

Invasive Neophyten in Zürich

Elias Landolt, Zürich

Zusammenfassung

In der Umgebung von Zürich wurden anhand einer km²-Kartierung die Verbreitung und das Verhalten von invasiven Arten aufgenommen.

1. Insgesamt können im untersuchten Gebiet 13 fremde Arten als invasiv bezeichnet werden. Von diesen sind 3 sehr aggressiv und dringen auch flächenhaft in naturnahe Vegetationen ein: Armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*), Spätblühende Goldrute (*Solidago gigantea*) und Japanischer Knöterich (*Reynoutria japonica*). Die übrigen Arten sind nur vereinzelt in naturnahen Vegetationen zu finden oder wachsen einzig in vom Menschen stark abhängigen Vegetationen, wo sie vorwiegend mit anderen Neophyten und Archacophyten in Konkurrenz treten.

2. Alle fremden invasiven Arten sind wärmebedürftig, mit deutlich höheren Zeigerwerten für die Temperatur als die einheimischen sich invasiv verhaltenden Arten. Demgegenüber unterscheiden sich fremde und einheimische invasive Arten kaum in den Werten für Kontinentalität.

3. Alle invasiven Arten sind nährstoffbedürftig.

4. Die allgemeine Erwärmung des Klimas und der Stickstoffeintrag aus der Luft haben offenbar die Ausbreitung und Aggressivität der meisten fremden invasiven Arten erst ermöglicht. Bei weiterer Erwärmung und fort-dauerndem Nährstoffeintrag aus der Luft ist mit neuen invasiven Neophyten zu rechnen.

Invasive Neophytes in Zurich

Distribution and behaviour of invasive plant species have been studied in the surroundings of Zurich.

1) 13 foreign species have been recognized as invasive in the region of which three are aggressive. They are able to invade natural or seminatural vegetation: *Rubus armeniacus*, *Solidago gigantea*, *Reynoutria japonica*.

2) All of these foreign invasive species are thermophile with distinctly higher temperature indication values than native invasive species. The continentality values do not show any differences, however.

3) All invasive species need a high content of nutrients in the soil.

4) The general warming up of the climate and the continuous nitrogen input from the air enabled most of these foreign invasive species to invade. If the change of these two factors will continue additional foreign invasive species are to be expected.

Schlagwörter: Aggressive Arten – Klimaerwärmung – Neophyten – Stadflora – Stickstoffeintrag

Die Nomenklatur der Pflanzennamen folgt AESCHIMANN und HEITZ (2005)

1 EINLEITUNG

Seit der Mensch sich über die Erde verbreitet hat und mit fremden Völkern Handel treibt, schleppt er immer wieder fremde Lebewesen in Gebiete ein, in denen diese nicht einheimisch sind. Stimmen die Umweltbedingungen mit den Ansprüchen dieser Organismen zu einem grossen Teil überein, können diese sich am neuen Ort ansiedeln und dort allenfalls die einheimischen Arten bedrängen oder verdrängen. Besonders in den letzten Jahrhunderten und Jahrzehnten, mit der Zunahme der Mobilitätsmöglichkeiten und bei Pflanzen auch mit der Einführung von Tausenden von neuen Gartenpflanzen, hat diese Überschwemmung mit fremden Organismen zum Teil erstaunliche Ausmasse angenommen. Bei den Pflanzen bezeichnet man diese Fremdlinge als Neophyten (eingeführt seit 1500 n. Chr.). Auf Inseln und anderen

isolierten Lebensräumen können neu eingeführte Organismen katastrophale Wirkungen auf die einheimische Lebewelt haben. Diese besteht meist aus wenigen gut an die dortigen Bedingungen angepassten Arten. Neue Arten, die sich in einem grossen Gebiet entwickelt haben, bringen oft neue Faktoren, die bis dahin nicht vorhanden waren und gegen die die einheimischen Arten deshalb auch keine Abwehr entwickelt haben, neuartige Rauborganismen, bessere Ausnützer der vorhandenen Nährstoffe usw. Deshalb ist auf vielen Inseln, auf die der Mensch neue Organismen (Pflanzen oder Tiere) zur Nutzung oder rein zufällig eingebracht hat, die Vielfalt der einheimischen Lebewesen oft zu einem sehr grossen Prozentsatz verschwunden. In Gebieten, die Teile grosser Kontinente bilden, haben sehr viel mehr einheimische Arten gegenseitig aufeinander eingewirkt und meist alle ökologischen Nischen eingenommen. Fast nur an Orten, wo der Mensch die

Bedingungen stark beeinflusst hat, vermögen neu eingebrachte Arten überhaupt noch Fuss zu fassen.

Arten, die erfolgreich in ein Gebiet neu einwandern, werden als invasiv bezeichnet. Die World Conservation Union (IUCN) (aus WEBER, 2003) definiert invasive Arten allerdings etwas enger als fremde Arten, die sich in natürlichen und halbnatürlichen Ökosystemen eines Gebietes etablieren können, dort zu Veränderungen führen und die vorhandene biologische Diversität vermindern. Meist wird der Begriff halbnatürlich allerdings sehr weit ausgelegt und darunter auch vom Menschen stark beeinflusste Habitats wie intensiv genutzte Wiesen und Ruderalstandorte (Schuttflächen) verstanden. In dieser Arbeit werden indessen fremde Arten, die fast nur ruderal oder in bebauten Feldern und Gartenbeeten auftreten, nicht berücksichtigt, auch wenn sie noch so häufig sind, wie z. B. das Franzosenkraut *Galinsoga ciliata* oder das Kanadische Berufskraut (*Conyza canadensis*). Um den Begriff «invasiv» der IUCN klar gegenüber der allgemeinen Bedeutung von «invasiv» abzugrenzen, wird ähnlich wie auf der Webseite der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (SKEW) im Folgenden eine invasive Art im Sinne der IUCN-Definition als invasiv gebietsfremd bezeichnet. Die Webseite der SKEW (www.cps-skew.ch) vermittelt weitere

Tab. 1. Schwarze Liste der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz (21 Arten)

Tab. 1. Black list of phanerogams in Switzerland (21 species)

Fett gedruckte Arten sind in Zürich invasiv oder im Begriffe invasiv zu werden.

Götterbaum	<i>Ailanthus altissima</i>
Aufrechte Ambrosie	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>
Verlot'scher Beifuss	<i>Artemisia verlotiorum</i>
Sommerflieder	<i>Buddleja davidii</i>
Nutalls Wasserpest	<i>Elodea nutallii</i>
Riesen-Bärenklau	<i>Heracleum mantegazzianum</i>
Drüsiges Springkraut	<i>Impatiens glandulifera</i>
Japanisches Geissblatt	<i>Lonicera japonica</i>
Grossblütige Ludwigie	<i>Ludwigia grandiflora</i>
Amerikanischer Stinklattich	<i>Lysichiton americanus</i>
Himalaya-Knöterich	<i>Polygonum polystachyum</i>
Herbst-Kirsche	<i>Prunus serotina</i>
Japanischer Knöterich	<i>Reynoutria japonica</i>
Sachalin-Knöterich	<i>Reynoutria sachalinensis</i>
Böhmischer Knöterich	<i>Reynoutria x bohemica</i>
Essigbaum	<i>Rhus typhina</i>
Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Armenische Brombeere	<i>Rubus armeniacus</i>
Schmalblättriges Kreuzkraut	<i>Senecio inaequidens</i>
Kanadische Goldrute	<i>Solidago canadensis</i>
Spätblühende Goldrute	<i>Solidago gigantea</i>

Informationen über invasive gebietsfremde Arten in der Schweiz und zeigt auf ihren Informationsblättern auch Abbildungen der einzelnen Arten.

Ähnlich wie die gefährdeten Arten eines Gebietes in einer «Roten Liste» erfasst werden, stellt man invasive gebietsfremde Arten, die einheimische Arten verdrängen, in einer «Schwarzen Liste» zusammen. Arten, die möglicherweise in nächster Zeit aggressiv werden, stehen in einer «Watch-Liste». Im Folgenden soll auf die Verhältnisse in der Schweiz und insbesondere im Gebiet von Zürich eingegangen werden. Die «schwarze Liste» der Schweiz umfasst 21 Arten (Tab. 1). Weitere 14 Arten stehen in der «Watch-Liste» (Tab. 2). Von diesen 35 Arten werte ich heute im Untersuchungsgebiet von Zürich 13 als invasiv und gebietsfremd oder als im Begriff, invasiv zu werden.

Als Beispiel einer erfolgreichen invasiven gebietsfremden Art sei *Pueraria lobata* (Kopoubohne) genannt, eine ostasiatische Art, die in warmen, luftfeuchten Gebieten der gesamten Welt Wälder und Hänge überwachsen kann. In der Schweiz spielt sie nur im Tessin eine Rolle (Abb. 1), müsste aber trotzdem heute in die Schwarze Liste überführt werden, da sie sich sehr aggressiv verhält und ihre gesamte Umgebung überdecken und langfristig zum Absterben bringen kann. Um die einheimische Artenvielfalt zu erhalten, ist es notwendig, solche invasiven gebietsfremden Arten zu entfernen oder zumindest unter Kontrolle zu halten. Dazu braucht es aber vermehrte Kenntnis über ihre Eigenschaften und ihr Verhalten. In meinen Ausführungen möchte ich etwas genauer auf die Verbreitung von invasiven gebietsfremden Arten in einem regionalen Rahmen mit bekannten Umweltbedingungen eingreifen, um die Gefahren und die Möglichkeiten der Bekämpfung solcher Arten aufzuzeigen.

Tab. 2. Watch-Liste der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz (14 Arten)

Tab. 2. Watch list of phanerogams in Switzerland (14 species)

Fett gedruckte Arten sind in Zürich invasiv oder im Begriffe invasiv zu werden.

Bastardindigo	<i>Amorpha fruticosa</i>
Östliches Zackenschötchen	<i>Bunias orientalis</i>
Seidiger Hornstrauch	<i>Cornus sericea</i>
Essbares Zyperngras	<i>Cyperus esculentus</i>
Kanadische Wasserpest	<i>Elodea canadensis</i>
Topinambur	<i>Helianthus tuberosus aggr.</i>
Henrys Geissblatt	<i>Lonicera henryi</i>
Vielblättrige Lupine	<i>Lupinus polyphyllus</i>
<i>Stechpalmenblättrige Mahonie</i>	<i>Mahonia aquifolia</i>
Kirschlorbeer	<i>Prunus laurocerasus</i>
Kopoubohne	<i>Pueraria lobata</i>
Kaukasus-Fettkraut	<i>Sedum spurium</i>
Felsen-Kreuzkraut	<i>Senecio rupestris</i>
Hanfpalme	<i>Trachycarpus fortunei</i>

2 UNTERSUCHUNGSGBIET – UNTERSUCHTE ARTEN – METHODEN

Während der Jahre 1984–1998 kartierte ich auf einer Quadratki-
lometerbasis alle einheimischen und verwilderten Taxa der Farn-
und Blütenpflanzen im Gebiet der politischen Gemeinde Zürich.
Die Ergebnisse sind in der Flora der Stadt Zürich zusammenge-
fasst (LANDOLT, 2001).

Die Stadt Zürich umfasst 92 km². Die nur teilweise von der Stadt
eingenommenen Flächen wurden auskartiert (insgesamt 30 zu-
sätzliche Flächen). Zwischen 2002 und 2005 wurde das Kartier-
areal durch ein südlich angrenzendes und westlich des Zürichsees
gelegenes, 79 km² grosses Gebiet ergänzt. Zusammen ergibt dies
eine Untersuchungsfläche von 201 Quadratkilometern (Karte 1).

Es wurden etwa 2000 Taxa erfasst, von denen aber 600 nur lo-
kal verwildern. Anhand der Verbreitungskarten werden Verbrei-
tungsmuster im Gebiet festgestellt und versucht, sie mit gewissen
Standortsfaktoren zu erklären.

Das untersuchte Gebiet zeigt die folgenden standörtlichen
Eigenschaften:

1. Der *Höhenbereich* liegt zwischen 390 und 915 m (Karte 2).
Die südlichen Teile des Gebietes reichen in grössere Höhen und
sind auch im Mittel höher gelegen. Die mittlere Jahrestemperatur
beträgt je nach Höhe über Meer und Entfernung zum Stadtzen-
trum zwischen 9 und 7 °C. Die Sommer sind relativ kühl und die
Winter eher mild.

2. Die *Niederschläge* erreichen 100 bis 150 cm im Jahr (Karte
1). Sie nehmen von Norden nach Süden gegen die höheren Erhe-
bungen und die Alpen zu.

3. Der *Waldanteil* pro Fläche beträgt zwischen 95% und we-
niger als 5% (Karte 3). Die politische Gemeinde Zürich umfasst
etwa 25% Wald. Der Wald erreicht den grössten Flächenanteil
auf den Höhenzügen. Im Süden liegt das Totalreservat Sihlwald
mit einer zusammenhängenden Waldfläche von etwa 8 km².

4. Die *Versiegelung* nimmt zwischen mehr als 60% und we-
niger als 15% der Flächen ein (Karte 4). Sie ist negativ korreliert
mit dem Waldanteil.

5. Der *Anteil von na-
turnahen Nasswiesen und
Uferzonen* schwankt zwi-
schen weniger als 1% und
mehr als 10%. Von den ur-
sprünglich sehr verbreiteten
Nass-Standorten bestehen
heute weniger als 5%. Diese
sind vor allem im südlichen
hügeligen Teil an Hängen
und in Mulden noch vor-
handen. Die früher auch auf
Stadtgebiet in den Talebenen
sehr verbreiteten Riedwiesen
sind fast alle überbaut. Nur
im Norden besteht noch ein
kleines interessantes Ried-
und Seengebiet (Katzensee).

6. Längs der Hügelzüge zwischen Uetliberg und Albis
und zwischen Gubrist, Käferberg, Zürichberg, Adlisberg und
Öschbrüg sind sowohl steile südlich wie nördlich gerichtete
Hänge häufig, die grössere oder kleinere Sonneneinstrahlungen
aufweisen, als dem Mittel entspricht.

3 INVASIVE ARTEN IN ZÜRICH

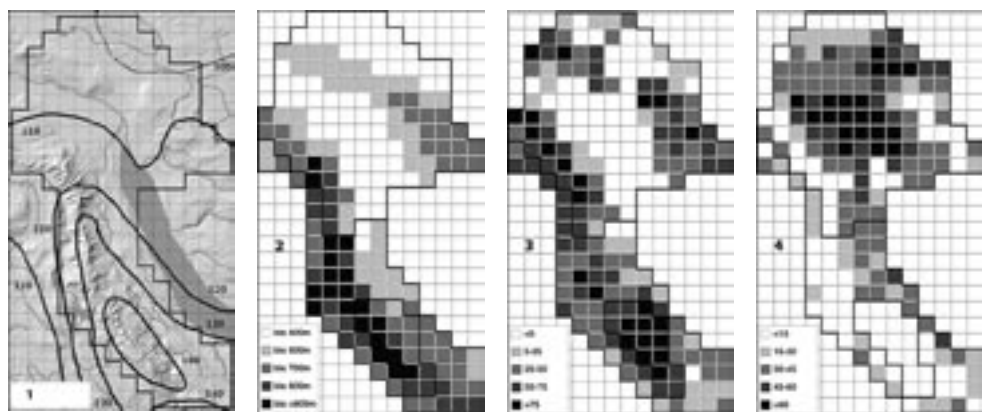
3.1 Invasive gebietsfremde Arten

Die in der Region Zürich invasiven gebietsfremden 13 Arten sind
in den Tab. 1 und 2 fett hervorgehoben. Im Folgenden wird auf
die einzelnen Arten eingegangen. Die Reihenfolge ist nach ab-
nehmender Aggressivität geordnet.

Armenische Brombeere *Rubus armeniacus*

Die Gattung *Rubus* ist heute im Untersuchungsgebiet sehr viel
häufiger als vor 50 Jahren. Nicht nur die hier behandelte Ar-
menische Brombeere (*Rubus armeniacus*), sondern auch viele
einheimische Brombeeren, die zwar bereits früher verbreitet
waren, aber nur lokal auftraten, sind in unseren Wäldern und
in Weiden aggressiv geworden. In Kahlschlägen und in Sturm-
flächen, wo der Förster nicht dauernd zum Schutze der jungen
Bäume eingreift, überwachsen sie innert weniger Jahre die sich
neu bildenden Pioniergesellschaften und hindern den Jungwuchs
der Bäume am Aufkommen. Selbst in geschlossenen Wäldern,
wo sie nur spärlich zum Blühen kommen, decken sie den Boden
lückenlos ab und verdrängen die meisten Waldpflanzen. Ebenso
können Brombeeren auf wenig intensiv genutzten Weiden und an
Waldrändern überhand nehmen.

Die als Beerenpflanze aus dem Kaukasus eingeführte Arme-
nische Brombeere ist besonders aggressiv. Im Unterschied zu den
bei uns einheimischen *Rubus*-Arten, von denen nur die Himbeere
(*R. idaeus*) und die Bereifte Brombeere (*R. caesius*) in die über-
bauten Gebiete eindringen, ist *R. armeniacus* auch im Stadtgebiet
sehr konkurrenzkräftig. Er wächst auf Ruderalstandorten, an



Karten 1 bis 4. Standörtliche Eigenschaften der Flächen
1. Mittlere jährliche Niederschläge in cm. 2. Oberste Höhenlagen. 3. Waldbedeckung in %. 4. Versiegelung in %
Maps 1 to 4. Ecologically important properties of the different areas
1. Annual precipitations in cm. 2. Highest altitudes. 3. Forest cover in %. 4. Overbuilt area in %

Bahndämmen, auf Brachland und überzieht Gartengebüsche, besiedelt aber auch wenig vernässte Auen und Flussinseln. Den geschlossenen Wald meidet er zwar, kann indessen besonders an sonnigen Orten auch auf Waldlichtungen und an Waldrändern angetroffen werden. Wo er ungehindert auftritt, überzieht er grosse Flächen, ist undurchdringlich, und ein Vorkommen anderer Arten bleibt kaum möglich (Abb. 2).

Die Art zeichnet sich aus durch ein üppiges Wachstum und rasche vegetative Ausbreitung. Sie bildet viele Früchte, die von Vögeln leicht verbreitet werden. Die Art hat die Möglichkeit andere Pflanzen bogig zu überwachsen. Mit den wintergrünen Blättern kann sie auch an milden Tagen im Winter assimilieren. Das Auftreten in der Stadt ist wahrscheinlich auf besseres Ertragen lufttrockener Verhältnisse und auf die rasche Besiedlung von gestörten Böden zurückzuführen. Die meisten einheimischen Brombeeren sind auf ältere humusreiche Böden angewiesen.

Typisch für die Armenische Brombeere sind die grossen rosafarbenen Blüten, die unterseits weissen Blätter und die rotfüssigen, gelb bespitzten Dornen. Die Art ist schwierig erkennbar und wird auch von den meisten Floristen nicht unterschieden.

Die Verbreitungskarte (Karte 5) zeigt deutlich, dass die Art im ganzen Gebiet häufig wächst, ausgenommen in den höher gelegenen Waldflächen. Im Unterschied dazu kommt die ebenfalls häufige einheimische Zweifarbige Brombeere (*R. bifrons*) nicht in überbauten Gebieten vor (Karte 6). Die gesamtschweizerische Karte (nicht abgebildet) ist wegen der schlechten Bekanntheit und der schwierigen Unterscheidung der Art unvollständig und gibt ein völlig falsches Bild ihrer Invasivität. Zumindest nördlich der Alpen ist die Art fast überall verbreitet und aggressiv. Ich habe sie aber auch schon in inneralpinen (z. B. Domleschg) und südalpinen Tälern (Puschlav) kennen gelernt, wo sie ebenfalls aggressiv auftritt.

Die Armenische Brombeere ist ein Beispiel dafür, dass verschiedene invasive ausländische Arten zwar fast in der ganzen Schweiz auftreten, aber von ähnlichen einheimischen Arten nicht unterschieden und deshalb auch kaum bekämpft werden. Kürzlich konnte ich im nördlichen Mittelland ein neu geschaffenes Naturschutzgebiet besichtigen, das sorgfältig von invasiven Arten befreit wurde. Einzig die Armenische Brombeere wurde nicht erkannt und mit Wohlwollen betrachtet, obwohl sie sich auch dort sehr aggressiv verhält.

Wegen der weit verbreiteten Anpflanzung von *R. armeniacus* in Gärten werden Samen stets überall hin und immer wieder neu ausgetragen. Die hohe Qualität der Beeren und das robuste Wachstum in den Gärten lässt vermuten, dass eine Kontrolle dieser Art in nächster Zeit unrealistisch ist.

Gruppe der Kanadischen Goldrute *Solidago-canadensis*-Aggregat

Verschiedene Arten des Aggregates wurden als spät blühende Gartenpflanzen und Bienenweiden aus Nordamerika eingeführt. Zwei Arten davon sind bei uns invasiv geworden. Das Aggregat ist in Nordamerika sehr vielfältig und durch zahlreiche Taxa vertreten, deren Taxonomie bis heute nicht befriedigend gelöst werden konnte (ABRAHAMSON et al., 2004). Zahlreiche Chromosomensippen innerhalb einer Art erschweren die Identifikation.

So ist etwa die Identität von *Solidago canadensis* s. str. bei uns umstritten. Ich behalte aber vorderhand diesen Namen bei. Diese Art besiedelt vor allem mässig trockene Ruderalstandorte wie Strassenränder, Kiesgruben, Brachfelder und kann an solchen Stellen unduldsam werden. Sie ist aber bei uns kaum eine gefährliche Konkurrenz schützenswerter einheimischer Arten.

Im Unterschied dazu dringt die Spätblühende Goldrute (*S. gigantea*) (Abb. 4) bei uns auch in naturnahe Vegetationen ein. Sie wächst ausser auf feuchten Schutzplätzen auch in Auenwäldern, an Flussufern und in Riedwiesen. Sie erträgt feuchtere Böden als *S. canadensis*. Beide invasiven gebietsfremden Arten zeigen eine effiziente vegetative Ausbreitung durch Ausläufer und wachsen in dichten Beständen. Sie bilden zahlreiche durch den Wind weit verbreitete Samen. Dank der kräftigen Ausläufer besitzen sie reichliche Energiereserven.

Die Kanadische Goldrute fehlt in Flächen mit viel Wald und in höheren Lagen (Karte 7). Sie braucht im Unterschied zur Spätblühenden Goldrute mehr Wärme und ist vorwiegend in anthropogen stark beeinflussten Gegenden vorhanden. *S. gigantea* ist dagegen über das ganze Gebiet verbreitet und häufig. Sie kann besonders in Feuchtgebieten die biologische Diversität deutlich herabsetzen (Karte 8). Die gesamtschweizerischen Verbreitungskarten beider Arten zeigen die höheren Wärmeansprüche der Kanadischen Goldrute (Karten 29, 30) nicht deutlich.

Gruppe des Japanischen Knöterichs *Reynoutria-japonica*-Aggregat

Die ostasiatischen Arten Japanischer und Sachalin-Knöterich (*Reynoutria japonica* und *R. sachalinensis*) wurden als Gartenpflanzen eingeführt. Der Bastard (Böhmischer Knöterich, *Reynoutria x bohemica*) ist wahrscheinlich erst in Europa entstanden (PYSEK et al., 1995).

In Japan, ihrem Ursprungsland, gliedert sich *R. japonica* in verschiedene Taxa mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen. Neben niederen Schutzpflanzen der Gebirge gibt es Tieflandpflanzen feuchter Wälder und andere Ökotypen (SUKOPP und SUKOPP, 1988). Die bei uns aus Gärten entwichenen Pflanzen enthalten wahrscheinlich vor allem Gene der Waldsippen tieferer Lagen, die unter günstigen Nährstoff- und Wasserbedingungen über 4 m hoch werden können, aber im Winter bis auf den Boden absterben. Selten sieht man in Gärten auch niederwüchsige Sippen angepflanzt, die sich aber bis heute nicht invasiv verhalten. Die Art wächst bei uns an wechselfeuchten Stellen sowohl ruderal als auch in naturnahen Gesellschaften, etwa in Auenwäldern oder an Ufern. Im Gebiet von Zürich kommen allerdings Auenwälder nur fragmentarisch vor. In den meisten übrigen Wäldern beschränkt die Art sich auf Wegränder. An Dämmen und längs Verkehrsträgern, aber auch in Riedwiesen kann sie lästig werden und die einheimische Vegetation zurückdrängen.

R. japonica (Abb. 3) entwickelt dicke unterirdische Ausläufer und bildet so meist dichte Bestände, die anderen Pflanzenarten kaum mehr Lebensmöglichkeiten überlassen. In den Ausläufern sind grosse Energie- und Nährstoffreserven eingelagert, die der Pflanze auch nach mehrmaligem Abschneiden oder Abweiden der oberirdischen Organe ein Überleben ermöglichen. Teile der Rhizome können durch Hochwasser oder Erdarbeiten verschleppt



Abb. 1. (links oben). Kopoubohne (*Pueraria hirsuta*), Magliaso. Foto: Sebastian Pron
Fig. 1. (above to the left). Kudzu Vine

Abb. 2. (rechts oben). Armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*), Zürich. Foto: Walter Lämmli
Fig. 2. (above to the right). Armenian Blackberry

Abb. 3. (links unten). Japanischer Knöterich (*Reynoutria japonica*), Zürich. Foto: Walter Lämmli
Fig. 3. (below to the left). Japanese Knotweed

Abb. 4. (rechts unten). Späte Goldrute (*Solidago gigantea*), Zürich. Foto: Hans Sigg†
Fig. 4. (below to the right). Late Goldenrod

werden und die Ausbreitung der Art beschleunigen.

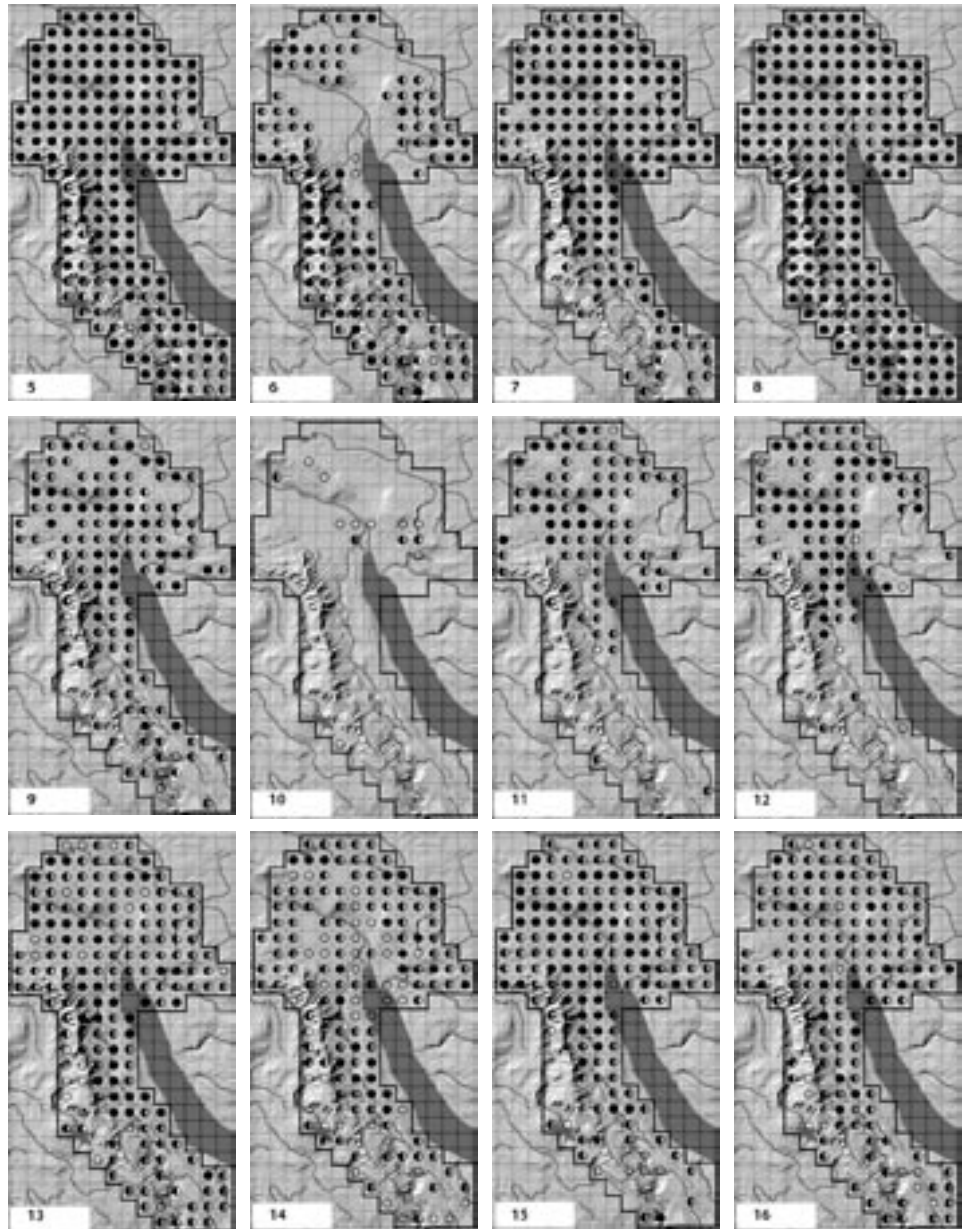
Die morphologisch ähnliche *R. sachalinensis* bildet auch grosse Bestände, ist aber an die Zürcher Bedingungen offenbar nicht gut angepasst (schlechte Reifung der Samen?) und deshalb kaum invasiv. Der Bastard zwischen beiden Arten ist in unserer Gegend nicht bekannt, indessen in Auenwäldern der südlichen Alpen (z. B. im Südtessin) häufig und aggressiv.

R. japonica fehlt im Gebiet nur in waldreichen Flächen und höheren Lagen oder ist dort selten (Karte 9), während *R. sachalinensis* auf wenige Stellen beschränkt ist und einzig kleinere Bestände bildet (Karte 10). Da die beiden Arten nicht immer einfach auseinander zu halten sind und *R. sachalinensis* in den meisten Gebieten eher selten ist, wird für die schweizerische Verbreitung nur die Karte von *R. japonica* s. str. gezeigt (Karte 31).

Verlot'scher Beifuss

Artemisia verlotiorum

Die subozeanisch verbreitete *Artemisia verlotiorum* wurde vor weniger als 100 Jahren aus Ostasien unabsichtlich eingeschleppt und hat sich in letzter Zeit stark ausgebreitet. Demgegenüber stammt der nah verwandte Gewöhnliche Beifuss (*A. vulgaris*) aus dem südlichen zentralen Asien und wurde wahrscheinlich im frühen Mittelalter als Heilpflanze eingeführt. Er verlangt subkontinentales Klima und ist deshalb um Zürich herum auf warme Ruderalstandorte und Bahnareale beschränkt. Im Unterschied zu *A. verlotiorum* bildet die Art keine Ausläufer, dringt im Gebiet nicht in geschlossene Vegetationen ein und wird deshalb kaum einheimische Arten verdrängen. *A. verlotiorum* ist in unserem subozeanischen Klima ausserhalb von Ruderalflächen konkurrenzfähiger als *A. vulgaris*. Sie tritt vor allem in Äckern und Brachen, an Dämmen und in etwas gestörten Halbtrockenrasen auf und kann dort einheimische Arten ver-

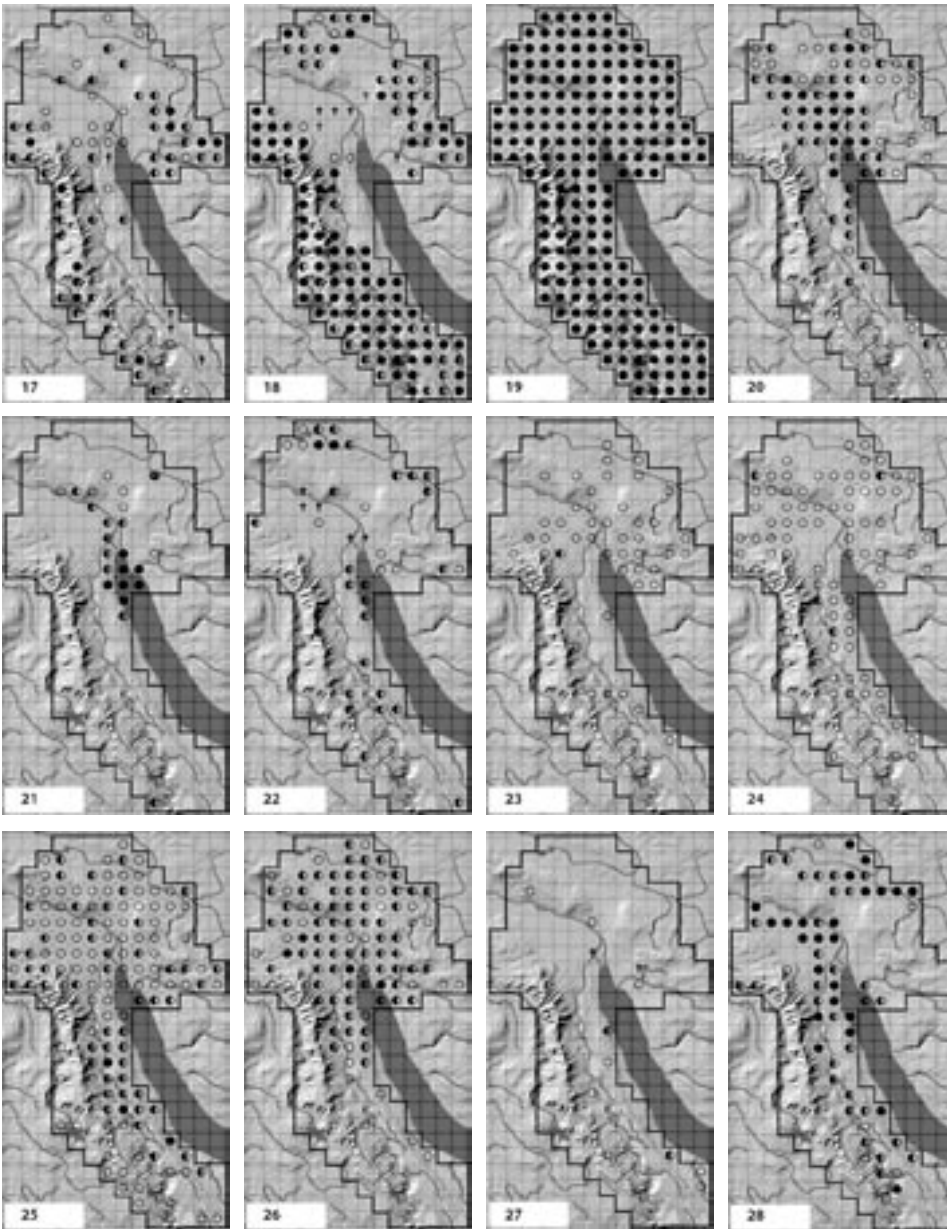


Karten 5 bis 28. Verbreitungen invasiver Arten in Zürich

Leere Kreise: sehr selten; halbvolle Kreise: selten; volle Kreise: nicht selten; Kreuze: ausgestorben

- 5. Armenische Brombeere. 6. Zweifarbig Brombeere. 7. Kanadische Goldrute. 8. Späte Goldrute. 9. Japanischer Knöterich. 10. Sachalin-Knöterich. 11. Verlot'scher Beifuss. 12. Gewöhnlicher Beifuss. 13. Sommerflie-der. 14. Seidiger Hornstrauch. 15. Robinie. 16. Riesen-Bärenklau. 17. Drüsiges Springkraut. 18. Wald-Springkraut. 19. Kleinblütiges Springkraut. 20. Götterbaum. 21. Nuttalls Wasserpest. 22. Kanadische Wasserpest. 23. Henrys Geissblatt. 24. Sumach. 25. Kirschlorbeer. 26. Stechpalmenblättrige Mahonie. 27. Himalaya-Knöterich. 28. Purpur-Storchschnabel

drängen, da sie mit Hilfe ihrer langen Ausläufer dichte Bestände bildet. Sie zeichnet sich gegenüber dem Gewöhnlichen Beifuss durch einen deutlichen Wermutgeruch aus. Ihre Samen reifen in kühlen Jahren nicht immer aus. In Zürich wächst die Art nur



Maps 5 to 28. Distribution of invasive species in Zurich

Open circles: very rare; half-full circles: rare; vull circles: not rare; crosses: extinct

5. *Rubus armeniacus*. 6. *Rubus bifrons*. 7. *Solidago canadensis*. 8. *Solidago gigantea*. 9. *Reynoutria japonica*. 10. *Reynoutria sachalinensis*. 11. *Artemisia verlotiorum*. 12. *Artemisia vulgaris*. 13. *Buddleja davidii*. 14. *Cornus sericea*. 15. *Robinia pseudoacacia*. 16. *Heracleum mantegazzianum*. 17. *Impatiens glandulifera*. 18. *Impatiens noli-tangere*. 19. *Impatiens parviflora*. 20. *Ailanthus altissima*. 21. *Elodea nuttallii*. 22. *Elodea canadensis*. 23. *Lonicera henryi*. 24. *Rhus typhina*. 25. *Prunus laurocerasus*. 26. *Mahonia aquifolium*. 27. *Polygonum polystachyum*. 28. *Geranium purpureum*

in tieferen Lagen (Karte 11). Ausserhalb der Stadt trifft man sie gelegentlich in landwirtschaftlich genutzten Flächen. Im Tessin ist sie sehr aggressiv und für die einheimische Flora in extensiv genutzten Wiesen eine Bedrohung.

A. vulgaris zeigt eine ähnliche Verbreitung im Gebiet wie *A. verlotiorum*, ist aber mehr auf den etwas kontinentaleren Norden und auf überbaute Gebiete beschränkt (Karte 12), wo sie kaum einheimische Arten verdrängt. Die gesamtschweizerische Karte von *A. verlotiorum* zeigt, dass die Art warme, nicht zu kontinentale Orte bevorzugt (Karte 32). Mit zunehmender Klimaerwärmung ist eine grössere Aggressivität der Art zu erwarten.

Sommerflieder, Schmetterlingsstrauch

Buddleja davidii

Der auch für Schmetterlinge attraktive Sommerflieder wurde aus Ostasien als Zierstrauch eingeführt. Seit die Winter milder geworden sind, kann er sich mit seinen zahlreichen durch den Wind verfrachteten Samen in offenen Flächen rasch ausbreiten und als Pionierpflanze halten. An kiesigen Fluss- und Seeufern sowie in Rutschflächen und an Ruderalstellen ist er häufig und bedrängt dort durch Beschattung der Umgebung einheimische Arten. Die Art ist auf viel Licht angewiesen und meidet geschlossene Wälder. Sie besiedelt heute fast das ganze Gebiet mit Ausnahme einiger höher gelegenen Flächen (Karte 13). Die gesamtschweizerische Karte dieser leicht kenntlichen Art zeigt die Beschränkung auf tiefere, wärmere Lagen (Karte 33).

Seidiger Hornstrauch

Cornus sericea

Der anspruchslose, rasch wachsende Gartenzierstrauch stammt aus Nordamerika und wächst verbreitet in lichten feuchten Wäldern und an Waldrändern. Die weissen Beeren werden durch Vögel verbreitet. Die Art vermehrt sich aber auch sehr erfolgreich durch unterirdische Ausläufer.

Besonders aggressiv kann sich der Hornstrauch in lichten moorigen, aber basenreichen Wäldern und verbrachten Riedwiesen verhalten. Im Hänsried im Norden von Zürich war er früher bei weitem der häufigste Strauch und sehr aggressiv. Heute ist er dort

durch Pflegemassnahmen stark zurückgedrängt worden, kann aber etwa in Riedwiesen am Zürichsee den inneren Rand des Röhrichtes besiedeln.

Die Art steht in der Watch-Liste und nicht in der Schwarzen Liste der Schweiz, weil sie in anderen Gebieten der Schweiz offenbar wenig beobachtet wurde. Sie ist ausserhalb der höchsten Lagen im ganzen Gebiet von Zürich verbreitet (Karte 14), und es ist damit zu rechnen, dass sie auch in anderen Gebieten des Mittellandes aggressiv ist. Auf die Wiedergabe der gesamtschweizerischen Karte wurde verzichtet, weil die Art wenig beachtet und die Verbreitung deshalb sehr lückenhaft ist.

Robinie, Falsche Akazie *Robinia pseudoacacia*

Der ursprünglich im Südosten der Vereinigten Staaten einheimische Baum wurde als wertvoller Holzlieferant und wegen seiner Blütenpracht als Zierbaum eingeführt. Er braucht relativ viel Licht und ist deshalb in unseren geschlossenen Wäldern kaum anzutreffen. An Waldrändern, an Dämmen und auf Brachen kann er sich aber dank seiner Wurzelschosse rasch ausbreiten, undurchdringliche dornige Bestände bilden und andere Pflanzen ausschliessen. Seinen hohen Stickstoffbedarf befriedigt er mit Hilfe der Stickstoff-fixierenden Knöllchenbakterien.

Robinia ist wärmebedürftig und im Gebiet in Lagen über 500 m nur selten anzutreffen (Karte 15). In wärmeren Gegenden der Schweiz (Tessin, West- und Nordschweiz) ist die Art oft bedeutend aggressiver. Auch die gesamtschweizerische Karte deutet auf den relativ hohen Wärmebedarf hin (Karte 34). In den zentralen Alpen kann die Art allerdings bis über 1000 m hoch steigen.

Riesen-Bärenklau *Heracleum mantegazzianum*

Die aus dem Kaukasus stammende, bis über 3 m hohe imposante Zierstaude ist etwas wärmebedürftig und wächst in feuchten Ruderalfluren, an Wegrändern und Gewässerrändern und seltener in offenen feuchten südexponierten Wäldern. Sie produziert viele, vom Wind in die nähere Umgebung verbreitete Samen. Eine vegetative Ausbreitung findet bei der wenigjährigen Pflanze nicht statt. Mit ihren grossen Blättern kann sie einheimische Pflanzen überwachsen und zum Verschwinden bringen. Sie ist vor allem unbeliebt, weil sie während starker Sonneneinstrahlung beim Menschen nach Berührung Verbrennungen und Blasenbildung bewirken kann.

Die Art ist ausser in dicht bewaldeten Flächen im ganzen Gebiet vorhanden (Karte 16), aber nirgends über grössere Flächen beständig. In der Schweiz ist sie weit verbreitet und steigt vor allem in den kontinentaleren Zentralalpen bis über 1500 m (Karte 36).

Drüsiges Springkraut *Impatiens glandulifera*

Das als dekorative Gartenpflanze eingeführte aus dem Himalaja stammende Drüsige Springkraut verlangt nährstoffreiche feuchte Böden. Es wächst ähnlich wie das einheimische Wald-Springkraut (*I. noli-tangere*) in luftfeuchten, meist halbschattigen Lagen und kommt deshalb innerhalb überbauter Gebiete nur in mit Büschen und Bäumen bepflanzten Gärten vor. Es findet sich vor allem in Auenwäldern, im Gebüsch von Ufervegetationen und längs feuchter Waldstrassen. Da im Gebiet naturnahe Auenwälder

weitgehend fehlen, hat es nur an lokalen Stellen die Möglichkeit, einheimische Arten zu verdrängen. Die Art wandert in der Regel vom ursprünglichen Standort weg, wenn sie offenbar einzelne Nährstoffe im Boden ausgeschöpft hat. Dagegen ist sie in Auengebieten der weiteren Umgebung (z. B. Thur- oder Aareauen) recht aggressiv und bildet dichte Bestände, obwohl sie einjährig ist. Auch gesamtschweizerisch ist sie häufig (Karte 35). Sie breitet sich durch Wegspicken der Samen aus. Die Ausbreitung über weite Distanzen erfolgt wahrscheinlich durch Ankleben der Samen an Verkehrsträger und Tieren.

Die Art kommt fast im gesamten Gebiet vor, allerdings in überbauten Lagen deutlich seltener (Karte 17). Das einheimische in seinen ökologischen Anforderungen ähnliche Wald-Springkraut oder Rühr-mich-nicht-an (*I. noli-tangere*) zeigt ein geschlossenes Verbreitungsgebiet (Karte 18), fehlt aber ebenfalls an lufttrockenen überbauten und offenen Orten. Das etwas geringere Wärmebedürfnis kann aus der Besiedlung auch der höchsten Gebietsflächen ersehen werden. Eine weitere fremde Art der Gattung, das aus Ostasien eingeschleppte Kleinblütige Springkraut (*I. parviflora*) ist etwas weniger empfindlich gegen Lufttrockenheit und deshalb überall im Gebiet häufig anzutreffen (Karte 19). Da es keine dichten Bestände bildet und weniger hoch wird als *I. glandulifera*, betrachte ich es bei uns nicht als invasiv. Falls die Art ausserhalb ruderaler Standorte auftritt, etwa in lichten Wäldern, an Waldrändern oder an Windwurfstellen, wächst sie meist nur vereinzelt und vermag deshalb kaum einheimische Arten zu verdrängen.

Götterbaum *Ailanthus altissima*

Der Götterbaum, ein bis 25 m hoher Baum, stammt aus Ostasien und ist als rasch wachsendes Parkgehölz eingeführt worden. Die zahlreichen flügelartigen Früchte werden überallhin durch den Wind verbreitet. Die Art wächst vor allem an warmen Pionierstandorten innerhalb der Städte, wo sie innert weniger Jahre dichte Bestände bilden kann. Da der Baum bei uns kaum in naturnahen Vegetationen auftritt, ist die Verdrängungsgefahr für einheimische Arten nicht sehr gross. Im Tessin ist er allerdings bedeutend häufiger und tritt auch oft in Sekundärwäldern auf.

Die Verbreitungskarte zeigt, dass die Art im Stadttinneren häufig ist, sich in der Umgebung aber auf die wärmsten Stellen in überbauten Gebieten beschränkt (Karte 20). Die gesamtschweizerische Verbreitungskarte lässt erkennen, dass die Art nur in den wärmsten Gegenden vorkommt (Karte 37).

Nuttalls und Kanadische Wasserpest *Elodea nuttallii*, *E. canadensis*

Die beiden Wasserpest-Arten wurden aus Amerika eingeschleppt, *E. canadensis* bereits Mitte des 19. Jahrhunderts, *E. nuttallii* erst im 20. Jahrhundert. Beide wachsen an ähnlichen Stellen, am Grunde von meso- bis eutrophen Gewässern, wo sie durch vegetative Vermehrung dichte rasige Bestände bilden. Diese können Kanäle verstopfen und einheimische Arten verdrängen. Die Arten bilden bei uns sehr selten Blüten (vor allem keine männlichen Blüten). Die Ausbreitung durch Samen spielt deshalb keine Rolle. Dagegen werden sie immer wieder neu aus Aquarien ausgeleert oder als Triebe von Wasservögeln verschleppt. *E. nuttallii* ist

wärmebedürftiger als *E. canadensis* und erträgt keine sehr kalten Winter.

E. nuttallii hat heute im Gebiet ein fast zusammenhängendes Areal im Zürichsee (nach LACHAVANNE und PERFETTA, 1985) und den umgebenden Flüssen und Kanälen, wo relativ ausgeglichene und im Winter milde Temperaturen vorhanden sind (Karte 21). Ob und wie weit *E. nuttallii* einheimische Arten verdrängt hat oder noch verdrängt, ist schwierig abzuschätzen. *E. canadensis* ist disjunkt über das ganze Gebiet verbreitet, aber meist weniger häufig (Karte 22). Im Gebiet scheint sie kaum (mehr?) invasiv zu sein. Die Karte der gesamtschweizerischen Verbreitung zeigt eine Konzentration der Art auf Genfersee, Neuenburgersee, Bielersee und Zürichsee, wobei keineswegs sicher ist, ob die Art in anderen wärmeren Gebieten nicht einfach übersehen wurde (Karte 38).

Henrys Geissblatt *Lonicera henryi*

Die viele Meter lange, wintergrüne chinesische Liane wird oft in Gärten als Zaun- und Spalierpflanze kultiviert. In der Umgebung von Zürich verwildert sie oft und kann vereinzelt in Wäldern und an Waldrändern gefunden werden, wo sie teilweise umliegende Sträucher und kleine Bäume überdeckt. Die nicht sehr zahlreich ausgebildeten Früchte werden durch Vögel verschleppt.

Aus der Verbreitungskarte der nur auf der Watch-Liste stehenden Art ist ersichtlich, dass die Art vorderhand nur an verschiedenen Orten verwildert, sich aber noch nirgends grossflächig ausbreiten konnte (Karte 23). Das vereinzelt doch recht aggressive Verhalten der Art deutet auf eine vorderhand noch am Anfang stehende Bereitschaft der invasiven Ausdehnung (s. auch WEBER, 2005). Die schweizerische Karte (Karte 39) zeigt die Art nur an wenigen Orten. Doch ist wahrscheinlich auch hier die Art vielerorts nicht erkannt worden und ihre Verbreitung deshalb sehr unvollständig wiedergegeben.

3.2 Invasive gebietsfremde Arten der Schweiz, die in der Region Zürich bis heute nicht invasiv sind

Für die meisten Arten dieser Gruppe ist das Klima in Zürich vorderhand zu wenig sommerwarm. Sie können zwar gut wachsen unter unseren Bedingungen, sind aber gegenüber einheimischen Arten und anderen Neophyten nicht konkurrenzfähig. In den wärmsten Gegenden der Schweiz sind sie dagegen bereits invasiv. Mit der zunehmenden Erwärmung können sie aber auch in unseren Gegenden invasiv werden. Im Allgemeinen beträgt die Verzögerung der invasiven Ausbreitung von Arten nördlich der Alpen gegenüber dem Tessin 10–40 Jahre.

Sumach oder Essigbaum *Rhus typhina*

Der Essigbaum stammt aus dem östlichen Nordamerika und wird besonders wegen seines sich im Herbst rot verfärbenden Blattwerkes häufig als Gartenstrauch gepflanzt. Die Hauptverbreitung erfolgt durch Wurzelschosse, wodurch sich dichte Bestände entwickeln können. Die Art findet man als Pionierpflanze auf Ruderalstellen, an Waldrändern und Brachflächen. Im Gebiet verwildert sie fast nur in der Nähe von Gärten. Sie ist deshalb bis heute kaum als invasiv zu betrachten (Karte 24).

Kirschlorbeer *Prunus laurocerasus*

Der oft als dicht wachsender Gartenstrauch angepflanzte Kirschlorbeer mit seinen immergrünen lorbeerähnlichen Blättern stammt aus dem Kaukasus und dem östlichen Mittelmeerraum. Die Art ist relativ schattentolerant, aber nur mässig winterhart. Ihre Früchte werden durch Vögel verbreitet. Vegetative Ausbreitung kommt kaum vor. Sie hat sich bei uns ausserhalb der Gärten erst in den letzten Jahrzehnten ausgebreitet und be-

siedelt mässig feuchte Wälder. Vorderhand bildet sie nur einzelne kleine Sträucher im Unterwuchs und ist im Gebiet nirgends invasiv (Karte 25). Im Tessin ist sie bedeutend häufiger (s. KLÖTZLI und WALTHER, 1999). In ähnlicher Weise, aber etwas seltener wachsen im Gebiet auch der aus China stammende Zierstrauch *Viburnum rhytidophyllum* (Runzeliger Schneeball) und die aus Nordamerika eingeführte auf der Watch-Liste stehende *Mahonia aquifolium* (Stechpalmenblättrige Mahonie; Karte 26). Beide haben lorbeerartige Blätter und sind schattentolerant, aber kaum in einer Fläche häufig.

Himalaja-Knöterich *Polygonum polystachyum*

Der aus dem Himalaja stammende Knöterich wurde als hohe, dicht wachsende Zierstaude eingeführt und wächst auf ziemlich feuchten Böden. Seine Samen, die bei uns oft nicht mehr ausreifen, werden durch den Wind in die Umgebung verfrachtet. Wo die Art einmal Fuss gefasst hat, bildet sie mit ihren kurzen Ausläufern dichte grosse Bestände, in denen kaum mehr andere Pflanzen gedeihen. Sie besiedelt Wegränder, Brachflächen und Bahndämme. Die Art wächst im Gebiet nur in wärmeren Lagen und in wenigen Flächen (Karte 27).

Kaukasus-Fettkraut *Sedum spurium*

Die südwestasiatische Art wird oft an Mauern und als Bodendecker in Gärten angepflanzt und verwildert häufig in die Umgebung. Sie kann gelegentlich mit ihren dicht gedrängten Rosetten Teppiche bilden und lokal andere Arten verdrängen. Da ihre Blätter nur wenig über den Boden hinausragen, wird sie ohne Pflege bald überwachsen. Nur in niedrigen oder lückigen Vegetationen sind ihre Ausbreitungschancen gut. In der Schweiz ist sie auf der Watch-Liste. Die Art ist im ganzen Gebiet in der Nähe von Siedlungen verbreitet, aber meist nicht häufig.

Aufrechte Ambrosie *Ambrosia artemisiifolia*

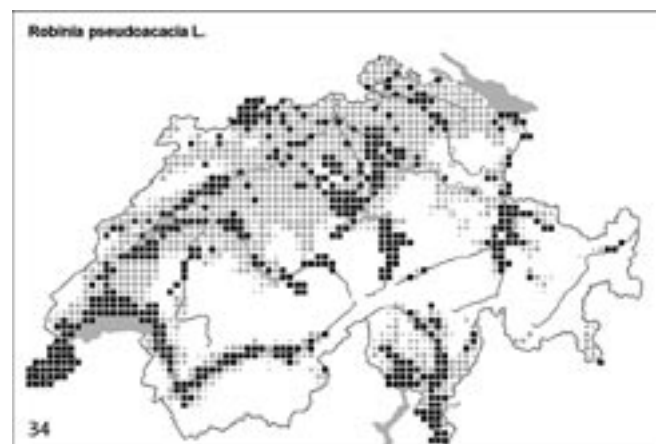
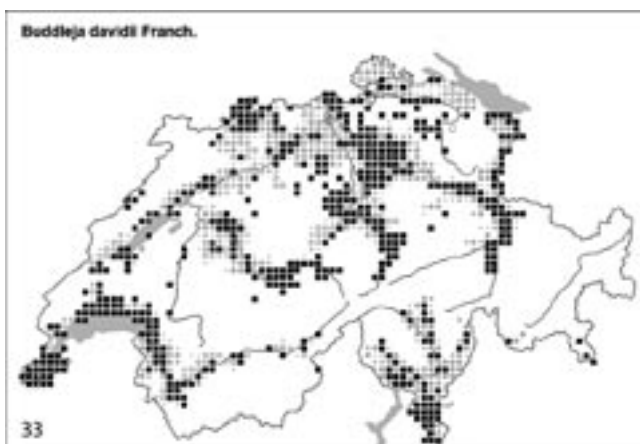
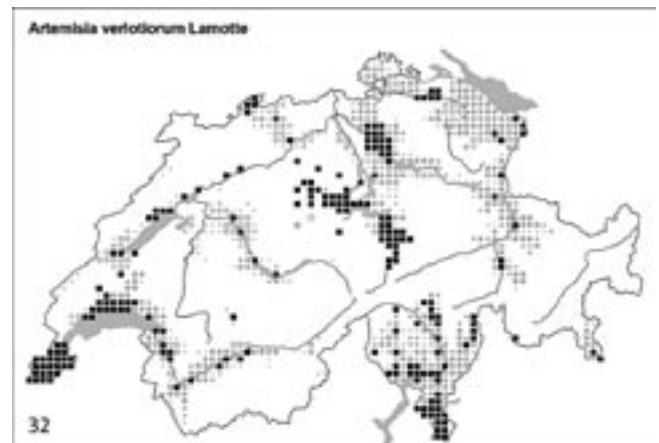
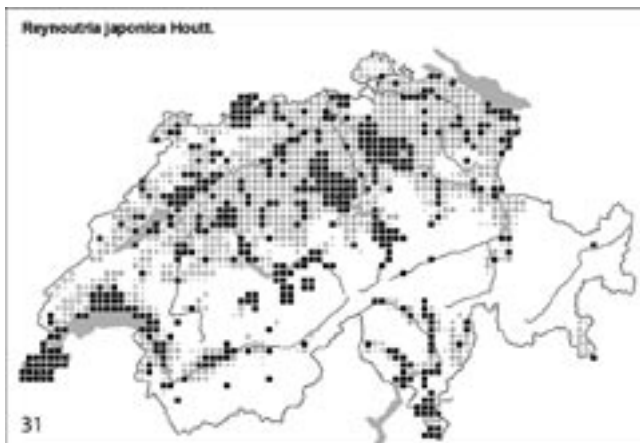
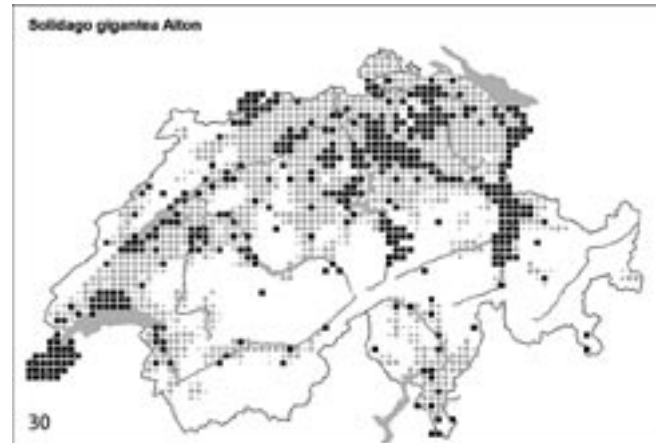
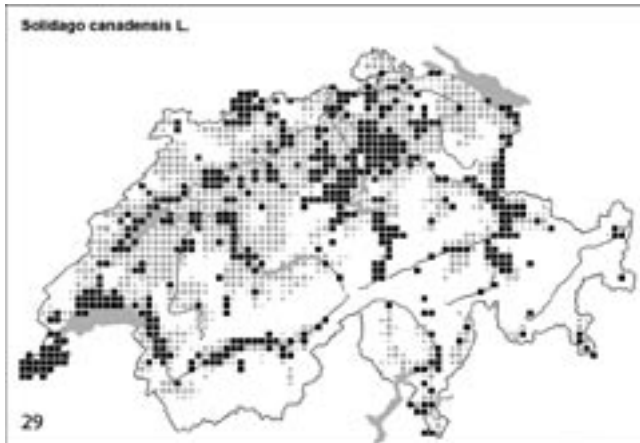
A. artemisiifolia ist eine nordamerikanische Art, die auf Ruderalstellen, Brachflächen, Wegrändern, Kulturfeldern wächst, aber kaum in naturnahe Vegetationen eindringt. Sie ist vor allem gefürchtet, weil ihr Blütenstaub im Spätsommer und Herbst Allergien erzeugt. Die Ambrosie ist einjährig und sehr Wärmebedürftig. Samen können bei uns in kühleren Jahren oft nicht mehr ausreifen. Deshalb ist sie auf regelmässige Samenzufuhr mit ungereinigtem Vogelfutter angewiesen. In der Schweiz ist sie bis heute nur im Tessin und Genferseegebiet häufig. In Zürich ist sie unregelmässig verbreitet und nirgends häufig und beschränkt sich auf überbaute wärmere Lagen. Aus der gesamtschweizerischen Karte ist das grosse Wärmebedürfnis der Art herauszulesen (Karte 40).

Schmalblättriges Kreuzkraut *Senecio inaequidens*

Die aus Südafrika stammende und erst in den letzten Jahrzehnten in Europa invasiv auftretende Art kommt in der Schweiz vor allem in warmen Gegenden (Süd- und Westschweiz, Föhntäler) vor. Sie wird durch den Wind ausgebreitet. Auf der Alpensüdseite wächst sie auch an kiesigen Ufern und in trockenen sandigen Rasen. In Zürich findet man sie nur sporadisch in der überbauten Stadt vor allem in der Nähe von Eisenbahnlinien.

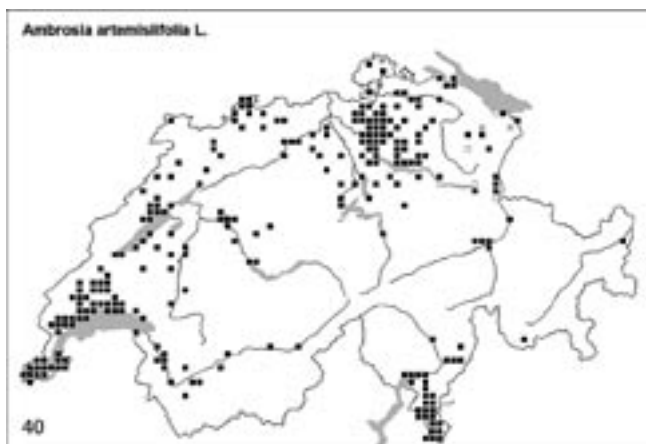
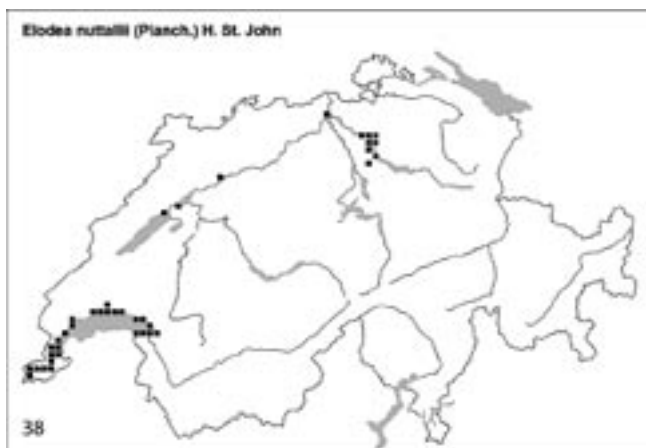
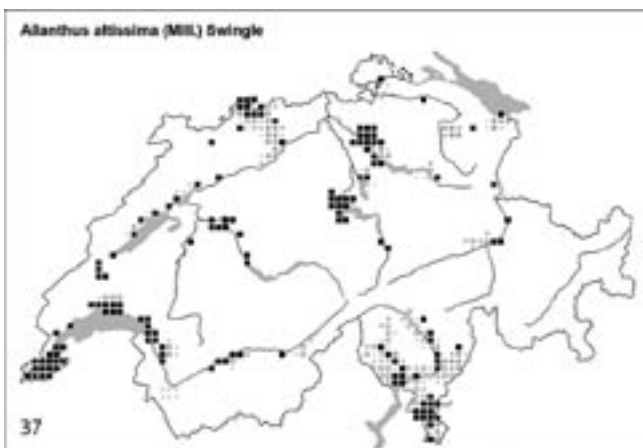
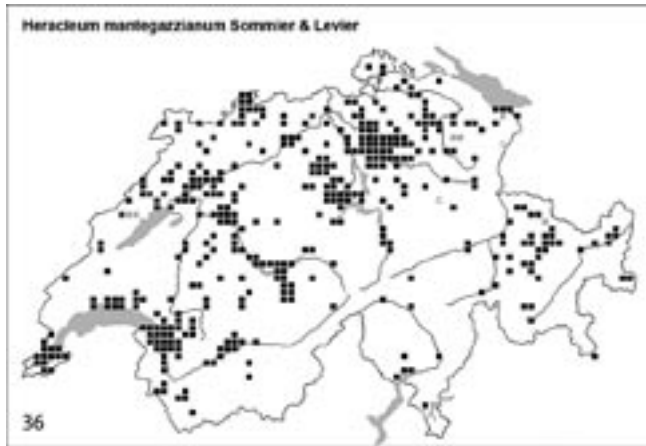
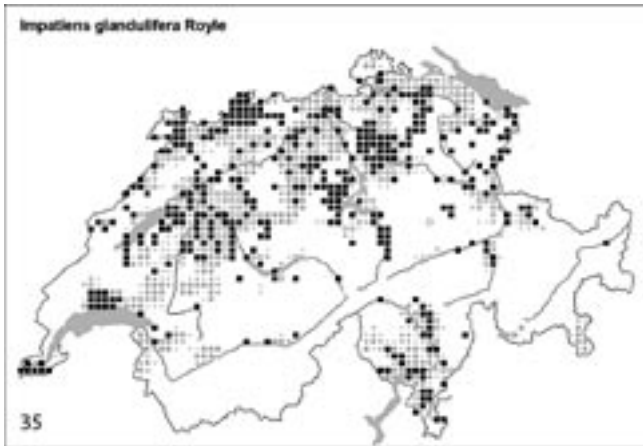
3.3 Weitere Arten der Schwarzen und der Watch-Liste

Die in der oben angeführten Zusammenstellung nicht erwähnten Arten der Schwarzen und der Watch-Liste sind in der Südschweiz invasiv und im übrigen Teil der Schweiz nur sporadisch vorhanden, weil sie Wärmebedürftig sind (*Amorpha fruticosa*, *Cyperus esculentus*, *Lonicera japonica*, *Pueraria lobata*, *Trachycarpus fortunei*). Weitere Angaben in KLÖTZLI und WALTHER (1999) oder sie sind aus anderen Gründen lokal oder regional beschränkt. Auf einzelne dieser Arten und auf einheimische invasive Arten wird in der Diskussion noch kurz Bezug genommen.



Karten 29 bis 40. Gesamtschweizerische Verbreitung invasiver Arten (Datenbank ZDSF)

29. Kanadische Goldrute. 30. Spätblühende Goldrute. 31. Japanischer Knöterich. 32. Verlotischer Beifuss. 33. Sommerflieder. 34. Robinie. 35. Drüsiges Springkraut. 36. Riesen-Bärenklau. 37. Götterbaum. 38. Nuttalls Wasserpest. 39. Henrys Geissblatt. 40. Aufrechte Ambrosie



Maps 29 to 40. Distribution of invasive species in Switzerland

29. *Solidago canadensis*. 30. *Solidago gigantea*. 31. *Reynoutria japonica*. 32. *Artemisia verlotiorum*. 33. *Buddleja davidii*. 34. *Robinia pseudoacacia*. 35. *Impatiens glandulifera*. 36. *Heracleum mantegazzianum*. 37. *Ailanthus altissima*. 38. *Elodea nuttallii*. 39. *Lonicera henryi*. 40. *Ambrosia artemisiifolia* L.

3.4 Häufige, sich rasch ausbreitende gebietsfremde Arten, die kaum einheimische Arten verdrängen

Neben den bereits erwähnten *Impatiens parviflora* (Kleinblütiges Springkraut), *Galinsoga ciliata* (Behaartes Franzosenkraut) und *Conyza canadensis* (Kanadisches Berufkraut), die seit vielen Jahrzehnten bereits als sehr häufige Fremdlinge in unser Gebiet eingedrungen sind, erwähne ich noch die nachfolgende Art, um die Unterschiede zwischen invasiv und kaum invasiv zu illustrieren.

Purpur-Storchschnabel *Geranium purpureum*

Der mit dem einheimischen Rupprechts-Storchschnabel (*G. robertianum*) nah verwandte Purpur-Storchschnabel ist mediterran verbreitet und in der Schweiz vor 1985 nur adventiv aufgetreten. In Zürich habe ich die Art um 1990 das erste Mal in einem Bahnareal gesehen. Innerhalb 10 Jahren hat sie sich seit dann über alle Bahnlinien bis auf eine Meereshöhe von 500 m ausgebreitet und ist dort im Bahnkies fast überall vorhanden, wenn sie nicht regelmässig chemisch bekämpft wird. Der Bahnkies kann sich in der Sonne stark erwärmen und bietet deshalb lokal günstige Wärmebedingungen. Die Art ist einjährig; zwei Generationen (eine im Frühjahr und eine im Herbst) sind sogar möglich. Die Art wird durch Wegspicken der Samen vermehrt. Eine Ausbreitung über weite Distanzen durch Ankleben an nassen Bahnwagen muss aber angenommen werden. Mehr als wenige Meter ausserhalb des Bahnareals habe ich sie bis heute nicht gefunden. Sie ist zwar an ihren Wuchsorten häufig, braucht aber konkurrenzarme Pionierstandorte und genügend Wärme, um sich zu vermehren und zu halten. Es ist anzunehmen, dass sich die Art bei weiterer Klimaerwärmung ausbreiten kann. Wegen ihrer geringen Höhe und dem Fehlen von vegetativer Vermehrung ist es aber eher unwahrscheinlich, dass sie invasiv wird.

Die Verbreitungskarte zeigt klar, wo in Zürich Bahnareale mit Kiesflächen vorhanden sind (Karte 28).

3.5 Einheimische Arten, die sich invasiv verhalten

Die folgenden Arten können an bestimmten Standorten sich einseitig auf Kosten anderer einheimischer Arten ausbreiten und tragen dort zur Verminderung der Artenvielfalt bei. Sie sind im Gebiet fast in jeder Fläche vorhanden und häufig.

Schilf *Phragmites australis*

Der Schilf ist im Raume Zürich im Uferbereich als aufbauende Art vorhanden. Sonst tritt er vereinzelt in Riedwiesen und nassen Wäldern auf. Wo Riedwiesen und vor allem feuchte Waldwiesen nicht mehr gemäht werden, kann die Art invasiv auftreten und dichte unduldsame Bestände bilden.

Ackerdistel *Cirsium arvense*

Die Ackerdistel, die ursprünglich wahrscheinlich nur als Pionierpflanze an offenen Stellen (Rutschflächen, Waldlichtungen) aufgetreten ist, kann in Äckern, Getreidefeldern, Weiden und Riedwiesen mit ihren kräftigen Ausläufern invasiv auftreten und die übrigen Pflanzen überwuchern. Der Bauer wurde deshalb früher gezwungen, diese Art in seinen Feldern zu bekämpfen.

Adlerfarn *Pteridium aquilinum*

Der Adlerfarn ist vor allem in lichten, oberflächlich sauren und gut drainierten Wäldern ziemlich häufig. Da er vom Vieh nicht gefressen wird und unterirdisch kriecht, kann er in schlecht gepflegten Weiden und trockeneren Riedwiesen dichte unduldsame Reinbestände bilden. Im Gebiet ist die Art nur ausserhalb der überbauten und landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiete verbreitet.

4 DISKUSSION

Die Verbreitung der invasiven Arten der Schwarzen Liste und der Watch-Liste der Schweiz in Zürich und Umgebung zeigt, dass nur wenige Arten wirklich aggressiv sind und einheimische Arten verdrängen. Ausser in Auengebieten, auf Rutschflächen und an Windwurfstellen gibt es hier in naturnahen Vegetationen kaum fremde Arten, die einheimische verdrängen. Anhand der Verbreitung der einzelnen Arten soll nun versucht werden, nach Ursachen zu suchen, die entscheiden, ob eine Art invasiv wird.

Einige Eigenschaften, die für eine invasive Ausbreitung von Pflanzen (fremden oder einheimischen) im untersuchten Gebiet günstig erscheinen, sind (vgl. auch PISEK et al., 1995):

1. Rasches Wachstum
2. Grosse Höhe in Beziehung zur Lebensform
3. Dicht stehende grosse Blätter
4. Wintergrüne Blätter
5. Lange Lebensdauer
5. Hohe Samenproduktion
6. Effizientes vegetatives Ausbreitungsvermögen
7. Gute Abwehrmechanismen gegen Herbivoren und Parasiten.

Die ersten drei Eigenschaften erlauben der invasiven Art andere Arten zu überwachsen und einen Vorteil in der Konkurrenz um das Licht zu erhalten.

Gute Voraussetzungen sind: günstige Lichtverhältnisse, hoher Nährstoffgehalt des Bodens, gute Wasserversorgung. Hohe Temperaturen (hohe Mitteltemperatur oder starke Einstrahlung) erlauben ein rascheres Wachstum und fördern deshalb oft die Invasivität.

Die wintergrünen Blätter ermöglichen, auch in der kalten Jahreszeit zu assimilieren, wenn höher wachsende sommergrüne Arten das Licht nicht mehr wegnehmen. Voraussetzungen sind: milde Winter, da Arten mit wintergrünen Blättern meist nicht sehr winterhart sind.

Die hohe Samenproduktion und das vegetative Ausbreitungsvermögen gestatten, sich rasch an einem neuen Ort anzusiedeln und sich dort zu behaupten bzw. die Konkurrenten zu verdrängen. Voraussetzungen sind: günstige Lichtverhältnisse, hoher Nährstoffgehalt des Bodens, gute Wasserversorgung, wenig Stress. Die lange Lebensdauer ermöglicht eine erhöhte und nachhaltige Samenproduktion und vegetative Ausbreitung.

Vielfältige Abwehrmechanismen gegen Parasiten und Herbivoren durch die Bildung von chemischen Stoffen und morphologischen Einrichtungen sind ebenfalls wichtige Voraussetzungen für ein invasives Auftreten.

Besonders wichtig für den Erfolg einer invasiven Art ist, dass sie dem Klima (vor allem den Temperaturverhältnissen) am neuen Ort angepasst ist. Da die Eigenschaften der Art und die Umweltverhältnisse in komplizierter Weise miteinander verhängt sind und zusammenwirken, ist eine Voraussage über das potentielle invasive Verhalten von fremden Arten selten eindeutig möglich. Zudem können einzelne Arten sich im Laufe vieler Jahre durch Selektion und Neukombination ihrer Merkmale an die Bedingungen am Ort der Einschleppung anpassen. Die Tab. 3 enthält einige Merkmale und Zeigerwerte der Arten der Schwar-

zen Liste und der Watch-Liste, die für invasive Arten wichtig sein können und einfach zu erfassen sind. Daraus ist ersichtlich, dass im Gebiet von Zürich die invasiven Arten (mit Sternen versehen) mehrheitlich relativ hoch werden, vieljährig sind, zahlreiche Samen ausbilden und sich erfolgreich vegetativ ausbreiten.

Ausnahmen in Bezug auf Höhe und Samenbildung betreffen Spezialisten wie Wasserpflanzen (*Elodea*), die mit relativ wenig Licht und Nährstoffen auskommen können und von denen statt Samen vegetative Teile durch Vögel verschleppt werden. Die sel-

tenen einjährigen Arten, die sich vegetativ nicht ausbreiten können, verdrängen andere Arten nur, wenn sie rasch wachsen und ein starkes Laubwerk bilden (z. B. *Impatiens glandulifera*). Verschiedene Arten, die in Zürich nicht invasiv sind, wie *Ambrosia artemisiifolia*, *Reynoutria sachalinensis*, *Polygonum polystachyum* bilden unter den hier herrschenden Temperaturen selten Samen aus. Auch wenn sie vegetativ gut wachsen (Temperaturzahl 4.5), verhindert die geringe Samenproduktion, dass sie sich über grössere Distanzen ausbreiten. Für diese Arten ist das zu kühle

Tab. 3. Eigenschaften und Zeigerwerte von Arten, die in Zürich invasiv auftreten.

Tab. 3. Properties and indicator values of invasive species in Zurich.

Höhe: grösste Höhe über Bodenoberfläche in cm. 1: bis 20 cm; 2: 20–100 cm; 3: mehr als 100 cm

Samen: jährliche Bildung von Samen. 1: keine oder nur einzelne; 2: viele; 3: sehr viele

Veg. Ausb.: Vegetative Ausbreitung. 1: nicht vorhanden; 2: beschränkt; 3: intensiv

Alter: Höchstalter der Pflanzen. 1: 1- bis 2-jährig; 2: wenigjährig; 3: vieljährig

T: Zeigerwert für Temperatur (Höhenstufe) (LANDOLT et al., in prep.). 2.5: vorwiegend montan und subalpin; 3: vorwiegend montan; 3.5: vorwiegend collin und montan; 4: vorwiegend collin; 4.5: collin, warme Lagen; 5: wärmste Lagen

K: Zeigerwert für Kontinentalität (LANDOLT, 1977). 2: subozeanisch (meist luftfeucht, eher wintermild); 3: mittlere Kontinentalitätseigenschaften; 4: subkontinental (mässig lufttrocken, grosse Temperaturunterschiede)

N: Zeigerwert für Nährstoff- (Stickstoff-)Gehalt des Bodens (LANDOLT, 1977). 2: niedrig; 3: mittel; 4: ziemlich hoch

Inv.: Grad der Invasivität *: mässig invasiv; **: ziemlich invasiv; ***: invasiv und ausgesprochen aggressiv

Die deutschen Pflanzennamen sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen. Die Übersetzungen der lateinischen Namen im Abschnitt «weitere Arten» sind:

1. Zweifarbig Brombeere. 2. Gewöhnlicher Beifuss. 3. Wald-Springkraut. 4. Kleinblütiges Springkraut. 5. Runzelige Goldrute. 6. Purpur-Storchschnabel. 7. Schilf. 8. Ackerdistel. 9. Acker-Schachtelhalm. 10. Adlerfarn. 11. Fieder-Zwenke. 12. Scharfkantige Segge. 13. Stumpfblättriger Ampfer.

Schwarze Liste	Inv.	Höhe	Samen	Veg. Ausb.	Alter	T	K	N
<i>Ailanthus altissima</i>	*	3	3	2	3	4.5	2	4
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>		2	1	1	1	5	3	4
<i>Artemisia verlotiorum</i>	**	2	2	3	3	4.5	2	4
<i>Buddleja davidii</i>	**	3	3	1	3	4.5	2	3
<i>Elodea nuttallii</i>	*	1	1	3	3	4.5	2	3
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	*	3	3	1	2	3.5	3	4
<i>Impatiens glandulifera</i>	*	3	3	1	1	4	2	4
<i>Lonicera japonica</i>		3	2	3	3	5	2	4
<i>Ludwigia grandiflora</i>		1	2	3	3	4.5	2	4
<i>Lysichiton americanus</i>		2	3	1	3	3.5	2	3
<i>Polygonum polystachyum</i>		3	2	3	3	4.5	3	4
<i>Prunus serotina</i>		3	3	1	3	4.5	4	3
<i>Reynoutria japonica</i>	***	3	2	3	3	4	2	4
<i>Reynoutria sachalinensis</i>		3	2	3	3	4.5	3	4
<i>Reynoutria x bohémica</i>		3	2	3	3	4.5	2	4
<i>Rhus typhina</i>		3	2	3	3	4.5	2	3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	*	3	2	3	3	4.5	3	4
<i>Rubus armeniacus</i>	***	3	3	3	3	4.5	3	4
<i>Senecio inaequidens</i>		2	3	2	3	5	2	3
<i>Solidago canadensis</i>	**	3	3	3	3	4	3	3
<i>Solidago gigantea</i>	***	3	3	3	3	3.5	2	4

Watch-Liste	Inv.	Höhe	Samen	Veg. Ausb.	Alter	T	K	N
<i>Amorpha fruticosa</i>		3	2	2	3	5	3	3
<i>Bunias orientalis</i>		2	3	1	2	3.5	4	4
<i>Cornus sericea</i>	**	3	3	3	3	4.5	2	3
<i>Cyperus esculentus</i>		2	1	3	3	5	2	3
<i>Elodea canadensis</i>		1	1	3	3	3.5	3	3
<i>Helianthus tuberosus</i> aggr.		3	2	3	3	4.5	3	4
<i>Lonicera henryi</i>	*	3	2	3	3	4.5	2	3
<i>Lupinus polyphyllus</i>		2	3	2	2	3	3	3
<i>Mahonia aquifolium</i>		3	2	1	3	4.5	2	3
<i>Prunus laurocerasus</i>		3	3	1	3	4.5	2	3
<i>Pueraria lobata</i>		3	2	3	3	5	1	3
<i>Sedum spurium</i>		1	3	3	3	4	3	3
<i>Senecio rupestris</i>		1	2	1	1	2.5	4	4
<i>Trachycarpus fortunei</i>		3	2	2	3	5	2	3

Weitere Arten	Inv.	Höhe	Samen	Veg. Ausb.	Alter	T	K	N
<i>Rubus bifrons</i>	**	3	3	3	3	4	2	3
<i>Artemisia vulgaris</i>		2	2	2	3	4	4	4
<i>Impatiens noli-tangere</i>	*	2	3	1	1	3.5	2	4
<i>Impatiens parviflora</i>		2	3	1	1	3.5	3	4
<i>Solidago rugosa</i>		2	2	3	3	3.5	2	3
<i>Geranium purpureum</i>		1	3	1	1	5	3	4
<i>Phragmites australis</i>	***	3	2	3	3	3.5	3	3
<i>Cirsium arvense</i>	***	2	3	3	3	3.5	3	3
<i>Equisetum arvense</i>	**	2	3	3	3	3.5	3	4
<i>Pteridium aquilinum</i>	***	3	3	3	3	3.5	3	3
<i>Brachypodium pinnatum</i>	***	2	3	3	3	3	3	3
<i>Carex acutiformis</i>	***	2	3	3	3	3.5	3	4
<i>Rumex obtusifolius</i>	***	2	3	2	3	3.5	3	4

Klima und die geringe Sonneneinstrahlung ein Haupthindernis für das beschränkte Vorkommen (siehe unten).

Die beiden klimatischen Zeigerwerte Temperatur und Kontinentalität einer neuen invasiven Art müssen dem ungefähren Klima im untersuchten Gebiet gut entsprechen, wenn diese Art sich durchsetzen oder für einheimische Arten gefährlich werden soll. In Gärten, aber auch auf offenen gestörten Vegetationen, wo die Konkurrenz keine grosse Rolle spielt, können viele fremde Arten gedeihen, auch wenn sie sich unter dem herrschenden Klima nicht optimal entwickeln. Schädigungen durch zu kalte Temperaturen oder durch zu trockene Luft werden oft überstanden, wenn keine Konkurrenz vorhanden ist.

In den Wäldern von Zürich und Umgebung liegen die mittleren Kontinentalitätswerte für die häufigeren naturnahen Vegetationen (Wälder, Wiesen) zwischen 2.4 und 2.8 (LANDOLT, 1977). An offenen stark besonnten Standorten und in der überbauten Stadt sind sie etwas höher, und einzelne Arten mit der Kontinen-

talitätszahl 4 können dort lokal gedeihen. Invasive Arten zeigen indessen die Zahlen 2 oder 3. *Bunias orientalis* (Östliches Zuckerschötchen), eine Art, die bis heute in Zürich nur vorübergehend angetroffen wurde, hat die Kontinentalitätszahl 4 und wird deshalb hier kaum invasiv. In den kontinentalen Zentralalpen ist sie bereits recht häufig.

Die Temperaturzahlen der Arten im untersuchten Gebiet (400 bis 900 m) liegen nach LANDOLT et al. (in prep.) vorwiegend zwischen 3.5 und 4.5. Nur an lokal sehr warmen Stellen sind auch Arten mit der Temperaturzahl 5 anzutreffen. Neue Arten mit den Temperaturzahlen < 3.5 und > 4.5 werden deshalb in Zürich kaum invasiv. *Senecio rupestris* (Felsen-Kreuzkraut) mit der Temperaturzahl 2 und der Kontinentalitätszahl 4 kann höchstens in höheren Lagen der inneren Alpen invasiv werden, während sie in Zürich nur adventiv vorkommt. Ebenso breitet sich *Lupinus polyphyllus* (Vielblättrige Lupine) mit der Temperaturzahl 3 erst in höheren Lagen ausserhalb von Gärten aus (z. B. Mittelbünden,

Schwarzwald). In Zürich gedeiht sie zwar gut, verwildert aber nur selten. Arten mit der Temperaturzahl 5 (z. B. *Ambrosia artemisiifolia*, *Lonicera japonica*, *Senecio inaequidens*, *Pueraria lobata*, *Trachycarpus fortunei*) treten zwar vereinzelt in der Region Zürich auf, verbleiben aber in der Nähe von Gärten oder im Bahnareal. Es ist nicht auszuschliessen, dass bei anhaltender klimatischer Erwärmung später auch in Zürich Arten mit der Temperaturzahl 5 invasiv werden. Die Erwärmung der letzten 40 Jahre hat teilweise erst ermöglicht, dass verschiedene Arten im Gebiet invasiv wurden (Arten mit der Temperaturzahl 4.5).

Die Nährstoffwerte des Bodens für invasive Arten liegen durchwegs bei 3 oder 4. Das bedeutet, dass invasive Arten nährstoffbedürftig sind und nur auf gut mit Nährstoffen versehenen Böden überhand nehmen können. Der hohe jährliche Stickstoffeintrag aus der Luft, der in Zürich mindestens 40 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt, fördert deshalb die Ausbreitung von invasiven Arten.

Von den einheimischen Arten, die im Gebiet fast in jeder Fläche vorkommen und sich oft invasiv verhalten, wie Schilf (*Phragmites australis*), Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), Acker-Schachtelhalm (*Equisetum arvense*), Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*) oder Stumpfbältriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), liegen die Temperaturwerte in der Regel unter 4, was darauf hindeutet, dass die plötzliche Ausbreitung vieler gebietsfremder invasiver Arten durch die generelle Erwärmung begünstigt bzw. erst ermöglicht wurde. Der Stickstoffeintrag aus der Luft hat diese Entwicklung zusätzlich beschleunigt.

5 VERDANKUNGEN

Walter Lämmli bin ich für die Zusammenstellung von Abbildungen, Karten und Tabellen dankbar; ihm und Sebastiano Pron auch für die Fotos. Für die Zusendung der schweizerischen Verbreitungskarten von invasiven Arten danke ich Beat Bäumli.

6 LITERATUR

ABRAHAMSON, W. G., DOBLEY, K. B., HOUSEKNECHT, H. R. & PEWCONE, C. A. 2004. Ecological divergence among five co-occurring species of old-field goldenrods. *Plant Ecology* 177, 43–56.

AESCHIMANN, D. & HEITZ, C. 2005. Synonymic-Index der Schweizer Flora und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. *Documenta Floristicae Helveticae* 2, 323 pp.

ALPERT, P., BONE, E. & HOLZAPFEL, C. 2000. Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 3, 52–66.

KLÖTZLI, F. & WALTHER, G.-R. 1999. Conference on Recent Shifts in Vegetation Boundaries of Deciduous Forests, Especially Due to General Global Warming. (1998. Ascona, Mte. Verità). Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 342 pp.

KOWARIK, I. 2003. Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Verlag E. Ulmer, Stuttgart.

LACHAVANNE, J.-B. & PERFETTA, J. 1985. Les macrophytes du lac de Zurich. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 61, 79 pp.

LANDOLT, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. ETHZ, Stiftung Rübel*, 64, 208 pp.

LANDOLT, E. 2001. Flora der Stadt Zürich (1984–1998). Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin. 1421 S.

LANDOLT, E. et al. (in prep.). Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. 2. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.

PYSEK, P., PRACH, K. & SMILAUER, P. 1995. Relating invasion success to plant traits: an analysis of the Czech alien flora. In: P. PYSEK, K. PRACH, M. REJMANEK and P. M. WADE (eds.). «Plant Invasions», SPB Academic Publishing, The Hague: 39–60.

SCHAFFNER, U. 2005. What makes a species invasive? *Environmental Documentation* 191. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, Berne. 92 pp.

SUKOPP, H. & SUKOPP, U. 1988. *Reynoutria japonica* Houtt. in Japan und in Europa. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 98, 354–372.

WEBER, E. 2003. *Invasive Plant Species*. CABI Publishing. 548 pp.

WEBER, E. 2005. *Lonicera henryi* Hemsl. – a potential exotic forest weed in Switzerland. *Botanica Helvetica* 115 (1): 77–81.

WILLIAMSON, M. 1999. *Invasions*. *Ecography* 22, 5–12.

Prof. em. Dr. Elias Landolt, Institut für Integrative Biologie ETHZ, CHN F 31.2, 8092 Zürich, E-Mail: elias.landolt@env.ethz.ch