

Invasive Arten

Wolfgang Nentwig



Profile

Haupt

UTB



UTB 3383

Eine Arbeitsgemeinschaft der Verlage

Böhlau Verlag · Köln · Weimar · Wien

Verlag Barbara Budrich · Opladen · Farmington Hills

facultas.wuv · Wien

Wilhelm Fink · München

A. Francke Verlag · Tübingen und Basel

Haupt Verlag · Bern · Stuttgart · Wien

Julius Klinkhardt Verlagsbuchhandlung · Bad Heilbrunn

Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft · Stuttgart

Mohr Siebeck · Tübingen

Orell Füssli Verlag · Zürich

Ernst Reinhardt Verlag · München · Basel

Ferdinand Schöningh · Paderborn · München · Wien · Zürich

Eugen Ulmer Verlag · Stuttgart

UVK Verlagsgesellschaft · Konstanz

Vandenhoeck & Ruprecht · Göttingen

vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Wolfgang Nentwig

Invasive Arten

Mit 19 Abbildungen und 9 Tabellen

Haupt Verlag

Prof. Dr. *Wolfgang Nentwig* ist Professor für Ökologie am Institut für Ökologie und Evolution der Universität Bern.

1. Auflage 2010

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

UTB-ISBN 978-3-8252-3383-9

Satz: Verlag die Werkstatt, Göttingen

Umschlagfoto: Walter Ettmüller, CH-Bülach

Reihenkonzept und Umschlagentwurf: Alexandra Brand

Umschlagumsetzung: Atelier Reichert, Stuttgart

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2010 by Haupt Berne

Jede Art der Vervielfältigung ohne Genehmigung des Verlages ist unzulässig.

Printed in Germany

www.haupt.ch

UTB-Bestellnummer 978-3-8252-3383-9

Inhalt

Warum invasive Arten?

Entstehung und Anpassung von Arten	7
Einheimische Arten, Biodiversität und Koevolution	8
Natürliche Ausbreitung	9
Nicht-einheimische Arten	10
Warum immer mehr nicht-einheimische Arten?	14
Warum werden Arten invasiv?	18
Artenzahlen einheimischer und nicht-einheimischer Arten	21
Neue Wissenschaft	24

Invasive Arten im Profil

1 Absichtliche Freisetzung	25
Haustiere	25
Nutz- und Zierpflanzen	28
Jagdwild, Besatzfische, Krebse	33
Heimtiere und Befreiungsaktionen	36
2 Unbeabsichtigte Verschleppung	38
Blinde Passagiere im Container	38
Verunreinigungen	39
Straßen-, Schienen- und Luftfahrzeuge	41
Schiffe und Schifffahrtswege	45
Krankheiten und Schädlinge in Pflanzenmaterial	50
Mit dem tierischen Wirt	54
Gefangenschaftsflüchtlinge	56
3 Beeinträchtigung der einheimischen Biodiversität	59
Verarmung statt Bereicherung	59
Verdrängung durch Konkurrenz	62
Fressfeinde	64
Krankheitserreger und Parasiten	66

Hybridisierung	67
Umstrukturierung eines Ökosystems	69
4 Wirtschaftlicher Schaden	73
Landwirtschaft	73
Tierische Produktion	77
Waldwirtschaft	81
Infrastruktur	81
Gesellschaftliche Aspekte	83
5 Schädigung der menschlichen Gesundheit	87
Verletzungen und Allergien	87
Krankheitserreger	89
Parasiten	92
6 Kontrolle und Bekämpfung	93
Grundsatz: Saubere Produkte	93
Vorsorgeprinzip	94
Handelsbeschränkungen	96
Bekämpfungsmaßnahmen	97
Ausrottung ist möglich	99
Forschung ist wichtig	103
7 Gesetzliche Grundlagen	104
Internationale Konventionen	104
Europäische Union	106
Nationale Regelungen	107
Verursacherprinzip	110
8 Information und Öffentlichkeit	112
Die öffentliche Meinung	112
Informationssysteme und schwarze Listen	113

Anhang

Glossar	116
Internetadressen	118
Literatur	119
Register	124

Warum invasive Arten?

Entstehung und Anpassung von Arten

Die Entstehung von Arten, gleich ob es sich um Mikroorganismen, Pilze, Pflanzen oder Tiere handelt, ist eine **Geschichte der Anpassung** an die belebte und un belebte Umwelt. Dies ist aufgrund von zwei wichtigen Eigenschaften aller Arten möglich: Bei der sexuellen Fortpflanzung führt die Rekombination des Genoms schnell zu genetischen Unterschieden zwischen den Eltern und ihren Nachkommen, aber auch zwischen den Nachkommen. Zweitens produzieren alle Arten mehr Nachkommen, als im Lebensraum der entsprechenden Art Platz haben. Die genetischen Veränderungen sind ungerichtet, denn sie können sowohl vorteilhaft als auch nicht vorteilhaft sein. Bei den meisten Veränderungen wird ohnehin weder Vor- noch Nachteil erkennbar sein, das heißt, sie sind (vorerst) neutral. Schließlich sei auch noch erwähnt, dass die Umwelt einer Art nie konstant ist, sondern ständiger Veränderung unterliegt.

Die geringfügig verschiedenen Nachkommen eines Elternpaares haben in einer heterogenen Umwelt **unterschiedliche Überlebenschancen**. Wenn ein sich verändernder Lebensraum etwas trockener wird, weil ein Fluss seinen Lauf verändert oder der Niederschlag abnimmt, ist es denkbar, dass, um ein Beispiel zu nennen, bei einzelnen Käferindividuen eine bisher unbedeutende Veränderung in der äußeren Schutzschicht den Verdunstungsschutz erhöht. Sie haben daher eine bessere Überlebenschance, erreichen eher das Fortpflanzungsalter und werden über ihre Nachkommen diese Mutation weitergeben. Alle Individuen der gleichen Art ohne diese Mutation werden mehr Mühe haben, sich zu behaupten, vor allem aber wird ihre durchschnittliche Nachkommenzahl geringer sein. Innerhalb weniger Generationen werden daher alle Individuen dieser Käferart über den verbesserten Verdunstungsschutz verfügen.

Direkt vorteilhafte Mutationen haben also einen großen **Selektionswert**, das heißt, sie helfen dem betroffenen Individuum, sich in seiner dynamischen Umwelt zu behaupten. Ähnlich eindeutig verhält es sich mit nachteiligen Mutationen. Sie führen mehr oder weniger direkt zum Tod des Individuums. Von solch nachteiligen Mutationen abgesehen werden jedoch alle anderen Mutationen in der Population behalten und führen zu einer Erhöhung der Variabilität des betroffenen Merkmals. Je größer eine Population und je länger sie bereits in einem bestimmten

Lebensraum vorkommt, desto unterschiedlicher werden die Ausprägungen vieler Merkmale sein. Da auch neutrale Merkmale in einer sich ändernden Umwelt von großem Selektionsvorteil sein können, sind sie eine Versicherung für die Zukunft.

Wir können also davon ausgehen, dass in einem beliebigen Lebensraum die dort vorkommenden Arten eine beträchtliche Anpassungszeit hinter sich haben und so gut wie möglich an ihren Lebensraum angepasst sind. Diese Anpassungszeit wird in Mitteleuropa meist auf die Wiederbesiedlung nach dem Rückgang der letzten **Vergletscherung** vor etwa 12 000 Jahren bezogen. Dies entspricht bei den meisten einjährigen Pflanzen und Insekten genauso vielen Generationen. Da die meisten heute hier vorkommenden Arten aber viel älter sind und die Eiszeiten in verschiedenen Rückzugsgebieten überdauern konnten, kann man deutlich längere Anpassungszeiten annehmen.

Einheimische Arten, Biodiversität und Koevolution

Die in einem Lebensraum entstandenen Arten bezeichnen wir als die dort einheimischen Arten, deren mannigfaltige Ausprägung auch mit dem Begriff **Biodiversität** umschrieben wird. Neben den vielen Arten eines Lebensraumes schließt die Diversität eines Lebensraumes auch die genetische Vielfalt der Arten ein. Somit ist in die Biodiversität eines Lebensraumes auch sein evolutives Alter bzw. das der in ihm lebenden Arten einbezogen.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit konnten sich die in einem Lebensraum gemeinsam vorkommenden Arten so weit an ihre Umwelt anpassen, wie es erforderlich war, um dort zu überleben. Da neben der unbelebten Umwelt auch alle anderen Arten in diesen Lebensraum gehören, erfolgt auch eine **Anpassung** der verschiedenen Arten aneinander. Diese kann sehr unterschiedlich sein: Beutetiere können lernen, Räuber zu meiden, die ihrerseits immer besser im Aufspüren ihrer Beute werden. Pflanzenfressende Insekten passen sich immer stärker an ihre Futterpflanzen an, die ihrerseits immer wirksamere Verteidigungssubstanzen synthetisieren, um einige Arten unter ihren Fressfeinden loszuwerden.

Manche Arten gehen noch weiter gehende Beziehungen ein. Unter den Blütenbesuchern kann es zu **engen Abhängigkeiten** zwischen hoch spezialisierten Blütenpflanzen und ihren Bestäubern kommen. Manche Arten unter den Blattläusen, Zikaden oder Schmetterlingsraupen

können nur in enger Beziehung zu bestimmten Ameisenarten überleben. Viele Parasiten haben sich auf eine oder wenige Wirtsarten spezialisiert und unternehmen gewaltige Anstrengungen, um genau diese zu finden. Extreme Abhängigkeitsverhältnisse liegen zum Beispiel bei manchen Bäumen oder Orchideen vor, bei denen eine Pilzart durch die Fotosyntheseprodukte der Pflanze versorgt wird, die ihrerseits vom Pilz Phosphor- und Stickstoffverbindungen bezieht. Kein Partner kann mehr ohne den anderen existieren.

Solche Abhängigkeiten zwischen Arten deuten auf eine lange gemeinsame Entstehungsgeschichte hin, die wir auch als **Koevolution** bezeichnen. Koevolution weist meist auf artenreiche Lebensräume hin, die sich über längere Zeiträume entwickeln konnten.

Natürliche Ausbreitung

Der **Lebensraum** von Arten kann unterschiedlich groß sein. Wir kennen Arten, die weit verbreitet beispielsweise über einen ganzen Kontinent vorkommen. Daneben gibt es aber auch viele kleinräumig anzutreffende Arten, die nur in einem Flusssystem, auf einer Insel oder auf einem Höhenzug vorkommen. Diese Arten wiesen in ihrer Vergangenheit eine unterschiedliche Ausbreitungs- und Besiedlungsgeschichte auf. Einzelne Arten haben sich kaum aus ihrem evolutionären Entstehungsgebiet entfernt, während andere sich stark ausbreiteten.

Prinzipiell ist die Ausbreitungsmöglichkeit jeder Art begrenzt. Meeresküsten sind für die meisten Arten des Festlandes Ausbreitungsgrenzen. Gleichermaßen wird die Ausbreitung von Meeresorganismen durch die Lage der Kontinente eingeschränkt. Fließgewässer oder Seen begrenzen das Vorkommen der in ihnen lebenden Arten. Große Gebirgszüge wie die Alpen stellen für viele Arten eine unüberwindbare Barriere dar, Ähnliches gilt für die ausgedehnten Trockenzonen der Sahara in Nordafrika. Zu kalte, nasse oder warme Jahreszeiten können genauso einschränkend wirken wie das Fehlen der Wirtspflanze von Herbivoren oder spezialisierten Blütenbesuchern. Solche Grenzen bezeichnen wir als **biogeografische Barrieren**, da sie die natürlichen Areale von Arten definieren.

Die Ausbreitung, zu denen Arten im Rahmen dieser Einschränkungen fähig sind, bezeichnen wir als **natürliche Ausbreitung**. Für unterschiedliche Arten kann sie sehr verschieden sein. Manche nur lokal vorkommenden Arten haben offenbar kein nennenswertes natürliches Ausbreitungsvermögen, d. h., sie breiten sich nicht aus. Andere sehr mo-

bile und oft anspruchslose Arten hingegen konnten ihren Lebensraum über ganz Europa und auch darüber hinaus ausdehnen. Sieht man von besonders mobilen bzw. völlig immobilen Arten ab, ist die durchschnittliche natürliche Ausbreitungsgeschwindigkeit von Arten eher gering. Sie beträgt oftmals weniger als hundert Meter pro Generation, sodass die nacheiszeitliche Wiederbesiedlung Mitteleuropas viele Jahrtausende dauerte und für manche Arten bis heute noch nicht abgeschlossen ist.

Das Ausbreitungsvermögen einer Art ist keine Konstante, da es sich beispielsweise mit der Qualität des Lebensraumes ändert. In erdgeschichtlichen Zeiträumen und vor allem bei der nacheiszeitlichen Wiederbesiedlung Europas vergrößerte sich für die meisten Arten mit den klimatischen Bedingungen ihr möglicher Lebensraum und damit auch ihre Ausbreitungsdynamik. Die Verfügbarkeit neuer eisfreier Gebiete nach dem Rückzug der Gletscher führte also bei vielen Arten zu einer Arealausdehnung, die somit als natürlicher Prozess anzusehen ist. Auch die neuzeitliche, fortschreitende **Klimaerwärmung** führt zur Veränderung der möglichen Siedlungsgebiete zahlreicher Arten. Diese finden nun neue geeignete Gebiete vor, sodass sich ihre Areale verschieben. Manche Arten verschwinden aber auch aus ungeeigneten Randgebieten, d. h., ihr Areal schrumpft. Beides sind natürliche Prozesse, auch wenn die aktuelle Klimaerwärmung überwiegend anthropogene Ursachen hat.

Die Arteninventare eines Lebensraumes und das Areal einer Art unterliegen also einer gewissen Dynamik. Hieraus kann gefolgert werden, dass Einwanderung per se natürlich ist, sofern diese Arten ihr neues Gebiet mit eigener Kraft erreichen, aus europäischer Sicht also bereits in Europa oder den angrenzenden Gebieten vorkommen.

Nicht-einheimische Arten

Im Gegensatz zur natürlichen Ausbreitung von Arten zeichnet sich die Ausbreitung von nicht-einheimischen Arten durch drei Merkmale aus: Sie erfolgt (1) erst durch den Menschen, (2) über biogeografische Grenzen hinweg und (3) innerhalb sehr kurzer Zeiträume. In dem Gebiet, in das diese Arten neu eingeführt werden, sind sie **nicht-einheimisch**. Dieser Prozess ist Gegenstand dieses Buches.

Als die **Menschen** im Laufe ihrer eigenen Entwicklungsgeschichte die Erde eroberten und immer neue Gebiete besiedelten, haben sie absichtlich oder unabsichtlich Pflanzen und Tiere mitgenommen, wodurch diese außerhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes gelangten

und dort Fuß fassen konnten. Ursprünglich bezog sich diese Verbreitung von Nutzpflanzen und Nutztieren auf die Nahrungssicherung des Menschen. Passiv wurden jedoch auch Schädlinge der Nutzpflanzen oder Parasiten und Krankheitserreger der Haustiere und des Menschen selbst verbreitet, Vorratsschädlinge und ein breites Spektrum von Arten, die in den Besitztümern der Menschen unerkannt mittransportiert wurden. Im Laufe der menschlichen Ausbreitungsgeschichte erhöhte sich die Zahl dieser Arten immer mehr.

Bei der **Eroberung der Welt** waren die Menschen, von der Neuzeit abgesehen, auf ihre eigene Kraft angewiesen, d. h., sie gingen zu Fuß. Australien und Amerika konnten nur in einer sehr speziellen eiszeitlich bedingten Phase eines niedrigen Meeresspiegels vor 60 000 bzw. vor 15 000 Jahren erreicht werden. Viele entfernte Inseln konnten gelegentlich mit Booten erreicht werden. Solche Fahrten waren aber gefährlich, und regelmäßige Verbindungen konnten meist nicht aufrechterhalten werden.

Diese Situation änderte sich in Europa mit hochseetauglichen Schiffen und guten Navigationskenntnissen, die ab dem 15. Jahrhundert verfügbar waren. Die frühere Entdeckung Nordamerikas durch die Wikinger (Leif Eriksson um 1000) hatte zu keiner dauerhaften Besiedlung geführt, und Kolumbus entdeckte daher Amerika 1492 zum zweiten Mal, 1498 fuhr Vasco da Gama um die afrikanische Küste bis Indien, wenige Jahre später umrundete Magellan die Erde (1519–1522). In den folgenden Jahrhunderten der **Kolonialzeit** kam es mit einem immer dichter werdenden Netz von Schiffsbewegungen zwischen allen Teilen der Erde zu immer intensiveren Handelsbeziehungen. Die Phase der Kolonialisierung wurde nach dem Zweiten Weltkrieg (1939–1945) durch die Globalisierung und den Beginn des zivilen Massenflugverkehrs abgelöst (Abb. 1).

Auch wenn erst in unseren modernen Zeiten Arten innerhalb von 24 Stunden weltweit transportiert werden können und sie somit globale Distanzen lebend überdauern, ist es wichtig, in Erinnerung zu behalten, dass die heutige Dynamik auf Kolumbus zurückzuführen ist, also rund 500 Jahre alt ist. Seit der **Entdeckung der Neuen Welt 1492** nahm der weltweite Personen- und Warenverkehr langsam, aber stetig zu, genauso wie die Zahl der nicht-einheimischen Arten, die weltweit transportiert und ausgesetzt wurden. Daher wird dieses Datum, gelegentlich auch auf 1500 gerundet, global als Beginn des Erscheinens von nicht-einheimischen Arten gewertet.

Es ist sinnvoll, solch einen **Nullpunkt** zu setzen, da man das vergleichsweise neuzeitliche Phänomen der Verschleppung von nicht-einheimischen Arten von den früheren historischen Prozessen trennen

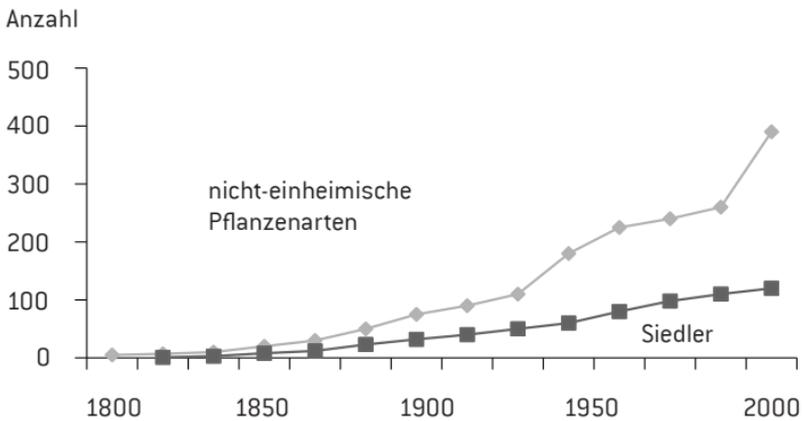


Abb. 1: Zunahme der Anzahl nicht-einheimischer Pflanzen in Abhängigkeit von der Zahl der dauerhaften Siedler auf den Galapagosinseln. Nach Myers & Bazely (2003).

möchte. Wenn auch die Römer mit ihren Getreidelieferungen die häufigsten Ackerunkräuter aus dem europäischen Mittelmeerraum in Germanien etablierten, so ähnelt dieser Vorgang doch nur vordergründig dem modernen Transport von Kleesaatgut aus Kanada nach Europa, mit dem ebenfalls die entsprechenden Unkrautarten Kanadas in Europa etabliert wurden. Die zeitliche Grenzziehung bei 1500 zu setzen, könnte willkürlich genannt werden, ist jedoch recht geschickt gewählt. Bei der zeitlichen Analyse des Auftretens nicht-einheimischer Arten stellt man für Europa eine erste Welle neuer Arten zur Zeit des römischen Imperiums fest. Während der nachfolgenden Klimaänderung, die die germanische Völkerwanderung des 4. bis 6. Jahrhunderts und den Zusammenbruch der römischen Weltordnung auslöste (Nentwig 2005), sowie während der fast 1000 Jahre dauernden christlich-feudal geprägten gesellschaftlichen Stagnation im Mittelalter erhöhte sich die Zahl nicht-einheimischer Arten kaum. Mit der dann einsetzenden Renaissance änderte sich die Situation jedoch grundlegend und führte kontinuierlich bis zum heute noch anhaltenden Boom von nicht-einheimischen Arten.

Dem zeitlichen Nullpunkt von 1492 haftet allerdings etwas Künstliches an, und er entspringt eindeutig unserem eurozentrischen Weltbild. Wenn dieser Nullpunkt auch in den weitaus meisten Fällen seine Berechtigung hat und unser Bedürfnis nach begrifflicher Klärung erfüllt, so ist aus ökologischer Sicht eine **funktionale Definition** eindeutig vorzuziehen. Diese bezieht sich auf die biogeografischen Grenzen zwischen