

Biologische Invasionen als Ursache von Floren- und Vegetationsveränderungen in Deutschland

- Ingo Kowarik, Berlin -

Abstract

The paper reviews the importance and potential harmful impacts of non native plant species (= neobiota) in Germany. The introduction of non-native species and the anthropogenic differentiation of taxa since the Neolithic have contributed greatly to species richness. In the flora of Germany, 22.4% are non native species (687 out of 3062; of which 275 are archeophytes and 412 established neophytes). Neobiota have far-reaching ecological, evolutionary, and biogeographic consequences, so biological invasions form an important and urgent problem in Germany. The paper gives an overview on problematic non-natives neophytes in Germany. Compared to the large numbers of plant species introduced or to the total of established non native species, only a small fraction of species are perceived as problematic. This stresses the importance of case-by-case evaluations which should consider species and ecosystem aspects. Information gaps that need to be filled in order to do so concern ecological effects of non native species on larger geographic scales as well as evolutionary and economic consequences of biological invasions.

1. Einleitung

Weltweit werden biologische Invasionen zu den wesentlichen Gefährdungsfaktoren der biologischen Vielfalt gezählt. Sie verursachen zudem erhebliche Kosten durch die Beeinträchtigung von Landnutzungen (ELTON 1958, SANDLUND et al. 1996, VITOUSEK et al. 1997, MACK et al. 2000, PIMENTEL et al. 2000, MCNEELY et al. 2001). Angesichts solcher Probleme haben sich die Unterzeichnerstaaten im Übereinkommen über die Biologische Vielfalt von 1992 in Artikel 8 h verpflichtet, „soweit wie möglich und sofern angebracht, ... die Einbringung nichtheimischer Arten, welche Ökosysteme, Lebensräume oder Arten gefährden, [zu] verhindern, diese Arten [zu] kontrollieren oder [zu] beseitigen“ (BMU 1992). Diese inzwischen auch von Deutschland ratifizierte Vereinbarung verpflichtet mit den Bestimmungen aus Artikel 8 h in doppelter Sicht zum Handeln:

- zur vorausschauenden Vermeidung der Ersteinführung neuer und der sekundären Ausbringung bereits im Gebiet vorhandener problematischer Arten und
- zum Problemmanagement bei bereits in Deutschland vorkommenden Arten, die kontrolliert oder beseitigt werden sollen, sofern sie die genannten Schutzgüter gefährden.

In Mitteleuropa ist die Situation allerdings anders als in vielen Teilen der südlichen Hemisphäre und in Nordamerika. Woran liegt dies? Das gemäßigte Klima Mitteleuropas schließt (bislang!) viele Arten subtropischer und tropischer Gebiete aus. Die nach der letzten Eiszeit natürlich eingewanderten Arten sind selbst erfolgreiche Kolonisatoren, die seit mehreren tausend Jahren mit weit reichenden und häufig veränderten menschlichen Landnutzungen konfrontiert werden. In vielen anderen Teilen der Welt

besteht dagegen eine oft wesentlich längere Kontinuität natürlicher Bedingungen. Der kulturelle Einfluss durch menschliche Besiedlung und intensive Wirtschaftsformen, wie Ackerbau und Viehzucht, ist dort zugleich meist wesentlich geringer gewesen oder reicht weniger weit zurück. Die an solche eher gleich bleibenden Bedingungen angepassten Organismen reagieren deshalb oft empfindlicher auf neu eingeführte Arten als dies in Mitteleuropa der Fall ist. Obwohl solche Zusammenhänge noch nicht systematisch aufgearbeitet worden sind, besteht doch Anlass zur Vermutung, dass nichteinheimische Organismen in Mitteleuropa ein schwierigeres Terrain vorfinden als in vielen anderen Teilen der Welt.

Dennoch führen auch in Mitteleuropa biologische Invasionen zu weit reichenden Floren- und Vegetationsveränderungen und zu anderen Konflikten, so dass hier nicht nur ein großes Forschungsfeld, sondern auch ein erheblicher Handlungsbedarf besteht (KOWARIK & STARFINGER 2002, KOWARIK 2003, HUBO et al. 2004). Im Folgenden wird zunächst das Phänomen biologischer Invasionen erläutert. Danach werden Auswirkungen auf die Flora Deutschlands sowie andere naturschutzfachlich relevante Auswirkungen skizziert.

2. Biologische Invasionen: Konzepte und Begriffe

Biologische Invasionen sind ein biogeographisches Phänomen: Durch die Überwindung bislang begrenzender Barrieren erreichen Organismen Gebiete, die sie zuvor nicht besiedelt haben. Biologische Invasionen sind daher mit einer Arealausweitung verbunden und hierdurch von anderen Besiedlungsprozessen („colonization“) zu unterscheiden. Als biogeographisches Phänomen sind biologische Invasionen zunächst naturwissenschaftlich zu untersuchen. Entsprechend wertneutral ist auch die erste Verwendung der Begriffe „Invasion“ und „Invasionspflanze“ in der adventivfloristischen deutschsprachigen Literatur — das erste Mal wahrscheinlich bei LEHMANN (1895).

Arealbegrenzende Ausbreitungsbarrieren können auch durch natürliche Vorgänge überwunden werden. Jedoch überwiegen in der Neuzeit durch Menschen ausgelöste Invasionen, so dass sich die Invasionsbiologie auf die Erforschung **anthropogener** biologischer Invasionen konzentriert (RICHARDSON et al. 2000). Diese sind zu definieren als die durch Menschen vermittelte Ausbreitung von Organismen in einem Gebiet, das sie zuvor nicht auf natürlichem Wege erreicht haben. Voraussetzung hierfür ist die Überwindung räumlicher Ausbreitungsbarrieren durch die beabsichtigte oder unbeabsichtigte Einführung von Arten oder durch die Beseitigung von Ausbreitungsbarrieren, die das Areal einer Art zuvor begrenzt hatten (KOWARIK 2003). So ermöglichen beispielsweise auch Kanalbauten biologische Invasionen, etwas die durch den Suezkanal ausgelöste „Lessepsian migration“ (POR 1978) oder die Ausbreitung von Kleinkrebsen durch den Rhein-Main-Donau-Kanal (TITTIZER 1996).

Auch wenn das Ergebnis biologischer Invasionen zumeist auf dem Niveau von Arten bilanziert wird, vollziehen sich Invasionsprozesse unabhängig von taxonomischen Rangstufen. Insofern kann auch die Ausbringung von Kultursippen oder eingeführten Provenienzen einheimischer Arten als Auslöser biologischer Invasionen fungieren.

Als wertneutraler Überbegriff für die Gesamtheit der Invasionsorganismen, die neu in einem Gebiet auftreten, ist der Terminus Neobiota (= gebietsfremde Organismen) vorgeschlagen worden. Er bezeichnet Organismen, die durch menschliche Mitwirkung in Gebiete außerhalb ihres natürlichen Areals gelangt sind oder sich dort unter Beteiligung

solcher Arten entwickelt haben (KOWARIK 2003). Dieser Begriff ist dem angloamerikanischen „biota“ angelehnt, der auf alle Organismengruppen bezogen werden kann, wogegen z.B. unter Hemerochoren traditionell nur Pflanzen subsummiert werden.

Der zunehmend verwendete Begriff „invasive Arten“ hat eine zweifache Bedeutung. Zunächst bezeichnet er wertneutral Organismen, die sich (erfolgreich) innerhalb eines Invasionsprozesses befinden (RICHARDSON et al. 2000). Im Zuge der Umsetzung der Biodiversitätskonvention ist der gleiche Begriff naturschutzpolitisch und damit anthropozentrisch belegt worden. „Invasive species“ bezeichnet nun Arten, die „spread in ways that are destructive to human interests“ (MCNEELY et al. 2001). Insofern sind invasive Arten in diesem Zusammenhang nichts anderes als problematische gebietsfremde Arten – und so sollte man sie wegen der doppelten Bedeutung des Terminus „invasiv“ auch nennen.

3. Florenveränderungen in Deutschland

Im Zuge der nacheiszeitlichen Erwärmung hat sich die Flora Mitteleuropas stetig erweitert. Spätestens seit der neolithischen Revolution wird dieser Prozess durch Menschen beeinflusst, die Neobiota mit Absicht oder auch unbeabsichtigt ins Gebiet gebracht haben. Der Zustrom neuer Arten war dabei in verschiedenen Epochen sehr unterschiedlich, in der Römischen Kaiserzeit z. B. stärker als zur Völkerwanderungszeit (WILLERDING 1986, OTTE & MATTONET 2001). Die Bilanzierung der Florendynamik für Mecklenburg veranschaulicht beispielhaft den zeitlichen Prozess des Zugangs neuer Arten (FUKAREK 1988): Der Zugang an nichteinheimischen Arten begann hier gegen 3200 v. Chr. mit der Etablierung der Trichterbecher-Kultur. Heute stehen in der Flora Mecklenburgs 978 indigenen Arten 1237 Archäo- und Neophyten gegenüber, von denen 510 etabliert sind. Bislang sind 41 Arten in Mecklenburg ausgestorben. Biologische Invasionen haben damit eine erhebliche Erweiterung der Flora bewirkt. Der Anteil nichteinheimischer Arten beträgt in Mecklenburg 56% bzw. 34%, wenn nur etablierte Arten berücksichtigt werden.

Auch wenn für Deutschland insgesamt oder für einzelne Bundesländer die Anzahl der nichteinheimischen Arten (Archäophyten, Neophyten) den Verlust einheimischer Arten mehr als ausgleicht, kann die Situation in kleineren Raumausschnitten unterschiedlich sein. In Thüringen konnte beispielsweise für gut untersuchte Viertelquadranten eine dramatische Florenverarmung belegt werden: einem Verlust von durchschnittlich 76,7 Arten steht ein Gewinn von nur 22,3 neuen Arten gegenüber. Die Anzahl der landesweiten Aussterbeereignisse war im Zeitraum 1950 bis 1989 deutlich höher als in früheren Referenzzeiträumen (KORSCH & WESTHUS 2004). Allerdings ist zwischen dem Rückgang einheimischer und der Zunahme nichteinheimischer Arten kein zwingender ursächlicher Zusammenhang anzunehmen (vgl. auch 4.1).

Maximale Einführungs- bzw. Einschleppungszahlen für Pflanzen werden für das 19. Jahrhundert angenommen (JÄGER 1988 zu eingebürgerten Neophyten, KOWARIK 1992a zu Gehölzeinführungen). Auch wenn seit Ende des 19. Jh. weniger Arten neu nach Deutschland eingeführt werden, ist dennoch mit einer Zunahme des Umfangs und der Reichweite biologischer Invasionen in Deutschland zu rechnen. Hierzu tragen verschiedene Gründe bei:

- die zeitlich verzögerte Ausbreitung von bereits im Gebiet vorhandenen Taxa (time lag-Effekte, z. B. aufgrund von veränderten Umweltbedingungen, genetischen Anpassungsprozessen u. a., KOWARIK 1995a, ELLSTRAND & SCHIERENBECK 2000),

- die Besiedlung neuer Teilgebiete von Deutschland als Ergebnis natürlicher und anthropogener Ausbreitungsprozesse (z.B. BERG 1997 zu nach 1950 neu in Mecklenburg-Vorpommern auftretenden Neophyten),
- die Ersteinführung neuer Arten durch neuartige Ausbreitungsvektoren (z. B. mit Ballastwasser transportierte Taxa, GOLLASCH 1999, LENZ et al. 2000),
- die Art der Pflanzenvermehrung und –verwendung sowie der Bearbeitung des vermehrten Materials, die auch zu Ausbreitungen von eingeführten Provenienzen einheimischer Arten (z.B. bei Baumschulgehölzen, Grünlandarten, SPETHMANN 1995, KOWARIK & SEITZ 2002, MOLDER 2002) führen können.

3.1 Bilanzierung

Tab. 1 veranschaulicht den Stellenwert von Neobiota in der Flora von Deutschland. Aktuell kommen 3062 einheimische und eingebürgerte Sippen vor (abweichende Zahlen beruhen auf anderen Darstellungsmöglichkeiten der Daten von WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998). Darunter sind 687 etablierte Archäo- und Neophyten. Das Verhältnis zwischen eingebürgerten nichteinheimischen und einheimischen Sippen der Flora Deutschlands beträgt etwa 1 : 3,5. Die Zahl der etablierten nichteinheimischen Arten übersteigt die der ausgestorbenen indigenen Arten etwa um das 15-fache. Eine Teilgruppe der Nichtheimischen sind die Agriophyten, die in naturnaher Vegetation etabliert sind. Ihre Anzahl übertrifft die der ausgestorbenen indigenen Arten um etwa

Tab. 1: Rolle von Neobiota in der Flora von Deutschland (Bilanzierung von Arten, Unterarten und Varietäten, aber ohne Apomikten und Hybriden nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998; Angaben zu ausgestorbenen Arten nach KORNECK et al. 1996, zu Agriophyten nach LOHMEYER & SUKOPP 1992, 2001; zu bekämpften Arten nach KOWARIK 2003; zu eingeführten Arten nach SUKOPP 1980).

	Artenzahl	%
a) Flora von Deutschland	3062	100%
• einheimische Sippen	2375	77,6%
• nichteinheimische Sippen	687	22,4%
○ vor 1492 n. Chr. Vorkommend (Archäophyten)	275	9,0%
○ nach 1492 n. Chr. vorkommend (Neophyten)*	412	13,4%
• ausgestorbene Arten	47	1,5%
b) etablierte nichteinheimische Arten	687	100%
• in naturnaher Vegetation etabliert (Agriophyten)	277	40,3%
• spezifisch bekämpfte Arten		
○ ohne Ackerunkräuter	~ 30	~ 4,4%
○ mit Ackerunkräutern	~ 50	~ 7,3%
c) beabsichtigt und unbeabsichtigt eingeführte Arten (Schätzung)	>12.000	100%
• etablierte nichteinheimische Arten	687	~ 5,7%
• in naturnaher Vegetation etabliert (Agriophyten)	277	~ 2,3%
• spezifisch bekämpfte Arten		
○ ohne Ackerunkräuter	~ 30	~ 0,3%
○ mit Ackerunkräutern	~ 50	~ 0,4%

* ohne unbeständige Sippen

das 6-fache. Rein rechnerisch haben biologische Invasionen damit zu einer Erhöhung der Artenvielfalt in Deutschland geführt. Unberücksichtigt bleibt bei diesen Berechnungen die sicher über tausend Arten umfassende Gruppe der unbeständigen Neophyten (Ephemerophyten). Ihre Bilanzierung ergab allein für Berlin 744 Arten (PRASSE et al. 2001).

Mit 687 Sippen etablierten sich bislang etwa 6% der insgesamt eingeführten oder eingeschleppten Arten, deren Anzahl von SUKOPP (1980) auf >12.000 geschätzt wurde. Nach RAUER et al. 2000 sollen in deutschen botanischen Gärten mit Einheimischen und Warmhauspflanzen sogar 50.000 Sippen kultiviert werden. Derzeit werden in Deutschland etwa 50 nichteinheimische Arten gezielt bekämpft, darunter ca. 30 außerhalb von Landwirtschaftsflächen (KOWARIK 2003). Dies sind unter 8% der 687 eingebürgerten Arten und weniger als ein halbes Prozent der nach SUKOPP (1980) insgesamt eingeführten Arten.

4. Andere Auswirkungen nichteinheimischer Arten und hieraus resultierende naturschutzfachliche Konflikte

In erdgeschichtlich kurzer Zeit haben von Menschen ausgelöste biologische Invasionen Veränderungen verursacht, die natürlicherweise nie oder nur in sehr langen Zeiträumen geschehen würden. Solche Veränderungen betreffen die genetische Struktur von Populationen ebenso wie Verbreitungsmuster von Arten im lokalen, regionalen, kontinentalen und globalen Maßstab. Sie geschehen daher auf allen Ebenen der Biodiversität, wie Tab. 2 mit mitteleuropäischen Beispielen veranschaulicht. Ihre Folgen sind ökologisch und in höchstem Maße auch evolutionär und biogeographisch relevant, jedoch in ihrer Reichweite noch nicht voll überschaubar.

4.1 Zur Skalenabhängigkeit von Auswirkungen

Auch wenn ein breites Spektrum an Auswirkungen gebietsfremder Arten für Deutschland belegt ist (Überblick: KOWARIK 2003), erschwert ein Skalenproblem eine genauere Einschätzung invasionsbedingter Auswirkungen. Auf lokaler Ebene sind erhebliche Verdrängungseffekte Dominanz bildender Neophyten in der Begleitvegetation nachgewiesen worden (z. B. zu *Fallopia*, *Solidago*, *Prunus serotina*, *Robinia*, *Lupinus* LOHMEYER & SUKOPP 1992, KOWARIK 1992a, HARTMANN et al. 1995, ALBERTERNST 1998, SCHEPKER 1998, STARFINGER et al. 2003, VOLZ 2003, OTTE & MAUL 2005).

Inwieweit sich solche Effekte auf höheren räumlichen Ebenen als jener der untersuchten Wuchsorte auswirken, ist bislang nicht eindeutig geklärt. Die Anzahl einheimischer und nichteinheimischer Arten kann sowohl negativ (z. B. LEVINE & D'ANTONIO 1999, NAEEM et al. 2000) als auch positiv (z. B. STOHLGREN et al. 1999, PYSEK et al. 2002) korreliert sein. SHEA & CHESSON (2002) erklären diesen scheinbaren Gegensatz mit den unterschiedlichen räumlichen Skalen der verschiedenen Untersuchungen. Demnach können externe Faktoren, z. B. ein breites Habitatangebot, beide Artengruppen auf einer höheren räumlichen Ebene begünstigen.

So fanden KÜHN et al. (2004), dass ca. 130 km² große Rasterflächen mit urbanen Nutzungen artenreicher als gleich große im Stadtumland sind und der Artenreichtum urbaner Flächen auch aus höheren Artenzahlen einheimischer Arten resultiert. Bei der ökologischen Interpretation solcher Ergebnisse ist allerdings zu bedenken, dass bei den hochgradig heterogenen Rasterflächen das Phänomen der Einfügung nichteinheimischer Arten in vorhandene Vegetation, also eine nachhaltige Ko-Existenz zwischen

Tab. 2; Biologische Invasionen von Pflanzen betreffen alle Ebenen der Biodiversität und können regional zu deren Minderung oder Erweiterung führen (nach KOWARIK 2003).

	Minderung durch	Mitteleuropäische Beispiele
Genetische Vielfalt	Verdrängung regional angepasster Sippen (Ökotypen, gebietseigene Herkünfte) durch Hybridisierung, Introgression oder intra-spezifische Konkurrenz	Gefährdung von Obstgehölzwildsippen durch Kultursippen, von gebietstypischen Gehölz- und Grünlandsippen durch fremde Herkünfte
Artenvielfalt	Verdrängung einheimischer Arten durch interspezifische Konkurrenz oder interspezifische Hybridisierung; Rückgang infolge von Parasitismus	Zurückdrängen von Arten der Vorgängervegetation durch Neophyten mit Dominanzbildung (<i>Fallopia</i> , <i>Prunus serotina</i> u. a.); Rückgang von Ulmen durch den parasitierenden Neomyceten <i>Omphlostoma ulmi</i>
Lebensgemeinschaften und Ökosysteme	Verdrängung vorhandener Lebensgemeinschaften durch Konkurrenz oder indirekt durch Standortveränderungen; Benachteiligung hoch spezialisierter Tierarten (z. B. Phytophage) durch ungeeignetes Nahrungsangebot	Nivellierung der Vegetation durch klonal wachsende Neophyten mit hoher Persistenz (z. B. <i>Fallopia</i>); Standortveränderungen durch N-Fixierung (z. B. <i>Robinia</i> , <i>Lupinus</i>); Baumaufwuchs auf Waldgrenzstandorten (z. B. <i>Pseudotsuga menziesii</i>); engeres Phytophagenspektrum von <i>Impatiens parviflora</i> im Vergleich zu <i>I. noli-tangere</i>
	Erhöhung durch	mitteleuropäische Beispiele
Genetische Vielfalt	erhöhte Sippenvielfalt durch Entstehung neuer Sippen infolge evolutiver Anpassung an anthropogene Bedingungen bzw. durch Hybridisierung mit anderen Sippen	evolutive Herausbildung von Ackerunkräutern (Unkraut-Kulturpflanzen-Komplex); Bildung neogener Endemiten bei <i>Oenothera</i>
Artenvielfalt	Einfügung nichteinheimischer Arten in bestehende Lebensgemeinschaften oder vorhandene Arten zu verdrängen; nichteinheimische Arten als Pioniere auf zuvor unbesiedelten oder nicht mehr besiedelten Standorten	kurzlebige Neophyten in der Pioniervegetation auf Kiesbänken; <i>Impatiens glandulifera</i> in vielen Uferstaudengesellschaften; fast alle Neophyten, die keine Dominanzbestände ausbilden; <i>Senecio inaequidens</i> , <i>Dittrichia graveolens</i> auf industriellen Sonderstandorten
Lebensgemeinschaften und Ökosystemen	Entstehung neuer, durch Archäo- oder Neophyten geprägter Lebensgemeinschaften, oft in Anpassung an anthropogene Bedingungen; positive Rückwirkungen auf Tierarten, für die Nahrungs- u. Habitatangebot nichteinheimischer Pflanzen nutzbar sind	die meisten Lebensgemeinschaften auf Ruderal- und Segetalstandorten; von Agriophyten gebildete Phytozönosen (z. B. mit <i>Acorus calamus</i> , <i>Spartina anglica</i> , <i>Impatiens parviflora</i>); Förderung bestimmter Insektengruppen durch <i>Impatiens glandulifera</i> u. <i>I. parviflora</i>

einheimischen und nichteinheimischen Arten, nicht von dem des räumlichen Nebeneinanders in fragmentierten Lebensräumen zu unterscheiden ist. Weiter sagen Artenzahlen nichts über die Größe und den Etablierungsstatus der nachgewiesenen Arten aus. So sind für Berlin unterschiedliche Etablierungsschwerpunkte für Indigene, Archäo- und Neophyten auf spezifisch urbanen und eher naturnahen Standorten belegt worden, wobei vor allem gefährdete Arten einen deutlichen Schwerpunkt auf

eher ursprünglichen Standorten haben (KOWARIK 1992b). Auf einer niedrigeren räumlichen Ebene, z. B. der eines Wuchsortes, können dagegen Mechanismen auf der Populationsebene (z. B. interspezifische Konkurrenz) zu einer negativen Korrelation zwischen den Artenzahlen einheimischer und nichteinheimischer Arten führen (SHEA & CHESSON 2002).

Untersuchungen zur Entwicklung der Artenvielfalt in Robinienbeständen veranschaulichen, dass neben den unterschiedlichen räumlichen Skalen auch zeitliche bei der Analyse von Auswirkungen zu berücksichtigen sind. So entstehen nach der Einwanderung von Robinien in artenreiche Magerrasen zunächst ungemein artenarme Bestände, die sich mit zunehmender Entwicklungszeit jedoch erheblich anreichern. Während bei höheren Pflanzen auf diese Weise starke Schwankungen der Artenzahlen entstehen, sind die Trends bei den Artenzahlen der untersuchten Laufkäfer und epigäischen Spinnen wesentlich ausgeglichener. Bei allen Gruppen vollzieht sich jedoch ein weitgehender Wechsel in der Artenzusammensetzung, der durch Artenzahlen allein nicht abgebildet wird (KOWARIK 1995b, PLATEN & KOWARIK 1995).

4.2 Naturschutzkonflikte in Deutschland

Auf der Ebene eines Bundeslandes haben gebietsfremde Arten im Vergleich zu anderen Rückgangsfaktoren eine geringe Bedeutung (KORNECK & SUKOPP 1988, KORNECK et al. 1998). Hieraus auf ein geringes Konfliktpotenzial biologischer Invasionen zu schließen, ist aus zwei Gründen unsachgemäß: Naturschutzprobleme sind auch auf lokaler und regionaler Ebene zu berücksichtigen, und bei einer Problemanalyse ist das gesamte Spektrum der Schutzgüter nach § 1 des Bundesnaturschutzgesetzes einzubeziehen. Rote Listen sind ein hervorragender Indikator für Rückgangstendenzen auf höheren räumlichen Ebenen. Sie haben jedoch keine Aussagekraft in Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen der genetischen Vielfalt, von Biozöosen, von Naturhaushaltsfunktionen und von ästhetischen Schutzgütern wie der Schönheit und Eigenart von Natur und Landschaft.

Umfragen bei Naturschutzverwaltungen sowie bei Forst- und Wasserwirtschaftsbehörden und städtischen Grünämtern lassen ein erhebliches Konfliktpotenzial in der Praxis erkennen (KOWARIK & SCHEPKER 1998, SCHEPKER 1998, 2004). 96% von 360 Naturschutzbehörden melden Probleme mit Neophyten, wobei insgesamt 73 Arten als problematisch benannt werden (SCHEPKER 2004). Die häufiger genannten Arten sind in Tab. 3 mit betroffenen Lebensräumen und Konfliktfeldern aufgeführt.

Ob ein bestimmter Neophyt als problematisch eingeschätzt wird, hängt einerseits vom Kenntnisstand mit ihm verbundener Auswirkungen oder Risiken und andererseits von persönlichen Werthaltungen ab, die in Hinblick auf biologische Invasionen stark variieren (vgl. z.B. ESER 1999, KÖRNER 2000). Beides wirkt in der Problemeinschätzung einer Art zusammen, so dass die entsprechenden Angaben in der vorletzten Spalte in Tab. 3 vorsichtig interpretiert werden sollten. Bei einigen Arten ist eine erhebliche Diskrepanz zwischen angenommenen und nachgewiesenen Auswirkungen anzunehmen. Dies gilt beispielsweise bei *Prunus serotina* für die Einschätzung ihrer Ausbreitungsfähigkeit in Forsten, für die Verbesserung des Nährstoffangebots armer Sandböden und für die Beeinträchtigung des Wachstums von Forstbäumen (STARFINGER et al. 2003). Dennoch bewirkt *Prunus serotina* nachweislich weit reichende Vegetationsveränderungen und kann vor allem durch das Einwandern ins Offenland erhebliche Naturschutzkonflikte auslösen.

Bei einigen ausbreitungsstarken Arten (*Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Senecio inaequidens*, *Buddleja davidii*) spricht einiges dafür, dass ihre Einschätzung als Problem-

art mehr die Reichweite und Geschwindigkeit von Ausbreitungsvorgängen reflektiert als damit verbundene Beeinträchtigungen anderer Arten oder Lebensgemeinschaften. So sind nachhaltige Verdrängungseffekte durch *Impatiens glandulifera* bislang nicht belegt worden, obwohl die Art in vielen Gebieten auffällige Bestände entlang von Was-

Tab. 3: Übersicht zu nichteinheimischen Pflanzen, die in Deutschland als problematisch gelten (ohne Ackerunkräuter), mit Angaben zu: Lebensform (L: M = Moos, T = Therophyt, H = Hemikryptophyt, G = Geophyt, Hy = Hydrophyt, nP = Nanophanerophyt, P = Phanerophyt;), Herkunftsgebiet (a = Herkunftsgebiet beider Elternarten, b = Herkunftsgebiet einer Elternart), betroffenen Lebensräumen und Konfliktfeldern (N: Naturschutz, P: Forstwirtschaft, W: Wasserbau, G: menschliche Gesundheit) und Problemwahrnehmung durch Naturschutzbehörden (PN, n = 1908 Problemmeldungen; %S = Anteil der Meldungen für Schutzgebiete; nach KOWARIK 2003, ergänzt durch Angaben von SCHEPKER 2004).

Neophyt	L	H	Betroffene Lebensräume	N	F	W	G	PN	% S
<i>Campylopus introflexus</i>	M	SAfr	Dünen, Sandtrockenrasen	X				10	10,0
<i>Impatiens glandulifera</i>	T	OAs	Fließgewässer, Ufer, Auen	X				263	13,8
<i>Impatiens parviflora</i>	T	MAs	Wälder, Forsten, Säume	?				73	34,2
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	H	WAs	Säume, Weg-, Gewässerränder, Acker-, Wiesenbrachen, Ruderalflächen, Grün- flächen	X			X	309	65,7
<i>Bunias orientalis</i>	H	OEur	Straßenränder, Grünland	?				23	34,8
<i>Senecio inaequidens</i>	H	O Afr	Verkehrswege, Felsstandorte	?				22	27,3
<i>Spartina anglica</i>	G	(NAM) b	Wattenmeer	X		X		2	?
<i>Helianthus tuberosus</i>	G	NAm	Ufer, Auen	X		X		66	40,9
<i>Lupinus polyphyllus</i>	G	NAm	Bergwiesen, Borstgrasrasen	X				52	53,8
<i>Lysichiton americanus</i>	G	NAm	Gewässer, Feuchtgebiete	X				3	33,3
<i>Fallopia japonica</i> , <i>F. sachalinensis</i> , <i>F. x bohemica</i>	G	OAs (a)	Ufer, Auen	X		X		247	66,0
<i>Solidago canadensis</i> , <i>S. gigantea</i>	G	NAm	Auen, Brachen, Weinberge	X	X			196	52,0
<i>Elodea canadensis</i> , <i>E. nuttallii</i>	Hy	NAm	Fließ-, Stillgewässer	X		X		87	34,5
<i>Buddleia davidii</i>	nP	OAs	Verkehrswege, Felsstandorte	?				21	33,3
<i>Rosa rugosa</i>	nP	OAs	Küstendünen	X				40	42,5
<i>Symphoricarpos albus</i>	nP	NAm	Forsten, Parkanlagen	X	X			37	18,9
<i>Vaccinium corymbosum</i> <i>x angustifolium</i>	nP	(NAM) a	Forsten, Feuchtgebiete	X	X			8	87,5
<i>Ailanthus altissima</i>	P	OAs	Ruderal-, Felsstandorte	?				6	16,7
<i>Acer negundo</i>	P	NAm	Auenwälder	X				45	60,0
<i>Pinus nigra</i>	P	Seur	Magerrasen	X				18	44,4
<i>Pinus strobus</i>	P	Nam	Felsstandorte, Moorränder	X				12	25,0
<i>Populus x euramericana</i>	P	(NAM) b	Auen	X	X			2	?
<i>Prunus serotina</i>	P	NAm	Forste, Heiden, entwässerte Feuchtgebiete	X	X			117	53,8
<i>Quercus rubra</i>	P	NAm	Felsstandorte	X				36	33,3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	P	NAm	Magerrasen, Waldgrenz- standorte	X				131	56,2
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	P	NAm	Waldgrenzstandorte, Laub- wälder	X				16	43,8

serläufen aufbaut. Zumeist besiedelt dieser einjährige Neophyt entweder zuvor vegetationsfreie Sedimentationsstellen oder fügt sich in ausdauernde Staudenvegetation des Cuscuto-Convolvulion und verwandter Vegetationstypen ein (LOHMEYER & SUKOPP 1992). Massenausbreitungen von Neophyten können auch zu einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes führen, die allerdings nicht regelhaft aus einer Veränderung abzuleiten ist.

Tab. 4 gibt eine Übersicht der von Naturschutzbehörden gemeldeten Probleme. Diese Ergebnisse einer bundesweiten Befragung (SCHEPKER 2004) werden hier gegliedert nach unmittelbaren Naturschutzproblemen, fraglichen Naturschutzproblemen und solchen, die andere Konfliktfelder betreffen. Bei Verdrängungsphänomenen kann wie bei einem erhöhten Aufwand für Pflegemaßnahmen unmittelbar von Konflikten mit Zielen des Naturschutzes ausgegangen werden. Weniger eindeutig ist dies bei Ausbreitungsphänomenen, die nicht zwingend mit einer Beeinträchtigung vorhandener Lebensgemeinschaften verbunden sein müssen. So vollzieht sich beispielsweise die rasante Ausbreitung von *Senecio inaequidens* vornehmlich auf ruderalen Störungsstandorten, ohne andere Arten zu verdrängen – auch wenn zukünftig Verdrängungseffekte nicht auszuschließen sind (HEGER & BÖHMER 2005).

Auch wenn ein beträchtlicher Anteil naturschutzfachlicher Konflikte mit Neophyten in Schutzgebieten entsteht (letzte Spalte in Tab. 3), sollte im Allgemeinen nicht bereits schon das Vorkommen solcher Arten, sondern damit verbundene konkrete Risiken oder Auswirkungen Anlass einer Problemfeststellung sein. Gleiches gilt für Eutrophierungsvorgänge, die in nährstoffarmen Magerrasen ungemein problematisch, auf bereits eutrophierten Standorten dagegen unerheblich sind. Bei den sonstigen Pro-

Tab. 4: Einschätzung von Problemen, die von Neophyten verursacht werden, durch deutsche Naturschutzbehörden (n = 360, Mehrfachnennungen waren möglich). Die Ergebnisse einer bundesweiten Befragung (SCHEPKER 2004) wurden gegliedert nach unmittelbaren Naturschutzproblemen, fraglichen Naturschutzproblemen und solchen, die andere Konfliktfelder betreffen.

genannte Probleme	unmittelbare Naturschutzprobleme	fragliche Naturschutzprobleme	andere Konfliktfelder
Verdrängung anderer Arten	673 (47,5 %)		
Ausbildung von Dominanzbeständen	155 (10,9 %)		
Veränderung von Biozönosen, Beeinflussung vorhandener Vegetation	32 (2,3 %)		
Erhöhter Pflegeaufwand	54 (3,8 %)		
Schnelle Ausbreitung		127 (9,0 %)	
Allgemeine Verbreitung		96 (6,8 %)	
Vorkommen in Schutzgebieten		56 (4,0 %)	
Eutrophierung		20 (1,4 %)	
Gesundheitsgefährdung			80 (5,6 %)
Einschränkung der Ufersicherheit			36 (2,5 %)
Behinderung der Naturverjüngung von Bäumen			26 (1,8 %)
sonstige Probleme			62 (4,4 %)
Summe	914 (64,5 %)	299 (21,2 %)	204 (14,3%)

blemen rangiert die Gesundheitsgefährdung durch *Heracleum mantegazzianum* an erster Stelle. Der Stellenwert der forstlichen und wasserwirtschaftlichen Probleme ist höher als durch diese Umfrage abgebildet, weil hier die Beurteilung entsprechender Fachvertreter nicht eingegangen ist. Untersuchungen in Südwestdeutschland (BÖCKER et al. 1995, HARTMANN et al. 1995) und Niedersachsen (KOWARIK & SCHEPKER 1998, SCHEPKER 1998) haben auch für die Bereiche Wasserbau und Forstwirtschaft ein erhebliches Problempotenzial durch Neophyten erkennen lassen.

5. Schlussfolgerungen

Aus dem skizzierten Kenntnisstand zur Rolle nichteinheimischer Pflanzen in Deutschland können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Von Menschen stimulierte Invasionsprozesse haben in der postglazialen Biodiversitätsgeschichte Deutschlands einen wichtigen Stellenwert. Die Einführung von Archäophyten und Neophyten sowie die anthropogene Sippendifferenzierung unter Beteiligung dieser Arten haben seit dem Neolithikum erheblich zur Erhöhung der Artenvielfalt beigetragen. Dieser praktisch irreversible Prozess verursacht ein weites Spektrum an Problemen. Negative Pauschalbewertungen von Neobiota sind dabei genauso wenig angemessen wie positive. Insofern sollten Einzelfallbewertungen unternommen werden, bei denen das variierende Verhalten gebietsfremder Arten in verschiedenen Regionen bzw. ökosystemaren Zusammenhängen berücksichtigt wird.
- Ein geringer Anteil der vielen Tausend eingeführten oder eingeschleppten Pflanzenarten verursacht erhebliche Konflikte mit Zielen des Naturschutzes, mit verschiedenen Landnutzungen oder gefährdet, wie *Heracleum mantegazzianum*, die menschliche Gesundheit. Wenige Arten können jedoch ein erhebliches Problempotenzial erzeugen, wie die Umfrageergebnisse bei Fachbehörden zeigen. Die Ausbreitung nichteinheimischer Pflanzen ist daher auch in Deutschland ein wichtiges und drängendes Problem. Zu seiner Lösung ist es erforderlich, Sachinformationen über Auswirkungen von Neobiota sowie ihnen zugrunde liegenden Prozessen systematisch zu erweitern und den Zugang zu entsprechenden Informationen zu vereinfachen. Einen Fortschritt in dieser Richtung markiert das Informationssystem Neo-Flora, das Angaben zu problematischen Neophyten unter der Adresse www.neophyten.de zugänglich macht. Weiter sollten noch bestehende Defizite bei der Bewertung invasionsbedingter Konflikte sowie Strategien zu ihrer Vermeidung abgebaut werden.
- Die Tatsache eines breiten Spektrums teilweise tiefgreifender Auswirkungen biologischer Invasionen von Pflanzen auf bereits vorhandene Populationen, Lebensgemeinschaften und Ökosysteme ist durch Einzelfallanalysen belegt. Viele der möglichen Konsequenzen biologischer Invasionen sind bislang jedoch überhaupt nicht systematisch untersucht worden, so dass die Grundlagen für die Beurteilung der Reichweite von Auswirkungen und die Bewertung einzelner Arten noch sehr lückenhaft sind. Dies betrifft vor allem die Transformation wuchsortbezogener ökologischer Auswirkungen von Neophyten auf höhere räumliche Skalen sowie evolutionäre und ökonomische Konsequenzen biologischer Invasionen. Auch die Auswirkungen der massenhaften Ausbringung von Kultursippen und gebietsfremden Herkünften bei Grünlandansaat und Gehölzpflanzungen sind in ihrer Tragweite noch nicht absehbar und werden wahrscheinlich erheblich unterschätzt. Insofern sind Auswirkungen biologischer Invasionen auf die genetische Vielfalt noch nicht umfassend einzuschätzen.

Zusammenfassung

Biologische Invasionen haben auch in Mitteleuropa weit reichende Auswirkungen. Ein Überblick zu Auswirkungen in Deutschland veranschaulicht, dass alle Ebenen der Biodiversität durch die Einführung gebietsfremder Organismen (Neobiota) betroffen sind. Biologische Invasionen haben zu einer erheblichen Erweiterung der Flora geführt. Sie tragen weniger als andere Faktoren zum überregionalen Artenrückgang bei, haben jedoch ein breites Spektrum unterschiedlicher Auswirkungen. Zur Einschätzung der Problemlage sind Einzelfallbewertungen notwendig, da nur ein geringer Anteil der eingeführten Arten Konflikte auslöst. Umfragen unterstützen die Einschätzung, dass wenige Arten allerdings erhebliche Naturschutzprobleme und andere Konflikte auslösen können. Ökosystemare, insbesondere biozöologische Auswirkungen sowie solche auf die genetischer Vielfalt sind noch nicht umfassend einzuschätzen.

Literatur

- ALBERTERNST, B. (1998): Biologie, Ökologie, Verbreitung und Kontrolle von *Reynoutria*-Sippen in Baden-Württemberg. – *Cultura* **23**, 198 S.
- BERG, C. (1997): Wie beeinflusste der Mensch die Flora Mecklenburg-Vorpommerns? – *Arch. Freunde Naturgeschichte Mecklenbg.* **36**: 159-172.
- BMU – BUNDESUMWELTMINISTERIUM (Ed., 1992): Konvention über die Biologische Vielfalt (deutsche Fassung). – In: Dokumente zur Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro, S. 25-42, Bonn.
- BÖCKER, R., GEBHARDT, H., KONOLD, W. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Ed., 1995): Gebietsfremde Pflanzen. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, Kontrollmöglichkeiten und Management. – *Ecomed*, 215 S. Landsberg.
- ELLSTRAND, N.C. & SCHIERENBECK, K.A. (2000): Hybridization as stimulus for the evolution of invasiveness in plants? – *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **97**: 7043-7050.
- ELTON, C.S. (1958): *The ecology of invasions by animals and plants.* – 181 S., Methuen, London.
- ESER, U. (1999): *Der Naturschutz und das Fremde. Ökologische und normative Grundlagen der Umweltethik.* – 266 S., Campus, Frankfurt.
- FUKAREK, F. (1988): Ein Beitrag zur Entwicklung und Veränderung der Gefäßpflanzenflora von Mecklenburg. – *Gleditschia* **16** (1): 69-74.
- GOLLASCH, S. (1999): Introduction of unwanted alien organisms in marine and brackish waters by international shipping and aquaculture activities. – In: Umweltbundesamt (Ed.): *Alien organisms in Germany, Umweltbundesamt Texte* **18/99**: 76-89.
- HARTMANN, E., SCHULDES, H., KÜBLER, R. & KONOLD, W. (1995): Neophyten. Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. – 301 S., Ecomed, Landsberg.
- HEGER, T. & BÖHMER, H.J. (2005): The invasion of central Europe by *Senecio inaequidens* DC – a complex biogeographical problem. – *Erdkunde* **59**: 34-49.
- HUBO, D., JUMPERTZ, E. & NOCKEMANN, L. (2004): Entwicklung einer nationalen Strategie gegen invasive Arten. In: SZYSKA, B. (Bearb.): *Neophyten. Ergebnisse eines Erfahrungsaustausches zur Vernetzung von Bund, Ländern und Kreisen.* – BfN-Skripten **108**: 43-53, Bonn.
- JÄGER, E.J. (1988): Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen. – *Flora* **180**: 101-131.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. – *SchrR. Vegetationskde.* **28**: 21-187.
- KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – *SchrR. Vegetationskde* **19**: 1-210.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M., KLINGENSTEIN, F., LUDWIG, G., TAKLA, M., BOHN, U. & MAY, R. (1998): Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Listen der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – *SchrR. Vegetationskde* **29**: 299-444.
- KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – *SchrR. Vegetationskde* **19**: 1-210.
- KÖRNER, S. (2000): Das Heimische und das Fremde. Die Werte Vielfalt, Eigenart und Schönheit in der konservativen und in der liberal-progressiven Naturschutzauffassung. – In: GROENEMEYER, R., SCHOPF, R. & WIEßMEIER, B. (Ed.): *Fremde Nähe - Beiträge zur interkulturellen Diskussion*, Bd. **14**: 115 S., Münster, Hamburg, London.

- KORSCH, H. & WESTHUS, W. (2004): Auswertung der floristischen Kartierung und der Roten Liste Thüringens für den Naturschutz. – *Haussknechtia* **10**: 3-67.
- KOWARIK, I. (1992a): Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg. – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg, Beih.* **3**: 188 S.
- KOWARIK, I. (1992b): Berücksichtigung von nichteinheimischen Pflanzenarten, von „Kulturflüchtlingen“ sowie von Pflanzenvorkommen auf Sekundärstandorten bei der Aufstellung Roter Listen. – *SchrR. Vegetationskde* **23**: 175-190.
- KOWARIK, I. (1995a): Time-lags in biological invasions. – In: PYSEK, P., PRACH, K., REJMANEK, M. & WADE, M. (Ed.): *Plant invasions. General aspects and special problems.*, pp. 15-38, SPB Academic Publ., Amsterdam.
- KOWARIK, I. (1995b): Wälder und Forsten auf ursprünglichen und anthropogenen Standorten. Mit einem Beitrag zur syntaxonomischen Einordnung ruderaler Robinienwälder. – *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* **7**: 47-67.
- KOWARIK, I., (2003): Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – 380 S., Ulmer, Stuttgart.
- KOWARIK, I. & SCHEPKER, H. (1998): Plant invasions in northern Germany: human perception and response. – In: STARFINGER, U., EDWARDS, K., KOWARIK, I. & WILLIAMSON, M. (Ed.): *Plant invasions: ecological mechanisms and human response*, pp. 109-120, Backhuys Publishers, Leiden.
- KOWARIK, I. & SEITZ, B. (2003): Perspektiven für die Verwendung gebietseigener („autochthoner“) Gehölze. – *Neobiota* **2**: 3-25.
- KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (Hrsg., 2002): *Biologische Invasionen: eine Herausforderung zum Handeln?* – *Neobiota* **1**, 377 S.
- KÜHN I., BRANDL, R. & KLOTZ, S. (2004): The flora of German cities is naturally species rich. – *Evolutionary Ecology Research* **6** (5): 749-764.
- LEHMANN, E. (1895): Flora von Polnisch-Livland. 9. Die advenen Florenelemente (Synanthropen) und ihre Verbreitung durch den Menschen und seine Transportmittel (Schiffe und Eisenbahnen). – *Arch. f. Naturkde. Liv-, Est- u. Kurlands. Ser. Biol.* **11**: 100-119.
- LENZ, J., ANDRES, H.-G., GOLLASCH, S. & DAMMER M. (2000): Einschleppung fremder Organismen in Nord- und Ostsee: Untersuchungen zum ökologischen Gefahrenpotenzial durch den Schiffsverkehr. – *Umweltbundesamt Texte* **5/00**: Bonn, 273 S.
- LEVINE, J.M. & D'ANTONIO, C.M. (1999): Elton revisited: a review of evidence linking diversity and invasibility. – *Oikos* **87** (1): 15-26.
- LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. – *SchrR. Vegetationskde.* **25**: 1-185.
- LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (2001): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Erster Nachtrag. – *Braunschweiger Geobotanische Arbeiten* **8**: 179-220.
- MACK, R.N., SIMBERLOFF, D., LONSDALE, M., EVANS, H., CLOUT, M. & BAZZAZ, F. (2000): Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. – *Ecological Applications* **10** (3): 689-710.
- MCNEELY J. A., MOONEY H.A., NEVILLE L.E., SCHEI P.J. & WAAGE J.K. (Ed., 2001): *Global Strategy on Invasive Alien Species.* – 50 S., IUCN, Gland, Switzerland.
- MOLDER, F. (2002): Gefährdung der Biodiversität durch Begrünungen mit handelsüblichem Saat- und Pflanzgut und mögliche Gegenmaßnahmen. In: KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (eds.): *Biologische Invasionen: Herausforderung zum Handeln?* – *Neobiota* **1**: 199-308.
- NAEEM, S., KNOPS, J.M.H., TILMAN, D., HOWE, K.M., KENNEDY, T., & GALE, S. (2000): Plant diversity increases resistance to invasion in the absence of covarying extrinsic factors. – *Oikos* **91** (1): 97-108.
- OTTE, A. & MATTONET, B. (2001): Die Bedeutung von Archäophyten in der heutigen Vegetation ländlicher Siedlungen in Deutschland. – In: BRANDES, D. (Hrsg.): *Adventivpflanzen. Beiträge zu Biologie, Vorkommen und Ausbreitungsdynamik von gebietsfremden Pflanzenarten in Mitteleuropa.* – *Braunschweiger Geobotanische Arbeiten* **8**: 221 - 247.
- OTTE, A. & MAUL, P. (2005): Verbreitungsschwerpunkte und strukturelle Einnischung der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in Bergwiesen der Rhön. – *Tuexenia* **25**: 151-182.
- PIMENTEL, D., LACH, L., ZUNIGA, R. & MORRISON, D. (2000): Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. – *BioScience* **50**: 53-65.
- PLATEN, R. & KOWARIK, I. (1995): Dynamik von Pflanzen-, Spinnen- und Laufkäfergemeinschaften bei der Sukzession von Trockenrasen zu Gehölzgesellschaften auf innerstädtischen Brachflächen in Berlin. – *Verh. Ges. f. Ökol.* **24**: 431-439.
- POR, F.D. (1978): Lessepsian migration. The influx of Red Sea Biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. – 228 S., Springer, Berlin.
- PRASSE, R., RISTOW, M., KLEMM, G., MACHATZI, B., SCHOLZ, H., STOHR, G. & SUKOPP, H. (2001): Liste der wildwachsenden Gefäßpflanzen des Landes Berlin mit Roter Liste. – 85 S.,

- herausgegeben von Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz der Stadt Berlin / Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege, Berlin.
- PYSEK P., JAROSIK, V. & KUCERA, T. (2002): Patterns of invasion in temperate nature reserves. – *Biological Conservation* **104** (1): 13-24.
- RAUER, G., VON DEN DRIESCH, M., LOBIN, W., IBISCH, P.L. & BARTHLOTT, W. (2000): Beitrag der deutschen Botanischen Gärten zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt und Genetischer Ressourcen. Bestandsaufnahme und Entwicklungskonzept. – 246 S., Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- RICHARDSON, D.M., PYSEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M.G., PANETTA, F.D. & WEST, C.J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. – *Diversity and Distributions* **6**: 93-107.
- SANDLUND, O.T., SCHEI, P.J. & VIKEN, A. (Ed., 1996): Proceedings of the Norway / UN conference on alien species. – 233 S., Directorate for Nature Management and Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim.
- SCHEPKER, H. (2004): Problematische Neophyten in Deutschland. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Naturschutzbehörden. – In: SZYSKA, B. (Bearb.): Neophyten. Ergebnisse eines Erfahrungsaustausches zur Vernetzung von Bund, Ländern und Kreisen. BfN-Skripten **108**: 55-84.
- SCHEPKER, H. (1998): Wahrnehmung, Ausbreitung und Bewertung von Neophyten. Eine Analyse der problematischen nichteinheimischen Pflanzenarten in Niedersachsen. – 246 S., ibidem-Verlag, Stuttgart.
- SHEA K. & CHESSON, P. (2002): Community ecology theory as a framework for biological invasions. – *Trends in Ecology & Evolution* **17** (4): 170-176.
- SPETHMANN, W. (1995): In-situ / ex-situ-Erhaltung von heimischen Straucharten. – In: KLEIN-SCHMIT, J., BEGEMANN, F. & HAMMER, K. (Ed.): Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen in der Land- und Forstwirtschaft. Schriften zu Genetischen Ressourcen (ZADI, Bonn) **1**: 68-87.
- STARFINGER, U., KOWARIK, I., RODE, M. & SCHEPKER, H. (2003): From desirable ornamental plant to pest to accepted addition to the flora: The perception of an alien plant species through the centuries. – *Biological Invasions*: **5** (4): 323-335.
- STOHLGREN, T.J., BINKLEY, D., CHONG, G.W., KALKHAN, M.A., SCHELL, L.D., BULL, K.A., OTSUKI, Y., NEWMAN, G., BASHKIN, M. & SON, Y. (1999): Exotic species invade hot spots of native plant diversity. – *Ecological Monographs* **69** (1): 25-46.
- SUKOPP, H. (1980): Zur Geschichte der Ausbringung von Pflanzen in den letzten hundert Jahren. – In: Ausbringung von Wildpflanzen. Akademie f. Natursch. und Landschaftspfl., Laufen, Tagungsber. **5**: 5-9.
- TITTIZER, T. (1996): Vorkommen und Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen. – In: GEBHARDT, H., R. KINZELBACH & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Tierarten. S. 49-86, Ecomed, Landsberg.
- VITOUSEK, P.M., D'ANTONIO, C.M., LOOPE, L.L., REJMANEK, M. & WESTBROOKS, R. (1997): Introduced species: a significant component of human-caused global change. – *New Zealand J. Ecol.* **21** (1): 1-16.
- VOLZ, H. (2003): Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* Lindl. im Bergwiesenökosystem der Rhön und Maßnahmen zu seiner Regulierung. – Dissertation Universität Gießen.
- WILLERDING, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. – *Göttinger Schriften zur Vor- und Frühgeschichte* **22**: 382 S.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – 765 S., Ulmer, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Ingo Kowarik, Institut für Ökologie der Technischen Universität Berlin, Rothenburgstr. 12, D-12165 Berlin

E-Mail: kowarik@tu-berlin.de, Web: <http://www.tu-berlin.de/~oekosys>

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Kowarik Ingo

Artikel/Article: [Biologische Invasionen als Ursache von Floren- und Vegetationsveränderungen in Deutschland 7-19](#)