länger beobachtet und zeitweise war der Arnika-Bestand auf wenige Individuen reduziert. Dies wäre ein Hinweis, dass die genetische Vielfalt nicht mehr so hoch ist, auch wenn es jetzt wieder mehr Pflanzen sind.

Arnika-Rosetten in einem dichten Trupp.

## KLONALES WACHSTUM UND GENETISCHE EROSION

Die genetischen Untersuchungen im Projekt zeigen, dass von 39 untersuchten Beständen in Hessen 20 nur noch aus einem bis wenigen Klonen bestehen oder eine sehr geringe genetische Vielfalt aufweisen. Diese Vorkommen werden ohne unterstützende Maßnahmen voraussichtlich kurz- bis mittelfristig erlöschen.

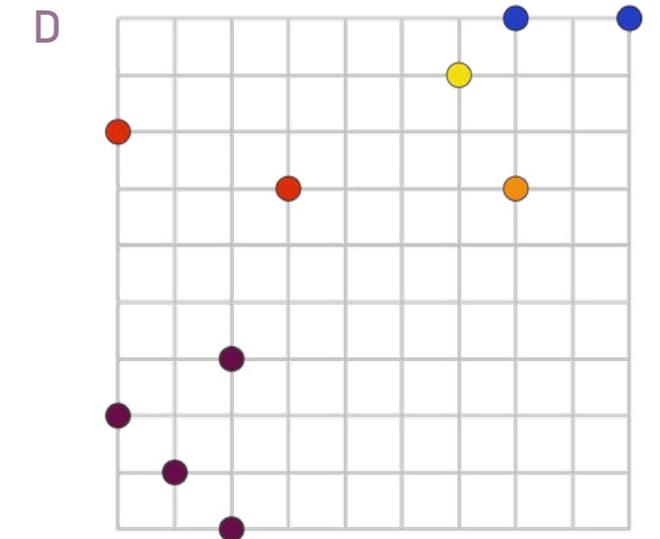
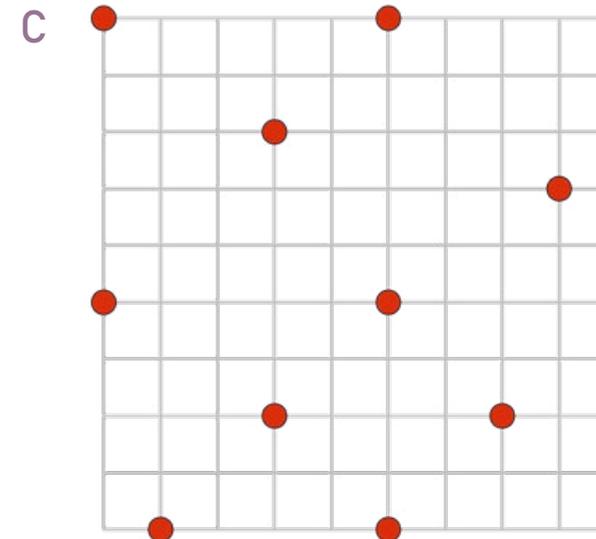
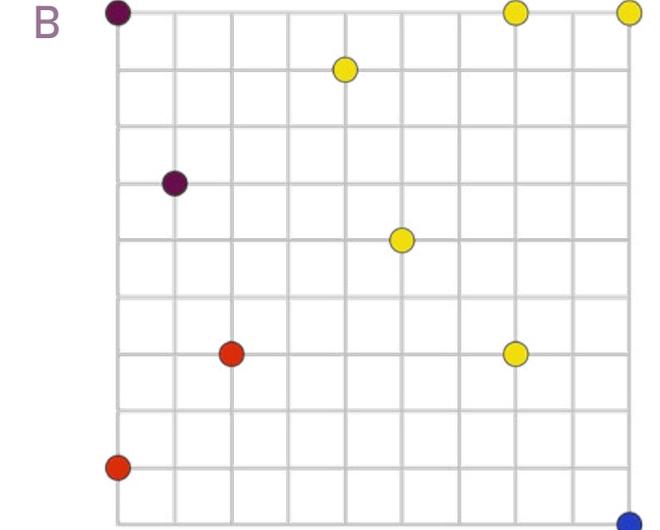
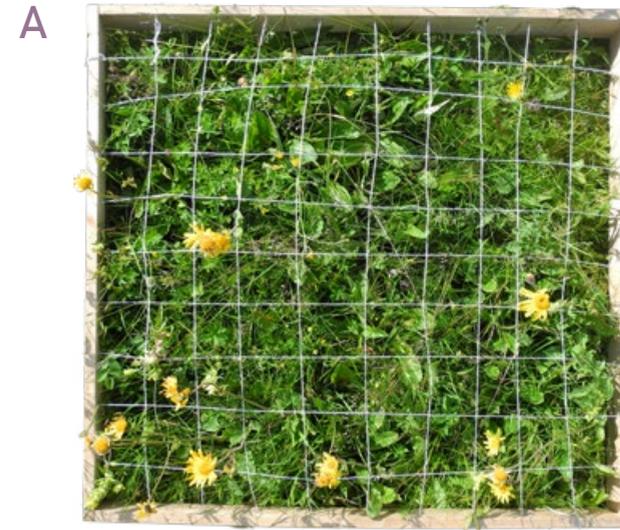
Die Ergebnisse zeigen, dass ein dichtgedrängter Trupp mit Arnika-Pflanzen in einem kleinen Bestand aus nur einem Klon bestehen (Abb. C), aber auch eine hohe Vielfalt unterschiedlicher Genotypen aufweisen kann (Abb. D). Genauso können große Arnika-Bestände stärker verklonte Flecken aufweisen (Abb. B).

Auch in relativ kleinen Beständen kann Arnika teilweise die genetische Vielfalt noch eine gewisse Zeit aufrechterhalten. Wesentlich dafür ist, dass Inzucht bei Arnika durch die Selbstinkompatibilität erfolgreich verhindert wird. Zum anderen sind die Arnika-Individuen potenziell unsterblich, da sie sich über vegetative Fortpflanzung fortwährend verjüngen können. Über einen gewissen Zeitraum können sie auf diese Weise eine Art Speicher der genetischen Vielfalt bilden, auch wenn die sexuelle Fortpflanzung durch schlechte Habitatbedingungen stark eingeschränkt ist. Auch diese Bestände werden aber früher oder später Anzeichen der genetischen Verarmung zeigen, die auch als genetische Erosion bezeichnet wird.

Einen pauschalen Zusammenhang zwischen der Rosettenzahl eines Bestands und dem Anteil der Klone gibt es somit nicht. Sind Arnika-Pflanzen über einen Meter voneinander entfernt, treten jedoch normalerweise keine Klone mehr auf.

**Klonale Strukturen in drei unterschiedlich großen Arnika-Beständen. Gleiche Farben innerhalb eines Gitters gehören zu einem Genotyp/Klon.**

**A: Standardisierte Probenahme im „kleinen Gitter“ (1 m<sup>2</sup>)  
B: Fläche Meißner (> 10 000 Rosetten)  
C: Fläche Giesel (250 Rosetten)  
D: Fläche Ballersbach (150 Rosetten)**



## WENIG AUSTAUSCH ZWISCHEN ARNIKA-BESTÄNDEN

Genetische Daten erlauben neben der Erfassung der genetischen Vielfalt auch Aussagen über den genetischen Austausch zwischen Beständen. In Hessen zeigen unsere Untersuchungen zwei große, deutlich trennbare genetische Gruppen, die auch geographisch voneinander abgegrenzt sind: eine umfasst die Bestände in Nord- und West-Hessen, während die andere Gruppe den Süden und Osten umfasst. Getrennt werden die beiden Gruppen von einer Verbreitungslücke in der Mitte Hessens. Die Bestände innerhalb der genetischen Gruppen sind näher miteinander verwandt und zwischen den beiden Gruppen gibt es kaum genetischen Austausch. Im Abgleich mit wissenschaftlichen Daten aus ganz Deutschland vermuten wir, dass dieses Muster natürlichen Ursprungs ist<sup>5-23</sup>.

Auch innerhalb dieser beiden Gruppen zeigen die Arnika-Bestände deutliche genetische Unterschiede. Zwischen nur wenigen Kilometer voneinander entfernten Beständen gibt es demnach nur einen geringen Austausch von Samen und Pollen. Hier ist schwer zu beurteilen, ob diese Muster ebenfalls natürlichen Ursprungs sind oder ein Anzeichen für Isolation durch einen mangelnden Biotopverbund. Eine mögliche Ursache könnte zum Beispiel der Verlust der Wanderschäferei sein.

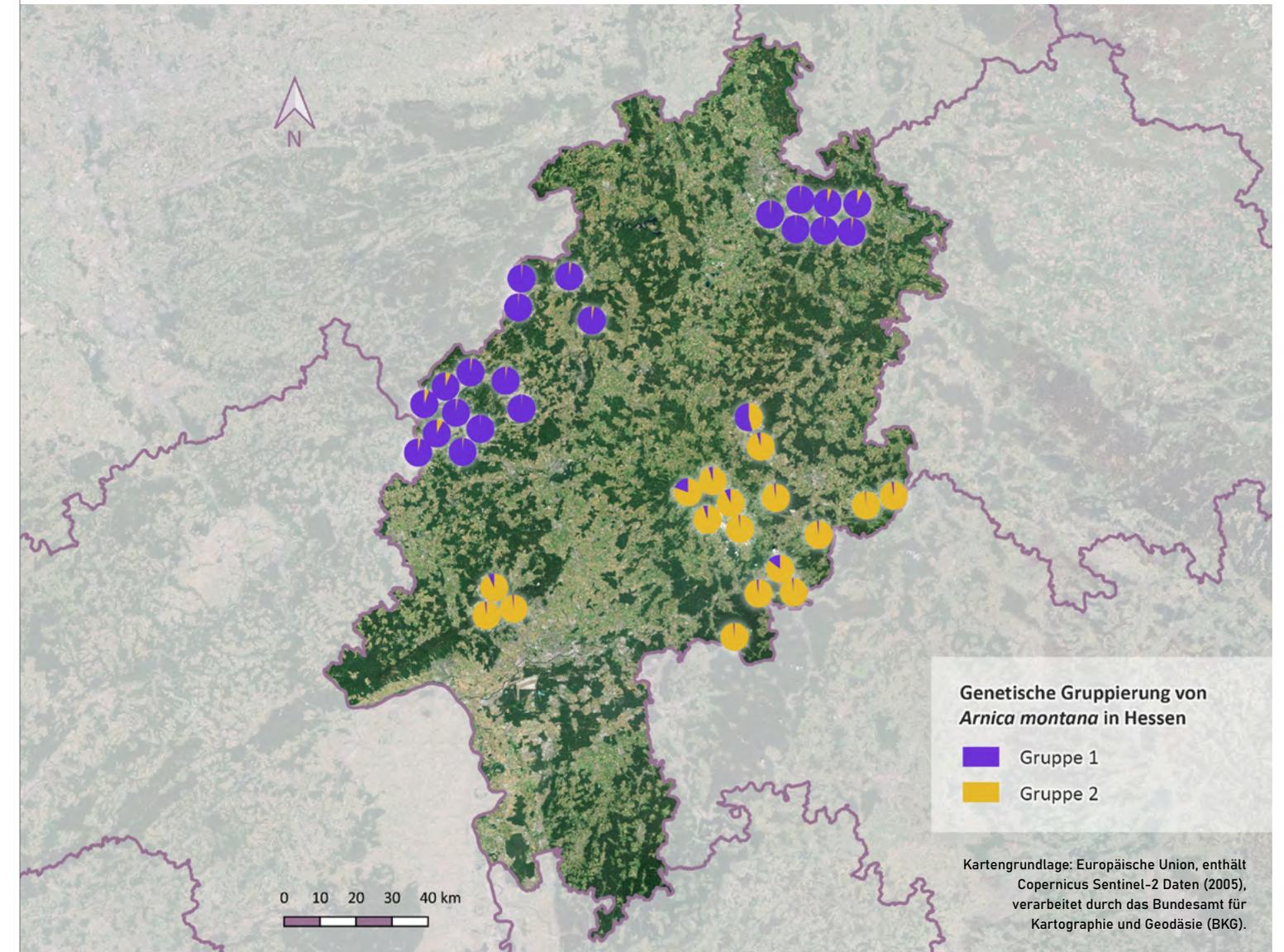
Ob die gefundenen genetischen Unterschiede sich auch in unterschiedlichen regionalen Anpassungen äußern, kann mit den verwendeten genetischen Methoden leider nicht beantwortet werden, da die hier verwendeten molekularen Marker keine Aussage zu Ausprägungen von bestimmten Eigenschaften und Merkmalen zulassen.

—» Siehe auch

Seite 152 f.

Die Wahl des passenden Spenderbestands

**Genetische Gruppierung von Arnika-Beständen in Hessen.**





## EIN BLICK INS LABOR

Interview mit Dr. Sascha Liepelt, Naturschutzbiologe an der Philipps Universität Marburg und Forschungspartner von ArnikaHessen:

**Herr Liepelt, die Ergebnisse der genetischen Untersuchungen der Arnika-Bestände (siehe S. 82 ff.) sind spannend. Wie sind Sie bei den Untersuchungen vorgegangen?**

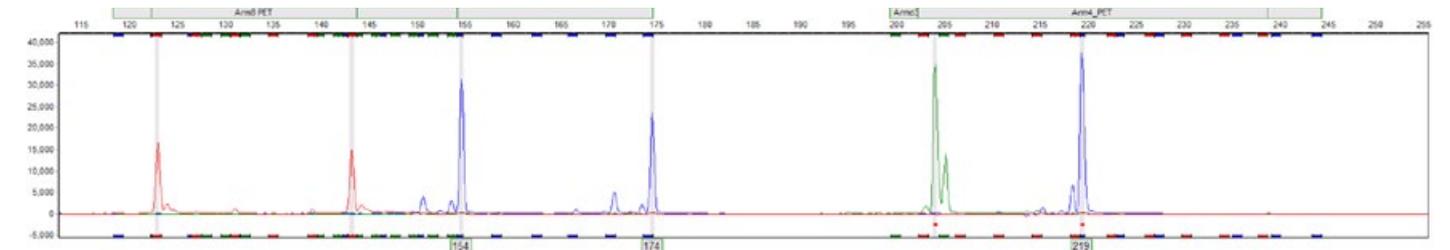
Zunächst mussten wir bei der Probenahme berücksichtigen, dass sich Arnika durch Ausläufer und Samen ausbreitet. Daher haben wir Blattmaterial für die genetischen Untersuchungen entnommen. Um die gesamte genetische Vielfalt der Bestände zu untersuchen, wurden zunächst Arnika-Pflanzen im Mindestabstand von 1 m zueinander beprobt. Um das vegetative Wachstum zu studieren, haben wir „kleine Gitter“ verwendet und hierfür Pflanzen in einem Abstand von etwa 10 cm untereinander in einer Fläche von 1 m<sup>2</sup> beprobt (siehe S. 83 Abb. A).

**Wie haben Sie dann im Labor die genetische Vielfalt der Arnika-Bestände untersucht?**

Wir haben uns für sogenannte genetische Fingerabdrücke entschieden. Im Grunde ist es das gleiche Prinzip, mit dem Straftäter überführt oder Vaterschaften aufgeklärt werden. Hierfür werden sehr variable Bereiche in der DNA über eine gezielte Vervielfältigung und Markierung mit Farbstoffen sichtbar gemacht und anschließend nach ihrer Länge aufgetrennt. So entsteht für jedes Individuum ein einzigartiges Muster und Klone lassen sich durch übereinstimmende Muster identifizieren. Aus dem Verhältnis genetisch identischer und unterschiedlicher Pflanzen konnten wir die klonale Vielfalt abschätzen und zwischen verschiedenen Beständen vergleichen.

Oben: Im Labor werden die Proben aufbereitet und analysiert.

Unten: Genetischer Fingerabdruck einer Arnika-Pflanze als Elektropherogramm (Fluoreszenzdaten aus der Längenbestimmung).





**WOMIT  
KANN ICH ARNIKA HELFEN?**

## MASSNAHMEN IM ÜBERBLICK

Die Lebensräume von Arnika sind durch Nutzung entstanden und nur durch Pflege oder regelmäßige Nutzung zu erhalten. Für die richtige Pflege ist es erforderlich die Rückgangursachen für den jeweiligen Bestand zu identifizieren und passgenaue Maßnahmen zu entwickeln. Mögliche Maßnahmen für Arnika können sowohl das Habitat als auch die Population betreffen und sollten als langfristiges Pflegekonzept, welches auf einem abgestimmten, individuellen Flächenleitbild basiert, geplant werden (siehe S. 190 f.). Dabei sind natürlich auch die Rahmenbedingungen wie rechtliche Vorgaben, andere Schutzgüter, aktuelle Planungen, Auflagen der Flächenförderung und regionale Besonderheiten zu beachten.

Zentral ist die regelmäßige, dem Lebensraum entsprechende Dauerpflege (siehe S. 100 ff.), die in ihrer Intensität auf den Entzug von Biomasse ausgerichtet ist. Wenn die Dauerpflege noch nicht möglich ist, weil die Fläche vermoost, verfilzt oder verbuscht ist, sind zunächst ersteinrichtende Maßnahmen nötig. Häufig ist es sinnvoll, einige dieser Arbeiten als Teil der Dauerpflege regelmäßig durchzuführen, um Offenboden zu generieren und einer Vermoosung vorzubeugen (siehe S. 106 ff.). Erreicht die Dauerpflege noch nicht das gewünschte Ziel, sollten zusätzlich ergänzende Maßnahmen durchgeführt werden. Dies könnte z. B. bei einer genetischen Verarmung des Bestands eine Populationsstützung sein (siehe S. 132 ff.).

Alle Maßnahmen sollten im Idealfall durch ein Monitoring (siehe S. 160) begleitet und durch Öffentlichkeitsarbeit (siehe S. 162 ff.) vermittelt werden.

Die auf den nachfolgenden Seiten vorgeschlagenen Empfehlungen zur Pflege von Arnika-Flächen beruhen auf den im Projekt gemachten Erfahrungen, sind aber an die jeweilige örtliche Situation, Gegebenheiten und Rahmenbedingungen anzupassen und wenn nötig zu modifizieren.



## ZIELZUSTAND FÜR ARNIKA

*Regelmäßig dem Lebensraumtyp entsprechend gepflegte, magere Fläche mit Offenbodenstellen. Genetisch diverse Arnika-Pflanzen kommen auf der Fläche verteilt oder in mehreren Trupps vor und können in regelmäßigen Abständen keimfähige Samen bilden sowie erfolgreich Keimlinge etablieren.*

### DAUERPFLEGE

- Beweidung
- Mahd
- Regelmäßiges Schaffen von Offenboden



### ERSTEINRICHTENDE MASSNAHMEN

- Offenboden schaffen
- Brennen
- Entbuschung
- Schlegelmahd



### ERGÄNZENDE MASSNAHMEN

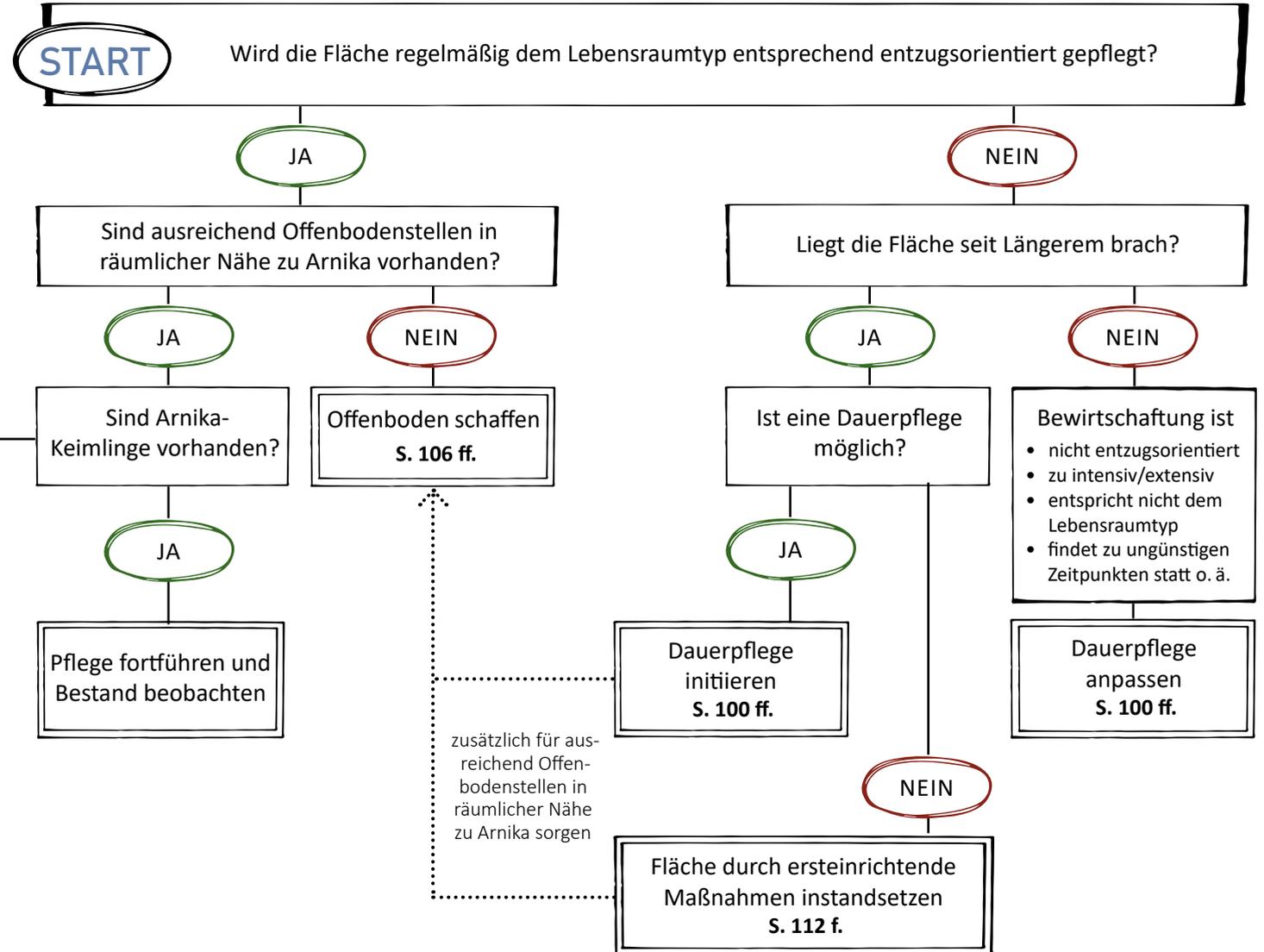
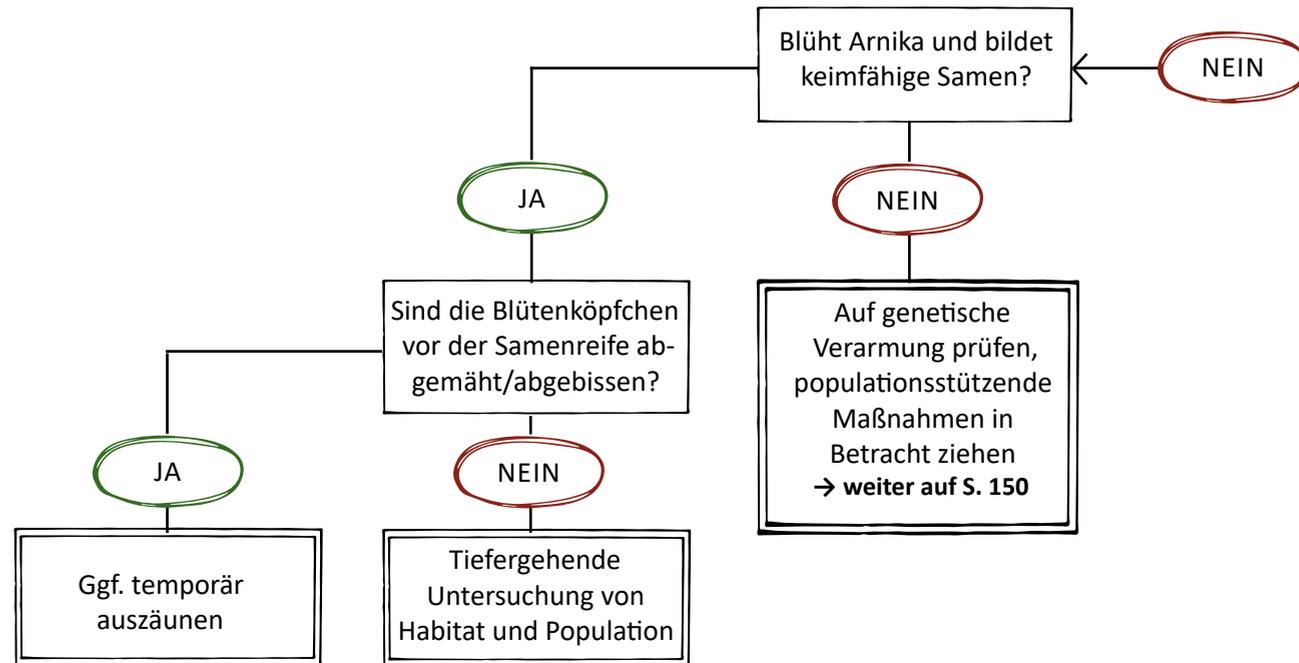
- Populationsstützung
- Temporäres Auszäunen
- Regulation von Problem-pflanzen, z. B. Neophyten

### BEGLEITENDE MASSNAHMEN

- Monitoring
- Öffentlichkeitsarbeit

## WOMIT KANN ICH ARNIKA HELFEN?

Dieser Entscheidungsbaum dient als Hilfestellung für notwendige Maßnahmen auf einer Fläche mit Vorkommen von *Arnica montana*. Unter der angegebenen Seitenzahl in der untersten Ebene des Entscheidungsbaums finden sich weitere Informationen zur jeweiligen Maßnahme.



## MASSNAHMEN FÜR DIE LEBENSÄRUME VON ARNIKA

Generell benötigt Arnika für eine optimale Entwicklung offene, kurzrasige und nährstoffarme Flächen. Die Maßnahmen müssen zunächst darauf abzielen, die Habitatstruktur an den Wuchsorten zu erhalten oder wiederherzustellen. Die Orientierung an der traditionellen Nutzung der Flächen ist empfehlenswert – vielfach ist jedoch eine angepasste Flächenpflege durch die veränderten Umweltbedingungen notwendig und sollte um zusätzliche Maßnahmen zur Schaffung von Offenboden erweitert werden.

Die Offenhaltung, ständige Aushagerung und Entfernung des jährlichen Aufwuchses (Entzugspflege) sind Voraussetzungen für die langfristige Existenz von Arnika. Die Nutzung und Pflege soll sich dabei nach dem entsprechendem Lebensraum und der Ökologie von Arnika richten. Generell sollte die jeweilige bisherige Nutzungsform fortgeführt werden – zuvor beweidete Flächen sollten beweidet und gemähte Flächen gemäht werden, da sich bei der jeweils anderen Nutzungsform die Artenzusammensetzung ändert<sup>6-1</sup>.

Jede Düngung oder Kalkung auf Arnika-Flächen ist schädlich für die lichtliebende und auf nährstoffarme, saure Böden angewiesene Art. Es sollten selbstverständlich auch keine Entwässerungs- oder Meliorationsmaßnahmen auf Flächen mit Arnika-Vorkommen durchgeführt werden.

### NUTZUNG ODER PFLEGE?

Borstgrasrasen, andere bodensaure Magerrasen und Zwergstrauchheiden sind in historischer Zeit durch menschliche Aktivität entstanden und bedürfen deshalb als Kulturbiotop einer fortgesetzten Bewirtschaftung. Da die Erträge von solchen Flächen in der Regel ökonomisch uninteressant sind und vielfach bei der Bewirtschaftung der Naturschutzgedanke im Vordergrund steht, ist eine Nutzung oftmals gleichbedeutend mit einer Pflege der Fläche.

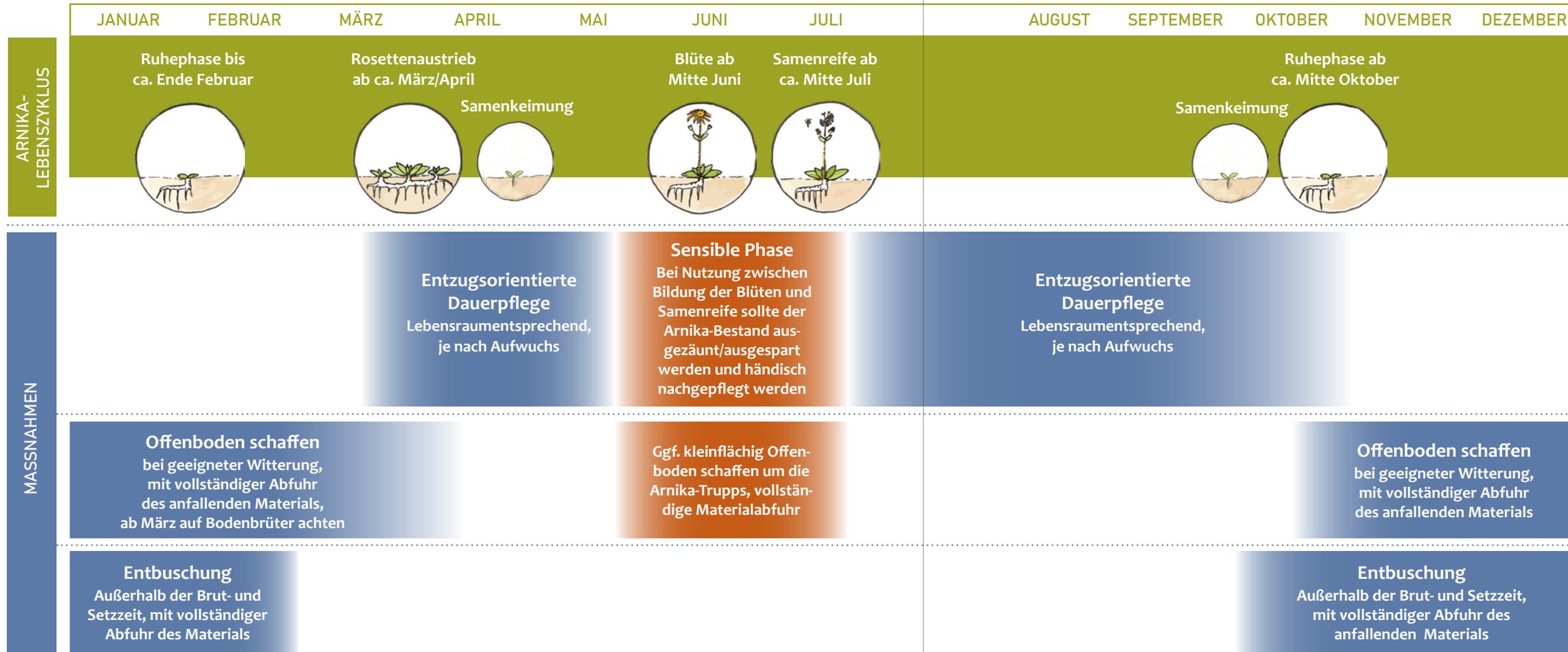
Zum Erhalt der Arnika-Bestände sollte sich die Nutzung und Pflege am Lebenszyklus der Art orientieren (siehe S. 96 f.). Ist die Dauerpflege zur Blütezeit von Arnika erforderlich, wie es bei einer flächenangepassten Beweidung häufig der Fall ist, sollten die Arnika-Bestände temporär ausgespart bzw. ausgezäunt werden. Ein dauerhaftes Aussparen ist nicht zielführend. Um auch beim temporären Aussparen zu verhindern, dass es um den Arnika-Bestand herum zu einer Verbrachung und zum Verlust von Offenboden kommt, muss die Pflege um den Arnika-Bestand herum per Hand erfolgen und es müssen künstlich Offenbodenstellen geschaffen werden. Die ausgesparten Flächen sollten nach der Samenreife wieder in die Nutzung einbezogen werden.

Generell ist zu beachten, dass Bodenverdichtungen vermieden werden müssen. Dies kann durch die Verwendung leichter Maschinen und dem Befahren bei trockenen Bodenverhältnissen erreicht werden. Außerdem ist es wichtig, das entstandene Material vollständig von der Fläche zu entfernen und abzufahren. Es können erhebliche Mengen Material (Moos, Gräser etc.) anfallen, die fachgerecht entsorgt werden müssen.

Vielfach werden heute Magerrasen und Zwergstrauchheiden im Rahmen einer „extensiven“ Bewirtschaftung nur einmal im Jahr genutzt. Eine solche Nutzung löst jedoch meist nicht das Problem fehlender Offenbodenstellen. Auch unterscheiden sich die heutigen Beweidungsformen grundsätzlich von denen des letzten Jahrhunderts. Unter einer Nutzungsintensivierung ist im Folgenden also nicht etwa die Düngung, Entwässerung zur Ertragssteigerung oder eine unangepasste Beweidung von Arnika-Standorten zu verstehen, sondern die Intensivierung des Biomasseentzugs durch unterschiedliche Maßnahmen, um das Nährstoffangebot niedrig zu halten und Offenboden zu schaffen.

Da Arnika besonders in den Tieflagen gefährdet ist, beziehen sich die nachfolgend vorgestellten Maßnahmen vorwiegend auf bodensaure Magerrasen wie Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden.

# MASSNAHMEN IM EINKLANG MIT ARNIKA



Der Zeitpunkt der Maßnahmen für Arnika sollte sich an ihrem Lebenszyklus orientieren. Die entzugsorientierte Dauerpflege wird regulär im Frühjahr und nach der Samenreife von Arnika durchgeführt. Nach unseren Erfahrungen sind jedes Jahr mindestens zwei Pflegedurchgänge der Bestände notwendig, um ausreichend Biomasse zu entziehen und günstige Habitatzustände zu erreichen. Während der für die Vermehrung sensiblen Phase zwischen Blütenbildung und Samenreife sollten i. d. R. keine Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Eine Ausnahme bildet das kleinflächige Schaffen von Offenboden im Umkreis von 1–2 m um die Arnika-Trupps, manuell durch Harken oder maschinell durch sehr intensives Vertikutieren (siehe S. 109), welches angewandt werden kann, solange die Dauerpflege noch nicht den gewünschten Erfolg zeigt.

## ALLGEMEINE HINWEISE ZUR BEWEIDUNG

In historischer Zeit erfolgte eine Beweidung von Arnika-Standorten oftmals mit 100 bis 200 Großvieheinheiten/ha im Durchtrieb<sup>6-2</sup>. Der agrarstrukturelle Wandel hat es jedoch mit sich gebracht, dass heute immer weniger Vieh auf Weiden, sondern zunehmend ganzjährig im Stall gehalten wird. Im Zuge dessen werden häufig auch die genügsamen und robusten Weidetierassen von stark gezüchteten Hochleistungsrassen abgelöst. Eine Beweidung ist jedoch häufig die einzige Möglichkeit, Flächen in der Nutzung zu halten, wenn sie aus wirtschaftlichen oder praktischen Gründen maschinell nicht zu pflegen sind, z. B. an Steillagen oder Flächen mit hohem Steingehalt.

Ein falscher Beweidungszeitpunkt oder eine ungünstige Besatzdichte können aber nachteilig für Arnika sein. Die Beweidungsintensität muss deshalb flächenindividuell und aufwuchsorientiert erfolgen. Stellschrauben sind hier die Besatzdichte, die Beweidungsdauer und die Wahl der Weidetiere.

Die in der Literatur genannten Empfehlungen zur Besatzdichte für eine Beweidung von Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden orientieren sich oftmals an einer sehr extensiven Nutzung<sup>6-1, 6-3, 6-4</sup>. Diese geringe Nutzungsintensität löst das Problem des aus heutiger Sicht zu geringen Biomasseentzugs und der Vergrasung der Arnika-Wuchsorte nicht. Aufgrund der veränderten Umweltbedingungen, wie z. B. einem erhöhten Nährstoffeintrag aus der Luft oder milderen Wintern, ist es daher wichtig zu beobachten, ob die aktuelle Nutzung zum lebensraumerhaltenden Biomasseentzug und zur Schaffung von Offenboden ausreicht.

Die kurzzeitigen und langfristigen Effekte sowie Erfolge und Misserfolge der Beweidung sollten dokumentiert und die Erfahrungen ausgetauscht werden. Eine Evaluierung der Flächenpflege ist wichtiger denn je!

### WEIDETIERE

Genügsame Landrassen sind für die Beweidung der Lebensräume von Arnika geeignet.

- SCHAFE** • Eine Beweidung mit Schafen ist empfehlenswert, z. B. mit einer ziehenden Schafherde genetzt oder in Hütehaltung.
- RINDER** • Leichte Rassen sind gut geeignet (z. B. Hinterwälder, Rotes Vogelsberger Höhenvieh, Galloway, Angus).
  - Hochleistungsrassen mit Zufütterungsbedarf und schwere Rinderrassen sind nicht empfehlenswert.
- ZIEGEN** • Eine Beweidung mit Ziegen in Mischherden mit Schafen ist vor allem auf stark verbuschten Flächen empfehlenswert, da diese Gehölze optimal verbeißen.
  - Bei Ziegen wurde jedoch ein Verbiss von Arnika beobachtet, je nach Beweidungszeitpunkt muss ggf. der Arnika-Bestand ausgezäunt und nachgepflegt werden.
- PFERDE** • Eine Beweidung mit Pferden hat nach unseren Erfahrungen keine positiven Auswirkungen auf Arnika.

### ALLGEMEIN ZU BEACHTEN:

- Bei einem hohen Nährstoffbedarf der Tiere (Trächtigkeit, Säugen) müssen nährstoffreichere Weideflächen als „Erholungsflächen“ zur Verfügung stehen.
- Bei der Weidepflege muss das anfallende Material von der Fläche abgefahren werden.
- Nächtliche Aufstallung/Pferchung möglichst außer- und unterhalb der Flächen.
- Keine Zufütterung auf der Fläche.



## DAUERPFLEGE FÜR BORSTGRASRASEN

Als optimale Dauerpflege für Borstgrasrasen sollte die traditionelle Nutzungsform fortgeführt werden. Es eignen sich somit Mahd, Beweidung sowie eine Kombination aus beiden. Zusätzlich müssen regelmäßig Maßnahmen zur Schaffung von Offenboden durchgeführt werden – insbesondere wenn festgestellt wird, dass die Dauerpflege nicht ausreicht, um genug Biomasse zu entziehen. Vor allem bei alleiniger Mahdnutzung oder mangelhafter Habitatstruktur (Vermoosung, Grasfilz) kann dies der Fall sein, sodass z. B. durch maschinelle Methoden zusätzlich Offenboden geschaffen werden muss (siehe S. 106 ff.). Mitunter kann es zum Erhalt eines für Arnika günstigen Habitatzustandes notwendig sein, einige dieser Maßnahmen, z. B. Striegeln, jährlich durchzuführen.



Blühender Arnika-Bestand in einem gut gepflegten Borstgrasrasen im NSG „Struth von Bottenhorn“ im Landkreis Marburg-Biedenkopf.



### MAHD

#### Ein- bis zweischürige Mahd je nach Aufwuchs:

- Die erste Mahd sollte nicht vor der Samenreife stattfinden. Damit Arnika-Samen abfallen und sich auf der Fläche verteilen können, sollte das Mahdgut auf der Fläche gewendet und geschwadet und nicht sofort abgefahren werden.
- Als Orientierungswert für den ersten Mahdtermin kann in den Tieflagen der 15. Juli eines Jahres gelten. Dieser ist jahresweise witterungsabhängig zu überprüfen und kann ggf. zukünftig vorgezogen werden (Ende Juni). Mit zunehmender Höhenlage verschiebt sich der günstigste Mahdtermin weiter nach hinten bis Anfang August.
- Bei früheren Mahdzeitpunkten sollte eine jährlich wechselnde Staffelmahd-Abfolge in Erwägung gezogen werden, so dass wenigstens ein Teil des Bestands Samen bilden kann.
- Die zweite Mahd kann in Tieflagen je nach Aufwuchs ab Mitte/Ende August erfolgen.

## DAUERPFLEGE FÜR BORSTGRASRASEN

### KOMBINATION AUS MAHD UND BEWEIDUNG

Mahd und Beweidung können für die Dauerpflege von Borstgrasrasen kombiniert werden. Die Beweidung sollte möglichst im Frühjahr (Ende April/Anfang Mai) mit geeigneten Weidetieren (siehe S. 99) erfolgen, z. B. mit einer ziehenden Schafherde genetzt oder in Hütelhaltung. Optimal ist eine frühe Nutzung der Fläche, um Gehölze und Konkurrenzpflanzen zurückzudrängen. Alternativ kann eine Nachbeweidung mit Weidepflege nach der Mahd je nach Aufwuchs ab Mitte/Ende August durchgeführt werden.



### BEWEIDUNG

Die grundsätzlichen Informationen zur Beweidung und zu geeigneten Weidetieren (siehe S. 98 f.) gelten auch für Borstgrasrasen.

Ideal ist eine extensive Beweidung mit Weidepflege in mehreren stoßweisen Beweidungsgängen im Jahr, sodass der Fläche ausreichend Biomasse entzogen wird.

- Je nach Witterung und Aufwuchs mindestens zwei Weidegänge in einem Abstand von mindestens sechs bis acht Wochen, möglichst außerhalb der Blüten- und Samenbildung von *Arnica montana*, sonst mit temporärem Auszäunen des Arnika-Bestands und händischer Nachpflege.
- Ein früher erster Beweidungsgang im Frühjahr (Ende April) ist wichtig, der zweite Beweidungsgang sollte je nach Aufwuchs im August nach Samenreife erfolgen.
- Empfohlen wird eine extensive Beweidung mit einer Besatzstärke von 1–1,5 GVE/ha (Rinder) bzw. 6 Schafe/ha oder kurze, intensive Standzeiten mit geeigneten Weidetieren bis 2,5 GVE/ha, jeweils in Kombination mit Nachmahd/Weidepflege. Nach der Samenreife kann die Begrenzung der Besatzstärke eventuell aufgegeben werden.

## DAUERPFLEGE FÜR ZWERGSTRAUCHHEIDEN

Zwergstrauchheiden sind mahdempfindlich und werden traditionell durch extensive Beweidung erhalten, indem ein mäßiger Verbiss eine kontinuierliche Verjüngung der Zwergsträucher bewirkt. Allerdings ist Beweidung als alleinige Maßnahme oftmals nicht ausreichend, um Zwergstrauchheiden zu erhalten<sup>6-5</sup>. Viele Zwergstrauchheiden sind überaltert und verbuscht, weil sich eine adäquate Bewirtschaftung nicht mehr lohnt. Auf diesen Flächen sind das Entfernen von aufkommenden Gehölzen (Entkusseln), die Verjüngung der Zwergsträucher und die Schaffung von Offenboden (z. B. durch Schlegelmahd oder Schoppern) notwendig. Für den langfristigen Erhalt der Arnika-Vorkommen ist eine regelmäßige Pflege der Heideflächen mit der Wiederholung der Maßnahmen zur Offenbodenschaffung (siehe S. 106 ff.) erforderlich<sup>6-6</sup>.

- Je nach Witterung und Aufwuchs mindestens zwei Weidegänge pro Jahr, möglichst außerhalb der Blüten- und Samenbildung von *Arnica montana*, sonst mit temporärem Auszäunen des Arnika-Bestands und händischer Nachpflege. Der erste Weidegang sollte im April/Mai stattfinden, der zweite Durchgang nach der Samenreife von Arnika ab August.
- Empfohlen wird eine extensive Beweidung mit einer Besatzstärke von 1,5 bis 2 Schafen/ha oder 0,5 GVE/ha bei Rindern. Diese Besatzdichten können bei starker Vergrasung der Bestände auch für ein bis zwei Jahre verdoppelt oder verdreifacht werden<sup>6-5</sup>.
- Zur Verjüngung der Heidebestände und Schaffung von Offenbodenstellen abschnittsweise maschinelles Abscheren (Schlegelmahd) von September bis März alle vier bis acht Jahre, das Mahdgut ist grundsätzlich zu entfernen.

Hilfreiche Infos zur Heidepflege finden sich auf der Webseite des Vereins Naturschutzpark Lüneburger Heide —> <https://www.verein-naturschutzpark.de/index.php?id=731>



Arnika-Bestand auf einer regelmäßig beweideten Zwergstrauchheide im NSG „Hasel bei Donsbach“ (Lahn-Dill-Kreis).

## OFFENBODEN SCHAFFEN

Stabile, sich selbst erhaltende und verjüngende Arnika-Bestände sind auf Offenboden angewiesen. Sowohl für die vegetative als auch für die generative Vermehrung braucht Arnika Lücken in der Vegetation. Die Tochterrosetten benötigen Offenboden, um sich ausbreiten zu können und die Samen müssen auf Offenboden fallen, um sich nach dem Keimen zu etablieren. Es sollten möglichst offene Erdstellen zwischen der Vegetation sichtbar sein. Solche Offenbodenstellen entstehen durch Beweidung oder mechanische Pflege-Methoden.

Bei geeigneter Beweidungsintensität können durch Tritt und Fraß offene Bodenstellen entstehen. Zusätzlich sollten regelmäßig Pflegemaßnahmen zur Schaffung von Offenboden erfolgen (Offenbodenmanagement). Insbesondere auf ausschließlich gemähten Flächen oder Mähweiden sollten zusätzlich zur üblichen Dauerpflege mechanische Methoden angewandt werden. Diese sollten bei Bedarf regelmäßig auf alternierenden Teilflächen erfolgen. Dazu eignen sich je nach Flächengröße und Zugänglichkeit unterschiedliche Maschinen (Striegel, Mulcher, Vertikutierer), deren Anwendung sich jedoch für den Zweck der Schaffung von Offenbodenstellen von ihrer herkömmlichen Anwendung unterscheidet.

Das maschinelle Schaffen von Offenboden kann zu Zielkonflikten mit anderen Artengruppen führen. Großflächig durchgeführte Maßnahmen sollten deshalb möglichst außerhalb der Brut- und Setzzeit erfolgen. Voraussetzung für das Durchführen der Arbeiten im Winterhalbjahr ist das Vorherrschen trockener, tragfähiger Bodenverhältnisse. Falls die Arbeiten im Winter nicht bodenschonend durchzuführen sind und z. B. bodenbrütende Vogelarten wie Baumpieper, Braunkehlchen, Feldlerche, Wiesenpieper oder Schafstelze zu erwarten sind, sollten die Maßnahmen bis Mitte April abgeschlossen sein, bei Vorkommen der Heidelerche bereits Ende März.

Werden tiefer in den Boden eingreifende Maßnahmen (Abplaggen, Schopern) zu einer Zeit durchgeführt, in denen die Arnika-Pflanzen nicht zu erkennen sind, sollten die Arnika-Trupps mit eindeutig wieder auffindbaren Markierungen (z. B. Vermessungsbolzen, Bodenmagneten oder kleine Holzpflocke) gekennzeichnet werden, um Schäden an den Pflanzen zu vermeiden.



### STRIEGELN

Auf größeren zusammenhängenden Flächen ist das Striegeln mit einem Wiesenstriegel oder einer Netzegge als Ergänzung zu der regelmäßigen Nutzung zu empfehlen. Zumindest in der Anfangsphase einer Habitatoptimierung können mehrere Durchgänge pro Jahr erforderlich sein, da sich die aufgerissene Grasnarbe und die Moosschicht schnell wieder schließen können. Bei einigen Flächen kann es zum Erhalt des Zielzustandes notwendig sein, jährlich zu striegeln. Das Striegelgut muss vollständig entfernt werden.

Je nach Witterung erfolgt das erste Striegeln bei trockenen Bodenverhältnissen Ende März bis Mitte April. Es kann aber auch außerhalb der Vegetationsperiode zwischen Oktober und März durchgeführt werden, um ggf. Zielkonflikten mit z. B. Bodenbrütern zu entgehen. Sind unebene Offenbodenstellen durch Wühl-schäden von Wildschweinen entstanden, können diese bis Mitte April abgeschleppt werden. Für das gewünschte Ergebnis sollten die Striegel-Zinken ausreichend kräftig sein (ca. 1 cm Durchmesser) und sollten so eingestellt sein, dass sie den Boden berühren und auf ebener Fläche 2–3 mm in den Boden drücken. Bei einzelnen Arnika-Trupps kann der zweite Durchgang des Offenbodenschaffens kleinflächig von Hand vor der Samenreife in 1–2 m Abstand um die Arnika-Bestände erfolgen. Bei flächigen Beständen und bei Bedarf sollte der zweite Durchgang nach dem Ausfall der Samen ab Spätsommer (September) stattfinden.

Das Striegeln eignet sich für Borstgrasrasen und kleinflächig für Mähwiesen. Für Zwergstrauchheiden ist das Striegeln nicht geeignet.



## OFFENBODEN SCHAFFEN

### MULCHMAHD

Auch der Einsatz eines Mulchers ist möglich, um eine verfilzte Grasnarbe aufzureißen. Mit dieser Methode soll die Fläche jedoch nicht wie im herkömmlichen Sinne des Begriffes gemulcht werden, sondern es ist darauf zu achten, dass das anfallende Mulchmaterial vollständig von der Fläche abgefahren wird. Der Mulcher kann hierbei sehr flach eingestellt werden, um je nach Mikrorelief offene Bodenstellen zu schaffen. Um Bodenverdichtungen zu verhindern, müssen die Arbeiten bei möglichst trockenen Bodenverhältnissen mit leichten Maschinen durchgeführt werden.

Je nach Witterung erfolgt die Mulchmahd Ende März bis Mitte April. Sie kann aber auch außerhalb der Vegetationsperiode zwischen Oktober und März durchgeführt werden, um ggf. Zielkonflikte zu vermeiden. Das anfallende und möglichst abgetrocknete Material wird am nächsten Tag aufgenommen und abtransportiert.

Eine Mulchmahd kann auf allen bodensauren Magerrasen durchgeführt werden und eignet sich sowohl für Borstgrasrasen als auch für Zwergstrauchheiden.



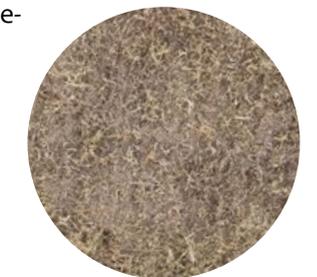
### VERTIKUTIEREN MIT ABRÄUMEN

Auf kleinen Flächen ist auch das intensive Vertikutieren von verfilzten Magerrasen eine erfolgreich erprobte Methode. Unter Vertikutieren versteht man das Anritzen der Grasnarbe, um Streu (altes Schnittgut) und Moos zu entfernen und die Belüftung des Bodens zu fördern.

Im Vergleich zum herkömmlichen „Gärtner\*innen-Verständnis“ von Vertikutieren muss bei der Schaffung von ausreichend Offenbodenstellen deutlich intensiver vorgegangen werden als mit einem Vertikutierer im eigenen Garten.

Es sollten mehrfache Durchgänge pro Termin auf der Fläche mit unterschiedlichen Bearbeitungsrichtungen vorgenommen werden. Im Frühjahr zwischen Mitte April/Anfang Mai sowie im Sommer vor der Samenreife wird in 0,5–1 m, maximal 2 m Entfernung (dies entspricht der mittleren maximalen Ausbreitungsdistanz von Arnika-Samen<sup>6-7</sup>) von den Arnika-Rosetten der verfilzte Magerrasen vertikutiert. Das anfallende abgetrocknete Material wird am nächsten Tag abgeharkt und abtransportiert. Bei Wuchsorten mit einzelnen Trupps ist die Lage der Keimlinge und Rosetten durch fachkundiges Personal vor Beginn der Arbeiten zu bestimmen und zu markieren, damit beim Vertikutieren keine unbeabsichtigten Schäden am Arnika-Bestand verursacht werden.

Vertikutieren ist nur für grasige Lebensräume wie Borstgrasrasen geeignet und bietet sich besonders für kleinflächiges Arbeiten an. Die zu bearbeitende Fläche sollte möglichst eben sein.

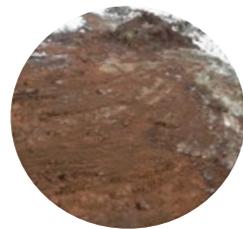


## OFFENBODEN SCHAFFEN

### ABPLAGGEN

Beim Abplaggen wird die Vegetation mit der Humusschicht bis zum Erreichen des Mineralbodens abgetragen (bis ca. 6 cm). Diese teure und intensive Form der Heidepflege kommt zum Einsatz, wenn die Fläche stark vergrast und die Rohhumusauflagen höher als 3 cm sind.<sup>6-8</sup>

In vielen Gebieten Deutschlands wurden Heideflächen traditionell durch Abplaggen genutzt. Diese Nutzungsform wurde in Hessen üblicherweise nicht durchgeführt. Heutzutage wird Abplaggen als Pflegemaßnahme für Heiden praktiziert, um Offenbodenstellen zu schaffen und der Fläche Nährstoffe zu entziehen. Diese Maßnahmen werden mittlerweile jedoch nicht mehr händisch, sondern häufig mit einem Bagger oder einem Schlepper mit Frontlader durchgeführt. Der optimale Zeitpunkt für diese Arbeiten ist außerhalb der Vegetationsperiode bei geeigneten Bodenverhältnissen. Das Abplaggen wird nur auf Zwergstrauchheiden praktiziert und sollte nur kleinflächig und in größeren Zeitabständen durchgeführt werden. Die Entsorgung des entstandenen Bodenmaterials ist vergleichsweise teuer.



### SCHOPPERN

Das Schoppeln ist die kostengünstigere Alternative zum Abplaggen und wird durchgeführt, wenn die Rohhumusauflagen noch unter 3 cm hoch sind. Beim Schoppeln wird nur die Vegetation mit der obersten Humusschicht abgetragen<sup>6-8</sup>.

Das Schoppeln sollte nur abschnittsweise und kleinflächig von September bis März alle 4–8 Jahre durchgeführt werden, das anfallende Material ist grundsätzlich von der Fläche zu entfernen. Das Schoppeln kann sowohl auf Zwergstrauchheiden als auch auf Borstgrasrasen und anderen bodensauren Magerrasen mit einem Bagger, einem Schlepper mit Frontlader oder speziellen Schoppermaschinen durchgeführt werden.



### KONTROLLIERTES BRENNEN

Häufig wird auch kontrolliertes Brennen als Pflegemaßnahme und zur Schaffung von Offenboden und Verjüngung der Heidebestände praktiziert. Weitere Informationen zum kontrollierten Brennen und zur Erprobung dieser Maßnahme zur Schaffung von Offenboden auf Borstgrasrasen und Grünland saurer Standorte siehe S. 118 ff.



## ERSTEINRICHTENDE MASSNAHMEN

Als ersteinrichtende Maßnahmen werden Maßnahmen bezeichnet, die der Dauerpflege vorausgehen müssen, z. B. wenn eine Fläche stark verbracht, verbuscht oder die Vegetation stark verfilzt ist. Ersteinrichtende Maßnahmen sind nie alleinige Methode, um Arnika-Bestände und ihre Lebensräume zu erhalten. Sie müssen – je nach Zustand der Fläche – gegebenenfalls in größeren Abständen wiederholt werden. Je nach den Flächeneigenschaften und der Abweichung vom Zielzustand lassen sich die folgenden ersteinrichtenden Maßnahmen ableiten:



**VERFILZUNGEN  
VERMOOSUNG**

**OFFENBODEN SCHAFFEN** durch geeignete und dem Lebensraum entsprechende Maßnahmen, z. B. Striegeln oder durch das Aufbrechen der Grasnarbe mit einem Mulcher oder Vertikutierer, jeweils mit Abfuhr des anfallenden Materials (siehe S. 106 ff.). Bei Vorkommen von Bodenbrütern sollten die Maßnahmen möglichst außerhalb der Brut- und Setzzeit durchgeführt werden (siehe S. 106).



**VERBRACHUNG  
BULTIGER GRASFILZ**

**SCHLEGELMAHD/MULCHMAHD** zwischen September und März eines Jahres bei trockenen Bodenverhältnissen. Das Mahdgut ist grundsätzlich zu entfernen. Stark bultige Bestände sind im Februar und März mittels einer Netzegge zu schleifen. Die Fläche sollte in Teilflächen geschlegelt werden, um die Besiedelung der neuen Offenbodenstellen von den verbleibenden angrenzenden Teilbeständen ausgehend zu gewährleisten <sup>6-9</sup>.



**VERBUSCHUNG  
AUFKOMMEN VON GEHÖLZEN**

**ENTBUSCHUNG/ENTKUSSELUNG** Anfang Oktober bis Ende Februar (außerhalb der Brut- und Setzzeit). Bei der Durchführung ist auf Heckenbrüter, wie z. B. den Neuntöter, Rücksicht zu nehmen.



## FALLBEISPIEL: MASSNAHMEN AM BIRKICH

### HINTERGRUND

Bis in die 1960er Jahre war die 3,26 ha große Zwergstrauchheide am Birkich östlich von Angersbach (Vogelsbergkreis) eine offene Allmendefläche. Zeitzeugen sprechen von einem von Arnika „gelben Hang“. Die Bewirtschaftung wurde jedoch unattraktiv und die Fläche fiel in den letzten Jahrzehnten zunehmend brach, verbuschte und wurde teilweise aufgeforstet. Über viele Jahre erfolgte eine Schafbeweidung nur auf Teilflächen und mit ungenügender Intensität. Aufgrund der steilen und steinigen Standortbedingungen ist eine maschinelle Pflege am Birkich herausfordernd.



Der Birkich um 1960 (links) und zum Vergleich im Jahr 2018 (rechts). Auffällig sind die starke Zunahme von Gehölzen, randliche Aufforstungen und zunehmende Beschattung der einst offenen Fläche.

### POPULATIONSENTWICKLUNG

Der Arnika-Bestand auf der Fläche war durch die mangelnde Pflege deutlich im Rückgang begriffen und es gab kaum Jungpflanzen. Bei einer Zählung wurden 2007 noch ca. 4 500 Rosetten festgestellt<sup>6-10</sup>. Nur zwei Jahre später war der Bestand auf ca. 1100 Rosetten zurückgegangen<sup>6-11</sup>. Der Tiefpunkt wurde 2015/2016 erreicht, als nur noch 400 Rosetten vorhanden waren. Die Maßnahmen (siehe S. 116 f.) zeigten Erfolg: Nicht nur eine Verjüngung der Heidefläche, sondern auch eine generative Vermehrung von *Arnica montana* fand statt – der Rückgang konnte gestoppt und eine positive Bestandsentwicklung eingeleitet werden. So wurden 2020 schon wieder ca. 600 Rosetten gezählt.



Arnika-Bestand am Birkich 2017.



## FALLBEISPIEL: MASSNAHMEN AM BIRKICH

### UMSETZUNG DER MASSNAHMEN

Die Wiederherstellung der Zwergstrauchheide am Birkich begann 2013 durch erste Pflegeversuche mit einem Standard-Landwirtschaftsmulcher und durch kleinflächiges Plaggen. Um die starke Verschattung zu verringern, wurde 2014 eine Schneise in den Gehölzriegel am oberen Hang geschlagen. Ab 2015 erfolgten auf den Erhalt von Arnika ausgerichtete Pflegemaßnahmen, die durch ArnikaHessen begleitet wurden. Gehölze wurden entfernt und die Arnika-Bestände durch Mulchmäh und Schoppern bis auf den Oberboden wieder freigestellt. Zur Verjüngung der überalterten Heide wurde diese abschnittsweise entkusselt und im August nach der Samenreife von Arnika eine Mulchmäh durchgeführt. Mit einem Standard-Einkreiselschwader konnten in Hanglage bis zu 80 % des Schnittguts abtransportiert werden. Der Rest musste von Hand zusammenge-recht und dann abtransportiert werden.

Die ab 2016 optimierte, je nach Aufwuchs bis zu dreimalige Beweidung mit Merino-Landschafen in Umtriebsweide dient dem Offenhalten der Fläche und dem Entzug von Nährstoffen. Die Fläche wird hierbei durch E-Netze in zwei Hälften geteilt und nacheinander mit 75–100 Tieren beweidet. Die erste Beweidung erfolgt im April/Mai, eine zweite nach der Samenreife von Arnika im August. Je nach Aufwuchs folgt darauf eine Herbstbeweidung. 2016 und 2017 fand zudem motormanuelle Pflege um die Arnika-Vorkommen statt, um Offenboden zu schaffen, auf dem sich Arnika-Keimlinge etablieren können. Diese Maßnahme soll zukünftig alle zwei bis vier Jahre wiederholt werden. 2017 wurden weite Teile entkusselt und mit einem Bagger die Wurzelstöcke entfernt. Für das Entfernen der Stockausschläge der Gehölze war auch Handarbeit erforderlich, da sich, wenn ausschließlich gemulcht wird, immer dickere Wurzelstöcke bilden, die wieder neu austreiben können. Die Entfernung erfolgt erst im Oktober nach der letzten Beweidung, da es andernfalls leicht zu Klauenverletzungen durch die abgeschnittenen Stockausschläge kommt. Bei der Flächenpflege wird auch auf den am Boden brütenden Baumpieper (*Anthus trivialis*) geachtet.



Entfernen der Gehölze (= Entkusseln). Mit dem Bagger werden auch die Wurzelstöcke entfernt.



Offenboden wurde 2013 durch kleinflächiges Abschieben der obersten Bodenschicht geschaffen (= Plaggen). Diese Maßnahme ist teuer und wurde daher nicht wiederholt.



Mulchmäh mit einem Standard-Landwirtschaftsmulcher mit Y-Messern. Dieser ist leichter als ein Forstmulcher und reißt zudem den Wurzelfilz besser auf. Standard-Einkreiselschwader im Vordergrund.



Nach dem Schoppern angefallenes Material aus der abgetragenen oberirdischen Biomasse und einem Großteil des organischen Humus-Auflagehorizonts.

## KONTROLLIERTES BRENNEN

Die Schaffung von Offenboden ist die wichtigste Maßnahme zur Verbesserung der Habitatqualität für Arnika. Allerdings ist sie oft mit einem hohen Aufwand verbunden. Es stellt sich die Frage, ob kontrolliertes Brennen, wie es früher in der Landwirtschaft häufig zur Entfernung von Streu und Biomasse angewendet wurde<sup>6-12</sup>, eine praxistaugliche und kostengünstige Alternative sein kann. In Heidegebieten, z. B. auf dem Truppenübungsplatz Elsenborn in Belgien oder in der Lüneburger Heide, zeigen verschiedene Untersuchungen positive Effekte von kontrolliertem Brennen: Aufwachsende Gehölze können zurückgedrängt und offene Bodenstellen geschaffen werden<sup>6-13, 6-14, 6-15</sup>, die Besenheide wird verjüngt und auch die Samenkeimung und die Etablierung der Jungpflanzen von Arnika wird gefördert<sup>6-13, 6-16, 6-17</sup>. Andere Arten können von Feuer allerdings auch beeinträchtigt werden, bekannt ist z. B., dass Wacholder (*Juniperus communis*) Brand nicht verträgt<sup>6-18, 6-19</sup>.

In Hessen gedeiht Arnika vor allem in Borstgrasrasen oder Grünlandgesellschaften saurer Standorte. Ist kontrolliertes Brennen auch eine geeignete Maßnahme für das Schaffen von Offenboden und die Förderung von Arnika an diesen Standorten? Die Hochschule Geisenheim ist dieser Fragestellung mit zusätzlichen Mitteln des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie im Rahmen einer Studie zum kontrollierten Brennen nachgegangen. Die Untersuchungen umfassten die Auswirkungen des Brennens auf Arnika-Jungpflanzen, die Samenkeimung, den Boden sowie die umgebende Vegetation.

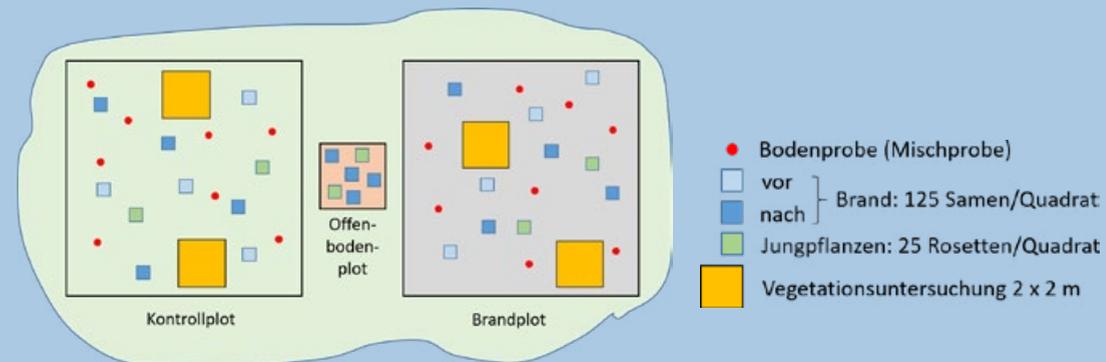


Verschiedene Entwicklungsstadien der Heide auf dem Truppenübungsplatz Elsenborn (Belgien) am 11. Juni 2008. Bildhintergrund: Intensiver Arnika-Blühaspekt im 2007 gebrannten Bereich. Bildvordergrund: Zahlreiche Arnika-Rosetten in dem im Frühjahr 2008 gebrannten Bereich (rechts) und im noch nicht gebrannten Bereich mit nur noch vereinzelter Arnika-Pflanzen im älteren Heidebestand (links).



## FEUERVERSUCH: DESIGN

2018 und 2019 wurden sechs Flächen in Borstgrasrasen und Grünland saurer Standorte im Lahn-Dill-Kreis gebrannt. Die Flächen waren nicht mehr oder nur sporadisch genutzt und wiesen Gehölzaufwuchs und/oder eine dichte Streu- und Mooschicht auf, sodass kein Offenboden vorhanden war. Auf den Flächen wurde jeweils ein Brand-, ein Kontroll- und ein Offenbodenplot, auf dem der Oberboden abgeschoben wurde, angelegt. Die Brandplots wurden jeweils am Mittag, nachdem die Vegetation abgetrocknet war, an einem Tag mit günstiger Witterung Ende Februar durch ein Mitwindfeuer von geschulten Mitarbeiter\*innen einer Spezial-Firma für Naturschutzbrände aus Halle gebrannt. Vor dem Brennen wurden Brandsicherungstreifen eingerichtet, Genehmigungen eingeholt sowie Rettungsleitstellen, Feuerwehr und Anwohner\*innen informiert. In allen Plots wurden nach dem Brand Arnika-Samen sowie Ende April vorgezogene Arnika-Jungpflanzen ausgebracht. In den Brand- und Kontrollplots wurden zusätzlich vor dem Brand Arnika-Samen ausgestreut. Alle Samen stammten aus benachbarten Arnika-Beständen ähnlicher Standorte. In der Vegetationsperiode nach dem Brand wurde das Überleben der Jungpflanzen und die Samenkeimung in allen Plots ermittelt. Zusätzlich wurden in Brand- und Kontrollplots Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen durchgeführt.



Schematische Darstellung der Behandlungen auf den Untersuchungsflächen mit Kontroll-, Brand- und Offenbodenplot. Die Kontroll- und Brandplots waren ca. 20 x 20 m groß, der Offenbodenplot ca. 4 x 4 m.



Der Brandplot (links) ist von der Kontrollfläche (rechts) durch den Brandsicherungstreifen (mittig) getrennt. Mit Feuerpatschen und Wasser wurde die Ausbreitung des Feuers über die Brandfläche hinaus zusätzlich verhindert.



## FEUERVERSUCH: ERGEBNISSE

Aufgrund der kleinen Stichprobe und der kurzen Laufzeit der Studie gibt der Versuch nur einen kleinen Einblick zu möglichen Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf das Habitat und Arnika. Hier die wichtigsten Ergebnisse des Versuchs:

- Der Offenbodenanteil wurde durch das Feuer auf den meisten Flächen nicht signifikant erhöht. Dies lag an den dichten Moost Teppichen, die das Feuer zum Boden hin abgekühlt haben. So konnte zwar die Streuschicht durch den Brand erfolgreich entfernt werden, aber unter der Asche zeigte sich die grüne Moosschicht kaum beeinträchtigt.
- Es entstand kleinflächig Offenboden beim Brand verbuschter Flächen, da durch die brennenden Gehölze deutlich höhere Temperaturen erreicht wurden und die Moosschicht mitverbrannt wurde.
- Arnika-Pflanzen, die nach dem Brand auf die Flächen ausgebracht wurden, überlebten auf den feuchteren Flächen zahlreich und unabhängig davon, ob gebrannt, Boden abgeschoben oder nicht behandelt wurde. Auf den trockeneren Flächen überlebten die meisten Arnika-Pflanzen im Bereich, in dem Offenboden durch Abschieben geschaffen wurde.
- Arnika-Samen, die vor und nach dem Brand ausgebracht wurden, keimten und etablierten sich nur auf zwei Flächen, und zwar in den Bereichen mit abgeschobenem Boden. Auf den Brandflächen keimten die Arnika-Samen nicht, vermutlich weil durch das Brennen kaum Offenboden entstanden war, der zu einer erfolgreichen Etablierung nötig ist.

Bei zukünftigen Maßnahmen sollte geprüft werden, ob dichte Moosschichten durch Gegenwindfeuer verbrannt werden können. Bei dieser Brandtechnik zieht das Feuer langsamer über die Fläche, erreicht höhere Temperaturen und kann die Biomasse vollständiger verbrennen als das hier verwendete Mitwindfeuer.



Brandfläche, auf der die Streuschicht entfernt werden konnte, aber das Schaffen von Offenboden durch Moos verhindert wurde. Unter der Asche zeigt sich der unversehrte, grüne Moosteplich.



Brandfläche, die in einem Teilbereich von Schlehen durchsetzt war und daher eine hohe Brandtemperatur erreichte. Dadurch wurden auch die Moose geschädigt, sodass kleinflächig Offenboden geschaffen wurde.



## FORSCHUNG UNTER FREIEM HIMMEL

Arnika-Bestände schwinden in den Tieflagen sogar auf vielen Pflegeflächen des Naturschutzes. Aber wie sieht eine optimale Pflege von Arnika-Habitaten in Anbetracht der Gefährdungen durch die Nährstoffanreicherung der Böden, die Veränderungen der Konkurrenzbedingungen und den Mangel an Offenboden aus?

Hat die künstliche Schaffung von Offenboden positive Effekte für die langfristige Erhaltung der Bestände und wie ist die Intensität der Landnutzung, d. h. die Intensität von Mahd und Beweidung, in diesem Kontext einzuschätzen? Bisher werden Borstgrasrasen und Heiden häufig sehr extensiv bewirtschaftet. Vor dem Hintergrund der Nährstoffanreicherung durch den Luftstickstoff und des dadurch höheren Biomasseaufwuchses kann allerdings eine zu extensive Nutzung negative Folgen haben, wie dichte Streuschichten und Offenbodenverlust. Aber führt eine intensivere Nutzung auch zur gewünschten Förderung der Arnika-Bestände?

Um diese Fragen beantworten zu können, wurde im Projekt ArnikaHessen ein Nutzungsexperiment durchgeführt.

**Offenbodenmanagement im Nutzungsexperiment:**  
Vorne ein Plot mit entfernter Grasnarbe, in der Mitte ein Plot während des Vertikutierens, hinten ein Plot ohne Behandlung (Kontrolle).





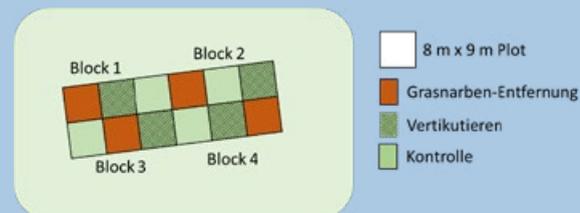
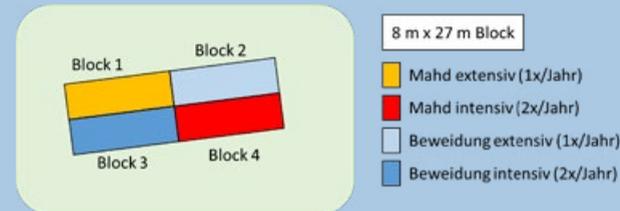
## NUTZUNGSEXPERIMENT: DESIGN

Welche Pflege die Qualität von Arnika-Habitaten verbessert, wurde 2014–2019 auf vier Flächen im Lahn-Dill-Kreis untersucht und die Auswirkungen der Faktoren „Nutzungsart“, „Nutzungsintensität“ und „Bodenmanagement“ auf eingebrachte Arnika-Pflanzen und -Samen getestet.

### AUFBAU

Auf jeder der vier Flächen wurden jeweils vier Blöcke ausgezäunt, die in Bezug auf die Nutzungsart, also Mahd oder Beweidung, und Nutzungsintensität, d. h. einmalige oder zweimalige Nutzung pro Jahr, unterschiedlich behandelt wurden. Die erste Nutzung fand vor der Blütenbildung von Arnika ca. Anfang Mai und die zweite Nutzung nach Abfallen der Samen Anfang August statt. Blöcke mit einmaliger Nutzung wurden ebenfalls Anfang August bewirtschaftet.

Innerhalb jedes Blocks wurden drei Plots angelegt, die unterschiedliche Bodenbehandlungen erhielten. Bei einem Plot pro Block wurde die Grasnarbe komplett entfernt, um Offenboden zu schaffen. Bei einem weiteren Plot wurde die Moos- und Streuschicht durch Vertikutieren entfernt. Ein dritter Plot erhielt keine Bodenbehandlung (Kontrolle). Die Behandlungen wurden nur einmalig zu Beginn des Experiments durchgeführt.

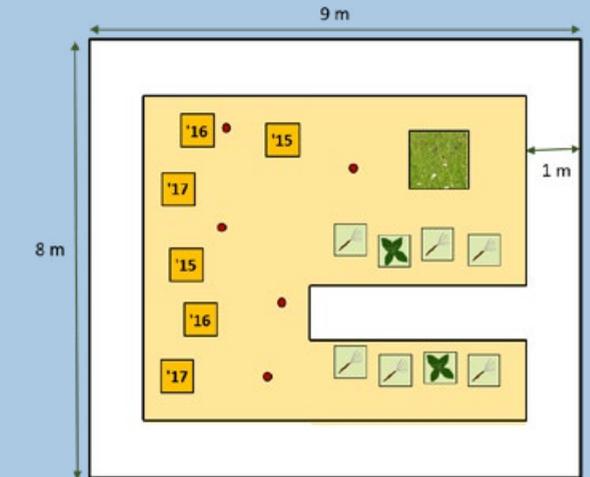


### EINBRINGEN DER ARNIKA-PFLANZEN

Im Frühjahr 2015 wurden nach einem festen Schema mit Hilfe von Rahmen in jeden Plot insgesamt 750 Samen mit einer Pinzette direkt auf den Boden abgelegt (insgesamt 36 000). Außerdem wurden jeweils 50 vorgezogene Jungpflanzen eingebracht (insgesamt 2 400). Zudem wurden im Sommer 2015, 2016 und 2017 in definierten Bereichen Samen aufgestreut, um den natürlichen Anflug der Arnika-Samen zu simulieren (insgesamt 9 600 pro Jahr). Das Aussamen der im Laufe der Jahre etablierten Arnika-Pflanzen, die blühten und fruchteten, wurde während des Experiments künstlich verhindert. So konnte das Überleben der gepflanzten Rosetten und gezielt ausgebrachten Samen in den Folgejahren nachvollzogen werden.

### DATENERHEBUNG

In den Jahren 2015 bis 2019 wurden während der Vegetationsperiode mehrmals u. a. das Überleben und der Biomassezuwachs der eingebrachten Jungpflanzen, die Anzahl blühender Sprosse, die Keimung der eingebrachten Samen und die Keimlingsetablierung untersucht. Ferner wurde jährlich die Begleitvegetation aufgenommen. Bodenuntersuchungen gaben Aufschluss über die Veränderung wesentlicher Bodenparameter.



- Rahmen (0,5 m x 0,5 m) mit 25 Zellen für Samen, je Zelle 5 Samen
- Rahmen (0,5 m x 0,5 m) mit 25 Zellen für Jungpflanzen
- Fläche (0,5 m x 0,5 m) für das jährliche Aufstreuen von Samen (zwei Flächen pro Jahr)
- Entnahmestellen für Bodenmischproben
- Rahmen (1 m x 1 m) für Vegetationsuntersuchung

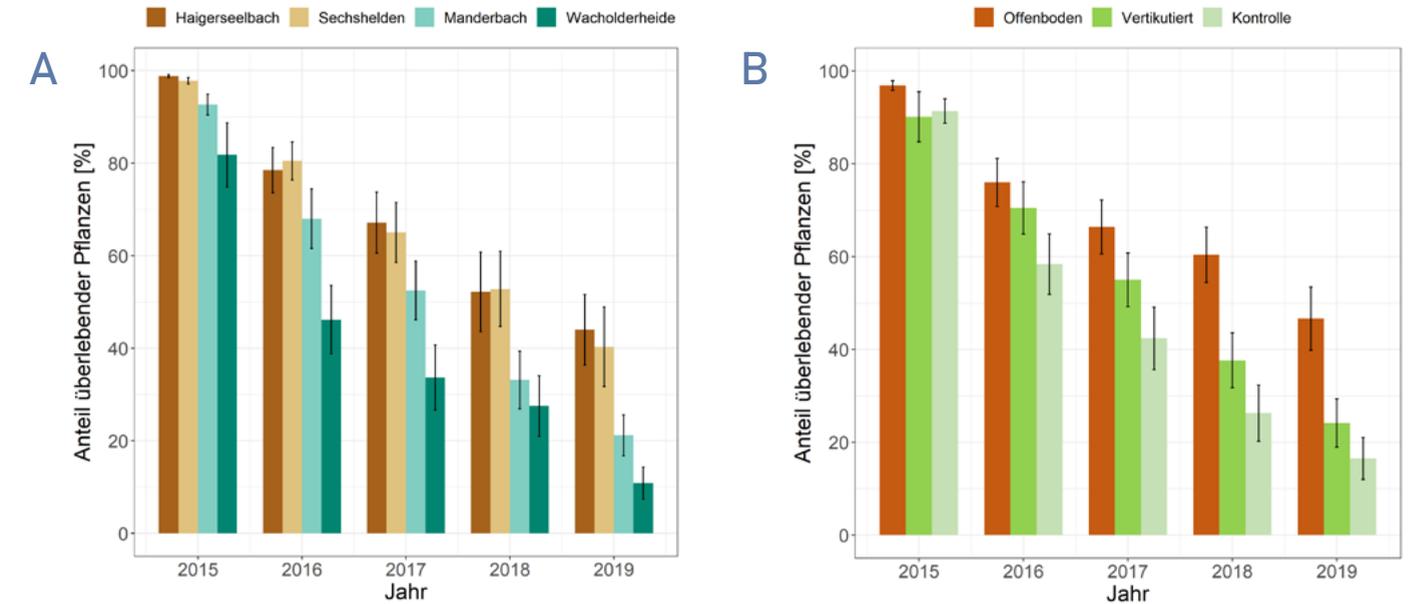
## ERGEBNISSE DES NUTZUNGSEXPERIMENTS

Das Nutzungsexperiment hat deutliche Ergebnisse hervorgebracht, von denen die wichtigsten im Folgenden kurz zusammengefasst sind.

Der Anteil überlebender Arnika-Pflanzen, die zu Experimentbeginn als Jungpflanzen eingebracht wurden, nahm auf allen vier Flächen stetig ab. Dabei war die Abnahme auf der Wacholderheide, die der trockenste Standort von allen vier Flächen ist, am größten (Abb. A).

In den Offenbodenplots, in denen die Grasnarbe 2014 komplett entfernt wurde, überlebten bis 2019 fast die Hälfte der Arnika-Pflanzen – fast doppelt so viele wie in den vertikutierten Plots und dreimal so viele wie in den Kontrollplots (Abb. B).

Die Zahl der aus Samen entwickelten Pflanzen war äußerst gering: In den Kontrollplots sowie den vertikutierten Plots konnte sich aus den eingebrachten Samen keine einzige Pflanze etablieren. Nur in den Offenbodenplots konnte eine erfolgreiche Keimlingsetablierung beobachtet werden. Allerdings haben sich dort im Mittel nur aus weniger als 2 % der am Anfang eingebrachten Samen Pflanzen entwickeln können. Das gleiche Muster ergab sich für die Samen, die 2015, 2016 und 2017 in definierten Bereichen der Plots nicht ausgelegt, sondern ausgestreut wurden.



Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler des Anteils überlebender Pflanzen der eingebrachten Arnika-Rosetten in Prozent für die Jahre 2015–2019 für die A) vier Nutzungsexperimentflächen im Lahn-Dill-Kreis (Haigerseelbach, Sechshelden, Manderbach, Wacholderheide) unabhängig von den Bodenbehandlungen und B) für die unterschiedlichen Bodenbehandlungen, die zu Beginn des Experiments durchgeführt wurden (Offenboden, Vertikütiert, Kontrolle) unabhängig von den Nutzungsexperimentflächen.

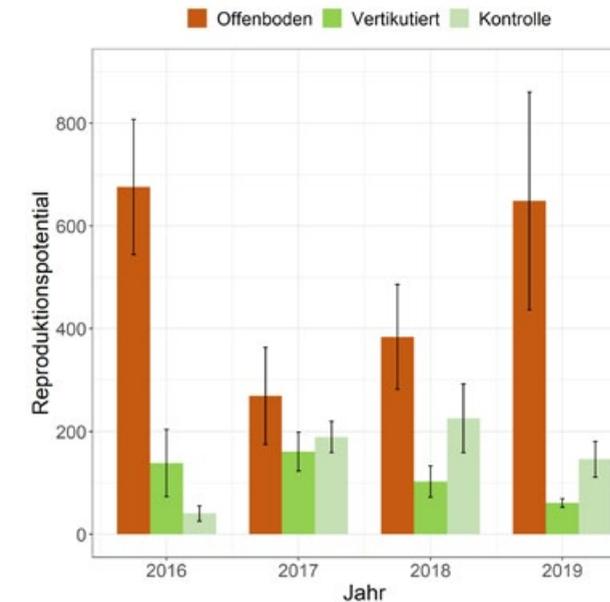
## ERGEBNISSE DES NUTZUNGSEXPERIMENTS

Zwischen Mahd und Beweidung gab es keine signifikanten Unterschiede. Das Überleben der eingebrachten Arnika-Pflanzen sowie die Anzahl etablierter Pflanzen aus Samen war unabhängig vom Nutzungstyp. Die Intensität der Nutzung hatte einen kleinen, aber deutlichen Effekt in Interaktion mit den Bodenbehandlungen: Eine zweimalige Nutzung förderte die Überlebensrate der Arnika-Pflanzen im Offenbodenplot zusätzlich, während die vertikutierten Plots und die Kontrollplots nicht von einer zweimaligen Nutzung profitierten.

Bei der stetigen Abnahme der überlebenden Arnika-Pflanzen im Experiment (siehe S. 128 f.) darf jedoch nicht vergessen werden, dass die fruchtenden Blütenköpfchen der eingebrachten Pflanzen mit einer Gaze umhüllt waren, um so das Ausstreuen reifer Samen im Experiment zu verhindern. Zählt man zusammen, wie viele Arnika-Samen sich pro Plot ( $n = 16$ ) an den eingebrachten Pflanzen entwickelt haben (siehe Abb. rechts oben), so wird deutlich, dass die Pflanzen in den Offenbodenplots im Vergleich zu den anderen beiden Bodenbehandlungen eine zwar sehr variable, aber insgesamt hohe Anzahl an Samen produzierten. Dies stellt ein beträchtliches Reproduktionspotential dar, welches den Rückgang überlebender Pflanzen hätte kompensieren können. Wichtigste Voraussetzung hierfür wäre wiederum das Vorhandensein von Offenboden.

### FAZIT

Das Nutzungsexperiment zeigt, dass ein Offenbodenmanagement zusammen mit einer nicht zu extensiven Nutzung – unabhängig von der Nutzungsart Mahd oder Beweidung – sowohl der Schlüssel für das Überleben und die Fitness der etablierten Arnika-Pflanzen als auch für die Verjüngung über Samen ist. Das regelmäßige Schaffen von Offenboden muss daher wie die jährliche Nutzung als zentrale Pflegemaßnahme für Arnika verankert werden.



Mittelwerte des Reproduktionspotenzials  $\pm$  Standardfehler nach den einzelnen Bodenbehandlungen (Offenboden, Vertikutiert, Kontrolle) auf den vier Nutzungsexperimentflächen im Lahn-Dill-Kreis von 2016–2019. Als Reproduktionspotenzial wird die Anzahl der keimfähigen (schwarzen) Samen bezeichnet, die von den in 2015 eingebrachten Jungpflanzen (50 pro Plot) in den jeweiligen Jahren produziert wurden.



Die Arnika-Blütenköpfchen waren zur Fruchtzeit mit Gaze umhüllt, um ein Ausfallen der reifen Arnika-Samen während des Experiments zu unterbinden.

## POPULATIONSTÜTZENDE MASSNAHMEN

Aufgrund der Gefährdungen, die sowohl auf Habitat- als auch auf Populationsebene (siehe S. 62 ff.) wirken, sind für die kurzfristige Stützung und langfristige Erholung der Arnika-Bestände oft Maßnahmen auf beiden Ebenen notwendig. Maßnahmen auf Populationsebene sind jedoch nur sinnvoll, wenn die nachhaltige Nutzung des Habitats, bei der genügend Offenbodenstellen für die erfolgreiche Keimlings-etablierung entstehen, sichergestellt ist. Ausgangsmaterial für Maßnahmen auf Populationsebene sind fachgerecht gesammelte Samen oder Material aus Ex-situ-Erhaltungskulturen oder Samenbanken. Je nach Ausbringungsmethode können Samen direkt oder als vorgezogene Jungpflanzen ausgebracht werden. Für das Sammeln von Samen und für Ausbringungen sind Genehmigungen notwendig und die Kooperationen mit erfahrenen Einrichtungen erhöht die Erfolgchancen der Maßnahmen. Begrifflichkeiten für populationsstützende Maßnahmen können unterschiedlich definiert werden. Im Leitfaden werden drei Typen unterschieden und folgendermaßen verwendet:

**POPULATIONSTÄRKUNG** ist die Einbringung von standorteigenen Pflanzen oder Samen zur Vergrößerung des Bestands. Die Samen und ggf. daraus angezogene Jungpflanzen stammen aus dem gleichen Bestand.

**WIEDERANSIEDLUNG** bezeichnet das Ausbringen von Pflanzen oder Samen innerhalb des bekannten Verbreitungsareals der Art, an bekannte Altstandorte oder geeignete Biotopflächen im räumlichen Bezug zu aktuellen oder ehemaligen Vorkommen.

**GENETISCHE RETTUNG** wird für populationsstützende Maßnahmen verwendet, bei der die genetische Vielfalt durch Mischen von Beständen erhöht wird. Die Samen und ggf. daraus angezogene Jungpflanzen stammen aus einem anderen Bestand der gleichen genetischen Gruppe (siehe S. 152 f.) mit ähnlichen Standortbedingungen.

Im Projekt ArnikaHessen wurden als populationsstützende Maßnahmen Populationsstärkungen und Wiederansiedlungen durchgeführt. Zusätzlich wurde die Genetik hessischer Arnika-Bestände untersucht und Kreuzungsexperimente durchgeführt, um Aussagen zur genetischen Rettung machen zu können.



Mitarbeiter des Botanischen Gartens Marburg bei der Ausbringung vorgezogener Arnika-Pflanzen als Wiederansiedlung. Es wurden unterschiedliche Ausbringungsmethoden erprobt.

—» *Ex-situ-Erhaltung*  
ermöglicht *Populationsstützung am*  
*natürlichen Standort* «—

## SAMENBANK & ERHALTUNGSKULTUREN

Ex-situ-Maßnahmen unterstützen die Erhaltung von Pflanzenarten außerhalb ihrer eigentlichen Lebensräume. Hierfür werden die Samen in einer Samenbank eingelagert und/oder Erhaltungskulturen angelegt, sodass das Erbgut langfristig gesichert ist. Zu einem späteren Zeitpunkt kann die Art so am natürlichen Standort gestützt oder wiederangesiedelt werden.

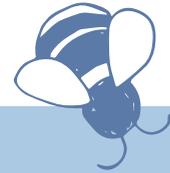
Samen geschützter Arten wie Arnika in Wildbeständen zu sammeln, ist nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde möglich. Damit sichergestellt ist, dass die genetische Vielfalt ausreichend abgebildet, aber der Wildbestand durch das Sammeln nicht gefährdet wird, sollten immer die Vorgaben des Europäischen Saatgut-Netzwerks ENSCONET (European Native Seed Conservation Network) <sup>6-20</sup> beachtet werden. Das Einlagern der Samen und das Anlegen von Ex-situ-Erhaltungskulturen sollten erfahrene Einrichtungen übernehmen, denn dies ist die Voraussetzung dafür, dass eine spätere Ausbringung am Wildstandort erfolgreich sein kann. Schwierigkeiten bei Erhaltungskulturen können beispielsweise eine genetische Verarmung, die Anpassung der Wildpflanzen an optimierte Gartenbedingungen oder gärtnerische Selektion sein. Daher sollten mindestens 500 Individuen der zu erhaltenden Pflanzenart angezogen werden, die Kulturbedingungen dem Wildstandort nachempfunden sein (Boden, Nährstoffgehalt und Wasserregime) sowie möglichst alle und nicht nur die kräftigsten Pflanzen beim Sammeln des Saatguts berücksichtigt werden.



Blühende Arnika-Erhaltungskultur im Botanischen Garten Marburg.



## EX-SITU-ERHALTUNG



Im Rahmen von ArnikaHessen wurden, soweit möglich, ein Großteil der hessischen Arnika-Bestände in den Tieflagen nach ENSCONET<sup>6-20</sup> besammelt. Jeweils die Hälfte der Samen wurde in der Samenbank des Botanischen Gartens Marburg eingelagert und die andere Hälfte zum Aufbau einer Ex-situ-Erhaltungskultur verwendet. Einige Wildbestände sind sehr klein (unter 100 Pflanzen) und bilden teilweise weniger als 10 Blütenköpfchen mit reifen Samen. Aus den wenigen gesammelten Samen dieser Bestände wurden, getrennt nach Individuum, Jungpflanzen in Töpfen herangezogen und diese gezielt miteinander bestäubt. Die effektive Bestäubung erfolgte durch einheimische Hummeln (*Bombus terrestris*, *B. cryptarum* und *B. pratorum*), die auch am Wildstandort wichtige natürliche Bestäuber von Arnika sind. Auf diese Weise konnte auch von sehr kleinen Wildbeständen recht schnell eine ausreichende Menge von Samen erzeugt werden, um daraus Jungpflanzen für populationsstützende Maßnahmen und eine Ex-situ-Erhaltungskultur heranzuziehen.



Gezielte Kreuzung der Individuen sehr kleiner Bestände in Gaze-Käfigen.



Kryptarum-Erdhummel (*Bombus cryptarum*) auf Arnika.



Junge Arnika-Erhaltungskulturen im Botanischen Garten Marburg. Zur Blütezeit werden die Erhaltungskulturen der einzelnen Herkünfte durch Netze getrennt.

—» Für das Überleben ist entscheidend, dass Pflanzen bei der Ausbringung nicht älter als drei Monate sind «—

## JUNGPFLANZEN FÜR DIE POPULATIONSTÜTZUNG

Sollen Arnika-Pflanzen für populationsstützende Maßnahmen verwendet werden, ist eine Frühjahrsausbringung am effektivsten. Idealerweise sind die Samen Anfang bis Mitte Februar auszusäen, damit die Jungpflanzen bei der Auspflanzung Ende April bis Mitte Mai nicht älter als drei Monate sind. In diesem Alter ist das Wurzelwachstum stark, was für eine optimale Verwurzelung und damit für das Überleben am Ausbringungsort entscheidend ist. Bleibt die Jungpflanze länger im Topf, wird dadurch das Seiten- und Tiefenwachstum der Wurzel begrenzt und die Pflanze steckt ihre Wachstumsenergie vermehrt in den oberirdischen Teil. Durch Versuche konnten wir belegen, dass diese Pflanzen nach einer Auspflanzung nicht mehr „umschalten“, d. h. ihr Wurzelwachstum bleibt sehr begrenzt und damit auch ihre Überlebenschance bei länger anhaltenden Trockenperioden.

Wurzelwachstum bei Arnika-Jungpflanzen.  
Von links nach rechts: 8, 10 und 12 Wochen alt.





## ARNIKA-ANZUCHT

Vom Botanischen Garten Marburg wurden in der Projektlaufzeit ca. 100 000 Arnika-Pflanzen aus Wildsaatgut für die Anlage von Ex-situ-Erhaltungskulturen, für populationsstützende Maßnahmen und für Forschungsexperimente herangezogen.

Die Keimungsrate der Samen genetisch verarmter Bestände lag bei maximal 30 %, während sie bei Samen genetisch vielfältiger Bestände bei über 90 % lag.



1. Arnika-Samen werden in Anzuchtschalen mit Bio-Staudenerde aufgebracht und leicht angedrückt.



2. Anschließend werden die Samen leicht mit dem Anzuchtsubstrat in Samenkornstärke bedeckt.



3. Nach zwei Wochen bei 18 °C bis 21 °C erscheinen die ersten Keimlinge.



4. Zwei Wochen später werden die Keimlinge in Multitopf-Anzuchtplatten ausgespiert.



5. Vier Wochen lang bleiben die Arnika-Pflanzen im Gewächshaus bei mindestens 15 °C.



6. Anschließend kommen die Pflanzen zur Abhärtung ins Freiland.

## AUSBRINGUNGSMETHODEN UND NACHPFLEGE

Bei populationsstützenden Maßnahmen ist auch die Ausbringungsmethode wichtig. Auspflanzparzellen von 1 m<sup>2</sup> Größe, bei denen die Grasnarbe entfernt wurde und die zusätzlich gefräst wurden, waren im ArnikaHessen-Projekt die erfolgreichste Methode zur Etablierung und selbstständigen Ausbreitung von *Arnica montana* in der Fläche.

Die Ausbringung von Jungpflanzen war im Vergleich zu Samen bei einer Populationsstärkung wie auch bei einer Wiederansiedlung am effektivsten. Von den ausgebrachten Arnika-Jungpflanzen lag die Überlebensrate bei korrekter Nachpflege nach einem Jahr bei über 90 % (n = 8 000).

Eine Frühjahrsausbringung Ende April bis Mitte Mai war am erfolgreichsten. Dabei war für die Etablierung der Jungpflanzen am Ausbringungsort eine Nachpflege in Form einer ausreichenden Wässerung in den ersten vier Wochen entscheidend. Nach dem ersten Angießen im Anschluss an die erfolgte Auspflanzung muss darauf geachtet werden, dass die Wurzeln nicht trockenfallen. Nach vier Wochen ist eine weitere Wässerung, selbst bei längerer Trockenheit, nicht mehr nötig, wenn die Pflanzen zum richtigen Entwicklungszeitpunkt ausgebracht wurden (siehe S. 138).

Nach der Ausbringung muss bei der üblichen Nutzung der Fläche darauf geachtet werden, dass Arnika zum Aussamen kommt. Es ist wichtig, dass die Nutzung zugorientiert ist und Offenbodenstellen entstehen. Die Flächen für die Ausbringungen durch den Botanischen Garten Marburg wurden jedes Jahr im Spätherbst bzw. im Frühwinter hart gestriegelt und das Material anschließend geschwadet, gepresst und von der Fläche entfernt, um ausreichend Offenbodenstellen für die Samenkeimung zu schaffen.

**Stark gestriegelte Fläche bei  
Altenschlirf (Vogelsbergkreis).**





## ARNIKA-AUSBRINGUNG

Im Rahmen von ArnikaHessen wurden bei Populationstärkungen und Wiederansiedlungen diverse Ausbringungsmethoden getestet. Diese reichten von Einzelausbringungen mit und ohne kleinflächiger Beseitigung der Vegetation bis hin zu von der Grasnarbe befreiten und gefrästen Ausspflanzparzellen. Bei einer kleinräumigen Ausbringung in Form von Einzelpflanzen in Reihen oder kleinen Gruppen wurden die ausgebrachten Arnika-Pflanzen bereits im zweiten Jahr von konkurrierenden Blütenpflanzen, Gräsern und Moosen derart bedrängt, dass sie sich nicht längerfristig etablieren konnten und nach wenigen Jahren meist ganz verschwunden waren. Die Ausbringung auf 1 m<sup>2</sup> großen Ausspflanzparzellen, die von der Grasnarbe befreit und zusätzlich gefräst wurden, war für die Etablierung und selbstständige Ausbreitung von Arnika in der Fläche am erfolgreichsten. Durch das bis zu 15 cm tiefe Fräsen wurde der Boden aufgelockert und die Pflanzen konnten schneller in die Tiefe wurzeln. Hierdurch waren sie schon nach kürzester Zeit gegen längere Trockenphasen geschützt. Selbst in den trockenen Sommern 2018 und 2019 war eine Wässerung der Pflanzen nach drei bis vier Wochen nicht mehr notwendig.



Die Ausbringung von Arnika in 1 m<sup>2</sup> große, gefräste Ausspflanzparzellen, bei denen zuvor die Grasnarbe entfernt wurde.



Arnika-Pflanzen im Folgejahr nach der Ausbringung in Ausspflanzparzellen.



Anfangs wurde die Ausbringung einzeln in kleinen Gruppen getestet.



Mit einem Stechzylinder wurden Pflanzlöcher gestochen, die Jungpflanzen eingesetzt und der Boden leicht angedrückt.



Ausbringung als Einzelpflanzung in Reihen.



Arnika-Pflanzen im zweiten Jahr nach der Ausbringung als Einzelpflanzung in Reihen. Die Rosetten wurden bei dieser Methode schnell von der Umgebungsvegetation bedrängt und beschattet.

—» Die große Chance bei genetischer Verarmung ist das Mischen von Beständen «—

## GENETISCHE RETTUNG

Wurde durch eine genetische Untersuchung festgestellt, dass ein Arnika-Bestand genetisch verarmt ist oder sind Indizien dafür vorhanden (siehe S. 81), können Maßnahmen zur Erhöhung der genetischen Vielfalt notwendig sein. In der englischsprachigen Fachliteratur nennt man eine solche Maßnahme „genetic rescue“ – also eine genetische Rettung des Bestands. Hierüber wurde in der Wissenschaft bereits viel diskutiert, oft auf theoretischer Ebene (siehe S. 148).

Je geringer die genetische Vielfalt eines Bestands ist, desto höher ist die Gefahr, dass er sich nicht von alleine erholen kann und auch eine Populationsstärkung durch die Vermehrung der noch vorhandenen Pflanzen nicht nachhaltig zu seiner Sicherung beiträgt. Das Einbringen von Pflanzen aus einem anderen Bestand bietet die Chance, dass durch die höhere Zahl an Paarungspartnern wieder mehr keimfähige Samen gebildet werden. Wissenschaftliche Untersuchungen an verschiedenen Arten zeigen, dass genetische Rettungen zu anhaltend positiven Effekten auf zuvor verarmte und isolierte Bestände führen können<sup>6-21</sup>.

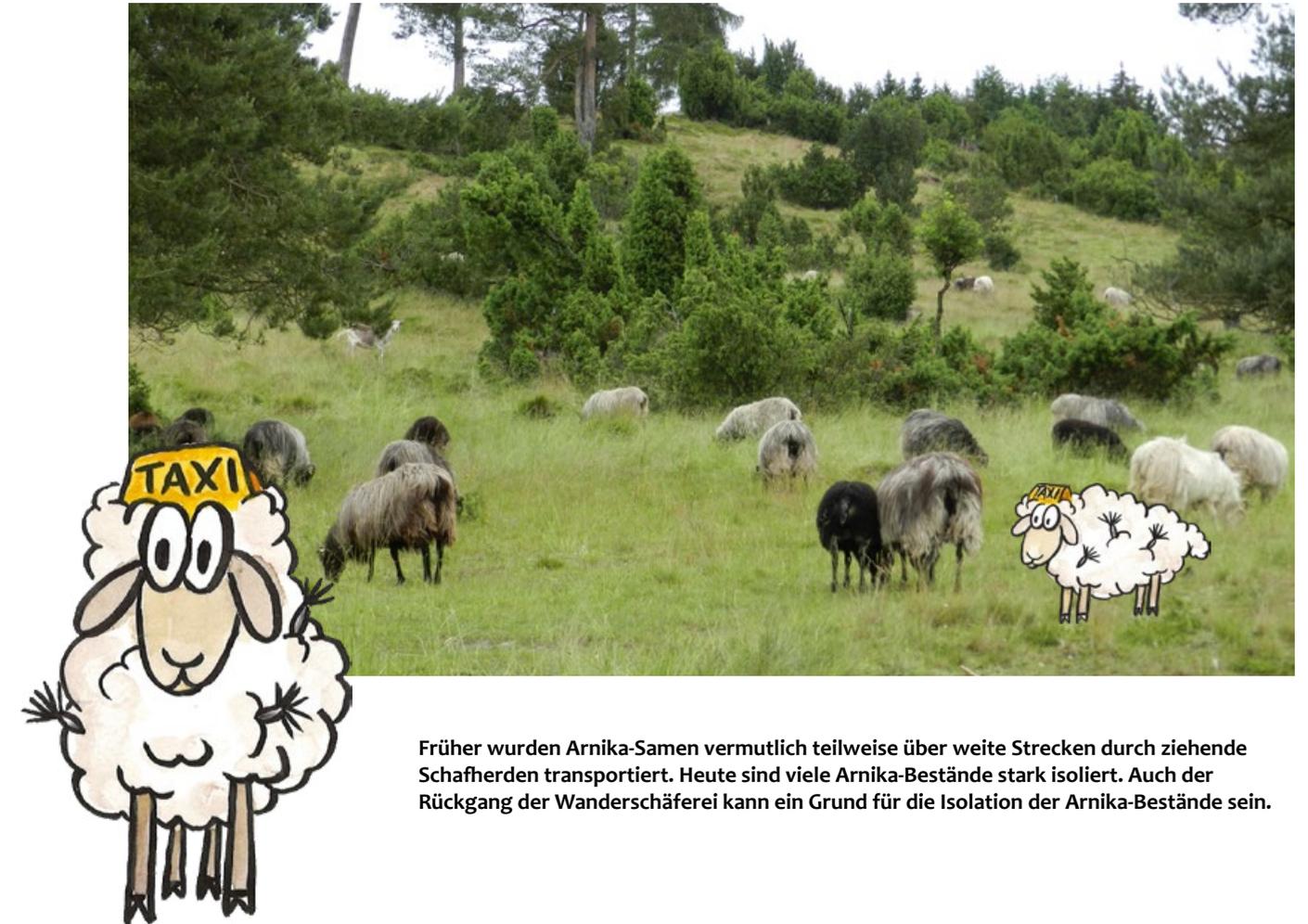


Im Gewächshaus angezogene Arnika-Pflanzen unterschiedlicher Herkunft.

## RISIKEN & NEBENWIRKUNGEN?

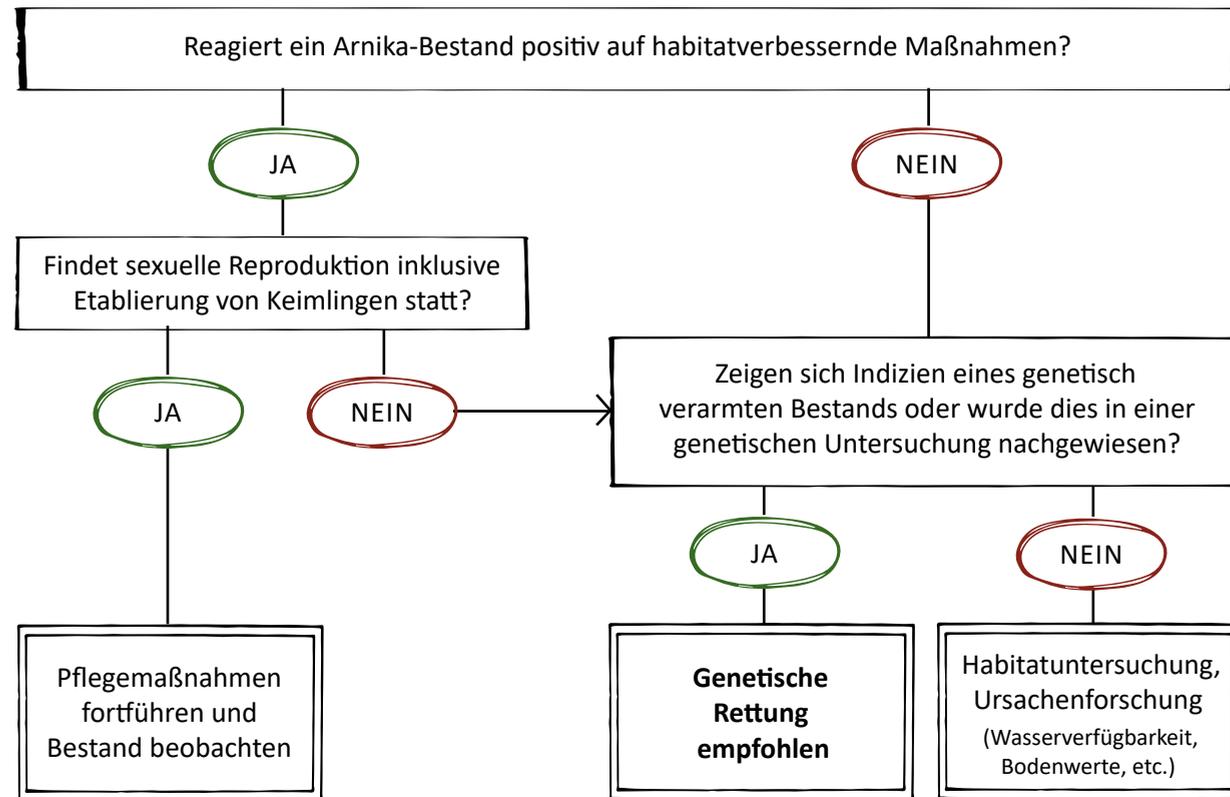
### Die künstliche Durchmischung von Beständen kann auch zu unerwünschten Effekten führen:

- Eingebachte Pflanzen aus anderen Beständen können schlechter an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst sein und, wenn sie in der Überzahl sind, so insgesamt zu einer Verschlechterung der Anpassung des Bestands führen. Dieses Risiko ist jedoch bei einem Bestand, der ansonsten mittelfristig nicht überleben würde, vertretbar. Zudem finden – wenn auch langsam – nach der Erhöhung der genetischen Vielfalt durch die genetische Rettung wieder Anpassungsprozesse statt.
- Der ursprüngliche Bestand könnte genetisch komplett durch den Spenderbestand ersetzt werden. Dieses Risiko ist voraussichtlich höher, wenn die Zahl der eingebrachten Pflanzen im Verhältnis zu den noch am Standort vorhandenen höher ist. Hier gilt es, sinnvolle und behutsame Strategien zu entwickeln.
- Beim Mischen sehr unterschiedlicher Bestände können nachteilige genetische Phänomene auftreten. Nachkommen aus der Vermischung von genetisch seit langer Zeit getrennten Beständen können beispielsweise weniger fruchtbar oder weniger konkurrenzstark sein. Grund dafür ist, dass sich die Genome dieser genetischen Gruppen so weit auseinanderentwickelt haben, dass bei einer Durchmischung wichtige Lebensprozesse nicht mehr optimal funktionieren. Man nennt diesen Effekt „Auszuchtdepression“. Diese tritt meist ab der zweiten Generation auf, da in der ersten Generation die aufeinander abgestimmten Gene noch gemeinsam vorhanden sind und dann erst durch Rekombination getrennt werden. Auszuchtdepression ist schwer vorherzusagen. Es gibt aber mittlerweile Untersuchungen<sup>6-22, 6-23, 6-23, 6-25</sup>, die darauf hindeuten, dass die Chancen des Durchmischens von Populationen durch die erhöhte genetische Vielfalt deutlich höher als die Risiken durch eine mögliche Auszuchtdepression sind. Spenderbestände sollten aber immer sehr sorgfältig ausgewählt werden.

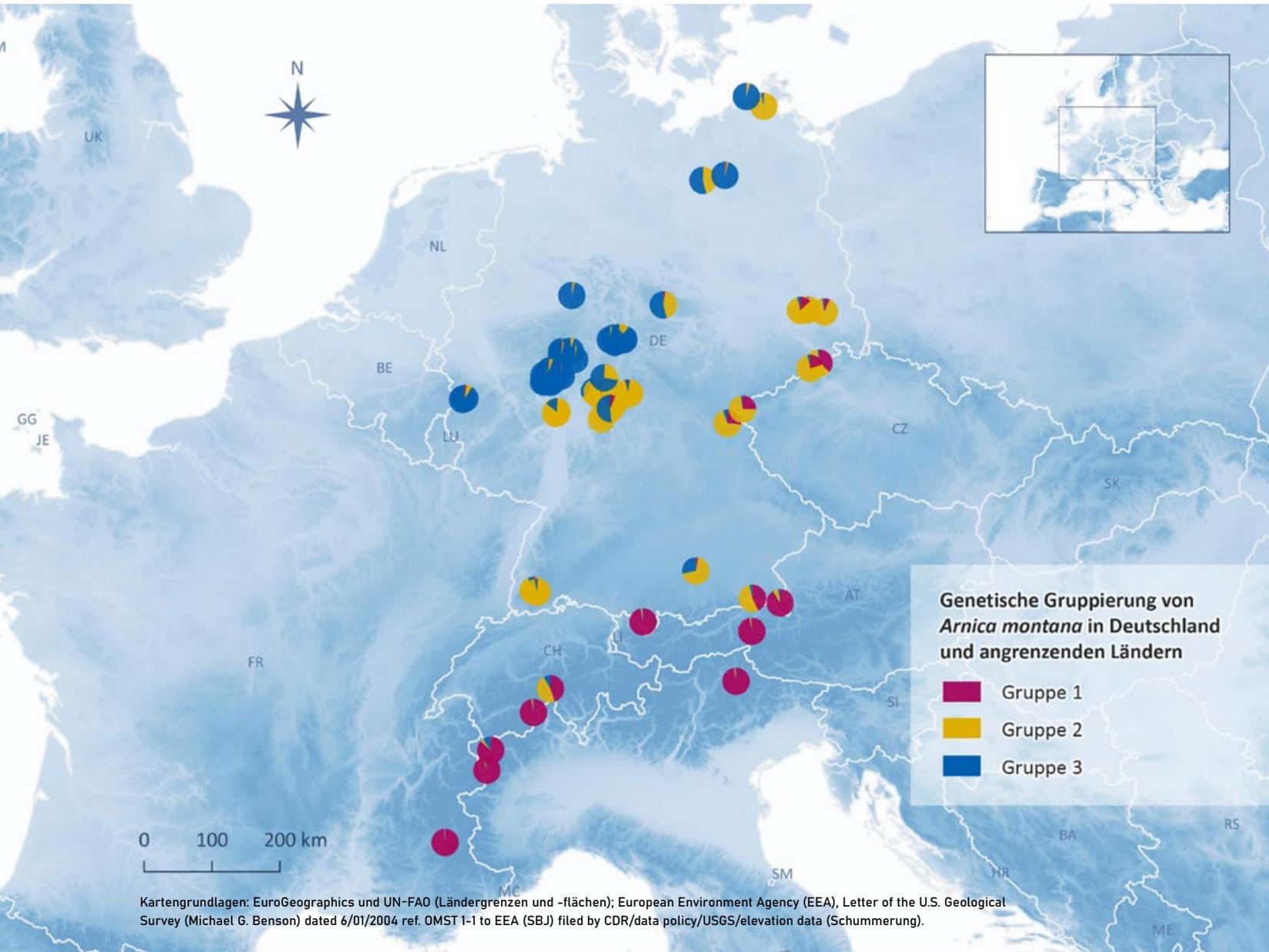


Früher wurden Arnika-Samen vermutlich teilweise über weite Strecken durch ziehende Schafherden transportiert. Heute sind viele Arnika-Bestände stark isoliert. Auch der Rückgang der Wanderschäferei kann ein Grund für die Isolation der Arnika-Bestände sein.

## IST EINE GENETISCHE RETTUNG NÖTIG?



Alleine die Anzahl der Rosetten ist kein Indiz für einen genetisch vielfältigen Bestand, da Arnika sich auch vegetativ vermehren kann.



## DIE WAHL DES PASSENDEN SPENDERBESTANDS

Generell sollten bei der Auswahl geeigneter Spenderbestände für eine genetische Rettung an den Zielstandort angepasste Pflanzen gewählt werden. Dementsprechend sollte das Habitat des Spenderbestands ähnliche Umweltbedingungen aufweisen wie das des Zielbestands (z. B. Höhenlage, Wasserverfügbarkeit, Bodentyp, Vegetationstyp, Exposition, Hangneigung). Zudem muss der Spenderbestand eine ausreichend hohe genetische Vielfalt haben. Ist dies nicht der Fall, sollten mehrere Spenderbestände verwendet werden. Gibt es passende Spenderbestände in der Nähe des Zielbestands, sind diese die erste Wahl. Weiter entfernte Spenderbestände sollten zumindest zur gleichen genetischen Gruppe gehören. Anhand von genetischen Untersuchungen kann von mindestens drei geographisch voneinander abgrenzbaren genetischen Gruppen in Deutschland ausgegangen werden. Die genetische Struktur im gesamten Verbreitungsgebiet ist noch unbekannt und wird zur Zeit erforscht. Bei den genetischen Mustern handelt es sich jedoch nicht um Anpassungsmuster (siehe S. 84 f.). Innerhalb der Gruppen unterscheiden sich die Arnika-Bestände zwar auch noch einmal genetisch, aber vermutlich nicht so stark, dass negative Effekte bei der Vermischung zu erwarten sind. Das ist allerdings bisher experimentell nicht endgültig geklärt.

### Beobachtungen zum Wurzelwachstum

Die Relevanz der Standortbedingungen für die Auswahl des Spenderbestands unterstreichen Beobachtungen aus dem Botanischen Garten Marburg: Im Gewächshaus unter gleichen Bedingungen aufgezogene Arnika-Keimlinge unterschieden sich in ihrem Wurzelwachstum. Keimlinge aus Samen von feuchteren Standorten bildeten vermehrt oberflächlich Wurzeln (links), während Keimlinge aus Samen von trockeneren Standorten eher in die Tiefe wurzelten (rechts).



Genetische Gruppierung der Arnika-Bestände in Deutschland und angrenzenden Ländern. Die Daten zu den Beständen außerhalb Hessens stammen aus Duwe et al. (2017)<sup>6-26</sup> und wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt.



## KREUZUNGSEXPERIMENT

Im Rahmen von ArnikaHessen wurde an der Philipps-Universität Marburg ein Kreuzungsexperiment durchgeführt. Dafür wurde Saatgut von Arnika-Beständen gesammelt und die Pflanzen unter gleichen Bedingungen im Botanischen Garten angezogen. Anschließend wurden mehrere Kreuzungen in vier Kategorien und unterschiedlichen Kombinationen durchgeführt. Die blühenden Individuen wurden mit sich selbst (1), innerhalb eines Bestands (2), zwischen Beständen einer genetischen Gruppe in Hessen (3) und zwischen den beiden genetischen Gruppen in Hessen (4) gekreuzt. Die Nachkommen wurden auf Fitnessparameter wie Keimungsrate, Biomasse und Überlebensrate untersucht, um so eine mögliche Auszuchtdepression feststellen zu können. Hieraus sollten Empfehlungen zur Auswahl geeigneter Spenderbestände abgeleitet werden. Das Experiment konnte jedoch nicht wie geplant in der Projektlaufzeit abgeschlossen werden.



Die zu kreuzenden Pflanzen wurden in den Bestäubungskäfigen mit Hilfe von Hummeln bestäubt.

Linke Seite: Die Arnika-Pflanzen wurden unter kontrollierten Bedingungen gekreuzt. Dafür wurden die Pflanzen eindeutig beschriftet und vor Öffnung der Blüten in mit Gaze bespannte Bestäubungskäfige gestellt.



Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Nachkommen kräftiger und widerstandsfähiger sind, je genetisch unterschiedlicher die Kreuzungspartner waren. Das ist ein Hinweis auf einen möglichen Heterosis-Effekt<sup>6-27</sup>. Jedoch schließt dieser nicht aus, dass es in den folgenden Generationen zu einer Auszuchtdepression kommen kann.

Bei den genetischen Untersuchungen konnte außerdem festgestellt werden, dass es in seltenen Fällen auch zur Selbstbefruchtung mit lebensfähigen Nachkommen kommen kann.

## SCHRITT FÜR SCHRITT: GENETISCHE RETTUNG

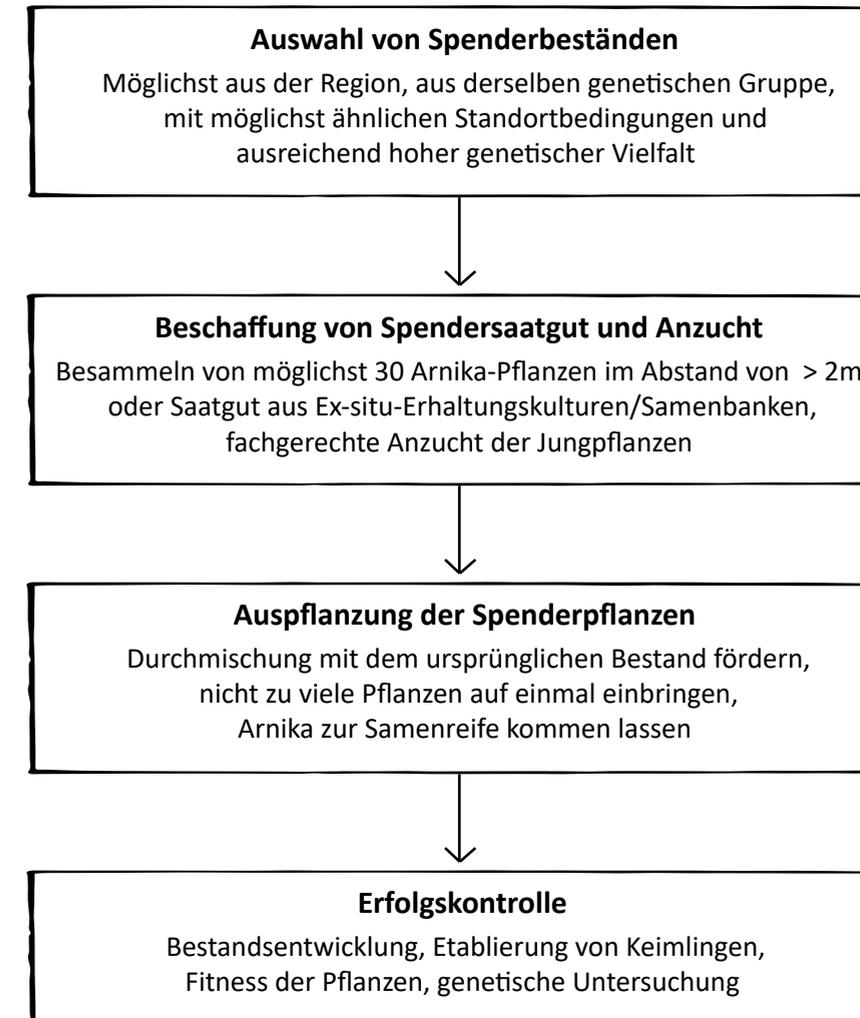
Für die Durchführung einer populationsstützenden Maßnahme, bei der Bestände gemischt werden, sollte schrittweise vorgegangen werden. Insbesondere ist zu beachten, dass für das Sammeln von Samen und die Ausbringung Genehmigungen notwendig sind. Kooperationen mit erfahrenen Einrichtungen sind empfohlen.

Das Einbringen von Spenderpflanzen sollte nach der Durchführung habitatverbessernder Maßnahmen und der Etablierung eines langfristigen Pflegekonzepts erfolgen.

Bei der Gewinnung von Saatgut aus den Spenderbeständen sind nach Möglichkeit die Samenköpfchen von Pflanzen mit über 2 m Abstand zu beernten. Unsere Untersuchungen zeigen, dass in diesem Abstand keine genetisch identischen Pflanzen (Klone) mehr vorkommen. Bei Arnika sollten mindestens 30 Pflanzen besammelt werden (weitere Hinweise in ENSCONET 2009<sup>6-20</sup>). So wird ein möglichst großer Teil der genetischen Vielfalt der Spenderbestände genutzt. Es sollte geprüft werden, ob Saatgut aus bereits bestehenden Ex-situ-Erhaltungskulturen oder Samenbanken verwendet werden kann.

Die Spenderpflanzen sollten mit dem ursprünglichen Bestand durchmischt ausgepflanzt werden und nicht in der Überzahl sein. Lieber sollten mehrere kleine Pflanzaktionen als eine große durchgeführt werden. Die Arnika-Pflanzen sollten in den nächsten Jahren zur Samenreife kommen, damit Spender- und Empfängerbestände sich erfolgreich durchmischen können.

Die Maßnahmen sind engmaschig zu kontrollieren. Nach einigen Jahren ist eine genetische Untersuchung sinnvoll, um zu klären, wie sich die Vielfalt erhöht hat und ob eine Durchmischung stattgefunden hat. Teilen Sie Ihre Ergebnisse, damit alle daraus für weitere derartige Maßnahmen lernen können!



## FAQ: GENETISCHE UNTERSUCHUNGEN

### **Wann ist eine genetische Untersuchung sinnvoll?**

Eine genetische Untersuchung ist sinnvoll, wenn eine genetische Verarmung des Bestands vermutet wird (siehe S. 81). Meist geht es um die Frage, ob Individuen aus Spenderbeständen eingebracht werden müssen, um den Bestand zu erhalten. Dies kann der Fall sein, wenn sich Arnika trotz habitatverbessernder Maßnahmen nicht wieder ausbreitet. Hilfreich können genetische Untersuchungen auch sein, wenn ein Arnika-Bestand als Spender für eine Wiederansiedlung oder genetische Rettung ausgewählt werden soll und sichergestellt werden muss, dass dieser eine ausreichende genetische Vielfalt mitbringt. Bei der Prioritätensetzung in der Umsetzung von Maßnahmen kann eine genetische Untersuchung sinnvoll sein, um die Bestände zu identifizieren, bei denen eine Habitatverbesserung zielführend ist, weil die genetische Vielfalt noch ausreichend groß ist.

### **Wie gehe ich bei der Probennahme für eine genetische Untersuchung vor?**

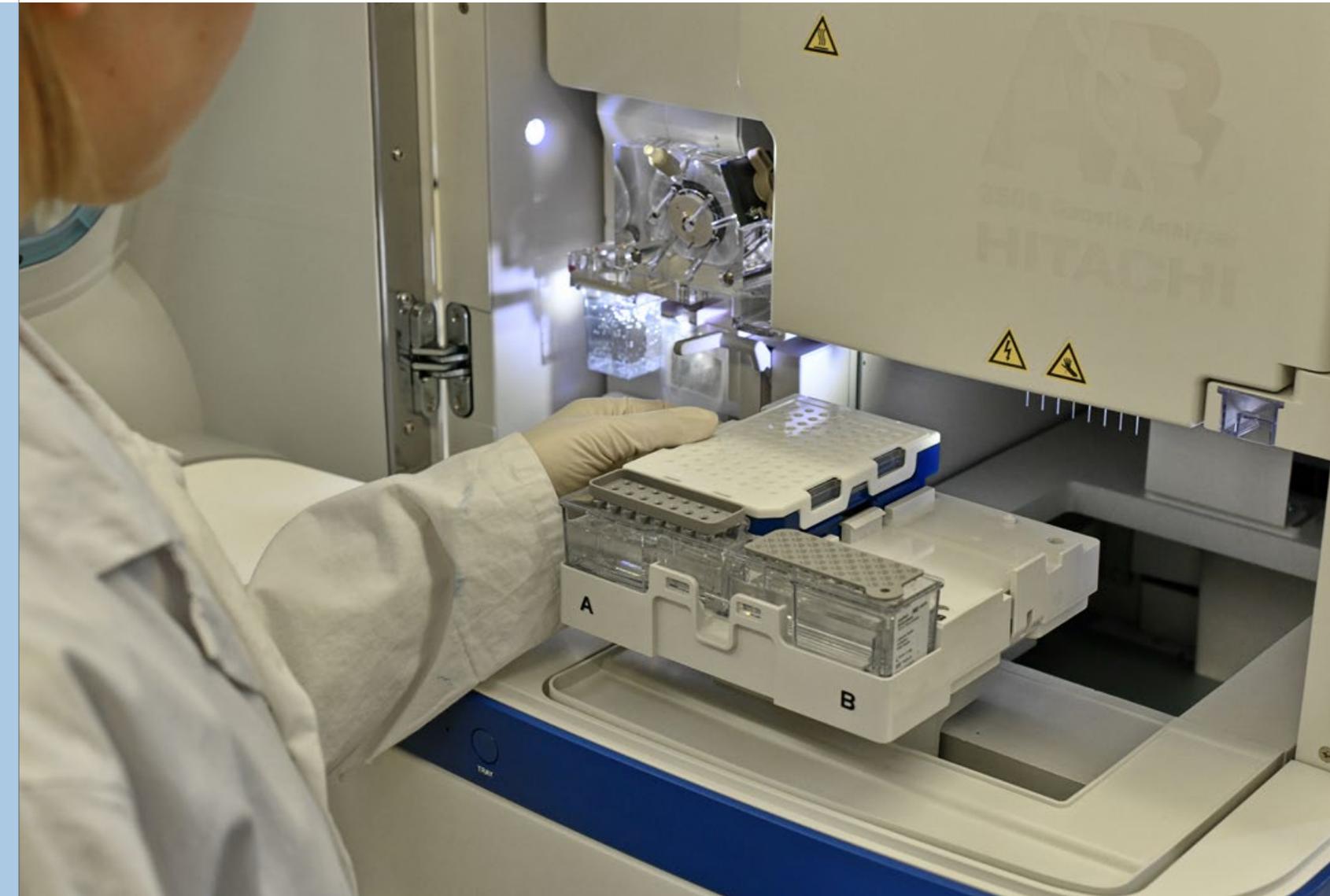
Um einen Bestand in seiner genetischen Vielfalt einschätzen zu können, sollten 20–30 Individuen, die jeweils einen Abstand von mindestens einem Meter zueinander haben, beprobt werden. Will man auf engem Raum die klonalen Strukturen untersuchen, sind für einen Trupp von einem Quadratmeter 10 Proben sehr aussagekräftig.

### **Wer führt genetische Untersuchungen durch?**

Genetische Untersuchungen können z. B. von Universitäten und anderen Forschungslaboren in der freien Wirtschaft mit bereits vorhandener Infrastruktur und der notwendigen Ausstattung durchgeführt werden. Ob die Untersuchung von Arnika-Proben durchgeführt werden kann, muss jedoch per Einzelfall angefragt werden. Es empfiehlt sich ebenfalls, die jeweiligen Botanischen Gärten zu kontaktieren. Diese beteiligen sich häufig an Initiativen zur Erhaltung genetischer Vielfalt bedrohter Pflanzen und pflegen entsprechende Kontakte.

### **Wie hoch sind die Kosten für eine genetische Untersuchung?**

Die Kosten hängen stark vom bereits vorhandenen Equipment, den Personalkosten und den vorhandenen Materialien ab. Für die Untersuchungen im Projekt ArnikaHessen lagen die reinen Materialkosten im Labor pro untersuchter Pflanze bei ca. 13 €. Diese entstandenen Kosten sind allerdings nicht mit den Kosten in der freien Wirtschaft oder mit anderen Forschungslaboren vergleichbar, da die Lohnkosten einen wesentlichen Anteil ausmachen und die Auswertung zeitaufwändig ist.



—» Sind die Maßnahmen erfolgreich? «—

## BEOBSACHTEN & BEWERTEN

Monitoring ist systematische Dauerbeobachtung, bei der Veränderungen dokumentiert werden. Auf Grundlage von Monitoringdaten können Vegetationsveränderungen analysiert und so Maßnahmen optimiert werden. Daher sollte Monitoring integraler Bestandteil der Maßnahmenplanung sein.

Damit die individuellen Fragestellungen beantwortet werden können, muss jedem Monitoring ein Konzept zugrunde liegen. Welche Kenngrößen müssen mit welcher Methodik erhoben werden? Können alle relevanten Flächen im gewünschten Erfassungsintervall einbezogen werden oder muss eine repräsentative Auswahl getroffen werden? Meist ist es zielführend das Monitoring so zu konzipieren, dass eine Vergleichbarkeit mit bereits vorhandenen Daten möglich ist.

**Aufnahme der Dauerbeobachtungsflächen  
bei Bermuthshain (Vogelsbergkreis).**



—» Herzen zum Brennen bringen! «—

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT & UMWELTBILDUNG

Grundsätzliche Voraussetzung für erfolgreiches Arbeiten ist die Begeisterung für die Sache. Wir waren sehr begeistert vom Projekt und beseelt von der Idee, unsere Freude an Arnika zu verbreiten. Dieser Funke ist dann auch auf viele Menschen übersprungen.

Bei ArnikaHessen gab es klassische Öffentlichkeitsarbeit, die die unverzichtbaren Bausteine jedes Projektes umfasst: Webseite, Logo, Pressearbeit, Newsletter, Printerzeugnisse, Veranstaltungen, Social Media, ... Die ansprechende Gestaltung und das Einbringen von kreativen, künstlerischen Aspekten waren uns hier wichtig. Unsere Vorstellungen von Öffentlichkeitsarbeit gehen jedoch weiter: Innovative Öffentlichkeitsarbeit denkt vernetzend und bezieht ungewöhnliche Aspekte ein. Ein Beispiel hierfür ist die Verbindung von Kunst und Naturschutz, die mit dem Kunstpfad im Botanischen Garten realisiert wurde (siehe S. 172 f.). Im Zusammenhang mit dem Kunstpfad sind viele andere öffentlichkeitswirksame und zur Teilhabe einladende Elemente entstanden (siehe S. 174 f.).

Im Projekt waren Austausch und Vernetzung zentrale Ansinnen. Die Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung hat einen kontinuierlichen Ergebnis- und Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Behörden, Ehrenamt, Landwirtschaft und vielen anderen Naturschutzinteressierten geschaffen. Die Kontakte mit unseren regionalen Kooperationspartner\*innen wurden durch Informationsveranstaltungen sowie zahlreiche Vor-Ort-Termine gepflegt. Das Projektbüro war dabei Koordinationsstelle, Ansprechpartner und Vernetzungsstelle aller Projektbeteiligten.

Auf den nächsten Seiten folgt ein bunter Einblick.



Elemente der klassischen Öffentlichkeitsarbeit: Der halbjährliche Newsletter ArnikaBlatt, die Leporellos „Das Projekt“ und „Erste Ergebnisse“, jährliche Weihnachtskarte und Webseite [www.arnikahessen.de](http://www.arnikahessen.de).



## BOTSCHAFTER\*INNEN FÜR DIE VIELFALT

ArnikaHessen war auf vielen Veranstaltungen in den Projektregionen unterwegs. Bei unseren Mitmach-Aktionen wurden die Kinder zu Botschafter\*innen der biologischen Vielfalt. Beim Gestalten von Vielfalt-Buttons, Arnika-Schminken oder Ergattern des kleinen Forscherpasses gab es auch viele Gelegenheiten, mit den Eltern ins Gespräch zu kommen, über Arnika zu informieren und die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Projekt in die Öffentlichkeit zu tragen. Mit Arnika auf den Händen und den Vielfalt-Buttons über dem Herzen trugen die Kinder den Gedanken der biologischen Vielfalt weiter.





## BEGEISTERN & INFORMIEREN

Große bunte Holzblüten an der Fassade des Info-Pavillons grüßen schon von Weitem die Besucher\*innen des Botanischen Gartens Marburg. Hier ist eine Dauerausstellung entstanden, die über die Heilpflanze, ihre Lebensräume und über das Projekt ArnikaHessen informiert. Um die Ausstellung bekannt zu machen, fand vor der Eröffnung eine Aktion statt: Eingebettet in den Pflanzenmarkt des Botanischen Gartens konnten Besucher\*innen die Blütenblätter aus Holz bemalen. So wurde ein persönlicher Bezug zum Projekt sowie zur Ausstellung geschaffen. Nebenbei bot sich Gelegenheit für viele anregende Gespräche und die großen und kleinen Künstler\*innen zogen als Botschafter\*innen für die Vielfalt weiter.



Diese Seite: Die großen Holzblüten schmücken den Info-Pavillon im Botanischen Garten Marburg. Die Arnika-Dauerausstellung steht weiterhin offen.

Linke Seite: Kleine und große Besucher\*innen des Pflanzenmarkts bemalen die einzelnen Blütenblätter aus Holz, die später zu großen Holzblüten zusammgebaut wurden.

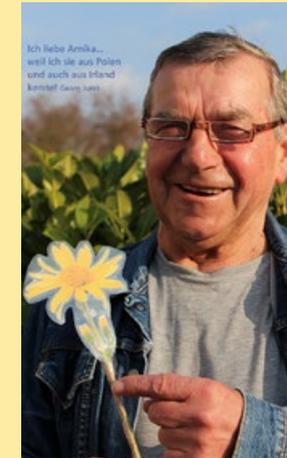




## ICH LIEBE ARNIKA, WEIL ...

Mit unserer Fotoaktion „Ich liebe Arnika, weil...“ haben wir in den Projektregionen Liebeserklärungen für Arnika gesammelt. Die Aktion bot die Möglichkeit, mit Menschen über das Projekt, Arnika und biologische Vielfalt im Allgemeinen zu sprechen und einen persönlichen Bezug herzustellen. Die Bilder wurden auf der Webseite und in den sozialen Medien von ArnikaHessen veröffentlicht. Ein Dankeschön an alle, die Arnika ein Gesicht gegeben haben!

...sie auf natürliche Art und Weise heilt ...sie mich herausfordert  
 ...sie genauso schön ist, wie unser Lahn-Dill-Bergland ...sie die Sonne in mein Herz bringt ...sie mir soooo geholfen hat ...sie den Naturpark zum Leuchten bringt ...sie so heilsam ist ...meine Wehwehchen heilt ...man nach dem Sport so gut riecht ...sie mich an meine schöne Kindheit erinnert ...sie ein leuchtender Wegweiser zu anderen spannenden Pflanzen und Tieren in ihrer Umgebung ist ...weil sie für mich persönlich eine wichtige Heilpflanze ist ...weil ich so gut mit ihr reden kann ...weil sie so eine schöne Blume ist ...weil sie so gelb ist wie die Sonne ...weil sie mir schon oft aus der Patsche geholfen hat ...es überall da schön ist, wo sie wächst ...weil mir dann immer so warm ums Herz wird ...sie mich an meine Berge erinnert ...sie mich an eine Freundin erinnert ...weil die Welt noch in Ordnung ist, wo sie vorkommt ...sie so herrlich duftet ...sie so viele Geheimnisse hat





## WILDES ESSEN

Arnika ist selten und darf nicht gepflückt werden. Um Kindern und Erwachsenen die Vielfalt der Arten dennoch näherzubringen, wurden Exkursionen zu häufigen Wildpflanzen angeboten. Zielgruppe waren Erzieher\*innen und Eltern aus Kindergärten in den Projektregionen. Gemeinsam wurde die Vielfalt in der direkten Umgebung der Kindergärten entdeckt und die Teilnehmenden so als Multiplikator\*innen in Pflanzenkenntnis und biologischer Vielfalt geschult. Großen Anklang fanden nicht nur der Kräuterquark mit heimischen Kräutern oder Häppchen mit Löwenzahn und Gänseblümchen, sondern auch die Informationen rund um die Inhaltsstoffe der Pflanzen.



Als Ergänzung zu den Exkursionen wurde der Leporello „wildes essen“ mit sieben häufigen Wildkräutern, ihren wichtigsten Bestimmungsmerkmalen und Verwendungsmöglichkeiten konzipiert.





## KUNST TRIFFT BIOLOGISCHE VIELFALT

Kreative Köpfe waren beim Ideenwettbewerb „WUNDERwerke – Kunst trifft biologische Vielfalt“ aufgerufen, sich künstlerisch mit diesem Thema auseinanderzusetzen. Von den vielen spannenden Einsendungen aus dem gesamten Bundesgebiet wurden vier Ideen ausgewählt, von den Künstler\*innen umgesetzt und im Botanischen Garten Marburg ausgestellt. Da die Installation „Biodiversity“ von Alexa Sabarth aus vielen Einzelkunstwerken besteht, konnte ein ganzer Kunstpfad entstehen. Eine Begleitbroschüre weist den Besucher\*innen den Weg zu den Kunstwerken.



**Schützenswert**  
Susanne Assum (2017)



**P – 01**  
Ulrike Hagenkort (2017)



**Biodiversity**  
Alexa Sabarth (2017)



**Vogelvilla**  
Kinderhaus Elisabeth & Jakob Dörr (2017)



**Kunstpfad**  
im Botanischen Garten Marburg



## SCHATZSUCHE UND WICHTELEIEN

Um den Kunstpfad erlebbar zu machen, wurde eine Schatzkarte konzipiert, mit der Kinder und Erwachsene dazu eingeladen sind, eigenständig die vielen versteckten Tontiere der Installation „Biodiversity“ zu suchen. Darüber hinaus wurden für Kinder Schatzsuchen entlang des Kunstpfades und jahreszeitlich angepasste Wichtelwanderungen angeboten, um den Gedanken der biologischen Vielfalt besonders den jüngeren Besucher\*innen näherzubringen.



Bei den Wichtelwanderungen konnten die jungen Entdecker\*innen spielerisch Zusammenhänge in der Natur erleben. Die Exkursionen wurden mit zahlreichen Gruppen aus Grundschulen und Kitas durchgeführt.





## VERSTETIGUNG IN DEN REGIONEN

Lokale Akteur\*innen sind für die nachhaltige Wirksamkeit von Maßnahmen unabdingbar. Hierzu ist es wichtig, gut vernetzte Menschen in den Regionen zu gewinnen.

Zu Projektbeginn von ArnikaHessen wurden bei regionalen Auftaktveranstaltungen Vertreter\*innen von Behörden und Verbänden über die Projektinhalte sowie -ziele informiert und um Mitarbeit gebeten. Zum Abschluss wurden die Ergebnisse aus den sechs Projektjahren vorgestellt und über nachhaltige Strategien und Möglichkeiten in den Regionen diskutiert.



Regionale Auftakt- und Abschlussveranstaltungen mit lokalen Akteur\*innen.



Im Rahmen der Maßnahmenplanungen und -umsetzungen fanden Flächenbegehungen mit Landwirt\*innen, Gutachter\*innen und Behördenvertreter\*innen statt.



Im Laufe des Projektes haben zahlreiche lokale Akteur\*innen durch ihre tatkräftige Unterstützung maßgeblich zum Erfolg von ArnikaHessen beigetragen. Besonders wertvoll war die Kooperation mit bereits in den Regionen gut vernetzten Institutionen und Einzelpersonen. Wichtige Kontakte im Projekt waren beispielsweise Landschaftspflegevereinigungen, Naturparke oder die Ämter für den ländlichen Raum.



## AKZEPTANZ FÖRDERN

Um für die Maßnahmen Akzeptanz zu schaffen und für biologische Vielfalt zu sensibilisieren, wurden an ausgewählten Arnika-Standorten Schautafeln aufgestellt, Exkursionen angeboten und bei Veranstaltungen um Unterstützung geworben.



Diese Seite oben: Exkursionen zur Zwergstrauchheide am Birkich bei Angersbach im Vogelsberg.

Diese Seite unten: ArnikaHessen war u. a. jährlich beim Bergmähwiesentag im Vogelsberg präsent. Mit einem Infostand wurde auf die Situation der Arnika aufmerksam gemacht und über die Projektergebnisse informiert.

Linke Seite: Schautafel bei Fleisbach (Lahn-Dill-Kreis).



## VERNETZUNG VON WISSENSCHAFT UND PRAXIS

Unter dem Titel „ArnikaHessen – Vernetzung für eine Verantwortungsart“ fand 2018 eine Tagung in der Naturschutz-Akademie Hessen statt. Verantwortliche Personen der Arnika-Flächenpflege aus verschiedenen Regionen konnten sich informieren und miteinander ins Gespräch kommen. Die Idee zur Vernetzungstagung war 2017 bei der Fachtagung „Forschung und Praxis von Schutzkonzepten für *Arnica montana*“ an der Hochschule Geisenheim entstanden, bei der ein wissenschaftlicher Austausch im Fokus stand.



Vorträge und die ersten Ergebnisse aus dem ArnikaHessen-Projekt boten einen Rahmen für die Vernetzungstagung und Gesprächsgrundlage für die Diskussionen.



**Oben:** Im Rahmen von Thementischen wurde u. a. über Gefährdungsfaktoren, Zielkonflikte, kontrolliertes Brennen, Maßnahmen und Populationsqualität diskutiert. Die Ergebnisse aus den Gesprächen wurden gesammelt und den Teilnehmer\*innen der Vernetzungstagung zugänglich gemacht.

**Unten:** Internationale Fachtagung an der Hochschule Geisenheim, auf der Wissenschaftler\*innen und Vertreter\*innen der Naturschutzbehörden und des praktischen Arnika-Schutzes neueste Erkenntnisse zur Regeneration der Arnika-Bestände zusammentrugen und diskutierten.

—> *Neue Medien im Naturschutz!* <<—

## WAS BLEIBT ZU WÜNSCHEN ÜBRIG?

Das Thema Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung ist groß, inspirierend und vielfältig. Nicht jede Idee konnte im Projekt zu Ende gedacht und realisiert werden. Doch wirklich nachhaltiger Erfolg im Naturschutz ist nicht nur von einzelnen Maßnahmen in einem Projekt und einzelnen Personen abhängig. Die naturschutzfachlichen Kenntnisse von jungen Erwachsenen werden bundesweit immer geringer<sup>6-28</sup>. Angesichts dessen ist der nachhaltige Erfolg des Schutzes von Arnika und der gesamten Biodiversitätstrategie fraglich. Der langfristige Erfolg im Naturschutz hängt von denen ab, die heute jung sind. Insbesondere diese Zielgruppe, die generell begeisterungsfähig ist und auch ideelle Ziele verfolgt, muss in ihrer Sprache und auf ihren Kommunikationskanälen angesprochen werden. So haben wir Ansätze für einen Projektbaustein „Naturschutz und Arnika“ für die Gymnasiale Oberstufe entwickelt. Auch die Idee zu einer Naturschutzkampagne mit der Zielgruppe Jugendliche und junge Erwachsene mit Hilfe von Youtube-Videos wurde angedacht, schnell größer und irgendwann zu groß, um in diesem Projekt noch Platz zu haben. Influencer, virale Videos und ganz generell professionelle Marketingstrategien sollten zukünftig genutzt werden, um ein frisches und junges Naturschutz-Image zu entwickeln. Denn: Der Naturschutzgedanke ist noch nicht immer positiv besetzt. Dazu ist die Vernetzung in interdisziplinären Teams mit Marketing-Expert\*innen, Psycholog\*innen, Künstler\*innen und Medien-Expert\*innen zielführend. Aber das ist ein Thema für ein anderes Projekt ... Packen wir's an!



Wir schaffen das – an einem Strang für Arnika!



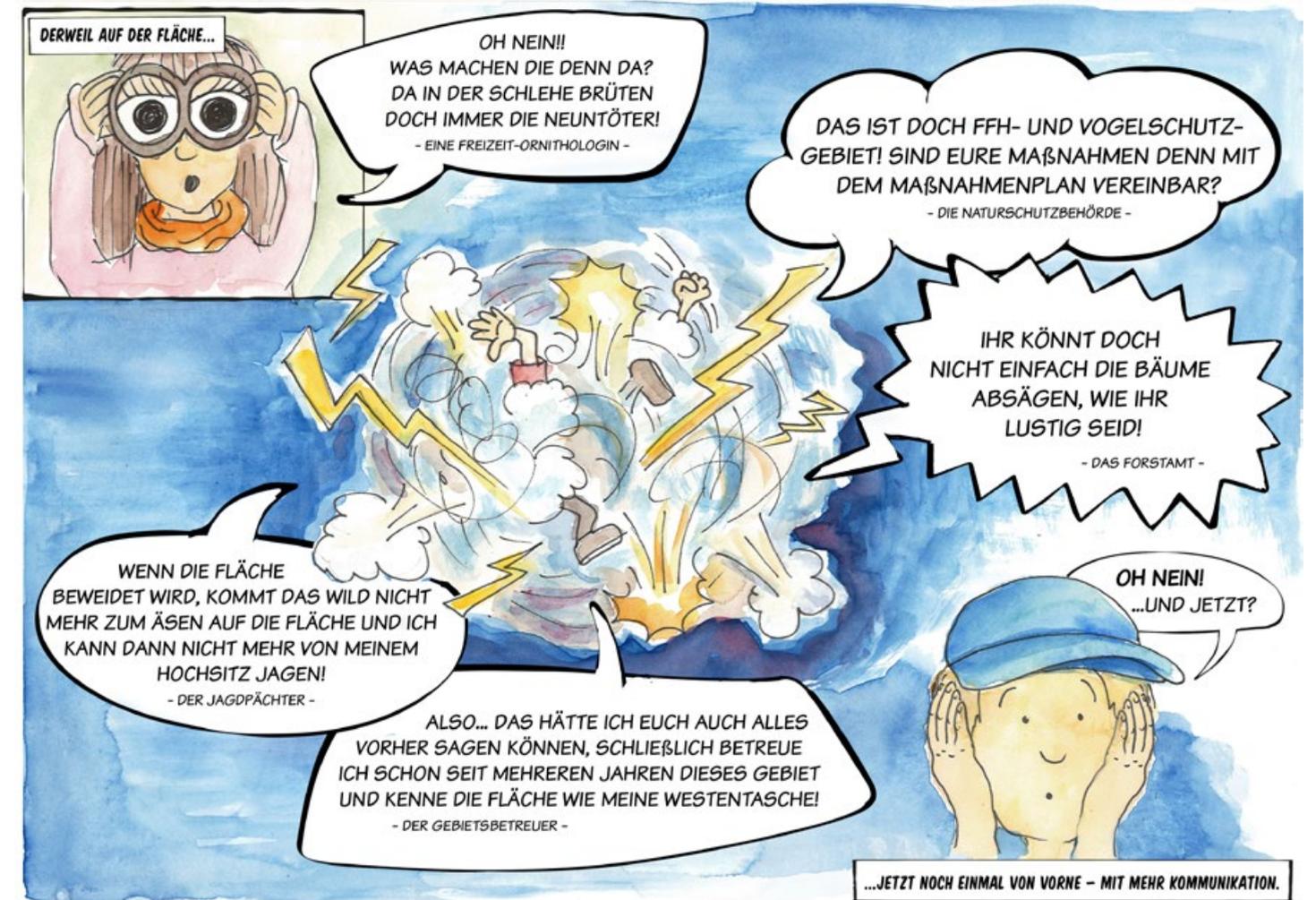
WEN

BRAUCHE ICH DAFÜR?

# MENSCHEN



VOR ALLEM LANDWIRT\*INNEN



Ohne ausreichende Kommunikation kann viel schief laufen. Die entstandenen Konflikte in diesem Beispiel sind das Resultat mangelhafter Kommunikation in einem ungeordneten Prozess. Ein solches Vorgehen entspricht oft der Realität, da die Initiierenden die Maßnahmen häufig schon „im Kopf haben“. Für eine konfliktarme Maßnahmenplanung und einen langfristigen Erfolg ist es jedoch wichtig, strukturiert vorzugehen.

## MENSCHEN, INTERESSEN UND LEITBILDER

Jede Arnika-Fläche ist das Ergebnis ihrer Nutzungsgeschichte und aller Ansprüche, die verschiedene Menschen an diese Fläche haben. So können auf einer Fläche mehrere Interessen zusammenkommen, die sich gegenseitig unterstützen. Manchmal kommt es aber auch zu Konflikten, wenn sich nicht alle Wünsche einfach unter einen Hut bringen lassen. Begleitende Kommunikationsprozesse mit allen Beteiligten sind daher sehr wichtig. Auch später während der Dauerpflege sind regelmäßige Abstimmungen zwischen allen Beteiligten hilfreich und sinnvoll.

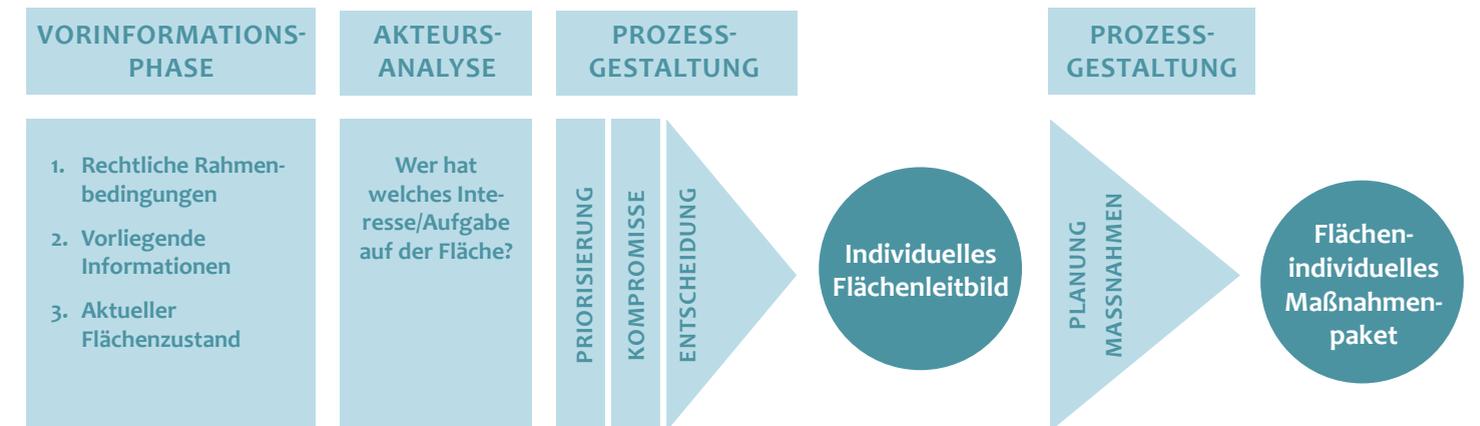
Zunächst sollten in einer **Vorinformationsphase** alle bereits vorliegenden Informationen zur betreffenden Fläche zusammengetragen werden. Danach erfolgt eine Analyse, welche Personen und Institutionen in die folgenden Prozesse eingebunden werden müssen, die **Akteursanalyse**. Hierbei ist zu beachten, dass unter Umständen auch Interessen benachbarter Flächen berührt sein können. Diese Akteur\*innen entwickeln nun gemeinsam ein **individuelles Flächenleitbild**.

—» Ein geordneter Prozess  
zum flächenindividuellen  
Maßnahmenpaket «—

Schematischer Ablauf zur Entwicklung eines flächenindividuellen Maßnahmenpaketes.

Im dafür erforderlichen Prozess werden zunächst alle Vorstellungen und Ansprüche an die Fläche wertfrei formuliert und dann eine Priorisierung der verschiedenen Ansprüche erarbeitet. Eventuell müssen Kompromisse gefunden und Entscheidungen getroffen werden. Es kann hilfreich sein, diesen Kommunikationsprozess professionell moderieren zu lassen.

Basierend auf dem individuellen Flächenleitbild erfolgt die Maßnahmenplanung. Dabei ist empfehlenswert, die im ersten Schritt erarbeitete Priorisierung strikt einzuhalten. Allerdings können im Rahmen der optimalen Nutzung oder Pflege der priorisierten Schutzgüter auch mit nachrangigen Interessen Kompromisse gesucht werden. Als Ziel entsteht so ein **flächenindividuelles Maßnahmenpaket**.





## EINE FLÄCHE - WICHTIGE INFORMATIONEN

Anhand des zuvor im Comic dargestellten Konflikts wird deutlich, wie wichtig ein strukturierter Prozess ist. Für die Naturschutzgruppe ist nun zunächst die Vorinformationsphase nachzuholen.

### ERGEBNISSE VORINFORMATIONSPHASE

Die Fläche liegt in einem FFH- und Vogelschutzgebiet. Es besteht daher die Anforderlichkeit, die Maßnahmen in Übereinstimmung mit dem Maßnahmenplan zu bringen. Der Maßnahmenplan ist im Naturschutzinformationssystem des Landes Hessen (NATUREG) online frei verfügbar. Dort ist auch die Grunddatenerhebung (GDE) für das Gebiet öffentlich zugänglich. Als wichtige Schutzgüter und Erhaltungsziele des Gebietes nennt die GDE den Neuntöter und Borstgrasrasen. Der Neuntöter ist eine Art des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie, jedoch ist auch der Borstgrasrasen als prioritärer Lebensraum nach Anhang I der FFH-Richtlinie geschützt (LRT 6230\*). Darüber hinaus beinhaltet die GDE mehrere Dauerflächen, die nachvollziehbar machen, in welchem Zustand die Fläche zum Zeitpunkt der GDE-Erstellung war. Der Arnika-Bestand wird in der GDE noch als sehr groß beschrieben.

Die Fläche wurde in der Vergangenheit beweidet. Durch einen altersbedingten Wechsel der Pächter\*innen lag die Fläche in den letzten Jahren brach und ist durch eine dichte Mooschicht sowie sich ausbreitende Schlehengebüsche gekennzeichnet. Aktuell wird die Fläche vom Wild zum Äsen genutzt. Ein fast zugewachsener Triftweg führt durch das angrenzende Waldstück zur Fläche.



## EINE FLÄCHE - VIELE MENSCHEN

Neben der Vorinformationsphase wird auch die Akteursanalyse nachgeholt.

### ERGEBNISSE AKTEURSANALYSE

#### Eigentümer\*innen & Pächter\*innen

In diesem Beispiel gibt es seit Kurzem eine neue Pächterin der Fläche. Sie ist Schafhalterin. Angrenzend zur Fläche hat ein Jagdpächter einen Hochsitz. Er fühlt sich durch eine künftige Bewirtschaftung der Fläche in seiner Jagd ausübung betroffen. Die Flächeneigentümerin wünscht sich, zukünftig darüber informiert zu werden, was auf ihrer Fläche passiert.

#### Behörden

Da die Fläche in einem FFH- und Vogelschutz-Gebiet liegt, muss eine Abstimmung mit der Oberen Naturschutzbehörde erfolgen. Grundsätzlich können auch Untere Naturschutzbehörden, die Ämter für Wirtschaft und den ländlichen Raum oder auch Forstämter für die Flächenpflege zuständig sein. Ein Teil des Triftweges führt durch den Wald, deshalb wird das Forstamt einbezogen.

#### Ehrenamt

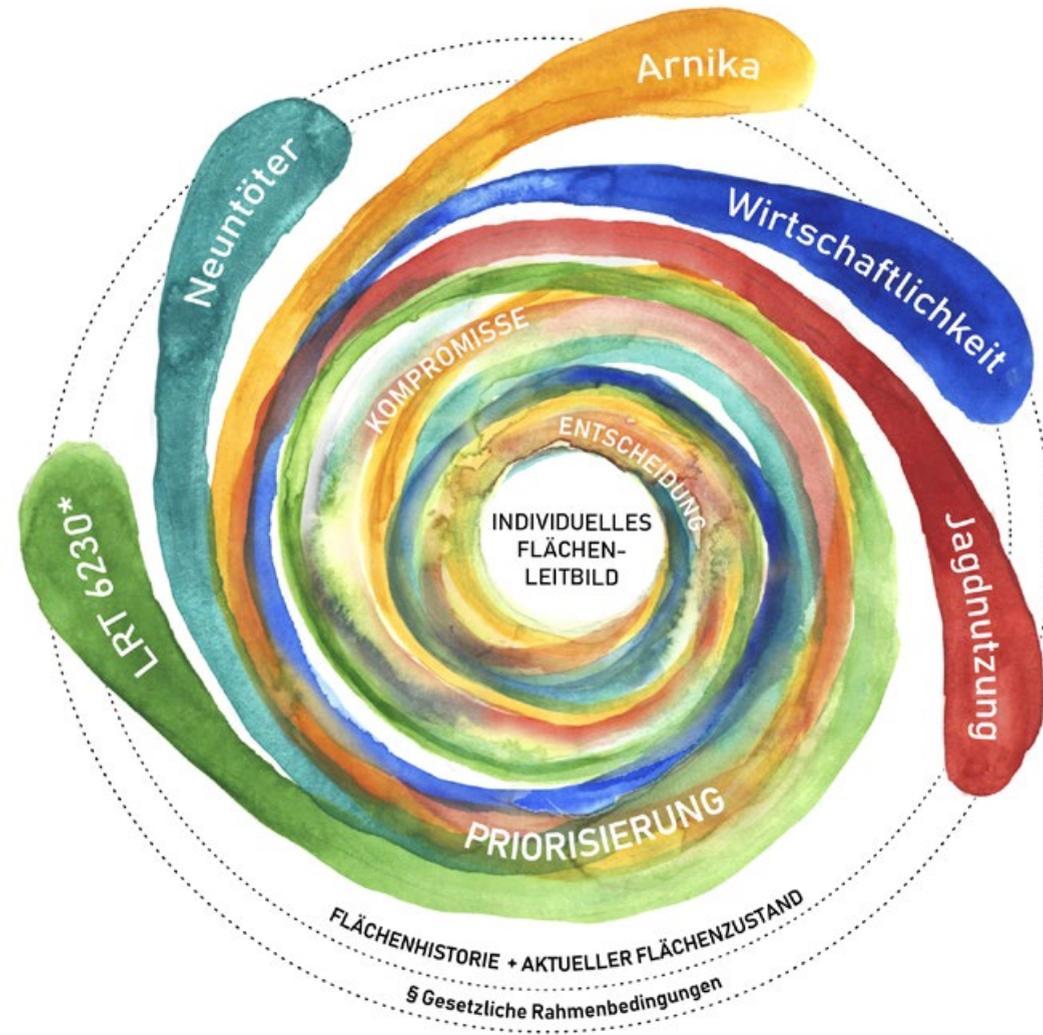
Das FFH-Gebiet wird seit mehreren Jahren von einem ehrenamtlichen Schutzgebietsbetreuer betreut. Auch Naturschutzverbände oder andere spezialisierte Verbände sind manchmal auf natur-schutzfachlich wertvollen Flächen aktiv und sollten eingebunden werden.

#### Öffentlichkeit

Wenn die Maßnahmen abgestimmt sind, ist es für die Akzeptanz wichtig, die Öffentlichkeit zu informieren. Dies kann – neben den traditionellen Maßnahmen wie Schautafeln, Zeitungsartikeln oder Exkursionen – auch über digitale Wege erfolgen.

### MEHR INFORMATIONEN

Eine umfassende Übersicht zu staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren findet sich z. B. auf der Webseite des BfN unter: <https://biologischevielfalt.bfn.de/aktivitaeten/akteure.html>



Kommunikationsprozess zum individuellen Flächenleitbild. Unterschiedliche Interessen werden zunächst erhoben und dann fachlich priorisiert. Mögliche Nutzungs- und Zielkonflikte zwischen Vertreter\*innen unterschiedlicher Interessensbereiche sollten frühzeitig erkannt und geklärt werden.

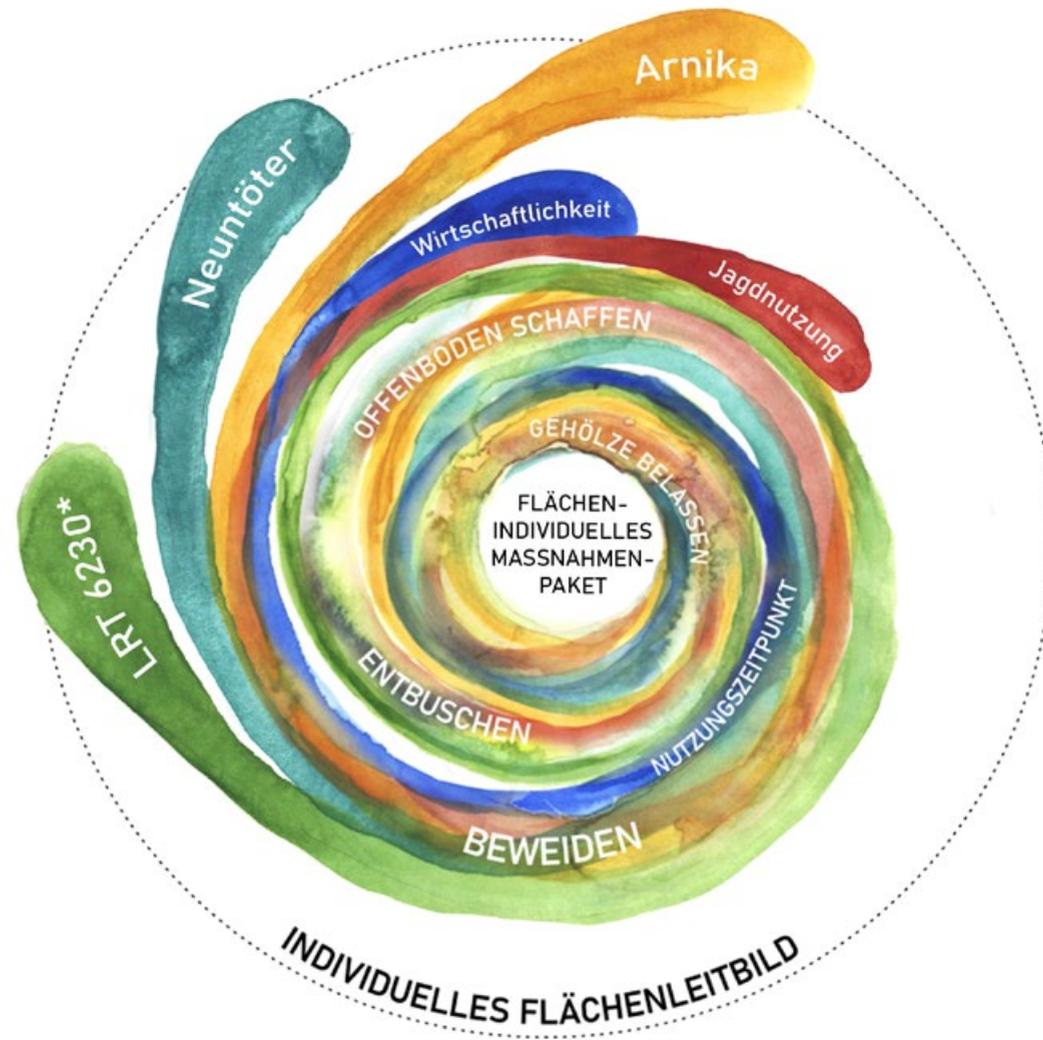
## EINE FLÄCHE – EIN INDIVIDUELLES FLÄCHENLEITBILD

Nach der Akteursanalyse wird nun der Prozess zur Entwicklung eines individuellen Flächenleitbildes angestoßen. In diesem Beispiel muss unter anderem geklärt werden, wie mit dem möglichen Zielkonflikt zwischen Borstgrasrasen und Neuntöter umgegangen wird.

### ERGEBNISSE KOMMUNIKATIONSPROZESS

Das individuelle Flächenleitbild priorisiert auf der Fläche den Borstgrasrasen (LRT 6230\*), einen prioritär geschützten Lebensraum nach der FFH-Richtlinie. Bei guter Pflege des Borstgrasrasens sollten ideale Bedingungen für das Fortbestehen der Kennart *Arnica montana* gegeben sein. Allerdings sollte darauf geachtet werden, dass die Art regelmäßig zum Aussamen kommt. Mit zweiter Priorität ist der Neuntöter, der im angrenzenden Schlehengebüsch brüdet, als Art des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie auf der Fläche zu schützen. Da die Fläche naturschutzfachlich besonders wertvoll ist, sollten die Jagdnutzung und die Wirtschaftlichkeit nicht vorrangig gewichtet werden.





Kommunikationsprozess zum flächenindividuellen Maßnahmenpaket.

## EINE FLÄCHE – EIN FLÄCHENINDIVIDUELLES MASSNAHMENPAKET

Basierend auf dem individuellen Flächenleitbild werden die Maßnahmen für die Fläche in einem weiteren Kommunikationsprozess entwickelt. In diesem Beispiel könnte das Ergebnis Folgendes sein:

### ERGEBNISSE KOMMUNIKATIONSPROZESS

Als erste richtende Maßnahme wird eine Entbuschung des Borstgrasrasens beschlossen. Zum Schutz des Neuntöters sollen einige Gebüsche als Habitate inselartig im Borstgrasrasen sowie an dessen Rand belassen werden. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass diese sich nicht ausdehnen, da dies zu Lasten des Borstgrasrasens gehen würde. Nach der Entbuschung soll die Fläche gestriegelt werden, um die dichte Moosschicht zu entfernen, den Borstgrasrasen zu revitalisieren und Offenboden für Arnika zu schaffen.

Als Dauerpflege wird die Schafbeweidung des Borstgrasrasens an zwei Terminen jährlich vereinbart. Der Jagdpächter kann die Fläche dann zeitweise nicht zum Jagen nutzen, zeigt aber Verständnis für die Notwendigkeit, den Borstgrasrasen zum Erhalt regelmäßig zu beweiden. Je nach Aufwuchs kann es sein, dass der optimale Beweidungszeitpunkt in die Blütezeit von Arnika fällt – sollte dies der Fall sein, werden die Arnika-Trupps temporär ausgenetzt und per Hand nachgepflegt. Zur Verbesserung der Zugänglichkeit der Fläche wird der Triftweg in Absprache mit dem Forstamt wiederhergestellt.

Um die Öffentlichkeit über die Maßnahmen zu informieren, wird am Rand der Fläche eine Schautafel aufgestellt.

Ein begleitendes Monitoring wird alle zwei Jahre durchgeführt. Sofern sich der Arnika-Bestand nach fünf Jahren noch nicht vergrößert hat, sollten genetische Untersuchungen durchgeführt und ggf. populationsstützende Maßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Botanischen Garten Marburg geplant werden.

## LANDWIRTSCHAFT SCHAFFT NAHRUNG, VIELFALT UND KULTUR

Unsere Kulturlandschaft ist ein von uns gestalteter Prozess. Uns, das schließt nicht nur die Landwirt\*innen ein, sondern auch die Gesellschaft: Unsere Lebensweisen spiegeln sich auch in der Landschaft wider. Arnika können wir nur erhalten, wenn wir eine Landschaft gestalten, die ihr weiterhin Lebensraum bietet. Damit einher geht auch die Notwendigkeit einer Veränderung des Selbstverständnisses sowie der gesellschaftlichen Wahrnehmung von Landwirt\*innen: Landwirtschaft produziert nicht nur Nahrungsmittel, sondern auch biologische Vielfalt und das Landschaftsbild! Vor der industriellen Landwirtschaft ist dies beinahe unbemerkt nebenbei geschehen, mittlerweile muss es ein bewusstes Bekenntnis sein, das auch entsprechend entlohnt und wertgeschätzt wird.

Eine Nutzung der Arnika-Lebensräume ist innerhalb der regulären landwirtschaftlichen Flächennutzung nicht lohnend, handelt es sich doch um mageres Grünland mit geringem Aufwuchs. Es sind deshalb finanzielle Fördermittel notwendig, um einen langfristigen Erhalt der Arnika-Lebensräume zu sichern. Die derzeitigen Fördermittel basieren meist auf dem Prinzip des „Verlustausgleichs“ für die Bewirtschaftung der mageren Flächen. Zudem läuft die Förderung für Naturschutzflächen und Artenschutzmaßnahmen häufig über landwirtschaftliche Förderinstrumente. Diese bieten für eine angepasste Pflege jedoch keine optimalen Rahmenbedingungen.

Es wäre wünschenswert und notwendig, dass Landwirt\*innen durch die Fördermittel nicht nur eine Aufwandsentschädigung für die Bewirtschaftung der ökologisch wertvollen Flächen erhalten, sondern durch ihre Leistungen auch Gewinne erwirtschaften können. Nur dann haben sie langfristig und nachhaltig die Möglichkeit für eine Bewirtschaftung dieser Flächen.

## AKTUELLE FÖRDERINSTRUMENTE

Die Lage der Fläche, z. B. innerhalb von Natura 2000- oder Naturschutzgebieten, beeinflusst die Fördermöglichkeiten. Im landwirtschaftlich genutzten Offenland wird viel über den Vertragsnaturschutz (in Hessen derzeit HALM) finanziert. Zudem können Maßnahmen durch Mittel des Landeshaushalts und teilweise durch die Stiftung Hessischer Naturschutz, die Umweltlotterie GENAU oder LOTTO-Tronc gefördert werden. Weil das Thema der Finanzierung sehr umfangreich ist und die Informationen schnell veraltet sind, haben wir an dieser Stelle ein paar hilfreiche Links zusammengestellt:

### HESSEN

Die Webseite der Hessischen Biodiversitätsstrategie informiert über Fördermöglichkeiten rund um biologische Vielfalt in Hessen:

—> <https://biologischevielfalt.hessen.de/foerdermoeglichkeiten.html>

Über aktuelle Förderangebote in der Landwirtschaft informiert die Webseite des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz:

—> <https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/foerderangebote>

### BUNDESWEIT

Einen guten Überblick hat der NABU zu Fördermöglichkeiten im Naturschutz erstellt:

—> <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/naturschutz/deutschland/15310.html>

Auf der Webseite des Bundesamtes für Naturschutz findet sich eine Übersicht über Fördermöglichkeiten, ein Link zum Handbuch „Finanzierung von Naturschutzmaßnahmen“ und zur Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, die auch Naturschutzförderungen des Bundes, der Länder und der Europäischen Union listet (Rubrik weitere Fördermöglichkeiten):

—> <https://www.bfn.de/foerderung.html>



**WAS**

**BRINGT DIE ZUKUNFT?**

## AUSBLICK IN DIE ZUKUNFT ...

Nach sechs Jahren Forschung und Monitoring im Rahmen von ArnikaHessen liegen eindeutige Ergebnisse vor – zur Entwicklung der Arnika-Bestände in den hessischen Tieflagen, den Ursachen ihrer Gefährdung, aber auch zu den Stellschrauben, die vorhanden sind, um bodensaure Magerrasen als Arnika-Lebensraum zu stabilisieren und die genetische Qualität der Arnika-Bestände zu regenerieren. Gleichzeitig wurde in dieser Zeit eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verbesserung der Habitat- und Populationsqualität Hand in Hand mit engagierten Akteur\*innen umgesetzt, woraus wiederum wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

Können wir also Entwarnung geben? Das Gegenteil ist leider der Fall. Die Zukunft vieler Arnika-Bestände ist nicht gesichert. Es sind kleine Reste ehemals großer Arnika-Vorkommen, die in bodensauren Magerrasen großflächig verbreitet waren. Übrig geblieben sind nur mehr meist kleine Flecken dichtgedrängter Rosetten, in denen die Arnika-Pflanzen einige Zeit überdauern, weil sie sich hier kleinflächig gegen Konkurrenten behaupten können.

Die Ursachen für diese Entwicklungen sind in diesem Leitfaden eingehend erörtert worden. Eine zentrale Gefährdungsursache, die Nährstoffanreicherung, hat über Jahrzehnte das Wachstum konkurrierender Pflanzenarten befördert und damit Arnika verdrängt. Zentral dabei ist auch der entstehende Mangel an Offenboden. Mit einer Entzugspflege durch Mahd oder Beweidung in Kombination mit der regelmäßigen Schaffung von Offenboden kann jedoch die notwendige Verjüngung der Arnika-Bestände über Samen und der Erhalt etablierter Bestände erwiesenermaßen gefördert werden. Schwierigkeiten sind die nachhaltige Koordination der fachgerechten Nutzung oder Pflege der Flächen aufgrund der mangelnden Wirtschaftlichkeit. Förderprogramme müssten dies zukünftig nicht nur ausgleichen, sondern die Bewirtschaftung dieser Flächen im Sinne der Erhaltung der biologi-

schen Vielfalt finanziell lukrativ gestalten. Nur so kann eine passgenaue Pflege umgesetzt werden, die dem negativen Entwicklungstrend der letzten Jahrzehnte entgegensteuert. Und das käme nicht nur Arnika zugute – der Schutz von Arnika steht für den Erhalt ganzer Lebensgemeinschaften.

Zusätzlich kommt allerdings eine weitere Problematik ins Spiel. Die Prognose für viele Arnika-Bestände ist dramatisch, da die Folgen des Klimawandels miteinbezogen werden müssen. Die Jahre 2018 bis 2020 gingen in Hessen und in vielen Regionen Deutschlands mit großer Hitze und Trockenheit in der Vegetationsperiode einher. Dadurch entsteht zusätzlicher Stress für die bereits unter Druck stehenden Tieflagenvorkommen, vor allem für die Arnika-Bestände trockener bis frischer Lagen. Sehr milde Winter verändern zusätzlich die Konkurrenzverhältnisse, da davon verstärkt Moose profitieren. Vor dem Hintergrund der zukünftigen klimatischen Veränderungen, die sehr wahrscheinlich mit weiteren Temperaturerhöhungen und noch stärkerer Trockenheit in der Vegetationsperiode einhergehen werden, wird deutlich, dass die Arnika-Bestände trockener bis frischer Standorte akut vom Erlöschen bedroht sind. Ein Erhalt oder gar eine Ausdehnung erscheint vor diesem Hintergrund unwahrscheinlich, ein Verlust dieser Bestände fast unvermeidlich.

In diesem Kontext ist es für den Erhalt von Arnika in Hessen von größter Wichtigkeit, zukünftig nicht nur die Tieflagenbestände im Blick zu haben. Zwar sind die Bestände über 500 m Höhe noch in besserem Zustand, aber die Wahrscheinlichkeit ist sehr groß, dass zukünftig die Prozesse, die zur Degeneration in den Tieflagen geführt haben, auch die montanen Bestände erreichen. Es ist durch die Abmilderung der harschen klimatischen Bedingungen der Hochlagen damit zu rechnen, dass verschiedene für Arnika negative Prozesse auch hier wirksam werden: Mit höherer Temperatur und längerer Vegetationsperiode ist z. B. mit der Zunahme bodenbiologischer Aktivität zu rechnen, die die Nährstoffverfügbarkeit des Bodens erhöht. Die Veränderungen der Konkurrenzverhältnisse, eine Zunahme der Moose und der Verlust von Offenboden sind Prozesse, die in den Tieflagenbeständen jetzt schon zu beobachten sind und in den Hochlagen voraussichtlich zukünftig ebenfalls

*—» Zukünftig muss der Blick auch nach oben und vorne gerichtet werden <<—*

## AUSBLICK IN DIE ZUKUNFT ...

wirksam werden. Wichtig ist es daher, jetzt mit der Entwicklung eines Konzepts zur langfristigen Erhaltung der Hochlagenbestände zu beginnen, bevor sie unter den gleichen Druck wie die Tieflagenvorkommen geraten. Hier müssen Möglichkeiten für eine Anpassung der Bestände an die Veränderungen ausgelotet werden.

Arnika-Beständen der Tieflagen kommt mit ihrer genetischen Ausstattung potenziell eine wichtige Bedeutung zu, denn sie könnten an die zukünftigen klimatischen Gegebenheiten der Hochlagen in den Mittelgebirgen besser als die jetzigen „Bewohner“ angepasst sein. Verstärkungen der Hochlagebestände durch Einbringen von Arnika-Pflanzen aus Tieflagen könnte einen positiven Effekt auf deren Anpassungsfähigkeit haben. Weil aber auch gegenteilige Effekte denkbar sind (u. a. Auszuchtdepression, siehe S. 148), sollten sich weitere Untersuchungen diesen Fragen widmen. Noch sind zahlreiche Tieflagenbestände vorhanden, in deren Erhaltung es sich also zu investieren lohnt. Die Werkzeuge für den mittelfristigen Erhalt sind vorhanden und wurden im Projekt erprobt sowie weiterentwickelt. So können die Lebensbedingungen für Arnika durch Maßnahmen zur Schaffung von Offenboden verbessert und Arnika-Bestände durch Vermehrung und Ausbringung erfolgreich gestützt werden. Wo das nicht möglich ist, ist auch eine zeitlich begrenzte Erhaltung des Anpassungspotenzials in Ex-situ-Erhaltungskultur bzw. in Samenbanken denkbar. Die Fortführung des Monitorings der Tieflagenbestände und eine Ausweitung auf ausgewählte Hochlagenflächen ist zur Abschätzung der Entwicklung im Zuge des Klimawandels notwendig, um rechtzeitig eingreifen zu können.

Wir wollten es Arnika bei uns gemütlich machen. Nun sehen wir, dass wir Arnika in Hessen geholfen haben, aber gemütlich ist es für sie noch nicht. ArnikaHessen war der Anfang, in Zukunft dürfen wir in unseren Bemühungen nicht nachlassen, wenn wir die schöne Heilpflanze und ihre Lebensräume in Hessen erhalten wollen.



**Arnika finden viele Menschen schön. Mit ihrem Schutz kann auch auf die Notwendigkeit des Erhalts ihrer Lebensräume aufmerksam gemacht werden.**



KONTAKTE  
LITERATURVERZEICHNIS  
BILDNACHWEISE  
IMPRESSUM

## KONTAKTE ARNIKAHESSEN

Die Trägerinstitutionen des Verbundprojektes ArnikaHessen stehen auch nach Projektende für Rückfragen zur Verfügung.

### **Botanischer Garten der Philipps-Universität Marburg**

Dr. Andreas Titze  
Karl-von-Frisch-Straße 6  
35032 Marburg  
titze@staff.uni-marburg.de  
+49 6421 2821506

Themen: ArnikaHessen, Ex-situ-Erhaltung, Biologie von Arnika, Maßnahmen

### **AG Naturschutzbiologie der Philipps-Universität Marburg**

Dr. Sascha Liepelt  
Karl-von-Frisch-Straße 8  
35032 Marburg  
liepelt@biologie.uni-marburg.de  
+49 6421 2822027

Themen: Populationsgenetik

### **Institut für angewandte Ökologie der Hochschule Geisenheim**

Prof. Dr. Ilona Leyer  
Von-Lade-Str. 65366 Geisenheim  
ilona.leyer@hs-gm.de  
+49 6722 502463

Themen: Gefährdungsfaktoren, Populationsgenetik, Maßnahmen

## WEITERE KONTAKTE

Hier finden Sie Kontakte von Ansprechpartner\*innen, die sich bereit erklärt haben, für regionale Arnika-Fragen oder überregional zu spezifischen Themen zur Verfügung zu stehen.

### **ARNIKA REGIONAL – HESSEN**

#### **Landschaftspflegevereinigung Lahn-Dill e. V.**

Günter Schwab  
Jordanstraße 2  
35764 Sinn  
mail@lpv-lahn-dill.de  
+49 176 23763026

#### **Landschaftspflegeverband Main-Kinzig-Kreis e. V.**

Maren Nowak  
Georg-Hartmann-Str. 5–7  
63637 Jossgrund  
maren.nowak@lpv-mkk.de  
+49 6059 9069602

#### **Landkreis Marburg-Biedenkopf Fachbereich Bauen, Wasser- und Naturschutz**

Fachdienst Naturschutz  
Im Lichtenholz 60  
35043 Marburg  
UNB@marburg-biedenkopf.de  
+49 6421 4050

#### **Vogelsbergkreis Amt für Wirtschaft und den ländlichen Raum**

Christian Merle  
Adolf-Spieß-Straße 34  
36341 Lauterbach  
christian.merle@vogelsbergkreis.de  
+49 6641 9773537

#### **Universität Kassel Fachgebiet Landschafts- und Vegetationsökologie**

Prof. Dr. Gert Rosenthal, Nils Stanik  
Gottschalkstraße 26 a  
34127 Kassel  
rosenthal@asl.uni-kassel.de  
nils.stanik@uni-kassel.de  
+49 561 8042350, +49 561 8041837

#### **Geo-Naturpark Frau-Holle-Land**

Marco Lenarduzzi  
Klosterfreiheit 34 a  
37235 Meißner  
lenarduzzi@naturparkfrauholle.land  
+49 5657 913418

## WEITERE KONTAKTE

## ARNIKA REGIONAL – BAYERN

**Landschaftspflegeverband Landkreis und Stadt Hof e.V.**

Regina Saller  
 Schaumbergstraße 14  
 95032 Hof  
 lpvhof@landkreis-hof.de  
 +49 9281 57317

**Agentur und Naturschutzbüro Blachnik**

Thomas Blachnik  
 Guntherstraße 41  
 90461 Nürnberg  
 info@agentur-blachnik.de  
 +49 911 2377419

## VERANTWORTUNGSARTEN HESSEN

**Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
 Abteilung Naturschutz – Dezernat N2 Arten**

Dr. Andreas Opitz  
 Netanyastraße 5  
 35394 Gießen  
 Andreas.Opitz@hlnug.hessen.de  
 +49 641 200 095 11

## POPULATIONSGENETIK VON ARNIKA

**Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem – Freie Universität Berlin**

**Dahlemer Saatgutbank**  
 Dr. Elke Zippel  
 Königin-Luise-Straße 6–8  
 14195 Berlin  
 e.zippel@bgbm.org  
 +49 30 838 50141



Arnika in voller Blüte im NSG „Hasel bei Donsbach“ (Lahn-Dill-Kreis).

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

### KAPITEL 2 – WER IST ARNIKA?

- <sup>2-1</sup> KÜHN I., KLOTZ S. (2002): Systematik, Taxonomie und Nomenklatur (*Arnica montana* L.). In: KLOTZ S., KÜHN I., DURKA W. (Hrsg.): BIOLFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38, Bonn. Online verfügbar unter: [www.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID\\_Taxonomie=286](http://www.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=286) [letzter Aufruf am 16.12.2020].
- <sup>2-2</sup> STRYKSTRA R. J., PEGTEL D. M., BERGSMAN A. (1998): Dispersal distance and achene quality of the rare anemochorous species *Arnica montana* L.: Implications for conservation. *Acta Botanica Neerlandica* 47(1): 45–56.
- <sup>2-3</sup> WEISE J., MEIER R. (2010): Artenhilfskonzept für Berg-Wohlverleih (*Arnica montana* L.) in hessischen Tieflagen. Überarbeitete Fassung April 2010. Im Auftrag des Landes Hessen, vertreten durch Landesbetrieb HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz FENA – Fachbereich Naturschutz. Gießen. 50 S. + Anhang.
- <sup>2-4</sup> DÜLL R., KUTZELNIGG H. (2011): Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands und angrenzender Länder. 7. korrigierte und erweiterte Auflage. Quelle & Meyer, Wiebelsheim. 932 S.
- <sup>2-5</sup> KAHMEN S., POSCHLOD P. (2000): Population size, plant performance and genetic variation in the rare plant *Arnica montana* L. *Basic and Applied Ecology* 1: 43–51.
- <sup>2-6</sup> ZIPPEL E., LAUTERBACH D., WEISSBACH S., BURKART M. (2015): Steckbrief *Arnica montana*, erstellt am 19.12.2017. Netzwerk zum Schutz gefährdeter Wildpflanzen in besonderer Verantwortung Deutschlands (WIPs-De). Online verfügbar unter: [https://www.wildpflanzenschutz.uni-osnabrueck.de/wp-content/uploads/2019/03/Arnica\\_montana\\_Steckbrief\\_Saatgutsammlung.pdf](https://www.wildpflanzenschutz.uni-osnabrueck.de/wp-content/uploads/2019/03/Arnica_montana_Steckbrief_Saatgutsammlung.pdf) [letzter Aufruf am 16.12.2020].
- <sup>2-7</sup> SCHWABE A. (1990): Syndynamische Prozesse im Borstgrasrasen: Reaktionsmuster von Brachen nach erneuter Rinderbeweidung und Lebensrhythmus von *Arnica montana* L. *Carolina* 48: 45–68.

- <sup>2-8</sup> LUIJTEN S., DIERICK A., GERARD J., OOSTERMEIJER B., RAIJMANN L., DEN NIJS H. (2000): Population size, genetic variation, and reproductive success in a rapidly declining self incompatible perennial (*Arnica montana*) in the Netherlands. *Conservation Biology* 14: 1776–1787.
- <sup>2-9</sup> LUIJTEN S., OOSTERMEIJER G., VAN LEEUWEN N., DEN NIJS H. (1996): Reproductive success and clonal genetic structure of the rare *Arnica montana* (Compositae) in The Netherlands. *Plant Systematics and Evolution* 201: 15–39.
- <sup>2-10</sup> YANKOVA-TSVETKOVA E., YURUKOVA-GRANCHAROVA P., BALDJIEV G., VITKOVA A. (2016): Embryological features, pollen and seed viability of *Arnica montana* (Asteraceae) – a threatened endemic species in Europe. *Acta Botanica Croatica* 75(1): 39–44.
- <sup>2-11</sup> WILKENS J., MEYER F., MANDERA R. (2018): Arnika – Königin der Heilpflanzen. AT Verlag, Aarau und München. 223 S.
- <sup>2-12</sup> HILLER K., MELZIG M. (1999): Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen Band 1 A–K. 1. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 450 S.
- <sup>2-13</sup> BLACHNIK T., NOWACK C., SALLER R. (2020): Ein Artenschutzprojekt in der Retrospektive: Ansätze und Erfolgsfaktoren beim Arnika-Projekt Hof. *Natur und Landschaft* 95(1): 9–15.
- <sup>2-14</sup> MICHLER B., PACURAR F. (2007): Nachhaltige Nutzung von *Arnica montana* aus Wildsammlung in Rumänien. In: WELEDA-NATURALS GMBH (Hrsg.): Heilpflanzenforschung der Weleda – Eine Sammlung der Forschungsprojekte über Heilpflanzenanbau und Wildsammlung der Weleda AG/ Weleda-Naturals GmbH und Kooperationspartnern. Schwäbisch Gmünd. 81 S.
- <sup>2-15</sup> LUDWIG G., MAY R., OTTO C. (2007): Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung der Farn- und Blütenpflanzen – vorläufige Liste. BfN-Skripten 220, Bonn. 32 S. + Anhang.
- <sup>2-16</sup> FALNIOWSKI A., BAZOS I., HODÁLOVÁ I., LANSDOWN R., PETROVA A. (2011). *Arnica montana*. *Arnica des montagnes*. The IUCN Red List of Threatened Species. eT162327A5574104.

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

### KAPITEL 3 – WO WÄCHST ARNIKA?

<sup>3-1</sup> KÜHN I., KLOTZ S. (2002): Systematik, Taxonomie und Nomenklatur (*Arnica montana* L.). In: KLOTZ S., KÜHN I., DURKA W. (Hrsg.): BIOLFLORE – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38, Bonn. Online verfügbar unter: [www.ufz.de/biolflore/taxonomie/taxonomie.jsp?ID\\_Taxonomie=286](http://www.ufz.de/biolflore/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=286) [letzter Aufruf am 16.12.2020].

<sup>3-2</sup> STEIDL I., RINGLER A. (1996): Lebensraumtyp Bodensaure Magerrasen – Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.3. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, München. 342 S.

<sup>3-3</sup> ELLENBERG H. (1991): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen. In: ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Auflage. Scripta Geobotanica 18: 9–166.

<sup>3-4</sup> SCHWABE A., TISCHEW S., BERGMEIER E., GARVE E., HÄRDLE W., HEINKEN T., HÖLZEL N., PEPPLER-LISBACH C., REMY D., DIERSCHKE H. (2019): Pflanzengesellschaft des Jahres 2020: Borstgrasrasen. Tuexenia 39: 287–308.

<sup>3-5</sup> MAHN D. (2020): Borstgrasrasen in Hessen – ein Überblick zur Pflanzengesellschaft des Jahres 2020. Jahrbuch Naturschutz in Hessen 19: 23–29.

<sup>3-6</sup> BRAUN H., ENGEL U., FRAHM-JAUDES E., GÜMPEL D., HEMM K. (2017): Hessische Lebensraum- und Biotopkartierung (HLBK) Kartieranleitung Teil 2: Kartiereinheitenbeschreibung. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden. 368 S.

<sup>3-7</sup> STURM P., ZEHM A., BAUMBACH H., VON BRACKEL W., VERBÜCHELN G., STOCK M., ZIMMERMANN F. (2018): Grünlandtypen. Quelle & Meyer, Wiebelsheim. 344 S.

<sup>3-8</sup> STARKE-OTTICH I., GREGOR T., BARTH U., BÖGER K., BÖNSEL D., CEZANNE R., FREDE A., HEMM K., HODVINA S., KUBOSCH R., MAHN D., UEBELER M. unter Mitarbeit von GOTTSCHLICH G., JANSEN W., BLATT H. (2019): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens. 5. Fassung. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden. 271 S.

<sup>3-9</sup> METZING D., GARVE E., MATZKE-HAJEK G., ADLER J., BLEEKER W., BREUNIG T., CASPARI S., DUNKEL F. G., FRITSCH R., GOTTSCHLICH G., GREGOR T., HAND R., HAUCK M., KORSCH H., MEIEROTT L., MEYER N., RENKER C., ROMAHN K., SCHULZ D., TÄUBER T., UHLEMANN I., VAN DE WEYER K., WÖRZ A., ZAHLHEIMER W., ZEHM A., ZIMMERMANN F. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Trachaeophyta) Deutschlands. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 7: Pflanzen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(7): 13–358.

### KAPITEL 4 – WIE GEHT ES ARNIKA?

<sup>4-1</sup> KNAPP R. (1953): Über die natürliche Verbreitung von *Arnica montana* L. und ihre Entwicklungsmöglichkeiten auf verschiedenen Böden. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 66: 167–178.

<sup>4-2</sup> METZING D., GARVE E., MATZKE-HAJEK G., ADLER J., BLEEKER W., BREUNIG T., CASPARI S., DUNKEL F. G., FRITSCH R., GOTTSCHLICH G., GREGOR T., HAND R., HAUCK M., KORSCH H., MEIEROTT L., MEYER N., RENKER C., ROMAHN K., SCHULZ D., TÄUBER T., UHLEMANN I., VAN DE WEYER K., WÖRZ A., ZAHLHEIMER W., ZEHM A., ZIMMERMANN F. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Trachaeophyta) Deutschlands. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 7: Pflanzen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(7): 13–358.

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- <sup>4-3</sup> BETTINGER A., BUTTLER K. P., CASPARI S., KLOTZ J., MAY R., METZING D. (Hrsg.) (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Netzwerk Phytodiversität Deutschland e. V. und Bundesamt für Naturschutz, Bonn. 912 S.
- <sup>4-4</sup> WEISE J., MEIER R. (2010): Artenhilfskonzept für Berg-Wohlverleih (*Arnica montana* L.) in hessischen Tieflagen. Überarbeitete Fassung April 2010. Im Auftrag des Landes Hessen, vertreten durch Landesbetrieb HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz FENA – Fachbereich Naturschutz, Gießen. 50 S. + Anhang.
- <sup>4-5</sup> WEISE J., MEIER R. (2013): Ergänzende Maßnahmenflächenbearbeitung zum Artenhilfskonzept für Berg-Wohlverleih (*Arnica montana* L.) in hessischen Tieflagen, Teil 2012. Überarbeitete Fassung April 2014. Im Auftrag des Landes Hessen, vertreten durch Landesbetrieb HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz FENA – Fachbereich Naturschutz, Gießen. 29 S. + Anhang.
- <sup>4-6</sup> STARKE-OTTICH I., GREGOR T., BARTH U., BÖGER K., BÖNSEL D., CEZANNE R., FREDE A., HEMM K., HODVINA S., KUBOSCH R., MAHN D., UEBELER M. unter Mitarbeit von GOTTSCHLICH G., JANSEN W., BLATT H. (2019): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens. 5. Fassung. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden. 271 S.
- <sup>4-7</sup> SPEIDEL B. (1963): Das Grünland, die Grundlage der bäuerlichen Betriebe auf dem Vogelsberg. Schriftenreihe des Bodenverbandes Vogelsberg 3, Lauterbach. 68 S.
- <sup>4-8</sup> GREGOR T., HOFFMANN A. (1991): Borstgrasrasen. In: BOTANISCHE VEREINIGUNG FÜR NATURSCHUTZ IN HESSEN E. V. & NATURSCHUTZ-ZENTRUM HESSEN E. V. (Hrsg.): Lebensraum Magerrasen. Biotop des Jahres 1991. Lahnau, Wetzlar. 104 S.
- <sup>4-9</sup> STANIK N., HOLLMANN V., HOPPE A., LEYER I., ROSENTHAL G., TÜRK W., WEISE J. (2018): Die Arnika (*Arnica montana* L.): Erfahrungen und vorläufige Ergebnisse aus Praxis und Forschung zu Rückgang, Hilfsmaßnahmen und Managementperspektiven für eine Verantwortungsart unseres Berggrünlandes. Jahrbuch Naturschutz in Hessen 17: 99–104.

- <sup>4-10</sup> BLACHNIK T. (2009): Artenhilfsprojekt Arnika und Katzenpfötchen im Bayerischen Vogtland, Landkreis Hof – Fachgrundlagen – Verbreitung, Bestandssituation, Erhaltungsmaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit für Leitarten bodensaurer Magerrasen. Im Auftrag der Regierung von Oberfranken, Höhere Naturschutzbehörde. 44 S.
- <sup>4-11</sup> BLACHNIK T., ZEHEM A. (2017): Echte Arnika – *Arnica montana* L. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Merkblatt Artenschutz 42. Augsburg. 4 S.
- <sup>4-12</sup> KAHMEN S., POSCHLOD P. (2000): Population size, plant performance, and genetic variation in the rare plant *Arnica montana* L. in the Rhön, Germany. *Basic and Applied Ecology* 1: 43–51.

### KAPITEL 5 – WESHALB IST ARNIKA GEFÄHRDET?

- <sup>5-1</sup> GREGOR T., HOFFMANN A. (1991): Borstgrasrasen. In: BOTANISCHE VEREINIGUNG FÜR NATURSCHUTZ IN HESSEN E. V. & NATURSCHUTZ-ZENTRUM HESSEN E. V. (Hrsg.): Lebensraum Magerrasen. Biotop des Jahres 1991. Lahnau, Wetzlar. 104 S.
- <sup>5-2</sup> SCHWABE A., TISCHEW S., BERGMIEIER E., GARVE E., HÄRDTLE W., HEINKEN T., HÖLZEL N., PEPLER-LISBACH C., REMY D., DIERSCHKE H. (2019): Pflanzengesellschaft des Jahres 2020: Borstgrasrasen. *Tuexenia* 39: 287–308.
- <sup>5-3</sup> CHYTRY M., HEJCMAN M., HENNEKENS S. M., SCHELLBERG J. (2009): Changes in vegetation types and Ellenberg indicator values after 65 years of fertilizer application in the Rengen Grassland Experiment, Germany. *Applied Vegetation Science* 12: 167–176.
- <sup>5-4</sup> KNAPP R. (1953): Über die natürliche Verbreitung von *Arnica montana* L. und ihre Entwicklungsmöglichkeiten auf verschiedenen Böden. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 66: 167–178.

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- <sup>5-5</sup> WEISE J., MEIER R. (2010): Artenhilfskonzept für Berg-Wohlverleih (*Arnica montana* L.) in hessischen Tieflagen. Überarbeitete Fassung April 2010. Im Auftrag des Landes Hessen, vertreten durch Landesbetrieb HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz FENA – Fachbereich Naturschutz, Gießen. 50 S. + Anhang.
- <sup>5-6</sup> STANIK N., HOLLMANN V., HOPPE A., LEYER I., ROSENTHAL G., TÜRK W., WEISE J. (2018): Die Arnika (*Arnica montana* L.): Erfahrungen und vorläufige Ergebnisse aus Praxis und Forschung zu Rückgang, Hilfsmaßnahmen und Managementperspektiven für eine Verantwortungsart unseres Berggrünlandes. Jahrbuch Naturschutz in Hessen 17: 99–104.
- <sup>5-7</sup> PEPPLER-LISBACH C., KÖNITZ N. (2017): Vegetationsveränderungen in Borstgrasrasen des Werra-Meißner-Gebietes (Hessen, Niedersachsen) nach 25 Jahren. Tuexenia 37: 201–228
- <sup>5-8</sup> HOLLMANN V., DONATH T. W., GRAMMEL F., HIMMIGHOFEN T., ZERAHN U., LEYER I. (2020): From nutrients to competition processes: Habitat specific threats to *Arnica montana* L. populations in Hesse, Germany. PLOS ONE 15(5): e0233709.
- <sup>5-9</sup> MAURICE T., COLLING G., MULLER S., MATTHIES D. (2012): Habitat characteristics, stage structure and reproduction of colline and montane populations of the threatened species *Arnica montana*. Plant Ecology 213: 831–842.
- <sup>5-10</sup> BRUELHEIDE H. (2003): Translocation of a montane meadow to stimulate the potential impact of climate change. Applied Vegetation Science 6(1): 23–34.
- <sup>5-11</sup> KAHMEN S., POSCHLOD P. (1998): Untersuchungen zu Schutzmöglichkeiten von Arnika (*Arnica montana* L.) durch Pflegemaßnahmen. Jahrbuch Naturschutz in Hessen 3: 225–32.
- <sup>5-12</sup> HOLDEREGGER R., SEGELBACHER G. (Hrsg.) (2016) Naturschutzgenetik: Ein Handbuch für die Praxis. 1. Auflage. Haupt Verlag, Bern. 248 S.

- <sup>5-13</sup> REED D. H., FRANKHAM R. (2003): Correlation between Fitness and Genetic Diversity. Conservation Biology 17: 230–237.
- <sup>5-14</sup> MATTHIES D., BRÄUER I., MAIBOM W., TSCHARNTKE T. (2004): Population size and the risk of local extinction: empirical evidence from rare plants. Oikos 105: 481–488.
- <sup>5-15</sup> SCHAAP M., HENDRIKS C., KRANENBURG R., KUENEN J., SEGERS A., SCHLUTOW A., NAGEL H.-D., RITTER A., BANZHAF S. (2018): PINETI-3: Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. 149 S.
- <sup>5-16</sup> STEVENS C. J., DUPRÉ C., DORLAND E., GAUDNIK C., GOWING D. J., BLEEKER A., DIEKMANN M., ALARD D., BOBBINK R., FOWLER D., CORCKET E., MOUNTFORD J. O., VANDVIK V., AARRESTAD P. A., MULLER S., DISE N. B. (2011): The impact of nitrogen deposition on acid grasslands in the Atlantic region of Europe. Environmental Pollution 159: 2243–2250.
- <sup>5-17</sup> FRAHM J. P., KLAUS D. (2000): Moose als Indikatoren von rezenten und früheren Klimafluktuationen in Mitteleuropa. NNA-Berichte 13 (2): 69–75.
- <sup>5-18</sup> GOFFINET B. (2008): Bryophyte Biology. 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge. 580 S.
- <sup>5-19</sup> FRAHM J.-P. (2001): Biologie der Moose. 1. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 368 S.
- <sup>5-20</sup> UN – UNITED NATIONS (1992): 8. Convention on Biological Diversity, Article 2 – Use of Terms. Online verfügbar unter: [https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch\\_XXVII\\_o8p.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch_XXVII_o8p.pdf) [letzter Aufruf am 16.12.2020].

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

<sup>5-21</sup> FRANKHAM R., BALLOU J. D., BRISCOE D. A. (2002): Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press, Cambridge. 640 S.

<sup>5-22</sup> FISHER R. A. (1930): The genetical theory of natural selection. Cambridge University Press, Cambridge. 296 S.

<sup>5-23</sup> DUWE V. K., MULLER L. A. H., BORSCH T., ISMAIL S. A. (2017): Pervasive genetic differentiation among Central European populations of the threatened *Arnica montana* L. and genetic erosion at lower elevations. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 27: 45–56.

### KAPITEL 6 – WOMIT KANN ICH ARNIKA HELFEN?

<sup>6-1</sup> STEIDL I., RINGLER A. (1996): Lebensraumtyp Bodensaure Magerrasen – Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.3. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, München. 342 S.

<sup>6-2</sup> FASEL P. (mdl. Mitteilung): Telefonat März 2015 mit Jörg Weise.

<sup>6-3</sup> ZERBE S., WIEGLEB G. (Hrsg.) (2009): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. 1. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 530 S.

<sup>6-4</sup> SCHWABE A. (1990): Syndynamische Prozesse im Borstgrasrasen: Reaktionsmuster von Brachen nach erneuter Rinderbeweidung und Lebensrhythmus von *Arnica montana* L. Carolea 48: 45–68.

<sup>6-5</sup> HÄRDITL W., ASSMANN T., VAN DIGGELEN R., VON OHEIMB G. (2009): Renaturierung und Management von Heiden. In: ZERBE S., WIEGLEB G. (Hrsg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. 1. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 530 S.

<sup>6-6</sup> HMUELV – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT (Hrsg. ) (2010): Natura 2000 – Die Situation der Arnika in Hessen Art des Anhangs V der FFH-Richtlinie. Zusammengestellt von HessenForst auf der Grundlage des landesweiten Artgutachtens von MAIWEG S., FRAHM-JAUDES B. E. 2. Auflage. Wiesbaden. 65 S. + Anhang.

<sup>6-7</sup> STRYKSTRA R. J., PEGTEL D. M., BERGSMA A. (1998): Dispersal distance and achene quality of the rare anemochorous species *Arnica montana* L.: Implications for conservation. Acta Botanica Neerlandica 47(1): 45–56.

<sup>6-8</sup> NATURPARK LÜNEBURGER HEIDE (online): Heidepflege – Nie genug der Plaggerei. Online verfügbar unter: <https://naturpark-lueneburger-heide.de/natur-und-kultur/heide/heidepflege> [letzter Aufruf am 15.10.2020].

<sup>6-9</sup> KAHMEN S., POSCHLOD P. (1998): Untersuchungen zu Schutzmöglichkeiten von Arnika (*Arnica montana* L.) durch Pflegemaßnahmen. Jahrbuch Naturschutz in Hessen 3: 225–32.

<sup>6-10</sup> MAIWEG S., FRAHM-JAUDES B. E. (2008): Artgutachten 2007 – Die gesamthessische Situation der Arnika (*Arnica montana* L.), Art des Anhangs V der FFH-Richtlinie. Überarbeitete Fassung Juli 2008. Im Auftrag des Landes Hessen, vertreten durch Landesbetrieb HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz FENA – Fachbereich Naturschutz, Gießen. 56 S. + Anhang.

<sup>6-11</sup> WEISE J., MEIER R. (2010): Artenhilfskonzept für Berg-Wohlverleih (*Arnica montana* L.) in hessischen Tieflagen. Überarbeitete Fassung April 2010. Im Auftrag des Landes Hessen, vertreten durch Landesbetrieb HessenForst Forsteinrichtung und Naturschutz FENA – Fachbereich Naturschutz, Gießen. 50 S. + Anhang.

<sup>6-12</sup> GOLDAMMER J. G., PAGE H., PRÜTER J. (1997): Feuereinsatz im Naturschutz in Mitteleuropa – Ein Positionspapier. NNA-Berichte 10 (5): 2–17.

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- <sup>6-13</sup> BINDEWALD R. (2017): Kontrolliertes Brennen als Naturschutzmaßnahme im Offenland Mitteleuropas. Bachelorarbeit im Fach Landschaftsarchitektur. Hochschule Geisenheim University, Geisenheim. 70 S. + Anhang.
- <sup>6-14</sup> LÜTKEPOHL M., STUBBE A. (1997): Feuergeschichte in nordwestdeutschen *Calluna*-Heiden unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzgebietes Lüneburger Heide. NNA-Berichte 10 (5): 105–114.
- <sup>6-15</sup> WITTIG B., MÜLLER J., QUAST R., MIEHLICH H. (2020): *Arnica montana* in Calluna-Heiden auf dem Schießplatz Unterlüß (Niedersachsen). Tuexenia 40: 131–146.
- <sup>6-16</sup> WEGENER U., KEMPF H. (1982): Das Flämmen als Pflegemethode landwirtschaftlich nicht genutzter Rasengesellschaften. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 19 (3): 57–63.
- <sup>6-17</sup> KEMPF H. (1981): Erfahrungen mit verschiedenen Pflegemethoden im Naturschutzgebiet „Harzgrund“ bei Suhl. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 18 (1): 12–16.
- <sup>6-18</sup> POSCHLOD P., SCHREIBER K.-F., MITLACHER K., RÖMERMANN C., BERNHARDT-RÖMERMANN M. (2009): Entwicklung der Vegetation und ihre naturschutzfachliche Bewertung. In: LUBW – LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. Naturschutz-Spectrum Themen Band 97. Verlag Regionalkultur, Heidelberg. 424 S.
- <sup>6-19</sup> KOOPMANN A., MERTENS D. (2004): Offenlandmanagement im Naturschutzgebiet „Lüneburger Heide“. Erfahrungen aus Sicht des Vereins Naturschutzpark. NNA-Berichte 17 (2): 44–61.
- <sup>6-20</sup> ENSCONET – EUROPEAN NATIVE SEED CONSERVATION NETWORK (Hrsg.) (2009): ENSCONET Anleitung zum Sammeln von Wildpflanzensamen. 1. Ausgabe. Online verfügbar unter: [https://www.bgbm.org/sites/default/files/ensconet-anleitung\\_zum\\_sammeln\\_von\\_wildpflanzensamen.pdf](https://www.bgbm.org/sites/default/files/ensconet-anleitung_zum_sammeln_von_wildpflanzensamen.pdf) [letzter Aufruf am 16.12.2020].

- <sup>6-21</sup> FRANKHAM R. (2016): Genetic rescue benefits persist to at least the F<sub>3</sub> generation, based on a meta-analysis. *Biological Conservation* 195: 33–36.
- <sup>6-22</sup> FRANKHAM R., BALLOU J. D., ELDRIDGE M. D. B., LACY R. C., RALLS K., DUDASH M. R., FENSTER C. B. (2011): Predicting the Probability of Outbreeding Depression. *Conservation Biology* 25: 465–475.
- <sup>6-23</sup> RALLS K., BALLOU J. D., DUDASH M. R., ELDRIDGE M. D. B., FENSTER C. B., LACY R. C., SUNNUCKS P., FRANKHAM R. (2018): Call for a Paradigm Shift in the Genetic Management of Fragmented Populations. *Conservation Letters* 11: e12412.
- <sup>6-24</sup> WEEKS A. R., SGRO C. M., YOUNG A. G., FRANKHAM R., MITCHELL N. J., MILLER K. A., BYRNE M., COATES D. J., ELDRIDGE M. D. B., SUNNUCKS P., BREED M. F., JAMES E. A., HOFFMANN A. A. (2011): Assessing the benefits and risks of translocations in changing environments: a genetic perspective. *Evolutionary Applications* 4: 709–725.
- <sup>6-25</sup> VAN ROSSUM F., HARDY O. J., LE PAJOLEC S., RASPÉ O. (2020): Genetic monitoring of translocated plant populations in practice. *Molecular Ecology* 29 (21): 4040–4058.
- <sup>6-26</sup> DUWE V. K., MULLER L. A. H., BORSCH T., ISMAIL S. A. (2017): Pervasive genetic differentiation among Central European populations of the threatened *Arnica montana* L. and genetic erosion at lower elevations. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 27: 45–56.
- <sup>6-27</sup> DOBZHANSKY T. (1952): Nature and origin of heterosis. In: GOWEN J. W. (Hrsg.): *Heterosis*. Iowa State College Press, Ames. 552 S.
- <sup>6-28</sup> BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, BFN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2020): *Naturbewusstsein 2019 – Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*. Berlin und Bonn. 108 S.

## BILDNACHWEISE

Sofern nicht anders angegeben, sind die Grafiken und Abbildungen im Projekt ArnikaHessen entstanden. Die Illustrationen und aquarellierten Elemente wurden von Annika Peters angefertigt.

<b>Zwielicht Photographie</b>	Titelbild; Seite: 2/3, 6, 32/33, 36/37 (Mitte), 40, 80, 91, 100, 102, 105, 207, 213
<b>Annika Peters</b>	Seite: 4/5, 42 ( <i>Nardus stricta</i> , <i>Galium saxatile</i> , <i>Bistorta officinalis</i> ), 43 ( <i>Pedicularis sylvatica</i> ), 51 (rechts), 112 (rechts unten), 165 (rechts), 169 (oben zweites von rechts, rechts unten, Mitte zweites von rechts), 172 (links, Mitte), 174, 176 (rechts), 178, 208/209, 227
<b>Andreas Titze</b>	Seite: 10/11, 17, 19, 23, 24/25 (Mitte, rechts), 26 (bearbeitet), 27, 81 (rechts), 109 (links), 125, 133, 135, 137, 138, 140/141, 144/145, 153, 177 (links oben, rechts oben, links unten, Mitte unten)
<b>Verena Hollmann</b>	Seite: 13, 22, 83 (bearbeitet), 131 (links)
<b>Jörg Weise</b>	Seite: 20/21, 38, 50 (links), 51 (links), 55, 71, 73, 74, 75 (links, rechts), 81 (links oben), 88/89, 108 (rechts), 110, 112 (rechts oben, Mitte oben, Mitte), 117 (rechts oben), 149
<b>Lilith Jeske</b>	Seite: 24 (links; bearbeitet), 36 (links), 42 ( <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Polygala vulgaris</i> , <i>Crepis mollis</i> ), 43 ( <i>Potentilla erecta</i> ), 46/47, 50 (rechts), 69, 112 (links oben), 151, 161, 164 (rechts), 165 (links), 167 (unten)
<b>Sven Döring</b>	Seite: 28
<b>Hans Hillewaert</b> (via Wikimedia Commons)	Seite: 29 (bearbeitet; CC BY-SA 4.0)
<b>Maria Meyen</b>	Seite: 37 (rechts), 43 ( <i>Juncus squarrosus</i> ), 66, 75 (Mitte), 136, 167 (oben), 177 (Mitte oben), 202/203
<b>Pixabay</b>	Seite: 39 (bearbeitet), 42 ( <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> ), 99 (bearbeitet), 103 (bearbeitet)

<b>Claudia Hepting</b>	Seite: 42 ( <i>Geranium sylvaticum</i> ), 43 (bearbeitet), 111 (rechts), 112 (links unten), 117 (rechts unten), 164 (links), 166, 169 (links zwei Spalten, rechts oben, rechts Mitte, oben Mitte, unten zweites von rechts), 171 (rechts unten), 172 (rechts), 176 (links), 181 (unten), 183
<b>Ingo Hollmann</b>	Seite: 60/61 (bearbeitet)
<b>Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation</b>	Seite: 63, 114
<b>Ilona Leyer</b>	Seite: 76/77, 111 (links unten), 121, 123
<b>Silvia Vignoli</b>	Seite: 79 (bearbeitet)
<b>Sascha Liepelt</b>	Seite: 87, 147, 154/155, 159, 180, 181 (oben)
<b>Christian Merle</b>	Seite: : 107 (links), 115, 117 (links oben, links unten), 143
<b>Joost J. Bakker</b> (via Wikimedia Commons)	Seite: 107 (rechts; CC BY 2.0)
<b>Benjamin Feller</b>	Seite: 108 (links), 109 (rechts)
<b>Maren Nowak</b>	Seite: 111 (links oben)
<b>René Dahmen</b> (Forstamt Elsenborn)	Seite: 119
<b>Evamarie Martynkewicz</b>	Seite: 170, 171 (links unten)
<b>Ute Pretz</b>	Seite: 173 (links unten, Mitte oben)
<b>Alexa Sabarth</b>	Seite: 173 (rechts oben)
<b>Julian Fischer</b>	Seite: 175
<b>Hartmut Gohlke</b>	Seite: 179 (oben)
<b>Günter Schwab</b>	Seite: 179 (unten)
<b>Markus Palzer / Hessische Landgesellschaft – Ökoagentur</b>	Seite: 184/185

## IMPRESSUM

Herausgeber:	Botanischer Garten der Philipps-Universität Marburg Karl-von-Frisch-Straße 6 35032 Marburg bot.gart@staff.uni-marburg.de +49 6421 2821507
Text & Redaktion:	Andreas Titze, Claudia Hepting, Verena Hollmann, Lilith Jeske, Ilona Leyer, Sascha Liepelt, Annika Peters, Jörg Weise
Konzeption:	Lilith Jeske, Annika Peters, Claudia Hepting
Layout & Gestaltung:	Lilith Jeske, Annika Peters
Illustrationen:	Annika Peters
Lektorat:	Isabella Aberle, Vera Zimmermann
1. Auflage:	Dezember 2020 (500 Exemplare)
Druck:	Petermann GZW, Am Taubenbaum 4, 61231 Bad Nauheim Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier.

Diese Broschüre gibt die Auffassung und Meinung des Zuwendungsempfängers des Bundesprogramms Biologische Vielfalt wieder und muss nicht mit der Auffassung des Zuwendungsgebers übereinstimmen.



© 2020 ArnikaHessen



Das Verbundprojekt mit dem Titel „Übertragbares Managementkonzept für *Arnica montana* – Von forschungsbasierter Identifikation der Rückgangsursachen über Umsetzung populationsstützender Maßnahmen bis zu eigenverantwortlicher lokaler Habitatpflege“ wurde im Rahmen der gemeinsamen Förderinitiative von Bundesumweltministerium (BMU) und Bundesforschungsministerium (BMBF) „Forschung zur Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie“ (F&U NBS) und im BMU im Bundesprogramm Biologische Vielfalt gemeinsam gefördert.



