

Häufigkeit und Ausbreitungsdynamik von Neophyten in der Region Basel: Anlass zur Besorgnis oder Bereicherung?

Jürg Stöcklin, Patrick Schaub und Olli Ojala

The «Flora of Basel und Surroundings 1980–1996» (BRODTBECK et al. 1999) presents an excellent opportunity for an evaluation of non-native species in the region of Basel (an area of 795 km²). The number of alien species, their taxonomic composition and geographic origin in the flora of Basel is similar to what has been reported for exotic species in the flora of Switzerland. We considered 323 naturalized or semi-naturalized alien species. Almost 50% of them are extremely rare or rare, only a small number is actually spreading, including five of the species considered in Switzerland as invasive and a potential threat to the indigenous flora. We use the distribution pattern of aliens in the «Flora of Basel» for a test if species traits allow to predict the success of exotics. Among the traits evaluated, only the dispersal type tended to have some predictive value. However, time since introduction was significantly correlated with the success of alien species. With the exception of particular cases, the non-indigenous flora cannot be considered generally as a problem, but rather as enrichment to our flora. Nevertheless, since time is an important factor for the success of exotic species, the role of aliens in our flora and probably also their problematic aspects are expected to increase in the future.

Keywords: Biological invasions, exotic species, biodiversity, seed dispersal

Adresse der Autoren:

PD Dr. Jürg Stöcklin,
Patrick Schaub und Olli Ojala
Botanisches Institut
Universität Basel
Schönbeinstrasse 6
4056 Basel/Schweiz

Korrespondenz:
Juerg.stoecklin@unibas.ch

Angenommen: 6. 11. 2002

«Ich kann nicht leugnen, dass diese Insel, die ich Isabella getauft habe, Fernandina an Schönheit übertrifft. Es quält mich sehr, dass ich die vielen Kräuter, Sträucher und Pflanzen nicht kenne, die vielleicht für die Erzeugung von Farben, Arzneien und Gewürzen von grossem Wert sein mögen. Ich werde von den meisten Proben mit nach Hause nehmen.»

Christopher Columbus, 1492

Das Bordbuch. Leben und Fahrten des Entdeckers der neuen Welt.

Die Entdeckung Amerikas im Jahr 1492 markiert einen Wendepunkt. Pflanzenarten, welche seither ihre natürlichen biogeographischen Grenzen mit Hilfe des Menschen überwinden konnten und nach Europa oder umgekehrt aus Europa nach Übersee gelangten, werden als Neophyten bezeichnet. Im Unterschied dazu bezeichnet man Arten, die bereits vor 1500 z. B. als Kulturpflanzen oder Ackerbegleitflora nach Europa kamen, als Archäophyten (SUKOPP 2001). Wie schon Columbus angesichts der entdeckten «Neuen Welt» zum Ausdruck brachte, wurden viele fremdländische Arten aus wirtschaftlichen Interessen, aus forstwirtschaftlichen Erwägungen oder als Zierpflanzen nach Europa mitgebracht. Botanische Gärten, z. B. Kew Gardens in England oder Leyden in Holland, entwickelten sich im 17. und 18. Jahrhundert zu Zentren des weltweiten Handels mit den neuen Pflanzen. Neben absichtlich eingeführten Arten trägt heute vor allem der rasch wachsende weltweite Handel und Verkehr dazu bei, dass Organismen über grosse Distanzen hinweg verschleppt werden. In den letzten 150 Jahren ist



Foto BlanchHöhm

Senecio inaequidens, dieses aus Südafrika stammende Greiskraut, ist seit 1980 in der Region und seit einigen Jahren in rasanter Ausbreitung begriffen.



Fotos Hans Peter Rieder

Bromus inermis (Grannenlose Trespe) ist seit dem 19. Jahrhundert in der Region und breitet sich an Böschungen und Strassenrändern anhaltend aus.



Eragrostis minor (Kleines Liebesgras), das unscheinbare Gras, breitet sich seit 200 Jahren bei uns aus und ist z. B. in Fugen von Pflastersteinen häufig.

ein sprunghafter Zuwachs exotischer Arten zu verzeichnen. Pflanzen, die sich ohne Zutun des Menschen dauerhaft in der neuen Umgebung halten können, gelten als eingebürgert oder naturalisiert (KOWARIK 1996). Die Ausbreitung von Arten in für sie neue Gebiete wird oft auch als «biologische Invasionen» bezeichnet (DRAKE et al. 1989, WILLIAMSON 1996), wobei der Begriff in der Regel unterstellt, dass die Ausbreitung mit negativen Folgen für die einheimische Vegetation verbunden ist (MACK 1995). Die Einwanderung fremdländischer Arten hat in mehreren Wellen und während Jahrtausenden zur kulturellen Umgestaltung der mitteleuropäischen Landschaft beigetragen (ELLENBERG 1996). Die heutige Vielfalt unserer Flora wäre undenkbar ohne die Einwanderung zahlreicher «Fremdlinge» aus dem Mittelmeerraum und Eurasien. Der vom Menschen verursachte Wandel von Flora und Fauna ist jedoch heute, was Ausmass und Geschwindigkeit angeht, ohne Vergleich mit den Verhältnissen vor dem Beginn der Globalisierung, die mit der Entdeckung Amerikas einsetzte.

Ökologische Folgen gebietsfremder Arten

Die Einführung von Organismen in Gebiete, in denen sie natürlicherweise nicht vorhanden sind, kann weitreichende ökologische Folgen haben (ELTON 1958). Adalbert von Chamisso, nicht nur ein berühmter Schriftsteller, sondern auch Kustos im Berliner Botanischen Garten, formulierte bereits Anfang des 19. Jahrhunderts seine Skepsis: «Wo der gesittete Mensch einwandert, verändert sich vor ihm die Ansicht der Natur. Ihm folgen seine Haustiere und nutzbaren Gewächse; die Wälder lichten sich, das verscheuchte Wild entweicht; seine Pflanzun-



Solidago gigantea (Spätblühende Goldrute), gilt als aggressiver Neophyt, der in Naturschutzgebieten Probleme bereitet. Die Pflanze ist als Zierde und Bienenweide sehr beliebt.



Reynoutria japonica (Japanischer Staudenknöterich), wurde als Zierpflanze ca. 1920 ins Gebiet eingeführt und tritt in invasiven Massenbeständen an Fluss- und Bachufern auf.

gen und Saaten breiten sich um seine Wohnung aus; und selbst die Wildnis, die sein Fuss noch nicht betreten hat, verändert die Gestalt.» (zitiert nach KEGEL 1999). DARWIN (1859) hielt in seinem berühmten Buch über die «Entstehung der Arten» fest, dass Pflanzen, die Europäer nach Amerika gebracht hatten, sich in wenigen Jahren über ganze Inseln verbreiteten und einzelne Arten grossflächig fast alle einheimischen Arten verdrängt hatten. Weltweit gesehen zählen biologische Invasionen mittlerweile zu den wichtigsten Ursachen für den Verlust biologischer Vielfalt (DRAKE et al. 1989, SANDLUND et al. 1996, WILLIAMSON 1996). Hawaii ist z. B. eine der vielen Inseln, auf denen die eingeführten Arten für die einheimische Biodiversität katastrophale Folgen hatte. Neben negativen Auswirkungen für den Naturschutz und die Biodiversität können invasive Pflanzen enorme wirtschaftliche Kosten verursachen. Allein in den USA werden die Kosten für die Bekämpfung exotischer Pflanzen sowie die Ertragseinbussen in der Landwirtschaft auf mehr als 140 Milliarden US-Dollars geschätzt (PIMENTEL et al. 2000). Die Problematik biologischer Invasionen hat bewirkt, dass sich die Unterzeichnerstaaten der Konvention über die Biologische Vielfalt von Rio 1992 verpflichteten «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.»

In Mitteleuropa sind die Verhältnisse, zumindest was Pflanzen anbetrifft, deutlich weniger dramatisch als anderswo. Von den «100 weltweit schlimmsten invasiven Arten» gelten in Europa nur der japanische Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*) und das Englische Schlickgras (*Spartina anglica*) als problematisch

(STARFINGER 2002). In Europa mussten bisher nur gegen rund 20 Arten in grösserem Umfang Bekämpfungsmassnahmen eingeleitet werden (KOWARIK 1999). Allerdings hat sich die Forschung in Mitteleuropa bisher eher wenig mit den ökologischen und sozio-ökonomischen Auswirkungen fremdländischer Arten beschäftigt. Dies vielleicht, weil deren Auswirkungen in Europa in erster Linie den Naturschutz, weniger die Landwirtschaft oder die Wirtschaft betreffen. Schrille Warner gab es aber auch bei uns immer wieder. So schrieb bereits 1910 eine Hannoveraner Tageszeitung über «*Elodea canadensis*» (Wasserpest): «Es erhob sich ein schreckliches Heulen und Zähnegeklapper, denn der Tag schien nicht mehr fern, da alle Binnengewässer Europas bis zum Rande mit dem Kraute gefüllt sind, so dass kein Schiff mehr fahren, kein Mensch mehr baden, keine Ente mehr gründeln und kein Fisch mehr schwimmen konnte». In Freiburg im Breisgau entstand vor einigen Jahren eine Bürgerinitiative zur Bekämpfung des Kaukasischen Riesenbärenklaus (*Heracleum mantegazzianum*), der bei Hautkontakt phototoxische Reaktionen bewirken kann. Die Initiative präsentierte sich dem Publikum mit dem Kriegsruf: «Kopf ab! Exterminieren durch Entdolden». Ohne die problematischen Aspekte exotischer Arten verharmlosen zu wollen, drängt sich doch eine emotionslosere Prüfung der möglichen Beeinträchtigung der bestehenden Vegetation und Flora auf. Insbesondere der Begriff «einheimisch» und die Vorstellung einer «Florenverfälschung» sind in diesem Zusammenhang kritisch zu hinterfragen, weil die für ein Gebiet typischen Arten sich in einem ständigen Wandel befinden.

Was macht eine Pflanze zum problematischen Eindringling?

GILPIN (1990) kam auf Grund jahrelanger Forschungen in England (KORNBERG & WILLIAMSON 1987, WILLIAMSON 1996) zum Schluss, dass nicht vorhergesagt werden kann, ob ein bestimmter Organismus ausserhalb seines angestammten Verbreitungsgebiets zu einem Problem wird. Er plädierte deshalb für eine statistische Betrachtungsweise. Interessant ist in diesem Zusammenhang die so genannte 10er Regel. Sie besagt, dass nur eine von zehn Pflanzenarten, die neu in ein Gebiet gelangen, spontan verwildert, dass davon wiederum nur eine von zehn sich dauerhaft in natürlicher oder naturnaher Vegetation etablieren kann und eingebürgert wird, und dass von den eingebürgerten Pflanzenarten wiederum höchstens eine von zehn zum Problem wird. Diese Regel hat sich in zahlreichen Fällen bestätigt und lässt sich auch auf unsere Flora anwenden. Insgesamt wurden ca. 12 000 fremdländische Blütenpflanzen nach Mitteleuropa eingeführt (SUKOPP 2001). Die Bedingungen dafür, dass eine einmal eingeführte Pflanze sich dauerhaft etablieren kann, sind im einzelnen komplex, lassen sich aber experimentell und historisch untersuchen. Da es sich um «unbeabsichtigte Experimente» handelt, lassen sich dabei grundlegende biogeographische, populations- und evolutionsbiologische Prozesse studieren (LODGE 1993). Ob eine bestimmte Art hingegen zu einem Problemfall

werden könnte, scheint schwer vorhersagbar und ist von den ganz besonderen Eigenschaften und Bedingungen des Einzelfalls abhängig. Auffällig ist das Phänomen, dass sich Arten oft erst nach einer langen «Lag»-Phase auszubreiten beginnen, ohne dass im einzelnen die Ursachen für diese Verzögerung vollständig geklärt sind (MACK 1985, KOWARIK 1995). Immerhin hat die ökologische Forschung in den letzten Jahren einiges zum Verständnis beitragen können, unter welchen Umständen Arten invasiv werden. Allerdings sind nur einige wenige Verallgemeinerungen möglich, da je nach bevorzugtem Habitat oder taxonomischer Zugehörigkeit andere Merkmale für invasive Arten typisch sind (WILLIAMSON 1996). PYSEK et al. (1995) stellten beispielsweise fest, dass bei Neophyten der tschechischen Flora bestimmte Eigenschaften des Lebenszyklus gehäuft auftreten. REMANEK & RICHARDSON (1996) konnten zeigen, dass bei Föhren bestimmte reproduktive Eigenschaften für das invasive Potential verantwortlich sind. Generell haben invasive Arten häufig eher kleine, dafür aber zahlreiche Diasporen, eine kurze Jugendphase, reproduzieren oft vegetativ und haben nicht selten in ihrer Verwandtschaft weitere sich erfolgreich ausbreitende Arten (KOLAR & LODGE 2001). Simple biologische Merkmale, um den Erfolg einer exotischen Art vorauszusagen, gibt es jedoch nicht. Ein vertieftes Verständnis der bei biologischen Invasionen beteiligten Prozesse setzt deshalb eine Vielzahl ökologischer, genetischer und evolutionsbiologischer Einzelstudien voraus (SAKAI et al. 2001). Immerhin scheint die (statistische) Betrachtung ganzer Floren Erfolg versprechend, um generelle Muster deutlich zu machen.

Neophyten und ihre Häufigkeit in der Region Basel

Die neue «Flora von Basel und Umgebung» von BRODTBECK et al. (1999) bietet sich dafür an, in der Region Basel (795 km²) nicht nur die Zusammensetzung, sondern auch die unterschiedliche Häufigkeit und Ausbreitungsdynamik gebietsfremder Arten zu untersuchen. Die Autoren der «Flora von Basel» haben nicht nur alle gebietsfremden Arten sorgfältig registriert, sondern auch den Einbürgerungsstatus und die Ausbreitungstendenz aller Arten beurteilt sowie das jeweilige Vorkommen kleinräumig kartiert (die Häufigkeit jeder Art wurde für 92 Kartierflächen einzeln registriert). Die Region Basel gehört deshalb dank der neuen «Flora» zu den floristisch am intensivsten erforschten Gebieten der Erde.

Wir verwenden die «Flora von Basel», um die Zusammensetzung der gebietsfremden Arten in der Region Basel mit derjenigen der Schweizer Flora (WEBER 1999) zu vergleichen und um die Frage zu beantworten, ob die Häufigkeit von Neophyten in der Region durch bestimmte Arteigenschaften erklärt werden kann. Speziell soll beurteilt werden, inwiefern die Häufigkeit gebietsfremder Arten in der Region Anlass zur Besorgnis gibt. Die Nomenklatur folgt derjenigen von BRODTBECK et al. (1999).

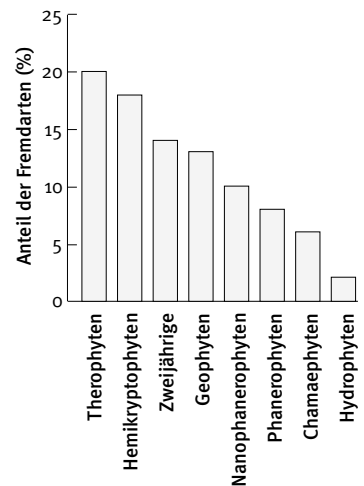


Abb. 1: Lebensformenspektrum der Neophyten in der Region Basel

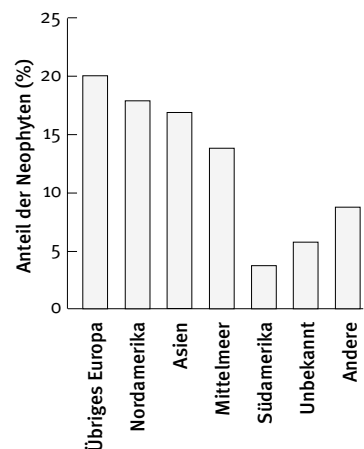


Abb. 2: Ursprungsgebiete der Neophyten in der Region Basel

Methodisches

Berücksichtigt wurden alle eingebürgerten Neophyten in der «Flora von Basel» sowie als eigene Kategorie auch alle Arten mit beginnender Tendenz zur Einbürgerung. Nicht berücksichtigt wurden die Archäophyten, die vor der Entdeckung Amerikas ins Gebiet einwanderten und die nur sporadisch oder nur in vom Menschen kultivierter Umgebung auftretenden Arten (Ephemerophyten).

Für jede neophytische Art wurde die Häufigkeit als die Anzahl Vorkommen in den 92 Teilkartierflächen des Gebiets festgestellt (Abb. 3). Da in der «Flora von Basel» jeweils auch die Anzahl Nachweise pro Kartierfläche angegeben ist, kann für jede Art auch die Anzahl Nachweise im ganzen Gebiet berechnet werden. Die Korrelation zwischen der Anzahl Vorkommen in den 92 Teilgebieten und der Anzahl Nachweise im Gebiet war sehr hoch ($r = 0.95$, $p < 0.001$), so dass in dieser Arbeit für alle Analysen nur die Anzahl Vorkommen in den 92 Teilgebieten verwendet wurde.

Für jede Art wurde aus der «Flora von Basel» oder unter Zuhilfenahme von Florenwerken der Ursprungsländer die Lebensform (Abb. 1), das Ursprungsgebiet (Abb. 2), die Wuchsform (Abb. 4a), der primäre Standort (Abb. 4b), die Art der Ausbreitung (Abb. 4c) sowie die Zeit in Jahren seit der Einführung in der Region Basel (Abb. 5) ermittelt. Die Art der Ausbreitung wurde basierend auf morphologischen Kriterien der Diasporen in Anlehnung an LEISHMAN & WESTOBY (1994) folgendermassen klassifiziert: (1) windverbreitet (mit Haaren, Flügeln oder Pappus), (2) durch Wirbeltiere (mit Strukturen, die ein Anhaften begünstigen), (3) durch Wirbellose (mit Elaiosomen oder süssen

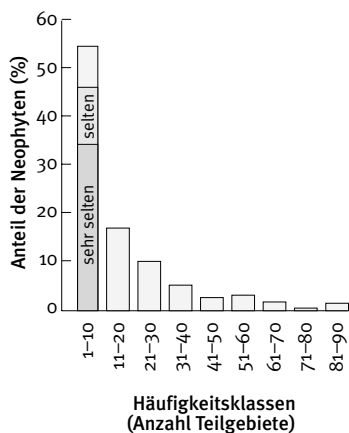


Abb. 3: Häufigkeit der Neophyten in der Region Basel

Tabelle 1: Anzahl Neophyten (= gebietsfremde Arten) der Region Basel (795 km²) im Vergleich zur Schweiz und andern europäischen Ländern

Region bzw. Land	Anzahl gebietsfremder Arten	% der gesamten Flora	Neophyten-dichte *	Quellen ***
Region Basel	323	14	111	1
davon eingebürgert	215	9	74	1
davon unbeständig **	108	5	–	1
Schweiz	304	10.9	66	2
Deutschland	278	9.5	50	3
Frankreich	292	7	51	4
Österreich	211	7.1	43	5
Norwegen	148	10.6	27	6

* Anzahl Neophyten/log (Gebietsfläche); Fläche in km²

** in der «Flora von Basel und Umgebung» mit beginnender Tendenz zur Einbürgerung charakterisiert

*** Quellen: 1) BRODTBECK et al. 1997, 2) LAUBER & WAGNER 1996, 3) SENGHAS & SEYBOLD 1996, 4) FOURNIER 1990, 5) FISCHER 1994, 6) LID & LID 1994.

Exkreten), (4) mit Explosionsmechanismen, (5) unspezifisch (ohne Strukturen, die die Ausbreitung begünstigen). Mittels Regressionsanalyse wurde getestet, ob zwischen der Häufigkeit der Arten in der Region Basel und den festgestellten Arteigenschaften bzw. der Zeit in Jahren seit ihrer Einführung ein signifikanter Zusammenhang besteht.

Häufigkeit, taxonomische Diversität, Herkunft und Lebensformen der Neophyten

In der «Flora von Basel und Umgebung 1980–1996» gibt es mehr als 2300 Pflanzenarten aus 147 Familien, im Vergleich mit den rund 2500 einheimischen Arten der Schweizer Flora eine grosse Zahl. Die Anzahl gebietsfremder Arten ist mit 215 eingebürgerten Neophyten und 108 Arten mit beginnender Tendenz zur Einbürgerung hoch, wenn man sie mit der Anzahl Neophyten in der gesamten Schweiz und mit anderen europäischen Ländern vergleicht (Tabelle 1). Die hohe Neophytenanzahl in der Region Basel im Vergleich zur Schweiz dürfte auch damit zusammenhängen, dass die Autoren der «Flora von Basel» im Unterschied zur «Flora Helvetica» von LAUBER & WAGNER (1996) auch bei kritischen Taxa die Kleinarten mit berücksichtigt haben. Vergleichsweise sehr hoch ist in der Region Basel die Dichte der Neophyten und der Anteil, den die Fremdarten an der gesamten Flora stellen. Neben der Anzahl sind auch die taxonomische Zusammensetzung (Tabelle 2), das Lebensformspektrum (Abb. 1) und die Ursprungsgebiete der Neophyten (Abb. 2) weitgehend identisch mit den Verhältnissen in der übrigen Schweiz, weshalb diese hier nicht weiter kommentiert werden (vgl. WEBER 1999).

Häufigkeit der Neophyten und Arteigenschaften

Fast die Hälfte aller Neophyten in der Region ist selten oder sehr selten, von den übrigen sind die meisten nicht häufig (Abb. 3). Sehr häufig mit mehr als 150 Fundorten in der Region Basel sind nur 8 Arten, darunter *Robinia pseudoacacia* (Falsche Akazie) und *Solidago gigantea* (Goldrute), die beide in der Schweiz als problematisch bzw. invasiv gelten. Interessant ist, wie die

Tabelle 2: Taxonomische Diversität der Neophyten in der Region Basel im Vergleich zur Schweiz

Neophyten	Region Basel	Schweiz
Anzahl Arten	323	304
Anzahl Familien	68	72
Nadelhölzer	1	2
Dicotyle Arten	80%	83%
Anteil der 5 häufigsten Familien*	47%	46%

* Asteraceen, Poaceen, Brassicaceen, Fabaceen und Rosaceen

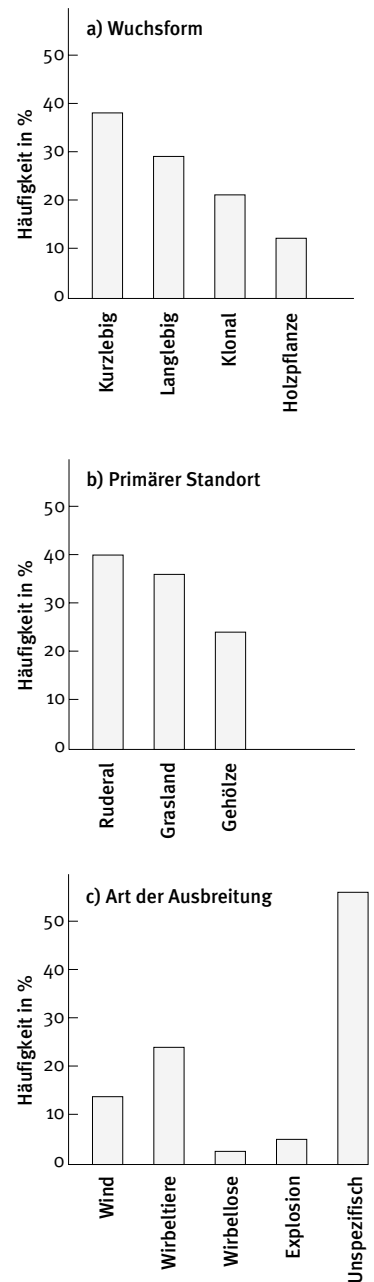


Abb. 4: Häufigkeit von Merkmalen bei Neophyten in der Region Basel:

- a) Wuchsform bzw. Lebensdauer (n = 310)
- b) Primärer Standort (n = 285)
- c) Art der Ausbreitung (n = 271)

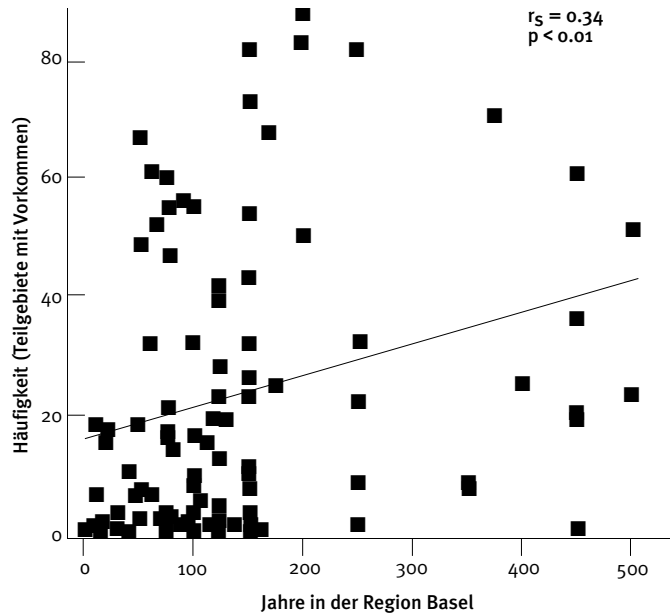


Abb. 5: Korrelation zwischen der Häufigkeit von Neophyten in der Region Basel und der Zeit in Jahren seit ihrer Einführung

Autoren der «Flora von Basel» die Ausbreitungsdynamik der Neophyten beurteilen. Rund ein Drittel aller eingebürgerten Neophyten müssten demnach als gefährdete «Rote Listen-Arten» geführt werden, wären es einheimische Arten. Die Liste der in rasanter (4 Arten) oder in Ausbreitung (24 Arten) begriffenen Neophyten ist kurz, wobei sich in dieser Liste auch sechs der in der Schweiz als invasiv geltenden Neophyten befinden (Tabelle 3). Viele der sich ausbreitenden Neophyten sind schon längere Zeit in der Region Basel. Zwei der sich rasant ausbreitenden Kräuter (*Geranium purpureum*, *Senecio inaequidens*) sind erst kürzlich eingewandert und noch nicht häufig, vielleicht weil beide Arten bisher nur auf Ruderalstandorten auftreten und nicht in etablierte Vegetation einzudringen vermögen. Zu den vier sich rasant ausbreitenden Neophyten gehört auch die Goldrute. Ein Beispiel dafür, dass ein sehr häufiger und sich anhaltend ausbreitender Neophyt kein Problem sein muss, ist das Kleine Liebesgras (*Eragrostis minor*), das z. B. in der Stadt zwischen Pflastersteinen häufig anzutreffen ist.

Weder die Familienzugehörigkeit noch die Wuchsform oder der primäre Standort haben einen Einfluss auf die Häufigkeit eines Neophyten. Hingegen besteht ein marginal signifikanter Zusammenhang ($p = 0.07$) zwischen Häufigkeit und der Art der Ausbreitung. Neophyten, deren Diasporen mittels Explosionsmechanismen verbreitet werden, sind deutlich häufiger ($p < 0.05$, a priori contrast) im Vergleich zu den Arten aller anderen Ausbreitungskategorien (Abb. 4c). Eine signifikante Korrelation besteht auch zwischen Häufigkeit und der Zeit in Jahren seit der Einführung eines Neophyten (Abb. 5).

Diskussion

Es erstaunt nicht, dass sich die Zusammensetzung der Neophyten-Flora in der Region Basel hinsichtlich ihrer Taxonomie, ihrem Lebensformenspektrum und ihrer Herkunft im Vergleich zur Schweiz kaum unterscheidet. Bemerkenswert ist schon eher, dass in der kleinen trinationalen Region Basel eine so hohe Anzahl und eine deutlich grössere Artendichte gebietsfremder Arten vorhanden ist. Verständlich wird dies, wenn man berücksichtigt, dass die Region Basel mit den Rheinhäfen und den grossen Güterbahnarealen einen wichtigen Verkehrsknotenpunkt darstellt. Nicht nur für Güter, sondern auch für fremde Organismen ist Basel Verkehrsdrehscheibe und Einfallstor zur Schweiz. Viele der weniger häufigen Fremdarten finden sich auf den ausgedehnten Ruderalflächen in der Nähe dieser Warenumsschlagplätze. Auch das relativ milde Klima und die verhältnismässig grosse Vielfalt der Lebensräume in der Region Basel, die Teile des Juras, des Elsass und des Schwarzwalds miteinschliesst, dürfte die grosse Zahl von Neophyten begünstigen. Die Ausbreitung vieler Neophyten wird durch grosse Siedlungsnähe und die dadurch bedingte Häufigkeit von Ruderalflächen und Störungen erleichtert (SUKOPP & WITTIG 1998).

Die Verteilung der Häufigkeit neophytischer Arten (Abb. 3) macht deutlich, dass fremdländische Arten nicht generell eine Bedrohung der einheimischen Flora sind, umso mehr weil sich ihre oft seltenen Vorkommen auf ruderale oder gestörte Standorte beschränken. Die Liste der Arten, die in Ausbreitung begriffen sind, ist kurz (Tabelle 3). Zwei Einschränkungen sind allerdings notwendig. Einerseits sind unter den sich ausbreitenden Arten sechs, die in der Schweiz als problematisch gelten. Die Ausbreitung dieser Arten kann nachhaltige ökologische Folgen haben, besonders in Naturschutzgebieten oder für die Naturverjüngung erwünschter Arten, z. B. in der Forstwirtschaft. Schliesslich kann die Ausbreitung einer Art auch Gesundheitsrisiken (wie im Fall des Riesenbärenklaus) nach sich ziehen. Andererseits ist der in dieser Arbeit gefundene signifikante Zusammenhang zwischen Häufigkeit und der Zeit seit der Einführung eines Neophyten ein Hinweis darauf, dass die Fälle unerwünschter Ausbreitung gebietsfremder Arten in Zukunft noch zunehmen könnten. Eine «Lag»-Phase nach der Einführung und bevor sich eine Art auszubreiten beginnt, lässt sich durch die Notwendigkeit, zuerst eine kritische Populationsgrösse zu erreichen, durch die Zufälligkeit von Etablierungsereignissen oder durch die Notwendigkeit evolutiver Anpassungsprozesse erklären (SAKAI et al. 2001). Ausserdem können natürliche oder durch den Menschen verursachte Umweltveränderungen bewirken, dass eine bisher wenig dynamische Art invasiv wird (KOWARIK 1995). Es kommt aber auch vor, dass die Ausbreitungsdynamik einer eingeführten Art ebenso rasch, wie sie eingesetzt hat, wieder aussetzt. Ein Beispiel dafür ist die bereits erwähnte Wasserpest. Wie schon andere Autoren (KOLAR & LODGE 2001) feststellten, hat neben

Tabelle 3: In Ausbreitung begriffene Neophyten in der Region Basel, ihre Häufigkeit im Jahre 2000, ihr Ursprungsgebiet und, sofern bekannt, der Zeitpunkt ihres ersten Auftretens in der Region Basel.

Art	Häufigkeit in der Region Basel *	Ursprungsgebiet	Erstmaliges Auftreten
In rasanter Ausbreitung**			
<i>Amaranthus bouchonii</i>	nicht häufig	unbekannt	1954
<i>Geranium purpureum</i>	nicht häufig	S- & W-Europa	ca. 1980
<i>Senecio inaequidens</i>	nicht häufig	Südafrika	ca. 1985
<i>Solidago gigantea***</i>	sehr häufig	USA, S-Kanada	ca. 1830
In Ausbreitung**			
<i>Acer negundo</i>	häufig	Nordamerika	17. Jahrh. (Europa)
<i>Amaranthus powelli</i>	sehr häufig	N- & C-Amerika	ca. 1900
<i>Bromus inermis</i>	häufig	E-Europa, C-Asien	19. Jahrh.
<i>Callitriche obtusangula</i>	häufig	S- & W-Europ	1939
<i>Cotoneaster dammeri</i>	häufig	W- & SW-China	–
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	häufig	W- & SW-China	–
<i>Duchesnea indica</i>	häufig	Indien bis Japan	ca. 1950
<i>Epilobium ciliatum</i>	nicht häufig	Nordamerika	ca. 1980
<i>Eragrostis minor</i>	sehr häufig	S-Europa, Afrika	ca. 1800
<i>Heracleum mantegazzianum***</i>	häufig	Kaukasus	–
<i>Impatiens glandulifera***</i>	nicht häufig	Himalaya, Nepal	1904
<i>Juncus tenuis</i>	häufig	Nordamerika	ca. 1920
<i>Lemna minuta</i>	selten	C- & S- Amerika	vor 1978
<i>Mahonia aquifolia</i>	häufig	Nordamerika	–
<i>Medicago sativa</i>	sehr häufig	Kaukasus, Türkei	18. Jahrh.
<i>Phytolacca esculenta</i>	nicht häufig	Himalaya, China	–
<i>Prunus laurocerasus</i>	häufig	Türkei, Kaukasus	–
<i>Reynoutria japonica***</i>	häufig	Japan, Korea, China	ca. 1920
<i>Robinia pseudoacacia***</i>	sehr häufig	USA	1635 (Europa)
<i>Rubus armeniacus***</i>	häufig	Kaukasusländer	19. Jahrh.
<i>Sedum hispanicum</i>	häufig	SE-Europa, Orient	–
<i>Stellaria pallida</i>	nicht häufig	W-, C- & S-Europa	–
<i>Veronica filiformis</i>	häufig	N-, C- & S-Amerika	ca. 1943
<i>Veronica peregrina</i>	häufig	N-, C- & S-Amerika	ca. 1937

* nicht häufig: bis zu 40 Nachweise; häufig: bis zu 150 Nachweise; sehr häufig: mehr als 150 Nachweise

** Beurteilung durch die Autoren der «Flora von Basel und Umgebung» (BRODTBECK et al. 1997)

*** gelten in der Schweiz als invasive und problematische Neophyten (www.cps-skew.ch)

dem Zeitfaktor am ehesten die Art der Ausbreitung einen Einfluss darauf, wie häufig fremdländische Arten in der Region Basel sind. Gerade bei problematischen Arten spielt jedoch die Verbreitung durch den Menschen eine wichtige Rolle (SUKOPP 2001). Deshalb ist es sicher richtig, die Dynamik eingeführter Neophyten sorgfältig zu beobachten, damit Arten, die zu einem Problem werden, rechtzeitig erkannt und, sofern notwendig, Massnahmen ergriffen werden können. Dass dabei ein Vorgehen erforderlich ist, welches den spezifischen Einzelfall und die jeweilige Biologie der Art berücksichtigt, hat sich mittlerweile als Konsens etabliert (WILLIAMSON & FITTER 1996, KOWARIK & SCHEPKER 1998, SAKAI et al. 2001). Trotzdem ist ein statistischer Zugang, wie er hier gewählt wurde, sinnvoll, weil er erlaubt, das Ausmass der Problematik zu verdeutlichen und dadurch die problematischen Einzelfälle heraushebt.

Schlussfolgerung

Viele gebietsfremde Arten haben sich bei uns einbürgern können, ohne dass dies problematische Folgen gehabt hätte. Im Gegenteil, viele dieser Arten können als Bereicherung erlebt werden, genauso wie wir heute die Orchideen aus dem Mittelmeerraum in unseren Wiesen nicht missen möchten. Für problematische Neophyten-Vorkommen ist allerdings in der Öffentlichkeit immer noch ein zu geringes Problembewusstsein vorhanden. Ähnliches gilt für die hier nicht behandelte, aber häufige gedankenlose Einschleppung geographisch weither stammender Provenienzen einheimischer Arten, die ebenfalls mit unliebsamen (genetischen) Folgen verbunden sein kann (KELLER et al. 2000). Es ist deshalb wünschenswert, dass sich das Bewusstsein über mögliche negative Auswirkungen invasiver und gebietsfremder Arten verbessert, weil einiges darauf hinweist, dass die Notwendigkeit von Kontrollmassnahmen problematischer Neophyten im Naturschutz, der Forstwirtschaft oder im Gewässerbereich zunimmt (KOWARIK 1996, WEBER 1999). Gleichzeitig ist unsere Kenntnis der bei biologischen Invasionen beteiligten ökologischen und evolutionsbiologischen Prozesse noch ungenügend. Deshalb ist es erfreulich, dass in den letzten Jahren exotische Arten und biologische Invasionen erhöhte Aufmerksamkeit geniessen (WEBER 2000) und vermehrt wissenschaftlich untersucht werden (KAREIVA 1996, AUGÉ et al. 2001).

Literatur

- AUGE H, KLOTZ S, PRATT D & BRANDL R (2001) Die Dynamik von Pflanzeninvasionen: ein Spiegel grundlegender ökologischer und evolutionsbiologischer Prozesse. In: Gebietsfremde Arten, die Ökologie und der Naturschutz. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd 22: 41–58
- BRODTBECK T, ZEMP M, FREI M, KIENZLE U, KNECHT D (1999) Flora von Basel und Umgebung. Mitt Naturf Ges beider Basel (2 Bände)
- DARWIN CH (1859) On the origin of species by means of natural selection. London
- DRAKE JA, MOONEY HA, DI CASTRI HA, GROVES HA, KRUGER FJ et al (eds) (1989) Biological invasions: A Global Perspective. Wiley & Sons, New York
- ELLENBERG H (1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart
- ELTON CS (1958) The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Chapman & Hall, London
- FISCHER MA (1994) Exkursionsflora von Österreich. Ulmer, Stuttgart
- FOURNIER P (1990) Les quatre flores de France. Lechevalier, Paris
- GILPIN M (1990) Ecological prediction. *Science* 248: 88–89
- KAREIVA P (1996) Developing a predictive ecology of non-indigenous species and ecological invasion. *Ecology* 77: 1651–1652
- KEGEL B (1999) Die Ameise als Tramp: von biologischen Invasionen. Amman Verlag, Zürich
- KELLER M, KOLLMANN J & EDWARDS PJ (2000) Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. *J Appl Ecol* 37: 647–659
- KOLAR CS & LODGE DM (2001) Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends Ecol Evol* 16: 199–204
- KORNBERG H & WILLIAMSON MH (eds) (1987) Quantitative aspects of the ecology of biological invasions. The Royal Society, London, England
- KOWARIK I (1995) Time lags in biological invasions with regard to the success and failure of alien species. In: Pysek P et al. (eds) *Plant Invasions – General Aspects and Special Problems*. SPB Academic, Amsterdam, The Netherlands: 15–38
- KOWARIK I (1996) Auswirkungen von Neophyten auf Ökosysteme und deren Bewertung. *Texte des Umweltbundesamtes* 58/96: 119–155
- KOWARIK I (1999) Neophyten in Deutschland: quantitativer Überblick, Einführungs- und Verbreitungswege, ökologische Folgen und offene Fragen. In: Umweltbundesamt (Hrsg.) *Gebietsfremde Organismen in Deutschland*. UBA Texte 55: 17–43
- KOWARIK I & SCHEPKER H (1998) Plant invasions in northern Germany: human perception and response. In: Starfinger U, Edwards K, Kowarik I & Williamson M (eds) *Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses*. Backhuys Publishers, Leiden: 109–120
- LAUBER K & WAGNER G (1996) *Flora Helvetica*. Verlag Paul Haupt, Bern
- LEISHMAN MR & WESTOBY M (1994) Hypotheses on seed size: tests using the semiarid flora of Western New South Wales, Australia. *Am Nat* 143: 890–906
- LID J & LID DT (1994) *Norsk Flora*. Norsk Samlaget, Oslo
- LODGE DM (1993) Biological invasions: lessons for ecology. *Trends Ecol Evol* 8: 133–137
- MACK RN (1985) Invading plants: their potential contribution to population biology. In: J White (ed) *Studies on Plant Demography: A Festschrift for John L Harper*. London, Academic Press: 127–142
- MACK RN (1995) Plant invasions: Early and continuing expression of global change. In: B. Huntley et al (eds) *Past and future rapid environmental changes: the spatial and evolutionary responses of terrestrial biota*. NATO ASO series 47: 205–216
- PIMENTEL D, LACH L, ZUNIGA R, MORRISON D (2000) Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53–65
- PYSEK P, PRACH K & SMILAUER P (1995) Relating invasion success to plant traits: an analysis of the Czech alien flora. In: Pysek P et al (eds) *Plant Invasions – General Aspects and Special Problems*. SPB Academic, Amsterdam, The Netherlands
- REJMANEK M & RICHARDSON DM (1996) What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* 77(6): 1655–1660.

- SAKAI AK, ALLENDORF FW, HOLT JS, LODGE M et al (2001) The population biology of invasive species. *Ann Rev Ecol Syst* 32: 305–332
- SENGHAS K & SEYBOLD S (1996) Flora von Deutschland. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg
- STARFINGER U (2002) Auswirkungen biologischer Invasionen: Globale und mitteleuropäische Perspektive im Vergleich. Zitiert in: Stöcklin J. Ausbreitung und Biologie von Neophyten. *Bauhinia* 16: 57–65
- SUNDLAND OT, SCHEI PK, VIKEN A (eds) (1996) Proceedings of the Norway/UB conference on alien species. Directorate for Nature Management and Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim
- SUKOPP H (2001) Neophyten. *Bauhinia* 15: 19–37
- SUKOPP H & WITTIG R (1998). Stadtökologie. Gustav Fischer, Stuttgart
- WEBER E (1999) Gebietsfremde Arten der Schweizer Flora – Ausmass und Bedeutung. *Bauhinia* 13: 1–10
- WEBER E (2000) Switzerland and the invasive plant species issue. *Bot helv* 110: 11–24
- WILLIAMSON M (1996) Biological Invasions. New York: Chapman & Hall
- WILLIAMSON M & FITTER A (1996) The varying success of invaders. *Ecology* 77: 1661–1666.