

Nischendifferenzierung zweier nah verwandter Neophyten im urbanen Raum

Heiner Lenzin, Peter Nagel, Alexandra Gross, Corinne Huck

The alien *Galinsoga ciliata* and *G. parviflora* are widely distributed in Switzerland in rural as well as urban areas. They are both regarded as weeds, are often sympatric and grow in similar ecological settings. In urban environments, the otherwise slight ecological differences between species appear to be more expressed, but quantitative studies analyzing the distribution pattern, habitat and substrate preferences of both species were missing. In the city of Basel (Switzerland) *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake and *G. parviflora* Cav. were mapped onto a 500 m × 500 m grid. At each locality population density, habitat and substrate type were recorded. *G. ciliata* was more wide-spread and seven times more frequent than *G. parviflora*. These differences existed despite *G. ciliata* being introduced to Europe and to Basel much later than *G. parviflora*.

In contrast to *G. parviflora*, which was absent in the peripheral areas of the town, the stands of *G. ciliata* were spread over the whole town area. Despite the fact that both species prefer nutrient- and humus-rich soil and coexisted in nutrient-rich habitats in the city of Basel, *G. parviflora* grows more often in pavement gaps and crevices of stones, concrete or asphalt than *G. ciliata*. The lower frequency of *G. parviflora*, its smaller aggregations, and the exploitation of the most extreme habitats demonstrate the weak competitiveness compared with *G. ciliata*.

Hence, in urban areas, where the growth conditions for the two weed species are not optimal, *G. parviflora* could maintain its presence by showing a clear niche differentiation compared to *G. ciliata*.

Um die Verteilung von neophytischen Arten im urbanen Raum zu verstehen, braucht es Analysen historischer, ökologischer und klimatischer Faktoren (WITTIG 1991, PYŠEK 1993, KUTTLER 1998, SUKOPP & WURZEL 1999). Urbane Lebensräume stellen relativ junge Lebensräume dar. Auch einheimischen Arten blieb nur wenig Zeit, um sich an deren ökologischen Begebenheiten anzupassen. Deshalb sind urbane Habitats anfälliger für Invasionen fremder Pflanzenarten, vor allem für solche, die grosse Samenmengen produzieren und klonales Wachstum aufweisen. Invasionen durch Neophyten in Städten sind zudem dadurch begünstigt, dass dort viele Arten als Zierpflanzen oder in deren Topferden eingeführt wurden und werden (WITTIG 2002, KOWARIK 2005). Deshalb sind Städte oft Ausgangspunkt und Ausbreitungszentren für invasive Pflanzen (sensu CRONK & FULLER 1995, WEBER 2000). Die nachfolgenden Invasionen erfolgen in der Regel erst nach einer gewissen Zeit seit der Einfuhr oder Einschleppung, einer sogenannten «lag-phase» (JÄGER 1988, KOWARIK 1995) und werden durch Störungen offener Habitats wie z. B. Ruderalflächen begünstigt (JÄGER 1988, WEBER & SCHMID 1993, PROTOPOPOVA et al. 2006).

Die zwei sympatrischen annualen *Galinsoga*-Arten (RAI & TRIPATHI 1983) sind als Unkräuter bekannt und gehören in Mitteleuropa zu derselben ökologischen Gilde. Sie wachsen in verschiedenen Gesellschaften des Polygono-Chenopodion-Ver-

Keywords: Competitiveness, alien species, urban ecology, *Galinsoga ciliata*, *Galinsoga parviflora*

Adresse der Autoren:

Dr. Heiner Lenzin
Prof. Dr. Peter Nagel
Alexandra Gross
Corinne Huck
Universität Basel
Departement Umweltwissenschaften
Institut für NLU-Biogeographie
St. Johannis-Vorstadt 10
4056 Basel / Switzerland

Korrespondenz:
heiner.lenzin@unibas.ch

Angenommen: 21. März 2011

bandes (OBERDORFER 1983). Vergleiche der ökologischen Zeigerwerte (LANDOLT 1977, ELLENBERG 1996) und weitere ökologischer Angaben (SCHÖNFELD 1954, HÄFLIGER & BRUN-HOOL 1975, WARWICK & SWEET 1983, SEBALD et al. 1996, BRODTBECK et al. 1999, DOSTATNY 1999, OBERDORFER 2001, JÄGER & WERNER 2005, FLORAWEB 2008) zeigen, dass *G. ciliata* weniger frostempfindlich ist und weniger saure, aber kompaktere und nährstoffreichere Böden besiedelt als *G. parviflora*. Allerdings werden diese Unterschiede durch die Zeigerwerte für Stickstoff von ELLENBERG (1996) und das häufigere Vorkommen von *G. parviflora* in (sub-)montanen Unkrautgesellschaften Süddeutschlands nicht unterstützt (OBERDORFER 1983).

Beide Arten werden als urbanoneutral beschrieben (WITTIG 1991), wobei *G. ciliata* in Brüssel in dicht bebauten Gebieten häufiger ist als in den Stadtrandbereichen (GODEFROID & KOEDAM 2007). Experimente zeigten, dass sich die beiden Arten in ihrem Wuchsverhalten, in ihrer Morphologie und in ihrer Phänologie sehr ähnlich sind (RAI & TRIPATHI 1983), auch wenn tendenziell ökologische Unterschiede bestehen. Normalerweise hybridisieren *G. parviflora* und *G. ciliata* nicht, auch nicht in Mischkulturen. Hybriden sind deshalb selten und sie sind steril (HASKELL & MARKS 1952, SCHÖNFELD 1954, CANNE 1977, GOPINATHAN & BABU 1982). Von *G. ciliata* ist aber bekannt, dass sie rasch Ökotypen ausbilden kann (SHONTZ & SHONTZ 1972a, b).

Die vorliegende Arbeit beruht auf einer grossmasstäblichen Kartierung der zwei *Galinsoga*-Arten im urbanen Raum. Die für den urbanen Raum erstmals erhobenen belastbaren Daten ermöglichen Aussagen über die jeweiligen ökologischen Präferenzen der zwei nah verwandten Arten im städtischen Umfeld.

Methoden

Untersuchungsgebiet

Mit einer Fläche von 24 km² und mit etwa 170 000 Einwohnern (Agglomeration etwa 500 000) gehört Basel zu den mittelgrossen Städten Mitteleuropas. Basel liegt am Südennde der Oberrheinebene und weist deshalb milde Winter und mit 750 bis 800 mm relativ geringe Niederschlagsmengen auf. Zu diesem lokalen fast submediterranen Klima gesellt sich noch der Stadtklimaeffekt (KUTTLER 1998), der vielen Pflanzenarten der mediterranen oder der subtropischen Flora wenigstens temporär ein Gedeihen ermöglicht. Mit dem Rhonetal und der Burgunderpforte, dem Ober- und dem Hochrheintal bestehen natürliche Verbindungen zu anderen xerothermen Regionen Europas (Abb. 1).

Diese Vernetzung und die Rheinhäfen, wo während Jahrhunderten Waren wie Getreide, Gemüse, Wolle und Anderes eingeführt worden sind, sind die Gründe dafür, dass in Basel Pflanzenarten aus praktisch allen Erdteilen und -regionen anzutreffen sind (BAUMGARTNER 1973, 1985; BRODTBECK et al. 1997, 1999; LENZIN et al. 2001, 2004).



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes (Stadt Basel, Schweiz) in Mitteleuropa (nach SWISS EDUC-TEAM 2005)

Die Agglomeration Basel weist die meisten der typischen urbanen Strukturen und die damit verbundenen Habitate auf (WITTIG et al. 1998). Einige periphere Stadtzonen gehören administrativ nicht mehr zur Stadt Basel und wurden aus technischen Gründen nicht in unsere Untersuchungen mit einbezogen.

Vorgehen

Von Juli bis August 2006 wurden die zwei *Galinsoga*-Arten *G. ciliata* und *G. parviflora* kartiert. Dazu wurde das Untersuchungsgebiet in 124 Quadrate von 500×500 m eingeteilt (dazu WITTIG 1998). Von diesen 124 Quadraten wurden 61 gegeneinander versetzte Quadrate untersucht. Weil nur die politisch zu Basel gehörende Fläche untersucht wurde, wurden 22 Quadrate nur zum Teil kartiert. Zudem beinhalten weitere 7 Quadrate Teile des Rheins und beinhalten deshalb nur zum Teil potentielle Standorte für die untersuchten Arten.

In jedem Quadrat à 500 m×500 m wurden die fünf grössten Bestände erfasst. Von diesen Beständen wurde die Bestandesgrösse, der Wuchsort und das Substrat gemäss Tabelle 1 notiert. Anhand der Summe der Bestandesgrössen (= Abundanz) wurden Punktkarten der zwei untersuchten Arten erstellt (Abb. 2). Oft war es an einem Standort nicht möglich das Substrat zu bestimmen, weil die Pflanzen in Beton- und Asphalt Schäden oder in Steinritzen wachsen.

Im Dezember 2007 wurden an 8 verschiedenen Orten der Stadt mit einem Hellige-pH-Meter die pH-Werte des zugänglichen Substrats von Asphalt Schäden erfasst.

Für die Nomenklatur der Arten wurde der Synonymie-Index von AESCHIMANN & HEITZ (2005) verwendet.

Tabelle 1: Bestandesgrössen-, Wuchsort- und Substratkategorien an den Fundstellen der *Galinsoga*-Arten *G. ciliata* und *G. parviflora* in der Stadt Basel (Schweiz)

Kat.	Bestandesgrösse	Kat. Habitat	Kat. Substrat
1	1 Individuum	1 offener Boden	1 Gartenerde
2	2–10 Individuen	2 Wiese	2 anderer humusreicher Boden
3	11–100 Individuen	3 Rasen	3 Schotter
4	> 100 Individuen	4 Saum	4 Grobkies (>32 mm)
		5 Wald/Wäldchen	5 Feinkies (0–32 mm)
		6 Pflanzentrog	6 Sand
		7 Balkonkistchen	7 Mergel
		8 Strauchrabatte	8 Splitt
		9 Blumenrabatte/-beet	
		10 Gemüsebeet/Gartenbeet	
		11 Baumscheibe	
		12 Pflasterfuge	
		13 Steinritze	
		14 Rasengitterstein	
		15 Asphalt Schaden	
		16 Betonschaden	
		17 Wegrand	
		18 Flachdach	

Ausbreitungsgeschichte und allgemeine Habitatpräferenzen der zwei untersuchten Arten

Galinsoga ciliata stammt ursprünglich aus Süd- und Mittelamerika (KABUCE 2006) und den südlichen USA (SCHÖNFELD 1954). Ihre Standorte in diesen Regionen sind Schläge des montanen Eichenbuschs, Weiden sowie sandig-kiesige und humose Ruderalflächen bis 3000 m ü. M. (BRODTBECK et al. 1999). Ihr erstes Auftreten in Europa wurde 1866 gemeldet (LOHMEYER & SUKOPP 1992). Aus Basel ist die Art seit 1934 bekannt (BINZ 1942). In Mitteleuropa ist *G. ciliata* vor allem ein Garten-Unkraut (RICHTER-RETHWISCH 1966), aber die Art wurde in Brüssel auch in stadtnahen Waldhabitaten gefunden (GODEFROID & KOEDAM 2003). In Basel wurde sie in Gemüsebeeten und -feldern, Rabatten und in Siedlungen schon kurz nach dem ersten Auffinden gar in Blumentöpfen (BINZ 1942) gefunden. Als Substrate werden nährstoffreiche, humose, sandige und lehmige Böden angegeben (BRODTBECK et al. 1999).

Galinsoga parviflora stammt aus Südamerika (PYŠEK et al. 2009), wo sie an Hängen mit trockenen Eichen-Kiefern-Wäldern bis 2900 m ü. M. wächst (BRODTBECK et al. 1999). Sie gedeiht aber auch auf Viehweiden und auf Ruderalflächen. Das erste Mal wurde sie aus Europa 1789 erwähnt (LOHMEYER & SUKOPP 1992), und aus Basel ist sie seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts bekannt (BINZ 1905). In Mitteleuropa wächst die Art hauptsächlich auf Hackfruchtäckern, in Obst- und Hausgärten (RICHTER-RETHWISCH 1966). In Basel wächst *G. parviflora* auf nährstoffreichen, humosen und porösen, aber auch auf sandigen oder lehmigen Böden. Sie gedeiht in Gemüsebeeten, Gärten, Rabatten, Mauern, Eisenbahn- und Hafenanlagen sowie auf Deponien und Komposthaufen (BRODTBECK et al. 1999).

Resultate

In 62% (38 von 61) der bearbeiteten Quadrate wurden 147 Bestände von *G. ciliata* notiert (Abb. 2). *G. ciliata* wuchs meist in Beständen von 11 bis 100 Individuen (49.0%). Bestände von 2 bis 10 Individuen wurden zu 31.3%, Einzelindividuen nur zu 11.6% notiert. Grosse Populationen mit mehr als 100 Individuen waren mit 8.2% relativ selten (Abb. 3). Was die Wuchsorte betrifft, wurde *G. ciliata* zu 19.8% auf offenem Boden, zu 17.7% in Strauch- und Blumenrabatten und zu je 11.6% in Pflanzentrögen und in Pflasterfugen notiert. Die Art wurde aber auch in Baumscheiben (9.5%) und in Asphalt Schäden (8.2%) angetroffen. Nicht gefunden wurde *G. ciliata* in Rasen, Säumen, in Wäldchen und Wäldern und an Wegrändern (Abb. 4). Gartenerde oder andere humose Erde konnte in 60.0% der Fälle als Substrat notiert werden. Zu 7.5% konnte Schotter oder Kies als Substrat festgestellt werden. Zudem war es wegen der Wuchsorte in 32.0% der Fälle nicht möglich, Angaben zum Substrat zu machen (Abb. 5).

Die 21 Populationen von *Galinsoga parviflora* wurden in 14

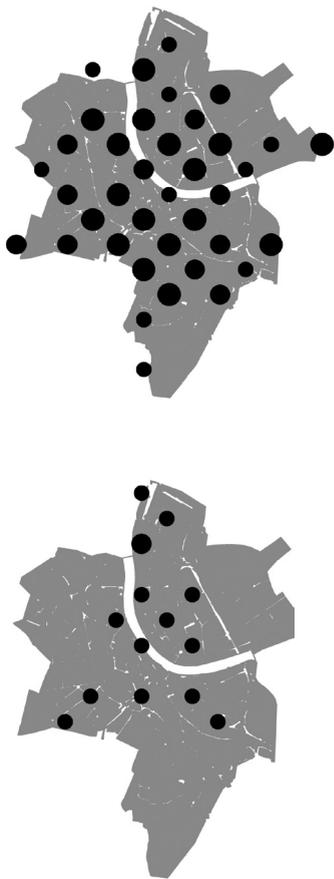


Abb. 2: Verbreitung und Abundanz von *Galinsoga ciliata* (oben) und *G. parviflora* (unten) in der Stadt Basel (Schweiz) (s. Methoden)

- Abundanz pro Quadrat 1–5
- Abundanz pro Quadrat 6–11
- Abundanz pro Quadrat 12–17

der 61 Quadrate notiert (Abb. 2). Diese Art kam vor allem in kleinen Beständen von 2 bis 10 Individuen vor (61.9%). Einzelindividuen wurden in 23.8% der Fälle notiert, in 9.5% der Fälle wurden Bestände mit 11 bis 100 Individuen und in 4.8% der Fälle solche mit mehr als 100 Individuen angetroffen (Abb. 3). Die häufigsten Wuchsorte von *G. parviflora* waren Asphalt-schäden (33.3%), Baumscheiben (14.3%) und Wiesen, Pflanzentröge, Blumenrabatten und Steinritzen mit je 9.5%. Zudem konnte die Art zu je 4.8% auf offenem Boden, in Balkonkistchen, und in Strauchrabatten notiert werden (Abb. 4). Zu 4.7% konnte Mergel als Substrat notiert werden. Weil die Art oft in Asphalt-schäden, Steinritzen, Pflasterfugen etc. aufgefunden wurde, konnte in 42.9% der Fälle keine Angabe zum Substrat gemacht werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass *G. ciliata* in Basel deutlich weiter verbreitet und häufiger auftrat als *G. parviflora*. Auch unterschieden sich die notierten Vorkommen in den Populationsgrößen-Kategorien der beiden Arten signifikant voneinander (2×4 Kreuztabelle, $\chi^2 = 13.77$, $df = 3$, $P < 0.005$). Wenn die kleinflächigen und/oder stark gestörten konkurrenzarmen Kategorien «Pflasterfugen», «Steinritzen», «Asphalt-schäden», «Beton-schäden», «Gartenbeete», «Baumscheiben» und «Rasengittersteine» den anderen grösserflächigeren und ungestörteren Wuchsorten (Tabelle 1) gegenübergestellt werden, so unterschieden sich die beiden untersuchten Arten in ihrem Vorkommen in Bezug auf diese Wuchsortgruppen nicht signifikant (2×4 Kreuztabelle, $\chi^2 = 2.83$, $df = 1$, $P = 0.075$). Die beiden *Galinsoga*-Arten gedeihen zudem ähnlich häufig auf Garten- oder anderem humusreichem Boden.

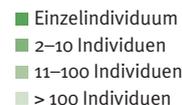
Allerdings muss an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen werden, dass pro Quadrat nur die 5 grössten Population berücksichtigt worden sind. Bei *G. parviflora* wurden in keinem der Quadrate mehr als 4 Vorkommen angetroffen, sodass diese Einschränkung keinerlei Auswirkung hat. Bei *G. ciliata* hingegen wurde in 17 von 38 Quadraten auch bei der 5. Notierung nicht nur Einzelpflanzen erfasst, sodass bei dieser Art wirklich davon ausgegangen werden muss, dass in diesen Quadraten nur die grössten Vorkommen notiert worden sind.

Diskussion

In der Stadt Basel ist *G. ciliata* häufiger und weiter verbreitet als *G. parviflora*; ein Resultat, das auch für die gesamte Schweiz (WELTEN & SUTER 1982, WOHLGEMUTH et al. 2006) und für Deutschland gilt (KÜHN et al. 2004). Allerdings fällt dieser Unterschied für Deutschland, wo *G. parviflora* mit 85.1% besetzten Quadraten eine nur etwas geringere Frequenz hat als *G. ciliata* mit 90.5%, nicht ganz so deutlich aus (KOWARIK 2002). In diesem Zusammenhang muss angemerkt werden, dass *G. parviflora* in Europa mehr als sieben und in Basel drei Jahrzehnte früher eingeschleppt worden ist als *G. ciliata* (KOWARIK 1995).



Abb. 3: Grösse der notierten Bestände von *Galinsoga ciliata* (oben, n=147) und *G. parviflora* (unten, n=21) in der Stadt Basel (Schweiz) (s. Methoden)



Im Gegensatz zu *G. ciliata*, die fast über das ganze Stadtgebiet von Basel verbreitet ist, wurde *G. parviflora* nur in bestimmten Gebieten der Stadt, so vor allem im Zentrum, entlang des Rheins und in den Hafenanlagen im Norden der Stadt gefunden. In den anderen peripheren Gebieten (Basel West, Basel Ost und Basel Süd) konnte *G. parviflora* nicht nachgewiesen werden (Abb. 2). Zwar wurden hierzu keine exakten Messungen bezüglich der beiden *Galinsoga*-Arten in Basel durchgeführt, doch erlauben Erkenntnisse aus früheren Kartierungen in der Stadt Basel (z.B. LENZIN et al. 2001, 2004) die Annahme, dass sich in diesen Verbreitungsunterschieden die unterschiedliche Kältetoleranz der beiden untersuchten *Galinsoga*-Arten widerspiegeln könnte. *G. parviflora* wurde auch in anderen Untersuchungen als frostempfindlicher beschrieben als *G. ciliata* (HÄFLIGER & BRUN-HOOL 1975, KUTTLER 1998). Auch der Vergleich der Höhenverbreitungen in der Schweiz unterstützt diese Aussagen (WOHLGEMUTH et al. 2006). Welche Stadien aber besonders empfindlich auf tiefere Temperaturen reagieren, ist nicht klar. So geben z. B. IVANY & SWEET (1973), JURSIK et al. (2002) und DAMALAS (2008) für beide Arten Keimtemperaturen zwischen 10° und 30° C resp. 35° C an. Allerdings haben HRON & VODAK (1959) für *G. parviflora* auch Keimung bei 50° C beobachtet.

G. ciliata ist im Untersuchungsgebiet nicht nur weiter verbreitet und häufiger, sondern die Art tritt meist auch in größeren Populationen auf. Im Gegensatz dazu tritt *G. parviflora* zu 85% in Beständen auf, die weniger als 11 Individuen aufweisen.

Obwohl in unserer Untersuchung bei *G. ciliata* bei 30.8% und bei *G. parviflora* bei 42.8% der Bestände das Substrat nicht angesprochen werden konnte, können hier gewisse Aussagen zur Standortökologie der Arten gemacht werden. An den restlichen Wuchsorten zeigen beide Arten eine deutliche Präferenz für humusreichere Böden. *G. parviflora* wurde zu 33% in Asphalt Schäden notiert, *G. ciliata* hingegen nur zu 8.8% (Abb. 4). Dennoch konnten Unterschiede im Habitat und in der Substratpräferenz nicht statistisch nachgewiesen werden. Unsere pH-Messungen der oberen Schichten in den Asphalt Schäden ergaben Werte zwischen 7 und 8. Die angegebenen pH-Zeigerwerte der beiden Arten sind fast identisch (LANDOLT 1977, ELLENBERG 1996) mit einem schwach höheren Aziditätswert von *G. parviflora*. Diese Angaben decken sich nicht mit unseren Messungen. Allerdings sind die Wurzeln von *G. parviflora* recht lang (OBERDORFER 2001) und reichen sicherlich bis in die Tragschicht der Strassen, die im Allgemeinen aus silikatischem Kies besteht. So sind dort leicht saure Bedingungen zu erwarten, was *G. parviflora* begünstigen würde.

Verglichen mit offenem Boden stellen Asphalt Schäden extremere Habitate mit weniger konkurrierenden Pionierarten dar. Das häufigere Auftreten von *G. parviflora* an solchen Wuchsorten verglichen mit *G. ciliata* und die umgekehrte Situation auf offenen Böden deutet auf eine kleinere Konkurrenzfähigkeit der erstgenannten Art hin. Diese Schlussfolgerung wird dadurch

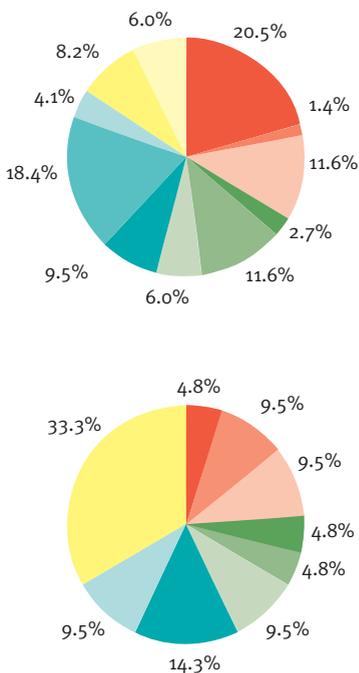


Abb. 4: Wuchsorte von *Galinsoga ciliata* (oben, n=147) und *G. parviflora* (unten, n=21) in der Stadt Basel (Schweiz) (Habitat-Nr. siehe Tab. 1)

- offener Boden (1)
- Wiese (2)
- Pflanzentrog (6)
- Balkonkistchen (7)
- Strauchrabatte (8)
- Blumenrabatte/-beet (9)
- Baumscheibe (11)
- Pflasterfuge (12)
- Steinritze (13)
- Asphalt Schaden (15)
- andere

gestützt, dass *G. parviflora* tendenziell eher an kleinflächigeren und/oder gestörteren Wuchsorten (Abb. 4), ganz klar in kleineren Beständen (Abb. 3) und nur in bestimmten Gebieten der Stadt gedeiht (Abb. 2). In Experimenten konnte gezeigt werden, dass *G. ciliata* weniger unter allelopathischen Wurzelexudaten litt als *G. parviflora* (RAI & TRIPATHI (1984) und in dichteren Beständen eine bessere Wüchsigkeit zeigt als *G. parviflora* (RAI & TRIPATHI (1983). In Mischbeständen mit *G. parviflora* kam *G. ciliata* zur Dominanz (RAI & TRIPATHI 1986) und zeigt im Vergleich mit dieser Art eine bei höheren Dichten und in Mischbeständen grössere Samenproduktion. Auch für die Samenkeimung ist *Galinsoga parviflora* stärker auf Licht angewiesen als *G. ciliata* (DAMALAS 2008, JURSIK et al. 2002) und zeigt eine positivere Korrelation der Keimungsorte mit steigender Lichtintensität als *G. ciliata*. Die allermeisten oben diskutierten Resultate zeigen zwar eher Trends auf, was die Unterschiede zwischen den beiden Arten betrifft (WARWICK & SWEET 1983, RAI & TRIPATHI 1983, 1986), aber unsere eigenen Resultate und Schlussfolgerungen werden durch die publizierten Daten gestützt. Sie erlauben uns, ökologisch unterschiedliche Präferenzen der beiden untersuchten Arten im urbanen Raum zu definieren.

Schlussfolgerung

Beide untersuchten *Galinsoga*-Arten bevorzugen humus- und nährstoffreiche Böden. In Landwirtschaftsflächen mit reichlich vorhanden Nährstoffen koexistieren sie. Im urbanen Raum hingegen, wo die Wuchsbedingungen für die beiden Arten zum Teil suboptimal sind, zeigen *G. ciliata* und *G. parviflora* eine Tendenz zur Nischendifferenzierung. Die geringen Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Arten werden wichtiger und treten deutlicher zutage, wenn die Lebensbedingungen schlechter werden. So weicht *G. parviflora* in die dicht bebauten Gebiete der Innerstadt aus und die geringere Konkurrenzskraft sowie die höheren Ansprüche an Lichtgenuss bedingen kleinere Bestände, öfters an kleinflächigen Wuchsorten wie Asphalt Schäden und -ritzen, wo eventuell zusätzlich auch die Bodenazidität höher ist.

Da zumindest *G. ciliata* offenbar schnell evolvieren kann (SHONTZ & SHONTZ 1972a, b), vermuten wir, dass die beobachtete Nischendifferenzierung mit einer Merkmalsdivergenz (ecological character displacement im Sinne von BROWN & WILSON 1956, GRANT 1972, SLATKIN 1980, DAYAN & SIMBERLOFF 2005) einhergegangen sein könnte. Um dies zu belegen, sind aber populationsgenetische Untersuchungen nötig, die nicht Teil dieser Untersuchung waren.

Dank

Wir danken PD Dr. Jan Beck, Universität Basel, Institut NLU-Biogeographie für die Durchsicht des Manuskripts, seine Anregungen und seine kritischen Kommentare.

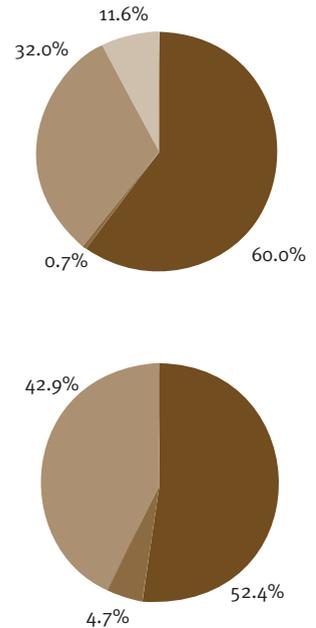


Abb. 5: Substrate der Wuchsorte von *Galinsoga ciliata* (oben, n=147) und *G. parviflora* (unten, n=21) in der Stadt Basel (Schweiz) (Substrat-Nr. siehe Tab. 1)

- = Gartenerde und anderer humusreicher Boden (1 und 2)
- = Mergel (7)
- = keine Angaben zum Substrat möglich
- = andere Substrate

Literatur

- AESCHIMANN D & HEITZ C (2005) Synonymie-Index der Schweizer Flora und der angrenzenden Gebiete, 2. Aufl. ZDSF, Genf
- BAUMGARTNER W (1973) Die Adventivflora des Rheinhafens Basel-Kleinhüningen in den Jahren 1950–1971. *Bauhinia* 5/1: 21–27
- BAUMGARTNER W (1985) Die Adventivflora des Rheinhafens Basel-Kleinhüningen in den Jahren 1972–1984. *Bauhinia* 8/2: 79–87
- BINZ A (1905) Flora von Basel und Umgebung. CF Lendorff, Basel
- Binz A (1942) Ergänzungen zur Flora von Basel. *Verh Natforsch Ges beider Basel* 53/2: 83–135
- BRODTBECK T, ZEMP M, FREI M, KIENZLE U & KNECHT D (1997) Flora von Basel und Umgebung 1980–1996. Teil I. *Mitt Natforsch Ges beider Basel* 2: 1–545
- BRODTBECK T, ZEMP M, FREI M, KIENZLE U & KNECHT D (1999) Flora von Basel und Umgebung 1980–1996. Teil II. *Mitt Natforsch Ges beider Basel* 3: 546–1004
- BROWN WL & WILSON EO (1956) Character displacement. *Syst Zool* 5: 49–64
- CANNE JM (1977) A revision of the genus *Galinsoga* (Compositae: Helkianthae). *Rhodora* 79: 319–389
- CRONK Q C B & FULLER JL (1995) *Plant invaders*. Chapman and Hall, London
- DAMALAS CA (2008) Distribution, biology and agricultural importance of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae). *Weed Biol Managem* 8: 147–153
- DAYAN T & SIMBERLOFF D (2005) Ecological and community-wide character displacement: the next generation. *Ecology Letters* 8: 875–894
- DOSTATNY DF (1999) Effect of density on individual size and fertility in two species of weeds: *Galinsoga ciliata* Blake and *Galinsoga parviflora* Cav. *Pol J Ecol* 47/3: 353–357
- ELLENBERG H (1996) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*, 5. Aufl Ulmer, Stuttgart
- FLORAWEB (2008) Bundesministerium für Naturschutz, BfN. <http://www.floraweb.de>
- GODEFROID S & KOEDAM N (2003) Identifying indicator plant species of habitat quality and invasibility as a guide for peri-urban forest management. *Biodivers Conserv* 12: 1699–1713
- GODEFROID S & KOEDAM N (2007) Urban plant species patterns are highly driven by density and function of built-up areas. *Landscape Ecol* 22/8: 1227–1239
- GOPINATHAN MC & BABU CR (1982) Cytogenetics of *Galinsoga parviflora* Cav. and *G. ciliata* (Raf.) Blake and their natural hybrids (Asteraceae). *New Phytol* 91: 531–539
- GRANT P R (1972) Convergent and divergent character displacement. *Bio J Linn Soc* 4: 39–68
- HÄFLIGER E & BRUN-HOOL J (1975) *Ciba-Geigy Unkrautafeln*. Documenta Ciba-Geigy, Basel
- HASKELL G & MARKS GE (1952) Chromosome ecology of British *Galinsoga* species. *New Phytologist* 51/3: 382–385
- HRON FA & VODAK A (1959) *Polni plevele a boj protni nim*. Statni zmedelske nakladatelstvi, Praha
- IVANY JA & SWEET RD (1973) Germination, growth, development and control of *Galinsoga*. *Weed Science* 21/1: 41–45
- JÄGER EJ (1988) Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen. *Flora* 180: 101–131
- JÄGER EJ & WERNER K (2005) *Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Kritischer Band*, 10. Aufl Spektrum, München
- JURSIK M, SOUKUP J, HOLEC V & KOHOUT V (2002) Germination, emergence and dormancy of *Galinsoga ciliata* Blake. *Plant Dis Prot Sonderheft* 18: 205–211
- KABUCE N (2006) NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Galinsoga quadriradiata*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, 2008–03–09
- KOWARIK I (1995) Time lags in biological invasions with regards to the success and failure of alien species. In: Pyšek P, Prach K, Rejmánek M & Wade P M (eds) *Plant Invasions – General Aspects and Special Problems*. SPB Academic Publishing, Amsterdam pp 15–38
- KOWARIK I (2002) *Biologische*

Invasionen in Deutschland: zur Rolle nichteinheimischer Pflanzen. *Neobiota* 1:5–24

KOWARIK I (2005) Urban ornamentals escaped from cultivation. In: Gressel J (ed) *Crop Fertility and Volunteerism*. CRC Press, Boca Raton, 97–121

KÜHN I, BRANDENBURG M & KLOTZ S (2004) Why do alien plant species that reproduce in natural habitats occur more frequently? *Diversity Distrib* 10: 417–425

KUTTLER W (1998) Stadtklima. In: Sukopp H & Wittig R (eds) *Stadtökologie*. G Fischer, Stuttgart/New York, 125–167

LANDOLT E (1977) Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff Geobot Inst ETH, Stiftung Rübel* 64

LENZIN H, KOHL J, MUEHLETHALER R, ODIET M, BAUMANN N & NAGEL P (2001) Verbreitung, Abundanz und Standorte ausgewählter Neophyten in der Stadt Basel (Schweiz). *Bauhinia* 15: 39–56

LENZIN H, ERISMANN C, KISSLING M, GILGEN A K & NAGEL P (2004) Häufigkeit und Ökologie ausgewählter Neophyten in der Stadt Basel (Schweiz). *Tuexenia* 24: 359–371

LOHMEYER W & SUKOPP H (1992) Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. *Schrreihe Vegetationskde* 25: 1–186

OBERDORFER E (1983) *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III*. G Fischer, Stuttgart

OBERDORFER E (2001) *Pflanzensoziologische Exkursionsflora* 8. Aufl Ulmer, Stuttgart

PROTOPOVA VV, SHEVERA MV & MOSYAKIN S L (2006) Deliberate and unintentional introduction of invasive weeds: A case study of the alien flora of Ukraine. *Euphytica* 148/1-2: 17–33

PYŠEK P (1993) Factors affecting the diversity of flora and vegetation in Central European settlements. *Vegetatio* 106: 89–100

PYŠEK P, LAMBDDON PW, ARIAN-OUTSOU M, KÜHN I, PINO J & WINTER M (2009) Alien vascular plants of Europe. In: DAISIE (ed). *Handbook of Alien Species in Europe*. Springer Science, Dordrecht. pp 43–61

RAI JPN & TRIPATHI RS (1983) Population regulation of *Galinsoga ciliata* and *G. parviflora*. *Weed research*

23: 151–163

RAI JPN & TRIPATHI RS (1984) Allelopathic effects of *Eupatorium riparium* on population regulation of two species of *Galinsoga* and soil microbes. *Plant and soil* 80: 105–117

RAI JPN & TRIPATHI RS (1986) Effects of density and soil-nitrogen levels on growth of *Galinsoga quadriradiata* and *G. parviflora* in pure and mixed stands. *Can J Bot* 64: 2708–2715

RICHTER-RETHWISCH F (1966) Die beiden Franzosenunkrautarten *Galinsoga parviflora* Cav. und *Galinsoga ciliata* Blake, eine Übersicht über ihre Verbreitung in der BRD und ein Beitrag zu ihrer Biologie. Dissertation der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim. Heidelberg

SCHÖNFELD S (1954) Morphologisch-anatomische Untersuchung an Ackerunkräutern der Gattung *Galinsoga* Ruiz et Pavon. Dissertation der Pädagogische Hochschule Karl Liebknecht. Karl-Marx-Stadt

SEBALD O, SEYBOLD S, PHILIPPI G & WÖRZ A (eds) (1996) *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs*, Bd 6. E Ulmer, Stuttgart

SHONTZ NN & SHONTZ JP (1972a) Competition for nutrients between ecotypes of *Galinsoga ciliata*. *J Ecol* 60/1: 89–92

SHONTZ NN & SHONTZ JP (1972b) Rapid evolution in populations of *Galinsoga ciliata* (Compositae) in Western Massachusetts. *Am Midl Nat* 88/1: 183–199

SLATKIN M (1980) Ecological character displacement. *Ecology* 6/1: 163–177

SUKOPP H & WURZEL A (1999) Changing climate and the effect on flora and vegetation in central Europe. In: Klötzli F & Walther G-R (eds) *Recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming*. Birkhäuser, Basel pp 91–120

SWISS EDUC-TEAM (2005) *Europa-karte*. www.swisseduc.ch/geographie/weltatlas/icons/europa042_m.jpg

WARWICK SI & SWEET RD (1983) The biology of Canadian weeds 58. *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata* (= *G. ciliata*). *Can J Plant Sci* 63: 695–709

WEBER E (2000) Switzerland and the invasive plant species issue. *Bot Helv* 110/1: 11–24

WEBER E & SCHMID B (1993) Das Neophytenproblem. Diss Bot 196: 209–227

WELTEN M & SUTER R (1982) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel/Boston/Stuttgart

WITTIG R (1991) Ökologie der Grossstadflora, Flora und Vegetation der Städte des nordwestlichen Mitteleuropa. UTB für Wissenschaft. G Fischer, Stuttgart

WITTIG R (1998) Flora und Vegetation. In: Sukopp H and Wittig R (Hg) Stadtökologie. G Fischer, Stuttgart, New York pp 219–265

WITTIG R (2002) Siedlungsvegetation. E Ulmer, Stuttgart

WITTIG R, SUKOPP H, KLAUSNITZER B & BRANDE A (1998) Die ökologische Gliederung der Stadt. In: Sukopp H & Wittig R (Hg) Stadtökologie. G Fischer, Stuttgart, New York pp 316–372

WOHLGEMUTH T, BOSCHI N & LONGATTI P (2006) Swiss Web Flora. Verbreitungskarte von *Galinsoga parviflora* (Stand 2000) und *Galinsoga ciliata* (Stand 2000). www.wsl.ch/land/products/webflora/floramodul1-de.html