

Pflanzeninvasionen in Gebirgen – (noch) keine Gefahr?

Sylvia HAIDER und Christoph KÜFFER

Zusammenfassung

In Gebirgen, insbesondere in den Europäischen Alpen, wurden bisher kaum gravierende Auswirkungen durch Invasionen von gebietsfremden Pflanzen (Neophyten) festgestellt. Neue Untersuchungen zeigen aber, dass sich weltweit bereits über 1000 Neophyten in Gebirgen etabliert haben und dass das Invasionsrisiko als Folge des globalen Wandels zunehmen könnte. Wir geben einen Überblick über die Verbreitungsmuster von gebietsfremden Pflanzenarten in Gebirgen und erläutern, welche Faktoren Pflanzeninvasionen in die subalpine und

alpine Höhenstufe beeinflussen. Dabei betonen wir die Bedeutung von historischen und möglicherweise veränderten zukünftigen Einführungswegen für das Verständnis des Invasionsrisikos in Gebirgen. Im Sinne des Vorsorgeprinzips empfehlen wir, frühzeitig präventive Maßnahmen gegen zukünftige Invasionsrisiken zu entwickeln. Das Mountain Invasion Research Network (MIREN) hat dazu in den letzten Jahren wichtige Ressourcen, wie zum Beispiel eine globale Datenbank von bereits etablierten Neophyten, entwickelt.

1. Einführung

Biologische Invasionen

Mit dem Einsetzen des globalen Handels um das Jahr 1500 fielen die geographischen Barrieren, die die Ausbreitung von Tier- und Pflanzenarten bis dahin begrenzt hatten. Organismen, die zumeist mit Hilfe des Menschen, in neue Gebiete transportiert werden, nennen wir gebietsfremde Arten. Manche dieser gebietsfremden Arten können sich im neuen Gebiet etablieren, schnell ausbreiten und einen negativen Einfluss auf Ökosysteme und Ökosystemdienstleistungen ausüben. Diese Arten bezeichnen wir hier als invasiv (vergleiche IUCN 2000). Der Japan-Knöterich, *Fallopia japonica*, zum Beispiel erhöht die Erosion an Uferböschungen und führt dadurch zu ökonomischen Kosten. Als weiteres Beispiel lässt sich die stark allergen wirkende Beifußblättrige Ambrosie, *Ambrosia artemisiifolia*, aus Nordamerika nennen, die eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt. Nach Habitatzerstörungen werden invasive Arten als zweitwichtigste Ursache für den Rückgang der globalen Biodiversität angesehen (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2003).

Integrativer Forschungsansatz

Biologische Invasionen sind sehr komplexe Vorgänge. Daher ist es schwierig, generelle Aussagen darüber zu treffen, welche Faktoren den Invasionserfolg einer Art bestimmen (HEGER 2004, KUEFFER u. HIRSCH HADORN 2008). Eine Möglichkeit, ein besseres Verständnis der Invasionen zugrunde liegenden Mechanismen zu gewinnen, ist die Verwendung eines integrativen Forschungsansatzes, der das Zusammenspiel von verschiedenen Faktoren anhand von Beispielen aus unterschiedlichen Regionen vergleicht. Diesen Ansatz verfolgen das Mountain Invasion Research Network (MIREN, www.miren.ethz.ch)



Abbildung 1: Invasion von Kleinblütiger Königskerze (*Verbascum thapsus*) auf ca. 2500 m ü. NN auf dem Vulkan Mauna Kea, Hawaii (Foto: Eva Schumacher)

und daran angegliederte Forschungsprojekte. Ziel ist es, das Ausmaß von biologischen Invasionen in Gebirgen zu untersuchen und gleichzeitig die Höhengradienten als Modellsysteme zu verwenden, um ein besseres Verständnis von Invasionsprozessen zu entwickeln. Das Kernprogramm von MIREN umfasst vergleichende Untersuchungen in sechs Gebirgsregionen (Schweizer Alpen, Pazifischer Nordwesten (USA), Chilenische Anden, Australische Alpen, Hawaii und Kanarische Inseln) und kombiniert deskriptive und experimentelle Forschung im Feld und unter kontrollierten Bedingungen (DIETZ et al. 2006).

Pflanzeninvasionen in Gebirgen

Gebirge waren bisher nicht im Fokus der Invasionsforschung, weil im Gegensatz zu den Flachlandökosystemen dort nur vereinzelt gravierende Veränderungen durch invasive Arten zu beobachten waren. Es wird vermutet, dass dies vor allem an den harschen Klimabedingungen, der isolierten Lage und den geringeren anthropogenen Störungen liegt (PAUCHARD et al. 2009). Gerade aber in Gebirgen finden wir eine hohe Biodiversität (KÖRNER u. SPEHN 2002) und zahlreiche natürliche und naturnahe Ökosysteme, die durch biologische Invasionen verändert werden können. Es besteht das Risiko, dass sich die Resistenz von Gebirgsökosystemen gegenüber biologischen Invasionen durch den Klimawandel und zunehmende anthropogene Störungen in der nahen Zukunft verringern wird und Flora, Fauna und Habitate verstärkt durch invasive, gebietsfremde Pflanzenarten bedroht sind (PAUCHARD et al. 2009).

2. Gebietsfremde Gebirgsflora

Vorkommen gebietsfremder Pflanzenarten in Gebirgen

Eine von MIREN erstellte Datenbank von gebietsfremden und invasiven Pflanzenarten in Gebirgen



Abbildung 2: Bestand der Unbegannten Trespe (*Bromus inermis*) im Walliser Val d'Hérens auf ca. 1900 m ü. NN. Die in der Schweiz gebietsfremde Grasart wurde häufig entlang von Straßenrändern angesät (Foto: Sylvia Haider).

weltweit umfasst im Moment fast 1500 Arten, wobei die meisten Arten jeweils nur in einer einzigen Region vorkommen (MCDUGALL et al., 2010). Daraus lässt sich schließen, dass in nicht untersuchten Gebieten weitere gebietsfremde Arten vorkommen und die Gesamtmenge von in Gebirgen potentiell invasiven Arten sehr groß ist.

Auf globaler Ebene haben Arten, die typisch für europäisches Grasland sind, die weiteste Verbreitung in Gebirgen (zum Beispiel *Dactylis glomerata*, *Rumex acetosella*, *Trifolium repens*). Diese wurden vermutlich im Lauf der letzten Jahrhunderte in vielen außer-europäischen Gebirgsregionen im Zusammenhang mit Beweidung eingeführt. Nur wenige von diesen krautigen Arten werden als Gefahr für die lokale Biodiversität angesehen (zum Beispiel *Achillea millefolium*, *Holcus lanatus*, *Verbascum thapsus*; Abbildung 1).

Im Gegensatz dazu werden gebietsfremde Gehölze häufig als problematisch bewertet, weil sie die Vegetationsstruktur, die chemischen Eigenschaften des Bodens und die Feueranfälligkeit verändern können (zum Beispiel *Cytisus scoparius*, *Ulex europaeus* oder Arten der Gattungen *Acacia*, *Salix* und *Pinus*). Gebietsfremde Gehölze wurden häufig zur Bodenverbesserung oder aus forstwirtschaftlichen Gründen verwendet.

Durch den Rückgang der Landwirtschaft und die Zunahme des Tourismus in Gebirgen werden nun zunehmend Zierpflanzen eingeführt (zum Beispiel Arten der Gattungen *Centaurea*, *Hieracium* und *Linaria*). Diese könnten in Zukunft zu einem erhöhten Invasionsrisiko in Gebirgen führen. (MCDUGALL et al., 2010)

Für die europäischen Alpen sind etwa 450-500 gebietsfremde Gefäßpflanzenarten bekannt, was etwa 10% der gesamten Alpenflora entspricht (AESCHI-



Abbildung 3: Bisher konnten sich Bestände der Kanadischen Goldrute (*Solidago canadensis*) nur bis in mittlere Höhen der Schweizer Alpen ausbreiten. Diese Art könnte aber von vermehrten Störungen und dem Klimawandel profitieren und sich dadurch auch in größeren Höhen etablieren (Foto: Sylvia Haider).

MANN et al. 2004; Beispiele in den Abbildungen 2 und 3). Von den am stärksten invasiven Arten im europäischen Flachland (nach WITTENBERG 2005) kommen 23 in der montanen und neun davon in der subalpinen Stufe vor (*Conyza canadensis*, *Elodea canadensis*, *Fallopia sachalinensis*, *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens parviflora*, *Juncus tenuis*, *Lupinus polyphyllus*, *Matricaria discoidea*, *Senecio rupestris*) (KUEFFER 2010).

Eine starke Abnahme der Anzahl gebietsfremder Arten mit der Höhe kann man weltweit in Gebirgen beobachten. In Gebieten der gemäßigten Klimazone findet sich die höchste Artenzahl in den niedrigsten Lagen und von dort folgt eine kontinuierliche Artenabnahme (zum Beispiel ALEXANDER et al. 2009, BECKER et al. 2005, PAUCHARD u. ALABACK 2004). Dagegen wurde vor allem in tropischen und subtropischen Gebieten die maximale Artenvielfalt in mittleren Höhen beobachtet (zum Beispiel ARÉVALO et al. 2005, HAIDER et al. 2010, JAKOBS et al. 2010).

Die Forschung hat sich bisher in erster Linie mit klimatischen Faktoren als Erklärung für die Abnahme der gebietsfremden Pflanzenvielfalt mit der Höhe befasst. In Hochlagen sind Frost und eine sehr kurze Vegetationsperiode die begrenzenden Faktoren. In tropischen und subtropischen Gebieten spielt zudem Trockenheitsstress eine wichtige Rolle (JAKOBS et al. 2010). Sommertrockenheit führt in diesen Gebieten dazu, dass die maximale Artenvielfalt nicht in den niedrigsten Lagen zu finden ist. Andere Faktoren dürften aber auch von Bedeutung sein. So wird die Artenverbreitung entlang des Höhengradienten auch durch das Habitat beeinflusst. Auf Teneriffa stellten wir fest, dass der Übergang von offenem, anthropogen geprägtem Gebiet zu kanarischem Kiefernwald zu einem abrupten Rückgang der gebietsfremden Artenvielfalt führt, der nicht allein durch Klimafaktoren zu erklären ist (HAIDER et al. 2010).

Weil die Daten zur Höhenverteilung von gebietsfremden Arten meist entlang von Straßenrändern erhoben wurden, dürfte die Resistenz der natürlichen Artengemeinschaften zur Erklärung dieser Muster eine untergeordnete Rolle spielen. Darüber, ob Gebirgsökosysteme resistenter gegenüber Invasionen sind als Flachlandökosysteme, ist noch wenig bekannt. Die Abnahme anthropogener Störungen dürfte das Invasionsrisiko verringern. Andererseits könnte die Abnahme der Bedeutung von Konkurrenz und die Zunahme von positiven Interaktionen (*facilitation*) zwischen Pflanzen in Gebirgsökosystemen dazu führen, dass die bio-

tische Resistenz in Gebirgen gegenüber Invasionen eher geringer ist als im Tiefland (PAUCHARD et al. 2009). Das heißt, dass in Gebirgen eine ungestörte Vegetationsdecke zum Teil Invasionen fördern statt hindern kann (CAVIERES et al. 2005). Die geringeren Probleme mit Invasionen in Gebirgen wären dann in der Tat nicht auf eine besondere Resistenz gegen Invasionen zurück zu führen, sondern den geringen anthropogenen Störungen oder dem bisherigen Fehlen von invasiven Arten in Gebirgen zu verdanken. Die Einfuhr von gebietsfremden spezialisierten Gebirgspflanzen, oder allgemeiner eine Zunahme des Ausbreitungsdrucks (*propagule pressure*) von gebietsfremden Arten in Gebirgen durch menschliche Aktivitäten, wäre dann besonders riskant. Um Invasionen in Gebirgen zu verstehen und schlussendlich erfolgreiche Handlungsmöglichkeiten zu entwickeln, ist deshalb insbesondere ein gutes Verständnis der Einführungswege von gebietsfremden Arten wichtig.

Einführungswege

Die Analyse der von MIREN erstellten Datenbank hat ergeben, dass die jeweiligen gebietsfremden Floren der Hochlagen und des Flachlandes einander sehr ähnlich sind. Daraus kann man folgern, dass die Flachlandflora die wichtigste Quelle ist für Pflanzenarten, die sich in Hochlagen ausbreiten können. Diese Annahme konnten wir bei weiteren Freilanduntersuchungen in den Schweizer Alpen und auf Teneriffa bestätigen: Mit wenigen Ausnahmen kommen alle Arten, die wir in höheren Lagen gefunden haben, auch in niedrigeren Lagen vor (HAIDER et al. 2010; Abbildung 4). Wir gehen davon aus, dass die meisten gebietsfremden Arten in Tieflagen eingeführt wurden und sich von dort aus in die Hochlagen ausbreiten konnten. Direkter Transport zwischen verschiedenen Hochlagen findet nur selten statt. Das heißt, dass es keine typischen, spezialisierten, gebietsfremden Arten in Gebirgen gibt, sondern

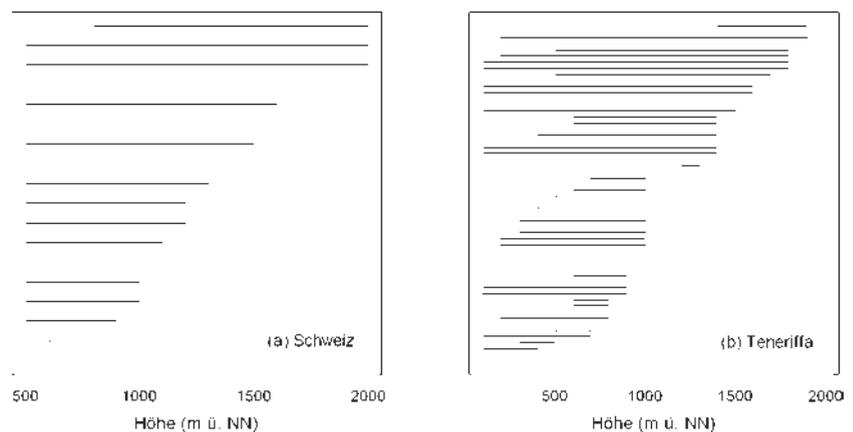


Abbildung 4: Verbreitung von einjährigen, gebietsfremden Gefäßpflanzenarten entlang des Höhengradienten (a) in den Schweizer Alpen und (b) auf Teneriffa (Datenquelle: eigene Kartierungen in beiden Regionen). Die Linien verbinden jeweils das niedrigste und das höchste Vorkommen einer Art. Arten, die in Hochlagen vorkommen, sind in den meisten Fällen auch im Tiefland zu finden. Für Teneriffa sieht man deutlich den Habitataffekt bei ca. 1000 m ü. NN (Übergang vom anthropogenen Bereich zum kanarischen Kiefernwald).

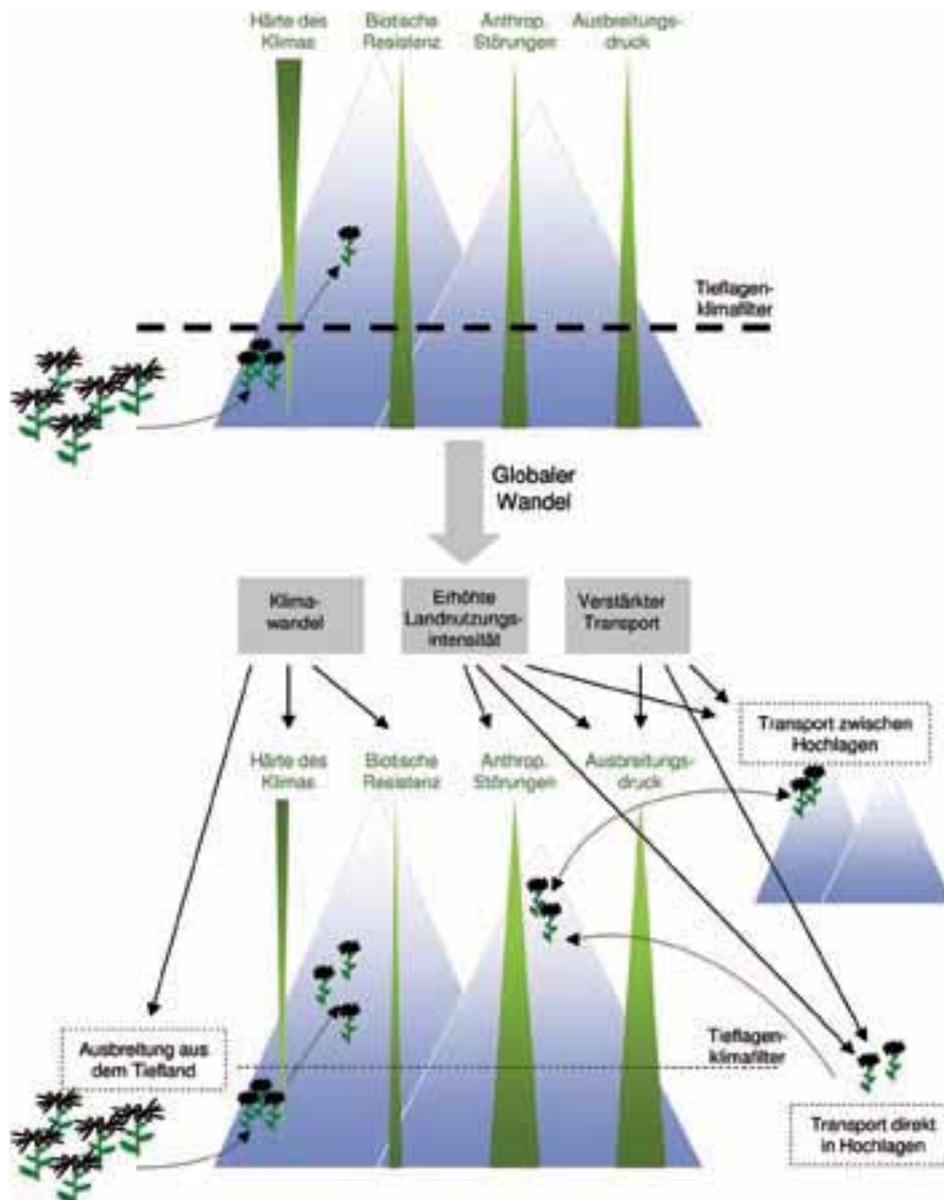


Abbildung 5: Faktoren, die die Ausbreitung von gebietsfremden Pflanzenarten in Gebirgen beeinflussen und wie sich diese im Zuge des globalen Wandels verändern können. Die mit der Höhe zunehmende Härte des Klimas, die abnehmende biotische Resistenz und geringere anthropogene Störungen sowie geringerer Ausbreitungsdruck sind mögliche Gründe für die niedrige Invasionsrate in Gebirgen (grüne Dreiecke; dunkle Schattierung und breite Basis stehen für größere Relevanz). Auswirkungen des globalen Wandels (graue Rechtecke) wirken sich sowohl auf diese Faktoren als auch auf die Einführungswege aus (schwarze Pfeile stehen für die Auswirkungen; punktierte Pfeile verdeutlichen die Einführungswege). Als Folge davon reduziert sich die Bedeutung des Tieflagenklimafilters (gestrichelte Linie). (Abbildung abgeändert nach PAUCHARD et al. 2009. Nachdruck mit Bewilligung von *Frontiers in Ecology and the Environment*)

dass es in der Regel Tieflandarten sind, die sich an die harschen Bedingungen der Hochlagen anpassen konnten (MCDOUGALL et al., 2010). Das Tieflagenklima kann daher als AusbreitungsfILTER (BECKER et al. 2005) interpretiert werden, der das Risiko von Pflanzeninvasionen in Gebirgen reduziert (Abbildung 5). Die eingeführten Pflanzen müssen in der Lage sein, sich zuerst unter den klimatischen Bedingungen im Tiefland zu etablieren, um sich dann entlang eines sehr starken klimatischen Gradienten auszubreiten. Dies gelingt einer Art durch hohe phänotypische Flexibilität (Abbildung 6) oder evolutive Anpassung. Eine Untersuchung der gebietsfremden

Flora von Teneriffa hat gezeigt, dass Arten, die vor längerer Zeit auf der Insel eingeführt wurden, größere Höhen erreichen als erst seit Kurzem anwesende Arten (HAIDER et al. 2010). Mit Hilfe von Experimenten in Klimakammern untersuchen wir derzeit, ob es Hinweise auf genetische Differenzierung zwischen Populationen einer Art aus Hoch- beziehungsweise Tieflage oder auf phänotypische Plastizität gibt, und ob diese Effekte mit bestimmten Arteigenschaften verbunden sind. Erste Datenanalysen deuten darauf hin, dass viele Arten mit phänotypischer Flexibilität auf unterschiedliche Klimabehandlungen reagieren, während bei einem geringeren Anteil der Arten un-



Abbildung 6: Der Kalifornische Mohn (*Eschscholzia californica*) besitzt eine hohe phänotypische Plastizität und kann zum Beispiel seine Gesamtgröße, die Größe von Blüten und Samen sowie den Blühzeitpunkt an die Umweltbedingungen anpassen. Auf Teneriffa hat sich diese Art entlang von Straßen schon fast bis auf 2000 m ü. NN ausgebreitet und droht nun, in den Teide-Nationalpark einzuwandern (Foto: Sylvia Haider).

terschiedliches Wachstum von Hoch- und Tieflagenindividuen unter den gleichen Klimabedingungen beobachtet werden konnte. Je nach Art dürfte also sowohl phänotypische Plastizität als möglicherweise auch evolutive Anpassung eine Ausbreitung entlang des Klimagradients ermöglicht haben. Der Zeitbedarf für evolutive Anpassung könnte auch erklären, weshalb länger anwesende Arten höhere Lagen erreichen; wobei auch langsame Ausbreitungsdynamik relevant sein kann.

3. Perspektiven und Handlungsmöglichkeiten

Häufigere Invasionen in Zukunft?

Durch die Veränderung der Landnutzung in Gebirgen von Weidewirtschaft hin zum Tourismus kann man eine Veränderung der Artenzusammensetzung der gebietsfremden Flora erwarten und damit auch ein erhöhtes Risiko für Invasionen von gebietsfremden Arten (MCDUGALL et al., 2010). Gebietsfremde Arten, die mit der Graslandwirtschaft eingeführt wurden, waren meistens Generalisten und abhängig von durch Mensch und Tier verursachten Störungen. Diese Arten waren nicht speziell an ein Gebirgsklima angepasst, während Arten, die im Rahmen des

Tourismus als Zierpflanzen eingeführt werden, häufig wegen ihrer Kälteresistenz ausgewählt werden. Im Gegensatz zu früher, wo eine Art eine sehr weite klimatische Anpassungsfähigkeit besitzen musste, um sich zunächst im Tiefland etablieren und dann weiter in die Hochlagen ausbreiten zu können, werden in Zukunft möglicherweise vermehrt Arten auftauchen, die an das harsche Hochlagenklima angepasst sind. Von diesen spezialisierten Arten geht eine deutlich größere Gefahr aus als von den gegenwärtigen Generalisten.

Darüber hinaus kann die Resistenz der Gebirgssysteme gegenüber biologischen Invasionen durch Prozesse des globalen Wandels, insbesondere durch die Klimaänderung und die Ausweitung anthropogener Störungen, gemindert werden. Arten, die schon im Tiefland invasiv sind, können sich durch die Klimaerwärmung in höhere Lagen ausbreiten und anthropogene Störungen sind generell förderlich für Pflanzeninvasionen. (MCMULLEN u. JABBOUR 2009; Abbildung 5)

Handlungsmöglichkeiten

Gebirge, insbesondere die europäischen Alpen, beheimaten zahlreiche Ökosysteme, die bislang noch nicht gravierend von Pflanzeninvasionen betroffen sind. Dies ergibt für Wissenschaftler und Naturschützer die einmalige Möglichkeit, rechtzeitig auf eine mögliche zukünftige Bedrohung zu reagieren. Prävention im Sinne des Vorsorgeprinzips ist hierbei die effektivste und auch kostengünstigste Möglichkeit. Dazu müssen potentiell invasive Arten identifiziert und ihr Transport reglementiert werden.

Da die meisten Arten nur in einem oder wenigen Regionen vorkommen, können nur sehr schwer Arteneigenschaften bestimmt werden, die eine Invasion wahrscheinlich machen. Zu wissen, welche Arten in anderen Regionen invasiv sind, kann daher für Naturschutzverantwortliche die wichtigste Informationsquelle sein, um geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. Darüber hinaus ist es wichtig, ein Monitoringprogramm zu etablieren, um vorhandene Populationen zu beobachten und neue Populationen invasiver Arten frühzeitig zu entdecken. Nur in der Anfangsphase einer biologischen Invasion ist es vielversprechend, eine als problematisch bewertete Pflanzenart erfolgreich zu bekämpfen (KOWARIK 2003); um so mehr als die komplexe Topographie von Gebirgen jegliche Maßnahme zusätzlich erschwert.

Eine umfassende Strategie gegen Pflanzeninvasionen in Gebirgen kann darüber hinaus Handlungsanweisungen beinhalten, zum Beispiel für das Reinigen von Kleidung, Werkzeug oder Maschinen vor dem Eintritt in ein Schutzgebiet, um dadurch das Risiko der Einschleppung von gebietsfremden Pflanzenarten durch Besucher oder Arbeiter zu verringern. Insgesamt sollte das allgemeine Bewusstsein zu diesem Thema sensibilisiert werden und eine Zu-

sammenarbeit mit relevanten Gruppen, wie zum Beispiel der Gartenindustrie, der Tourismusbranche und natürlich der Bevölkerung, gestärkt werden.

Dank

Dieser Artikel basiert im Wesentlichen auf den Arbeiten von MIREN und den Diskussionen der MIREN-Mitglieder. Wir danken Anna Liebaug für hilfreiche Anmerkungen zum Manuskript.

Literatur

- AESCHIMANN, David; LAUBER, Konrad; MOSER, Daniel M. u. THEURILLAT, Jean-Paul (2004): Flora Alpina. Haupt. Bern.
- ALEXANDER, Jake M.; EDWARDS, Peter J.; POLL, Myriam; PARKS, Catherine G. u. DIETZ, Hansjörg (2009): Establishment of parallel altitudinal clines in traits of native and introduced forbs. *Ecology* 90: 612-622.
- ARÉVALO, José Ramón; DELGADO, Juan Domingo; OTTO, Rüdiger; NARANJO, Agustín; SALAS, Marcos u. FERNÁNDEZ-PALACIOS, José María (2005): Distribution of alien vs. native plant species in roadside communities along an altitudinal gradient in Tenerife and Gran Canaria (Canary Islands). *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 185-202.
- BECKER, Thomas; DIETZ, Hansjörg; BILLETER, Regula; BUSCHMANN, Holger u. EDWARDS, Peter J. (2005): Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 173-183.
- CAVIERES, Lohengrin A.; QUIROZ, Constanza L.; MOLINA-MONTENEGRO, Marco A.; MUÑOZ, Alejandro A. u. PAUCHARD, Anibal (2005): Nurse effect of the native cushion plant *Azorella monantha* on the invasive non-native *Taraxacum officinale* in the high-Andes of central Chile. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 217-226.
- DIETZ, Hansjörg; KUEFFER, Christoph u. PARKS, Catherine G. (2006): MIREN: a new research network concerned with plant invasion into mountain areas. *Mountain Research and Development* 26: 80-81.
- HAIDER, Sylvia; ALEXANDER, Jake; DIETZ, Hansjörg; TREPL, Ludwig; EDWARDS, Peter J. u. KUEFFER, Christoph (2010): The role of bioclimatic origin, residence time and habitat context in shaping non-native plant distributions along an altitudinal gradient. *Biological Invasions*, 12: 4003-4018.
- HEGER, Tina (2004): Zur Vorhersagbarkeit biologischer Invasionen. Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Analyse der Invasion gebietsfremder Pflanzen. *Neobiota* Band 4. Berlin.
- IUCN. The World Conservation Union (2000): IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species (approved by the 51st Meeting of the IUCN Council). Gland, Schweiz.
- JAKOBS, Gabi; KUEFFER, Christoph u. DAEHLER, Curtis C. (2010): Introduced weed richness across altitudinal gradients in Hawai'i: humps, humans and water-energy dynamics. *Biological Invasions*, 12: 4019-4031.
- KÖRNER, Christian u. SPEHN, Eva (Hrsg.) (2002): Mountain Biodiversity. A Global Assessment. The Parthenon Publishing Group. London.
- KOWARIK, Ingo (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Ulmer. Stuttgart.
- KUEFFER, Christoph (2010): Alien plants in the Alps: status and future invasion risks. In: PRICE, Martin F. (Hrsg.): Europe's ecological backbone: recognising the true value of our mountains. European Environment Agency (EEA). Kopenhagen: 153-154.
- MCDUGALL, Keith L.; ALEXANDER, Inke M.; HAIDER, Sylvia; PAUCHARD, Anibal; WALSH, Neville G. u. KUEFFER, Christoph (2010): Alien flora of mountains: global comparisons for the development of local preventive measures against plant invasions. *Diversity and Distributions*. Online first, DOI 10.1111/j. 1472-4642.2010.00713.x.
- MCMULLEN, Catherine P. u. JABBOUR, Jason (2009): Climate change science compendium 2009. UNEP, Earthprint. Nairobi.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2003): Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Island Press. Washington D.C.
- PAUCHARD, Anibal u. ALABACK, Paul B. (2004): Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. *Conservation Biology* 18: 238-248.
- PAUCHARD, Anibal; KUEFFER, Christoph; DIETZ, Hansjörg; DAEHLER, Curtis C.; ALEXANDER, Jake M.; EDWARDS, Peter J.; ARÉVALO, José Ramón; CAVIERES, Lohengrin A.; GUISSAN, Antoine; HAIDER, Sylvia; JAKOBS, Gabi; MCDUGALL, Keith; MILLAR, Constance I.; NAYLOR, Bridgett J.; PARKS, Catherine G.; REW, Lisa J. u. SEIPEL, Tim (2009): Ain't no mountain high enough: plant invasions reaching new elevations. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 479-486.
- WITTENBERG, Rüdiger (Hrsg.) (2005): An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland. CABI Bioscience Switzerland Centre report to the Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape.

Quellen aus dem Internet

- KUEFFER, Christoph u. HIRSCH HADORN, Gertrude (2008): How to achieve effectiveness in problem-oriented landscape research: the example of research on biotic invasions. *Living Reviews in Landscape Research* 2: 2. <http://www.livingreviews.org/lrlr-2008-2> (15.06.2010).

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Ing. Sylvia Haider
Technische Universität München
Lehrstuhl für Landschaftsökologie
Emil-Ramann-Str. 6
D-85350 Freising
sylvia.haider@wzw.tum.de

Dr. Christoph Küffer
ETH Zürich
Institut für Integrative Biologie
Pflanzenökologie
Universitätsstr. 16
CH-8092 Zürich
kueffer@env.ethz.ch

Laufener Spezialbeiträge 2011

Landschaftsökologie.

Grundlagen, Methoden, Anwendungen

ISSN 1863-6446 – ISBN 978-3-931175-94-8

Verkaufspreis 10,- €

Herausgeber und Verlag:

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege

Seethalerstraße 6, 83410 Laufen (ANL)

Internet: www.anl.bayern.de

E-Mail: poststelle@anl.bayern.de

Satz: Hans Bleicher, Grafik · Layout · Bildbearbeitung

Druck: OH Druck GmbH, Laufen

Stand: Januar 2011

© ANL, alle Rechte vorbehalten

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

Schriftleitung:

Ursula Schuster, ANL

Tel.: 08682/8963-53

Fax: 08682/8963-16

Ursula.Schuster@anl.bayern.de

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Autoren verantwortlich. Die mit dem Verfasseramen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Schriftleiterin wieder.

Redaktion für das vorliegende Heft:

Sylvia Haider, Tina Heger und Ursula Schuster.

Wissenschaftlicher Beirat: Prof. em. Dr. Dr. h. c. Ulrich Ammer, Prof. Dr. Bernhard Gill, Prof. em. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Haber, Prof. Dr. Klaus Hackländer, Prof. Dr. Ulrich Hampicke, Prof. Dr. Dr. h. c. Alois Heißenhuber, Prof. Dr. Kurt Jax, Prof. Dr. Werner Konold, Prof. Dr. Ingo Kowarik, Prof. Dr. Stefan Körner, Prof. Dr. Hans-Walter Louis, Dr. Jörg Müller, Prof. Dr. Konrad Ott, Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer, Prof. Dr. Ulrike Pröbstl, Prof. Dr. Werner Rieß, Prof. Dr. Michael Suda, Prof. Dr. Ludwig Trepl.

Erscheinungsweise:

unregelmäßig (ca. 2 Hefte pro Jahr).

Urheber- und Verlagsrecht:

Das Heft und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge, Abbildungen und weiteren Bestandteile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der ANL und der AutorInnen unzulässig.

Bezugsbedingungen/Preise:

Über Preise und Bezugsbedingungen im einzelnen: siehe Publikationsliste am Ende des Heftes.

Bestellungen über: bestellung@anl.bayern.de

oder über den Internetshop www.bestellen.bayern.de

Auskünfte über Bestellung und Versand:

Annemarie.Maier@anl.bayern.de

Zusendungen und Mitteilungen:

Manuskripte, Rezensionsexemplare, Pressemitteilungen, Veranstaltungsankündigungen und -berichte sowie Informationsmaterial bitte nur an die Schriftleiterin senden.

Für unverlangt Eingereichtes wird keine Haftung übernommen und es besteht kein Anspruch auf Rücksendung.

Wertsendungen (Bildmaterial) bitte nur nach vorheriger Absprache mit der Schriftleiterin schicken.