

Invasive Neophyten im Limmattal – Status quo 2007 und Massnahmen

Oliver Schneider & Conradin A. Burga (Zürich)

Zusammenfassung

Im Limmattal wurden im Rahmen einer Diplomarbeit die Situation der invasiven Neophyten analysiert und Massnahmen für den Umgang vorgeschlagen. Dazu erfolgte 2007 eine Kartierung der Wuchsorte von Populationen invasiver Neophyten sowie ihre Lebensräume im Gebiet Dietikon-Spreitenbach-Heitersberg im Massstab 1:10 000. Die Karte zeigt eine starke Konzentration der invasiven Neophyten auf das Siedlungsgebiet. Von den 21 Arten der Schwarzen Liste der SKEW kommen 12, von den 15 der Watch-Liste 3 Arten im Untersuchungsgebiet vor. Am weitesten verbreitet sind der Sommerflieder, die Spätblühende Goldrute und die Armenische Brombeere, die in rund einem Drittel der Lebensräume dominant auftreten. Die meisten Fundorte zählt der Kirschlorbeer, wobei sich diese zum grössten Teil auf das Siedlungsgebiet beschränken. Weiter lassen sich Quellen und Ausbreitungswege eruieren: Es können insbesondere Wohngebiete mit Mutterpflanzen identifiziert werden, wobei die Ausbreitung meist entlang von Wasserläufen und Verkehrswegen erfolgt. Der Vergleich des Limmattals mit dem Churer Rheintal/Domleschg zeigt, dass fast dieselben Arten vorkommen. Deren Präsenz ist jedoch in den Bündner Alpen meistens kleiner; die Quellen und Ausbreitungswege sind sehr ähnlich.

Am Schluss werden Handlungsschwerpunkte, wie zusätzliche Vegetationsaufnahmen, die den Einfluss vom Japanischen Staudenknöterich auf die Biodiversität beleuchten, und einer Prioritätenliste vorgeschlagen.

Invasive neophytes in the Limmat Valley – status quo 2007 and measures

In the region of Dietikon-Spreitenbach-Heitersberg (Limmat Valley), invasive neophytes were analyzed and measures for dealing were proposed. For this purpose populations of invasive neophytes and phenomenologically defined habitats were mapped at a scale 1:10 000 in 2007. The map shows a strong concentration of invasive neophytes in the areas of settlement. 12 species that occur in the study area are from the Black List, 3 from the Watch List. The following plant species are the most widely spread in the study area and appear dominant in one third of the habitats: Butterfly Bush, Giant Goldenrod and Himalayan Blackberry. Typical spreading sources of invasive plant species are residential areas. The spreading itself occurs mainly along rivers or traffic ways. The comparison between the Limmat Valley and the Upper Rhine/Domleschg Valley shows that there occur nearly the same species. But their occurrence is smaller in the Grisons Alps. The sources of expansions and the ways of proliferation are the same.

Areas with prior need for action are proposed because of evaluations, additional collecting of vegetation data that show the impact of Japanese Knotweed on biodiversity and a priority list.

Schlagwörter: Kartierung – Lebensräume – Biodiversität – Bekämpfungsstrategie – Prioritätenliste – Quellen – Ausbreitungswege – Dietikon – Spreitenbach – Heitersberg
Key words: mapping – habitats – plant biodiversity – control strategies – priority list – sources of expansion – ways of proliferation – Dietikon – Spreitenbach – Heitersberg

1 EINLEITUNG

Im Rahmen einer Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich wurde das Vorkommen von Populationen invasiver Neophyten im Limmattal untersucht (SCHNEIDER, 2009). Invasive Neophyten sind «(...) Gebietsfremde, nach dem Jahr 1500 infolge der Tätigkeit des Menschen wildlebend auftretende Pflanzenarten (...)» (GIGON & WEBER, 2005). Sie sind eine Bedrohung für die Biodiversität und können gesundheitliche und ökonomische Probleme verursachen. Die Schweiz ist durch verschiedene internationale Übereinkommen und nationale Gesetze verpflichtet, Massnahmen zum Schutz der Biodiversität zu ergreifen. Da invasive Pflanzenarten die Biodiversität bedrohen, sind sie durch diese Übereinkommen und Gesetze unmittelbar betroffen. Wo nicht anders vermerkt, stützen sich die Aussagen in diesem Artikel auf die oben genannte Diplomarbeit. In diesem Artikel werden ausgewählte Resultate vorgestellt.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Limmattal, im Grenzgebiet der Kantone Aargau und Zürich (Abb. 1). Es zeichnet sich durch vielfältige Strukturen aus, die durch unterschiedliche anthropogene Nutzungsformen bedingt sind. Dazu zählen bezüglich Invasionen einige «high-risk areas», wie Eingangspunkte für Handel und Tourismus (z. B. Rangierbahnhof, Bahnhöfe) oder Eingangspunkte für Wege der natürlichen Verbreitung (z. B. Flüsse), stark gestörte Gebiete (z. B. Kiesgrube) und geschützte Areale (z. B. Naturschutzgebiete) (GENOVESI & SHINE, 2003). Es finden sich Städte mit Wohn-, Gewerbe- und Industriezonen, Gärten, unterschiedliche Autostrassen, Bäche, Flüsse und Seen, Felder, Weiden und Wälder, renaturierte Ufer und Naturschutzgebiete. Der Rangierbahnhof Limmattal erstreckt sich im nördlichen Teil von Ost nach West durch das ganze Untersuchungsgebiet. Die Autobahn als Verbindungs- und Gütertransportweg zwischen Zürich und Bern/Basel erstreckt sich ebenfalls durch das Gebiet. Die Nordostflanken des Heitersbergs sind von Wald bedeckt. Zwischen Dietikon und Spreitenbach liegen Felder und Weiden. Im nordöstlichen Teil des Untersuchungsgebiets, das zu Unterengstringen gehört, befindet sich eine grosse Kiesgrube. Aufgrund dieser Vielgestaltigkeit der Lebensräume und wegen der verkehrstechnischen Lage bietet sich dieses Untersuchungsgebiet an, das fassettenreiche Thema der invasiven Neophyten zu bearbeiten.

Im Rahmen dieses Artikels werden folgende Fragestellungen besprochen:

- a) Lokalisierung der invasiven Neophyten:
 1. Welche invasiven Neophyten kommen im Untersuchungsgebiet vor?

2. Wo befinden sich Populationen invasiver Neophyten?

- b) Betroffene Lebensräume:

3. Welche Lebensräume sind von invasiven Neophyten betroffen?
4. Welche invasiven Neophyten sind dominant?
5. Gibt es Quellen und Ausbreitungsstrategien/-trends/-wege?

- c) Bekämpfungsstrategien:

6. Welche Probleme verursachen die invasiven Neophyten im Untersuchungsgebiet?
7. In welchen betroffenen Lebensräumen sind als erstes Massnahmen nötig?

2 METHODEN

Die Untersuchung der Fragestellungen wird in vier Phasen unterteilt: Phase 1: Datengewinnung im Feld (Kartierung und Vegetationsaufnahmen von März bis Oktober), Phase 2: Datenaufbereitung und -festigung in Form einer Karte (elektronisch und physisch), Phase 3: Karten-Auswertung (qualitativ und quantitativ) und Phase 4: Bekämpfungsstrategien vorschlagen. Die Methoden zur Datengewinnung und zur Ermittlung nötiger Bekämpfungsmassnahmen werden kurz erläutert.

2.1 Kartierung der invasiven Neophyten und der Lebensräume

2007 wurden die Wuchsorte von Populationen invasiver Neophyten, die auf der Schwarzen Liste (24 Arten) und der Watch-Liste (21 Arten) der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung der Wildpflanzen (SKEW) aufgeführt sind, kartiert (SKEW, 2008, Web). Auf Anraten von Prof. Dr. C. Burga wurde auch die Zweijährige Nachtkerze (*Oenothera biennis*) mit einbezogen. Zusätzlich wurde die Abundanz (= Anzahl Individuen einer Art) anhand der drei Klassen «spärlich», «zahlreich» und «sehr zahlreich» notiert.

Neben den Wuchsorten und den Abundanzklassen wurden auch Lebensräume kartiert. Diese sollen das Verständnis für die Verbreitung invasiver Neophyten fördern. Die Lebensräume wurden zuvor aufgrund von rekognoszierenden Feldbegehungen und Literaturangaben definiert. Im Siedlungsbereich orientiert sich die Einteilung der Lebensräume an den Makro- und Mikrohabitaten von WITTIG (2002), in forst- und landwirtschaftlichen Gebieten an DELARZE et al. (2008). Schliesslich gibt es 18 Lebensräume, die auf nutzungsorientierten und phänomenologischen Kriterien beruhen. Diese Lebensräume können wiederum den vier

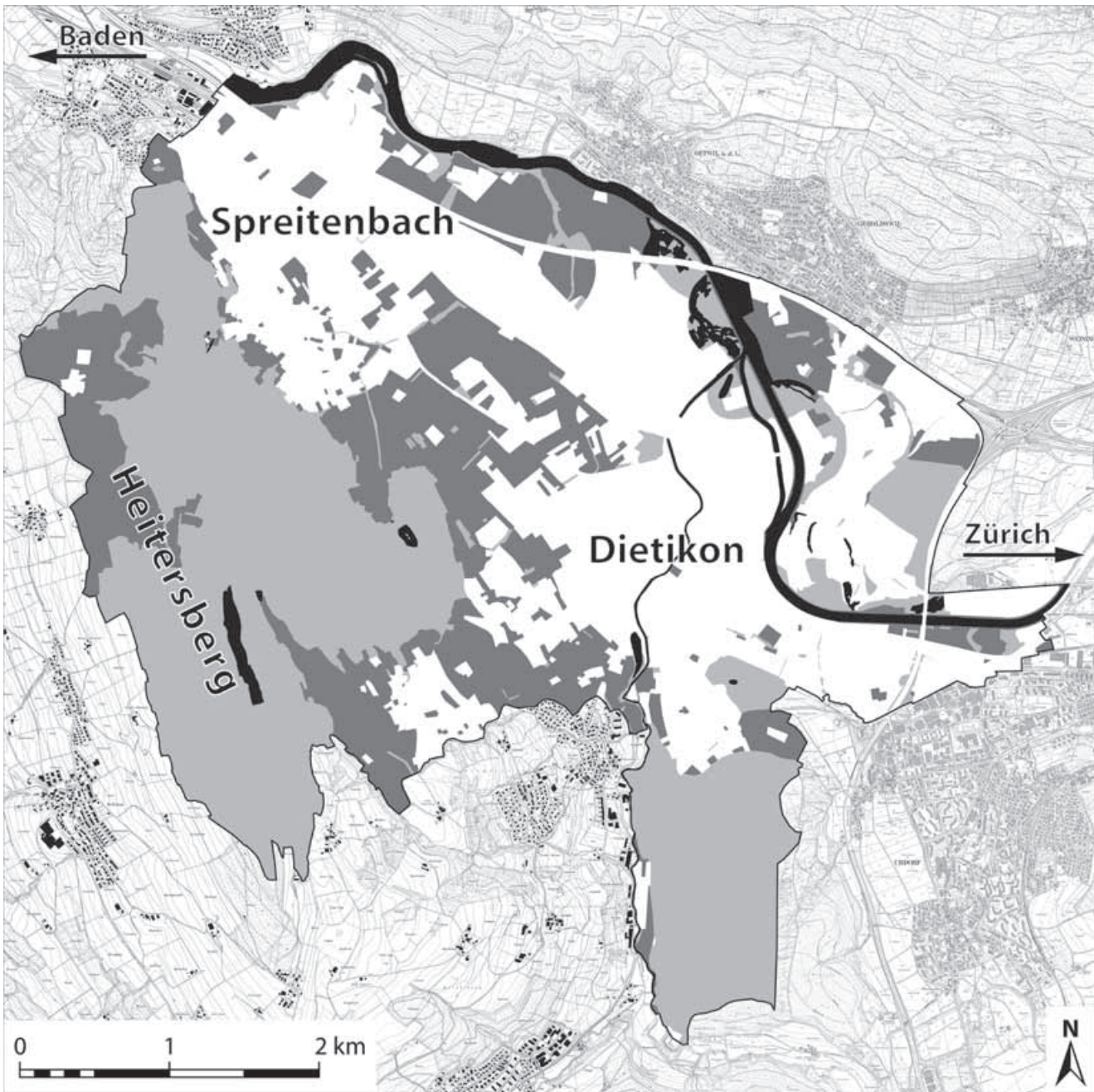


Abb. 1. Die vier Lebensraumkategorien im Untersuchungsgebiet. Siedlungsflächen (weiss), Landwirtschaftsflächen (dunkelgrau), bewaldete Flächen (hellgrau) und unproduktive Flächen (schwarz). (Basiskarten: Kanton Aargau: Daten der amtlichen Vermessung des Kantons Aargau; Kanton Zürich: reproduziert mit Bewilligung des ARV Nr. 2009 026). Kartierung 2007.

Fig. 1. The four categories of the habitats in the study area: areas of settlement (white), areas of agriculture (dark grey), areas of forest (light grey), unproductive areas (black). (Basis maps: canton Aargau: data of the official survey of land; canton Zurich: reproduced with the authorization of the ARV Nr. 2009 026). Mapping 2007.

Kategorien «Siedlungsflächen», «Landwirtschaftsflächen», «bewaldete Flächen» und «unproduktive Flächen» zugeordnet werden (Abb. 1).

Die Daten wurden zunächst in einem GIS bearbeitet und ausgewertet (Arc-GIS 9) und danach in einer physischen Karte im Massstab 1:10 000 festgehalten.

2.2 Vegetationsaufnahmen und Phytodiversität

Mit Vegetationsaufnahmen können die Auswirkungen invasiver Neophyten auf die Phytodiversität gezeigt werden. Anhand des Japanischen Staudenknöterichs (*Reynoutria japonica*) wird diese Problematik illustriert. Wir betrachten dabei nur die Phytodiversität auf Artebene (α -Diversität) (DIERSCHKE, 1994). Um diese zu bestimmen, wurden fünf Flächen gewählt, die im selben Lebensraum vorkommen und ähnliche Standortbedingungen aufweisen. Hinzu kamen zwei Flächen, die vom Japanischen Staudenknöterich in unterschiedlichem Ausmass befallen sind. Zur Charakterisierung der Phytodiversität dieser Flächen werden jeweils die Artendichte (HOBOM, 2000), der Shannon-Index und die Evenness berechnet (DIERSCHKE, 1994). Die Vegetationsaufnahmen erfolgten gemäss Braun-Blanquet (DIERSCHKE, 1994).

Artendichte: $R = n / F$ $n = \text{Artenzahl}$
 $F = \text{Flächengrösse}$

Shannon-Index: $H' = -\sum_{i=1}^n p_i \times \ln p_i$

wobei $p_i = N_i / N$ $N_i = \text{Deckungsgrad,}$
 $\text{Artmächtigkeit der Art } i.$
 $N = \text{Summe der Deckungs-}$
 $\text{grade aller Arten.}$

Evenness: $E = H' / H_{\max} \times 100$
wobei $H_{\max} = \ln n$

Die Pflanzenbestimmung erfolgte mit der «Flora Helvetica» (LAUBER & WAGNER, 2001), dem «Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz» (HESS et al., 2006) und bei der Armenischen Brombeere mit dem Bestimmungsschlüssel in der «Flora der Stadt Zürich» (LANDOLT, 2001).

3 BEKÄMPFUNGSTRATEGIEN UND PRIORITÄTENLISTE

Es gibt fünf Strategien zur Bekämpfung invasiver Neophyten: Prävention, Vernichtung, Einschränkung, Kontrolle und Schadensbegrenzung (WITTENBERG, 2006). Die Prävention soll verhindern, dass invasive Arten in ein bestimmtes Gebiet gebracht werden. Sie ist «die beste und kostengünstigste Regulierung» (GIGON & WEBER, 2005). Da die beabsichtigte oder unbeabsichtigte sekundäre Ausbringung entscheidet, in welchem Mass eine Invasion überhaupt stattfindet (KOWARIK, 2003), muss darauf ein beson-

deres Augenmerk gerichtet werden. Die Prävention findet über Aufklärung und gesetzliche Regelungen statt.

Die vier anderen Strategien kommen zum Zuge, wenn sich Populationen invasiver Neophyten bereits etabliert haben. In betroffenen Gebieten sollte als erstes versucht werden, die invasiven Neophyten zu vernichten, um dadurch das Ökosystem wieder instand zu setzen. Da solche Massnahmen kurzfristig meist mit hohen Kosten verbunden sind, müssen zuvor die Erfolgsaussichten untersucht werden. Bei der Einschränkungstrategie konzentriert man sich auf die Grenzen des Ausbreitungsgebiets und versucht, die Ausbreitung jenseits der Grenzen zu verunmöglichen. Dabei sollte man sich im Klaren sein, weshalb diese Strategie überhaupt angewendet wird. So kann sie zum Beispiel als Überbrückung dienen, bis mehr Mittel für eine Vernichtung oder eine Kontrolle zur Verfügung stehen. In Fällen, wo eine Vernichtung nicht möglich ist und sich die Pflanze ohnehin nicht über weite Distanzen ausbreiten kann, ist die Einschränkungstrategie sehr wirkungsvoll. Verwandt mit ihr ist die Ausgrenzungsstrategie. Dabei sollen bestimmte, oft wertvolle Lebensräume von invasiven Neophyten freigehalten werden. Kontrollstrategien richten sich darauf, die Anzahl und die Dichte der invasiven Neophyten auf einen bestimmten, vertretbaren Schwellenwert zu senken. Dadurch werden deren Auswirkungen verringert, so dass im Idealfall einheimische Pflanzen wieder überhand nehmen können. Kurzzeitig betrachtet sind die Kontrollstrategien günstiger als die Vernichtung. Doch steigen die Kosten, wenn die Kontrolle über eine längere Zeit durchgeführt werden muss.

Haben sämtliche Strategien versagt, so bleibt nichts anderes übrig, als mit den invasiven Neophyten als neues Florenelement so zu leben, dass der Schaden möglichst gering gehalten wird. Im Extremfall können bedrohte Arten in nicht infizierte Lebensräume umgesiedelt werden.

Bei allen Strategien ist stete Erfolgskontrolle sehr wichtig. Durch Monitoring kann festgestellt werden, inwieweit die gesteckten Ziele erreicht wurden. Dabei müssen auch mögliche Einflüsse auf jene Pflanzen, die nicht zum Ziel der Bekämpfungsmassnahmen gehören, andere schädliche Konsequenzen und die Wahrscheinlichkeit des Erfolgs berücksichtigt werden. Zur Planung von Bekämpfungsstrategien gehört es schliesslich auch, die verschiedenen Interessensgruppen zu berücksichtigen und einzubeziehen.

Da es nicht möglich ist, im gesamten Untersuchungsgebiet alle invasiven Neophyten zu bekämpfen, muss eine Priorisierung der verschiedenen Wuchsorte erfolgen. Dazu wird eine Prioritätenliste erstellt. In der Priorisierung drückt

sich die Abwägung verschiedener Gesichtspunkte aus: Die Grösse des betroffenen Gebiets, die Auswirkungen, der Wert des infizierten Lebensraums und die Schwierigkeiten der Kontrollmassnahmen sind die vier Hauptkategorien, nach denen die Liste aufgebaut ist. (Ganzes Kapitel nach WITTENBERG & COCK, 2001).

4 ERGEBNISSE

In den folgenden Abschnitten werden ausgewählte Ergebnisse der Untersuchung erläutert. Dabei werden als erstes die invasiven Neophyten, die im Untersuchungsgebiet auftreten, beschrieben, und danach im Zusammenhang mit den betroffenen Lebensräumen analysiert.

4.1 Invasive Neophyten

Fundorte von invasiven Neophyten

Von den 46 berücksichtigten Pflanzenarten kommen 16 Arten im Untersuchungsgebiet vor. Von diesen Arten wiederum befinden sich 12 Arten (75%) auf der Schwarzen Liste; 3 Pflanzenarten (18,75%) stehen auf der Watch-Liste. Hinzu kommt die Zweijährige Nachtkerze.

Im Untersuchungsgebiet gibt es insgesamt 2308 Fundorte von invasiven Neophyten: 84,5% sind von Arten der Schwarzen Liste, 11,5% von Arten der Watch-Liste und 4% von der Zweijährigen Nachtkerze. Die Anzahl der Fundorte wird vor allem von vier Pflanzenarten dominiert, die zusammen 71% ausmachen. Es sind dies der Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*, 27,5%), der Sommerflieder (*Buddleja davidii*, 22,1%), die Armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*, 11,6%) und die Spätblühende Goldrute (*Solidago gigantea*, 9,7%). Die restlichen Arten machen jeweils weniger als 5% aus.

Die Karte zeigt eine auffällige Konzentration der Fundorte auf die Siedlungsgebiete. So befinden sich 78,8% der Fundorte in Lebensräumen, die der Siedlungsfläche angerechnet werden. Auf den restlichen Flächen sind vor allem die bestockten Gebiete betroffen. Auf ihnen findet man 15,6% der Fundorte: Der Wald auf dem Honeret ist verglichen mit den anderen Wäldern relativ stark von invasiven Neophyten betroffen. Auf die Landwirtschaftsflächen fallen rund 5,2% der Populationen. Die unproduktiven Flächen weisen gerade mal 8 Fundorte (0,35%) auf. Da die Flächen der vier Kategorien stark variieren, sollten die Anzahl der Fundorte über die Flächengrösse normiert werden. Damit besitzt die Siedlungsfläche 196 Fundorte pro km², die bestockten Flächen weisen 45,8 Fundorte pro km² auf, die Landwirtschaftsflächen 20,8 Fundorte pro km²

und die unproduktiven Flächen 10,1 Fundorte pro km². Die Siedlungsfläche ist demnach immer noch deutlich an der Spitze. Doch steigt der Grad des Befalls an invasiven Neophyten der anderen Gebiete deutlich an.

Viele Fundorte befinden sich in Randgebieten von Strukturen, seien dies Strassen, Bahngelände, Rasen, Gebäude oder Felder. Sobald jedoch die Bedingungen günstig sind, breiten sich die Populationen flächenhaft aus. So sind im Honeret-Wald Populationen weit abseits von Wegen anzutreffen. Dies hat sicher damit zu tun, dass 1999 der Wirbelsturm Lothar erhebliche Schäden anrichtete und Teile des Waldes zerstörte, was ebenda das Wachstum von invasiven Neophyten begünstigte.

Charakterisierung der invasiven Neophyten

Nachfolgend werden ausgewählte Eigenschaften von invasiven Neophyten des Untersuchungsgebiets vorgestellt. Um die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet besser abschätzen zu können, werden auch Vergleiche mit der gesamten Schweiz angestellt. Die Aussagen über Herkunft, Lebensform und ökologische Gruppe erfolgen in Anlehnung an die Ausführungen von GASSMANN & WEBER (2006).

Als erstes wird die Herkunft der kartierten Pflanzen betrachtet. Die Hälfte der 16 im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten stammt ursprünglich aus Nordamerika, 6 Arten aus Asien und die restlichen 2 Arten aus der Region Eurasien-Kaukasus.

Die drei grössten Lebensformgruppen der betrachteten Neophyten im Untersuchungsgebiet sind die Geophyten (4 Arten), die Phanerophyten (3 Arten) und die Nanophanerophyten (3 Arten) (Abb. 2). Fasst man die verschiedenen Lebensformen in die zwei Gruppen «holzige Pflanzen» und «krautige Pflanzen» zusammen, so bestehen die Neophyten der Schweiz zu rund 80% aus krautigen und 20% aus holzigen Pflanzen. Bei den invasiven Neophyten verschiebt sich dieses Verhältnis in Richtung holzige Pflanzen (38%). Im Untersuchungsgebiet gehören sogar 50% der untersuchten Pflanzen zur Gruppe der verholzten Pflanzen.

Die Pflanzenarten werden gemäss LANDOLT (1991) in ökologische Gruppen unterteilt. Bei den rund 350 Neophytenarten der Schweiz besteht eine auffallende Dominanz der Unkraut- und Ruderalpflanzen (60%). Die zweitgrösste Gruppe sind die Waldpflanzen, die jedoch nur noch 15% ausmachen. Unter den invasiven Neophyten im Untersuchungsgebiet sind die Ruderalpflanzen nur noch mit rund 37% vertreten. Dafür bilden die Pionierpflanzen nun mit 32% die zweitgrösste Gruppe (Abb. 3).

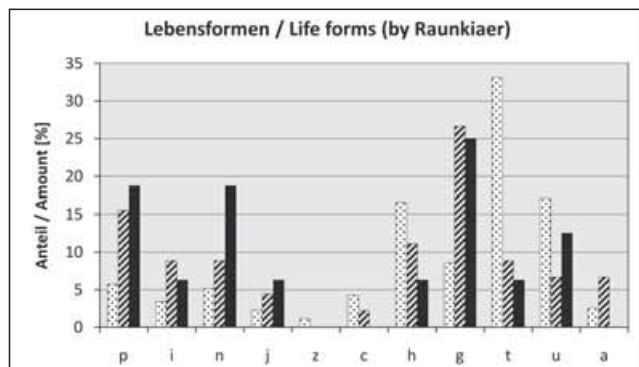


Abb. 2. Lebensformen der Klassen «Neophyten in der Schweiz» (gepunktet), «invasive Neophyten in der Schweiz» (schraffiert) und «invasive Neophyten im Untersuchungsgebiet» (schwarz). p: Phanerophyten, i: immergrüne Phanerophyten, n: sommergrüne Nanophanerophyten, j: immergrüne Nanophanerophyten, z: holzige Chamaephyten, c: krautige Chamaephyten, h: Hemikryptophyten, g: Geophyten, t: Therophyten, u: Therophyten / Hemikryptophyten, a: Hydrophyten. (GASSMANN & WEBER, 2006; LAUBER & WAGNER, 2001).

Fig. 2. Life forms of the categories «neophytes of Switzerland» (spotted), «invasive neophytes of Switzerland» (hatched) and «invasive Neophytes of the study area» (black). p: deciduous phanerophytes, i: evergreen phanerophytes, n: deciduous nanophanerophytes, j: evergreen nanophanerophytes, z: ligneous chamaephytes, c: herbaceous chamaephyte, h: hemikryptophytes, g: geophytes, t: therophytes, u: therophytes / hemikryptophytes, a: hydrophytes. (GASSMANN & WEBER, 2006; LAUBER & WAGNER, 2001).

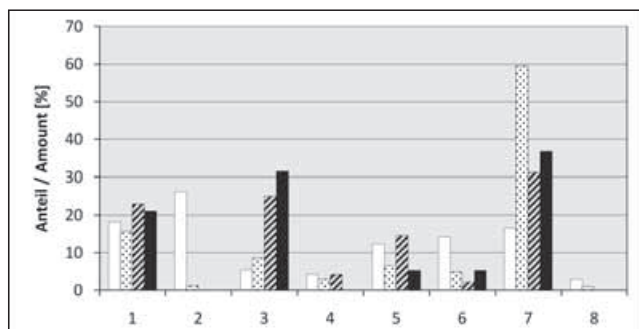


Abb. 3. Ökologische Gruppen der Kategorien: einheimische Pflanzen und Archäophyten der Schweiz (weiss), Neophyten der Schweiz (gepunktet), invasive Neophyten der Schweiz (schraffiert), invasive Neophyten im Untersuchungsgebiet (schwarz). 1: Waldpflanzen, 2: Gebirgspflanzen, 3: Pionierpflanzen niedriger Lagen, 4: Wasserpflanzen, 5: Sumpfpflanzen, 6: Pflanzen magerer (trockener oder wechsellöcherer) Wiesen, 7: Unkraut- oder Ruderalpflanzen, 8: Fettwiesenpflanzen. (MOSER et al., 2002; LAUBER & WAGNER, 2001).

Fig. 3. Ecological groups of the categories: native plants and archeophytes of Switzerland (blank), neophytes of Switzerland (spotted), invasive neophytes of Switzerland (hatched), invasive Neophytes of the study area (black). 1: forest plants, 2: mountain plants, 3: lowland pioneer plants, 4: aquatic plants, 5: marsh plants, 6: dry grassland plants, 7: ruderal plants, 8: grassland plants. (MOSER et al., 2002; LAUBER & WAGNER, 2001).

Mit Ausnahme des Japanischen Staudenknöterichs besitzen alle Arten generative Ausbreitungseinheiten. Bei 8 Arten findet diese Ausbreitung durch den Wind statt. Die Ausbreitung mit Hilfe von Tieren kommt bei 5 Arten vor. Sie spielt vor allem für die Fernausbreitung eine zentrale Rolle (CRONK & FULLER, 1995). Befinden sich die Pflanzen in der Nähe von Wasserläufen, so kann auch über das Wasser grosse Distanzen zurückgelegt werden.

Die Zeigerwerte charakterisieren eine Pflanzenart aus ökologischer Sicht. Doch müssen die Werte mit Vorsicht genossen werden, da diese nicht einfach die physiologischen Möglichkeiten einer Pflanze widerspiegeln. «Besonders an konkurrenzarmen Standorten (...) kann sich die Pflanze anders verhalten, als es ihr Zeigerwert vermuten lässt» (LANDOLT, 1977).

Die meisten Werte der untersuchten Arten befinden sich im mittleren Bereich. Die Feuchte- und die Temperaturzahl aber zeigen deutliche Verschiebungen. So haben $\frac{2}{3}$ der untersuchten Arten Feuchtezahlen, die auf mittlere bis mässig trockene Standorte hinweisen. Die Temperaturzahl ist deutlich auf den oberen Bereich der Zeigerwertskala konzentriert. 10 Arten gehören zur Gruppe, deren Hauptverbreitung die kolline Stufe ist. 6 Neophyten gedeihen sogar «nur an wärmsten Stellen» (LAUBER & WAGNER, 2001).

4.2 Betroffene Lebensräume

Von den 18 definierten Lebensräumen sind nahezu alle mehr oder weniger von Populationen invasiver Neophyten betroffen. Nur die Lebensräume «Gewässer» und «Flachmoore (Riedwiesen)» sind nicht befallen.

Das Siedlungsgebiet ist am stärksten betroffen. So sind in sämtlichen Lebensräumen des Siedlungsgebiets invasive Neophyten zu finden. Alle Neophyten, die im Untersuchungsgebiet gefunden wurden, treten auch im Siedlungsgebiet auf. 83% (1506) der im Siedlungsgebiet liegenden Fundorte (total 1819) gehören zu Neophyten der Schwarzen Liste. Diese Zahlen weisen nochmals auf die Bedeutung des Siedlungsgebiets in Bezug auf invasive Neophyten hin. Der Lebensraum «Autobahn, Strassenböschung» umfasst nur 5 der 16 Neophyten. In den restlichen acht zur Siedlungsfläche gehörenden Lebensräumen sind stets mehr als die Hälfte der gefundenen Arten vorhanden. An der Spitze stehen die «Wohngebiete mit geringem Gartenanteil» und die «Siedlungsbrachen und brachähnliche Flächen» mit jeweils 14 Arten, wovon 10 Arten zur Schwarzen Liste gehören. In den Wohngebieten mit grossem Gartenanteil wurden 13 Arten gefunden. In den Lebensräumen «Industrie- und Gewerbeflächen» und «Parkanlagen, Stadtgrün»

sind 12 Neophytenarten vorhanden. Normiert man die Anzahl Fundorte über die Fläche, so zeigt sich, dass der Lebensraum «Wohngebiete mit grossem Gartenanteil» mit rund 400 Fundorten pro km² die Spitzenstelle einnimmt. Danach folgen die Familiengärten mit 287 Fundorten pro km². Die Wohngebiete mit geringem Gartenanteil haben 247 Fundorte pro km², die «Siedlungsbrachen und brache-ähnliche Flächen» noch 216 Fundorte pro km².

Auf Landwirtschaftsflächen treten nur 5% aller Wuchsorte invasiver Neophytenpopulationen auf. Der weitaus grösste Teil der Wuchsorte liegt in den Randbereichen. Der Lebensraum «Wald und Waldelemente» weist 13 Neophytenarten auf, von denen 7 auf der Schwarzen Liste stehen. 15% aller Fundorte fallen auf diesen Lebensraum, wobei die Populationen im Allgemeinen eher klein sind. Der Lebensraum «Ufervegetation» ist von vier Neophytenarten befallen. Drei dieser Neophyten stehen auf der Schwarzen Liste. Im gesamten Untersuchungsgebiet gibt es lediglich 8 Fundorte.

4.3 Dominante invasive Neophyten

Ein Neophyt wird in einem Lebensraum als dominant bezeichnet, wenn seine gewichteten Fundorte $\frac{2}{3}$ oder mehr vom Maximum der gewichteten Fundorte in diesem Lebensraum ausmachen. Das heisst, dass die Dominanz immer in Relation zu anderen invasiven Neophyten betrachtet wird. Über die Gewichtung wird die Abundanz des Neophyten berücksichtigt.

Sieben invasive Neophyten sind in einem oder mehreren Lebensräumen dominant: Sommerflieder, Spätblühende Goldrute, Armenische Brombeere, Kirschlorbeer, Mahonie, Seidiger Hornstrauch, Zweijährige Nachtkerze. Vier davon sind hauptsächlich im Siedlungsgebiet dominant. Der Kirschlorbeer und die Mahonie sind nur in Lebensräumen der Siedlungsflächen dominant. Der Sommerflieder ist die einzige Art, die in allen vier Kategorien dominante Lebensräume besitzt. Vier davon gehören zum Siedlungsgebiet, die anderen drei sind auf die restlichen Kategorien verteilt. Die Spätblühende Goldrute besitzt in den Lebensräumen der unproduktiven Flächen und die Armenische Brombeere in den unproduktiven und den bestockten Flächen keine Dominanzen. Der Seidige Hornstrauch und die zweijährige Nachtkerze sind jeweils in einem Lebensraum der Landwirtschaftsflächen dominant.

Neben der Dominanz, wie sie oben definiert ist, werden hier noch weitere Aspekte der Dominanz in Bezug auf das Auftreten invasiver Neophyten betrachtet. Der Sommerflieder tritt in 14 der insgesamt 18 Lebensräumen auf;

damit steht er an der Spitze. Die Armenische Brombeere, die Spätblühende Goldrute und die Zweijährige Nachtkerze kommen in 13 Lebensräumen vor. Diese vier Neophyten kommen in mehr als $\frac{2}{3}$ aller Lebensräume im Untersuchungsgebiet vor. Betrachtet man die vier Kategorien, so treten der Sommerflieder, die Robinie, die Spätblühende Goldrute und der Seidige Hornstrauch in allen vier Lebensraumkategorien auf. Die Hälfte der invasiven Neophyten (8 von 16 Arten) treten in drei Kategorien auf.

4.4 Quellen und Ausbreitung invasiver Neophyten

Auf der erstellten Karte wird ersichtlich, dass rund 80% der Fundorte auf den Siedlungsflächen liegen. Der Diasporendruck, der dadurch von diesen Flächen ausgeht, macht sie zu den zentralen Quellen (BROOKS, 2007). Es können vor allem Randzonen von Siedlungsflächen als Quellen identifiziert werden. Die Ausbreitung findet entlang von Wegen, Strassen, Bahngeleisen und Wasserläufen statt.

- *Wohngebiete mit hohem Gartenanteil:* Als eindeutige Quellen lassen sich die Wohngebiete identifizieren. In Spreitenbach entlang der Nordostflanke des Heitersbergs sowie in Dietikon gibt es einige Stellen, wo deutlich zu erkennen ist, wie der Sommerflieder von den Gärten der Wohngebiete in den Wald eindringt (Abb. 4). Auch beim Kirschlorbeer lässt sich in Dietikon an der östlichen Seite des Guggenbuel-Waldes erkennen, dass die Wohngebiete als Quelle dienen.
- *Rangierbahnhof, Gleisareal:* Der Rangierbahnhof Limmattal ist aufgrund seiner grossen Gleisfläche ein relativ gleichförmiger Lebensraum. Der Wind wird nirgends gebrochen, so dass er die Diasporen ungestört hinweg tragen kann. Das Gleisareal wird intensiv gesäubert (MÜLLER, 1999), so dass kaum Pflanzen zu finden sind. Jedoch gibt es in Randbereichen genügend Raum, wo einige invasive Neophyten entlang der Schienen wachsen und sich ausbreiten können: der Götterbaum, der Sommerflieder, die Armenische Brombeere, die Spätblühende Goldrute und das Einjährige Berufskraut. Von dort aus dringen sie in die benachbarten Lebensräume ein.
- *Waldstrassen / -wege:* Die Waldflächen sind im Allgemeinen wenig von invasiven Neophyten betroffen. Doch werden Gebiete, die sich in der Nähe von Siedlungsflächen befinden, langsam von invasiven Neophyten, vor allem vom Sommerflieder und der Spätblühenden Goldrute, befallen. Diese breiten sich entlang von Waldstrassen aus. Ein Grund dafür kann darin liegen, dass die Diasporen dieser Pflanzen über den Menschen als Vektor verbreitet

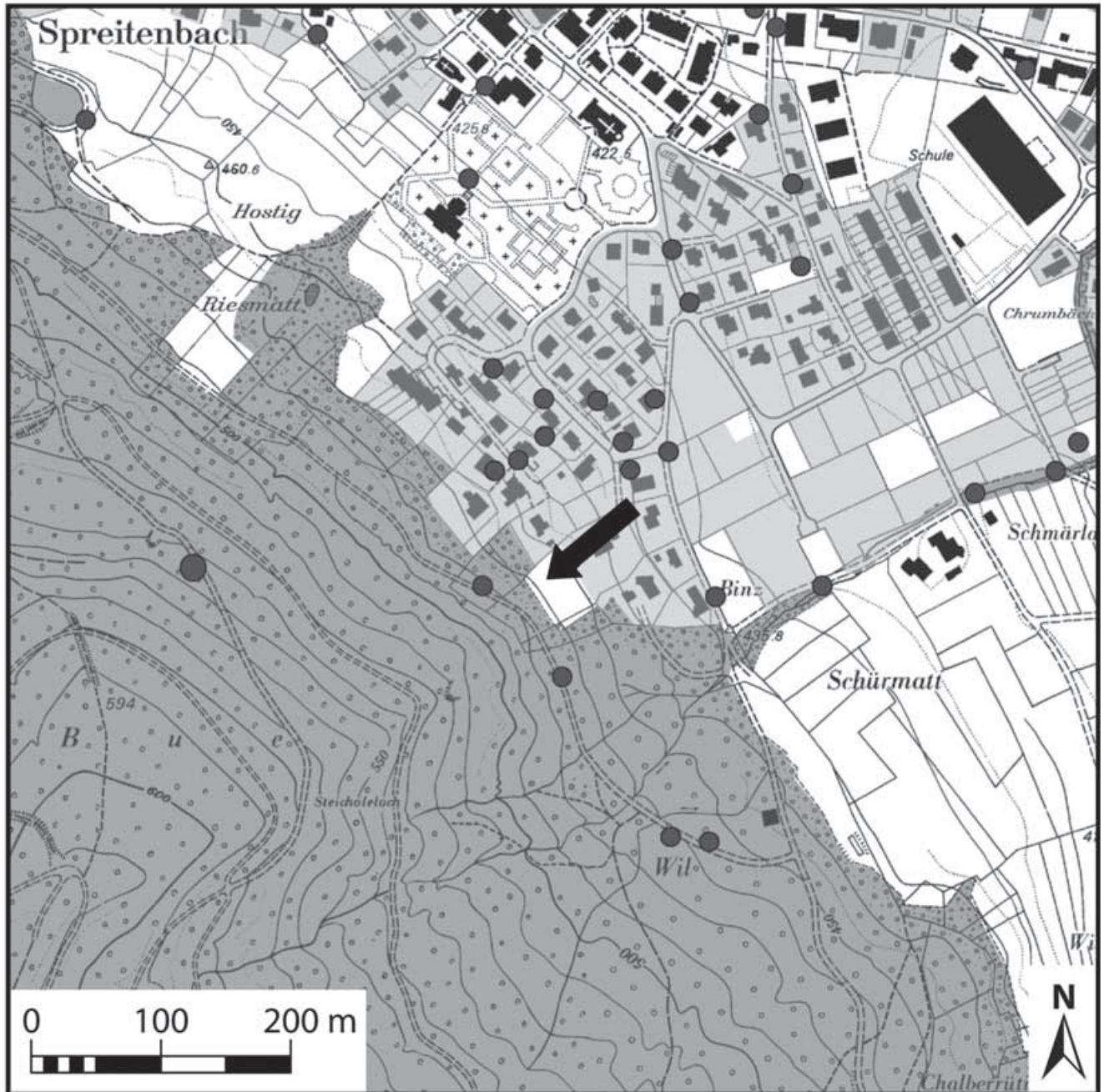


Abb. 4. Wohngebiete (hellgrau) als Quelle für den Sommerflieder (Punktsignatur) in Spreitenbach. Lebensraum Wald (dunkelgrau). Abundanzklassen: kleine Punktsignatur: spärlich grosse Punktsignatur: zahlreich. (Kartenausschnitt).

Fig. 4. Residential areas (light grey) as a spreading source of the Butterfly Bush in Spreitenbach. Habitat forest (dark grey). Categories of abundance: small point signature: sparsely, big dots: numerous. (Section of the map).

werden: Die Samen, die sich an Schuhen, Kleidern oder Fahrzeugen befinden, werden so in den Wald transportiert. Ein weiterer Grund, weshalb sich diese Pflanzen an den Strassenrändern ausbreiten, kann im Lichthaushalt liegen. So ist der Sommerflieder mit der Lichtzahl 4 ein Lichtzei-

ger. Sobald die Baumkronen genügend Licht durchlassen, können die über den Wind verfrachteten Samen keimen. Dabei müssen allerdings auch die Temperaturverhältnisse stimmen. Im Honeret-Wald zeigt sich dies sehr schön. Wegen des Sturmes Lothar von 1999 sind einige Flächen

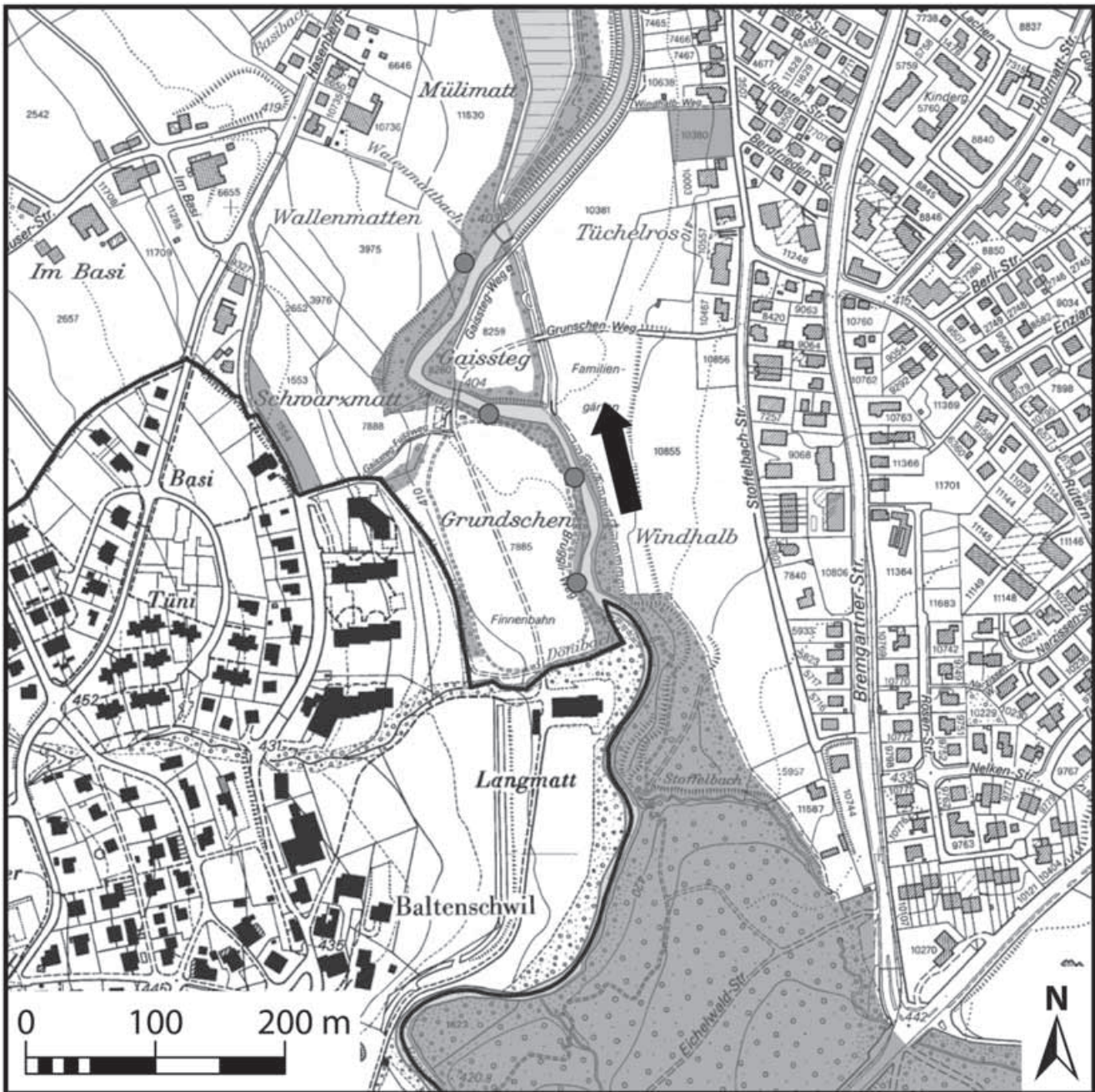


Abb. 5. Ausbreitungsweg des Drüsigen Springkrauts (Punktsignatur) auf der Reppisch. Lebensräume: Wald (dunkelgrau), Gewässer (hellgrau). (Kartenausschnitt).

Fig. 5. Spreading of the Himalayan Balsam (dots) along the river Reppisch. Habitats: forest (dark grey), waters (light grey). (Section of the map).

vorhanden, in denen der Wald sehr durchlichtet ist. Dort breiten sich die Neophyten flächenhaft aus.
 – *Autobahn, Überlandstrasse*: Entlang der Autobahn auf dem Autobahngrün und entlang der Überlandstrasse

breiten sich die Spätblühende Goldrute, die Armenische Brombeere und der Sommerflieder aus.
 – *Gewässer*: Die Populationen des Drüsigen Springkrauts, die sich entlang der Reppisch in Richtung Limmat

bewegen, haben ihre Quelle in den Beständen des Reppischtals (Abb. 5).

5 AUSWIRKUNGEN

Invasive Neophyten haben Auswirkungen, die mit den Interessen und Vorstellungen des Menschen in Konflikt geraten (KOWARIK, 2003). Die SKEW (2008, Web) unterteilt diese negativen Auswirkungen in die vier Kategorien «Verdrängung von einheimischen Arten», «gesundheitsschädigend», «Destabilisierung von Böden» und «problematisch in landwirtschaftlichen Flächen».

Alle 15 invasiven Neophyten, die im Untersuchungsgebiet vorkommen, können einheimische Pflanzen verdrängen. 3 Arten sind gesundheitsschädigend, 3 Arten sind auf landwirtschaftlichen Flächen problematisch und 2 Arten fördern die Erosion. Im Folgenden wird auf einzelne Arten und Standorte eingegangen.

5.1 Verdrängungen von einheimischen Arten

Nur wenige invasive Neophyten besitzen zum Zeitpunkt der Bestandesaufnahme Populationen, die einen verdrängenden Charakter haben. So gibt es von der Goldrute und dem Sommerflieder teilweise sehr dichte Populationen, dass man von einer verdrängenden Wirkung ausgehen muss. Beim Japanischen Staudenknöterich und bei der Armenischen Brombeere ist die Verdrängung offensichtlich.

Unabhängig vom Lebensraum verdrängt der Japanische Staudenknöterich andere Pflanzenarten äusserst stark. Neben der Verringerung der Artendiversität verändert sich dadurch auch die Struktur des Lebensraums. Die oberirdischen Teile dieses Rhizom-Geophyten sterben über die Wintermonate ab und hinterlassen kahle Stellen, was die Erosion fördert (SKEW, 2008, Web). Der Japanische Staudenknöterich kommt in 9 Lebensräumen vor. Am stärksten betroffen ist mit 12 Fundorten der Lebensraum «Wald» (Waldränder). Tabelle 1 illustriert die Verdrängung von Pflanzenarten durch den Staudenknöterich und dessen Einfluss auf die Phyto Diversität.

Tab. 1. Der Einfluss des Japanischen Staudenknöterichs (*Reynoutria japonica*) auf die Biodiversität.

Tab. 1. The influence of the Japanese Knotweed (*Reynoutria japonica*) on biodiversity.

Standorte / Sites	Artenzahl/ Number of species	Fläche/Area [m ²]	Artendichte/ Species density [Species/m ²]	Shannon- Index	H ⁶ _{max}	Evenness
Mittelwert Standorte A–E	20,4	11,4	1,81	2,42	3,00	80,7
R. japonica I	19	16	1,19	1,99	2,94	67,7
R. japonica II	9	12	0,75	0,29	2,20	13,0

5.2 Gesundheitsschädigende Auswirkungen

Von den im Untersuchungsgebiet auftretenden invasiven Neophyten haben der Mantegazzis Bärenklau und der Essigbaum negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Der Bärenklau kann bei Kontakt mit der Haut in Kombination mit Sonnenlicht eine Photodermatitis auslösen. Die Fundorte liegen im Siedlungsgebiet oder an Wegen von Naherholungsräumen, so dass die Gefahr von Unfällen relativ gross ist.

Alle Teile des Essigbaums sind wegen der Gerbstoffe oder Fruchtsäuren giftig. Kommt der Milchsaft in Kontakt mit der Haut oder den Augen, können Entzündungen die Folge sein. Von den 42 Fundorten befinden sich 31 im Siedlungsgebiet: Der Essigbaum wird in Siedlungen häufig als Zierpflanze verwendet. Es ist anzunehmen, dass allenfalls die Besitzer sich der gesundheitlichen Gefahr bewusst sind, nicht aber die übrigen Anwohner. Die Pflanze ist daher eine reale Gefährdung.

5.3 Destabilisierung von Böden und Förderung von Erosion

Das Drüsige Springkraut und der Japanische Staudenknöterich sind die zwei invasiven Neophyten im Untersuchungsgebiet, die eine Gefährdung der Bodenstabilität darstellen können. Die Erosion wird verstärkt, weil die oberirdischen Pflanzenteile in den kalten Wintermonaten absterben. Diese Problematik stellt sich aber zurzeit beim Springkraut nicht. Beim Staudenknöterich besteht die Gefahr der Erosionsförderung vor allem an zwei Standorten (entlang der Reppisch und nördlich des Rangierbahnhofs).

5.4 Problematisch auf landwirtschaftlichen Flächen

Von der Schwarzen Liste können der Verlotsche Beifuss sowie die Kanadische Goldrute und von der Watch-Liste das Einjährige Berufskraut problematisch für landwirtschaftliche Flächen sein. Die Populationen haben jedoch bei keiner dieser Arten einen auffälligen Charakter, weshalb sie zurzeit kein Problem für landwirtschaftliche Flächen darstellen.

6 DISKUSSION

Im Diskussionsteil werden zu Beginn die Resultate des Limmattals kurz mit der Situation in den Bündner Alpen verglichen. Danach werden Standorte im Limmattal vorgestellt, wo als erstes Massnahmen erfolgen sollten.

6.1 Vergleich mit den Bündner Alpen

In den Bündner Alpen (Churer Rheintal/Domleschg) untersuchten GREGORI (2008) und IDERMAUR (2007) das Vorkommen invasiver Neophyten. In beiden Regionen ist die Tätigkeit des Menschen massgeblich für die Verbreitung der invasiven Neophyten verantwortlich. Die Intensität dieser Aktivität ist im Limmattal aufgrund des grossen Siedlungsgebiets und dem hohen Verkehrsaufkommen (Güterbahnhof, Autobahn) stärker. Im Churer Rheintal/Domleschg gibt es drei invasive Neophytenarten mehr als im Limmattal, dafür ist die Präsenz der Neophyten in der letzteren Region zumeist grösser. Vier Arten, die nur in den Bündner Alpen auftreten, besitzen eine Präsenz von nur 1%, wobei der Kirschlorbeer, der in den Alpen nicht vorkommt, eine Präsenz von 56% im Mittelland hat. Die Lebensformen sind in beiden Regionen sehr ähnlich. Doch ist die Anzahl der Geophyten und der Therophyten im Churer Rheintal/Domleschg höher als im Limmattal. Dafür zeigen die Phanerophyten und die Nanophanerophyten im Mittelland eine grössere Dominanz als in den Bündner Alpen. In beiden Regionen sind die Siedlungsgebiete am stärksten betroffen. Auffallend ist, dass in den Bündner Alpen die Ufer von Flüssen gleich stark wie die Siedlungsgebiete befallen sind. Sowohl die Quellen der invasiven Neophyten als auch deren Ausbreitung sind in beiden Regionen gleich: Als Quellen kommen vor allem Pflanzungen im Siedlungsgebiet, Deponien und Siedlungsbrachen in Frage. Die Ausbreitung erfolgt meistens entlang von Flüssen oder Verkehrswegen.

Die Goldrute hat im Churer Rheintal/Domleschg wie auch im Limmattal eine so hohe Präsenz, dass diese Regionen nicht mehr gänzlich von ihr befreit werden können. Deshalb besteht hier die einzige sinnvolle Strategie darin, wertvolle Lebensräume zu schützen. Das Drüsige Springkraut ist im Churer Rheintal/Domleschg stärker verbreitet als im Limmattal. Die Populationen sind in den Bündner Alpen vor allem entlang von Flüssen zu finden. In beiden Regionen ist die Anzahl Wuchsorte gut kontrollierbar. Die Armenische Brombeere ist im Limmattal weit verbreitet und zeigt eine starke Dominanz. Im Churer Rheintal/Domleschg ist sie auf Ruderalstandorte, Deponien und Gärten beschränkt.

6.2 Hotspots für erste Massnahmen

Zur Bestimmung der nötigen Massnahmen muss eine Prioritätenliste erstellt werden. Da sich die Priorisierung auf invasive Arten bezieht, die bereits Populationen aufweisen, rücken präventive Massnahmen in den Hintergrund. Gerade sie sind es aber, die relativ kostengünstig und wirksam sind. Dabei ist man bei einem Dilemma im Zusammenhang mit der Bekämpfung von invasiven Neophyten angelangt, nämlich «(...) dass Bekämpfungen eigentlich nur sinnvoll sind, wenn ihre Notwendigkeit noch nicht absehbar ist» (KOWARIK, 2003).

- *Mantegazzis Bärenklau*: Die Populationen sind relativ klein, aber sie treten im Wohngebiet und in dessen Umgebung auf. Diese Situation bietet sich für die Vernichtungsstrategie an.
- *Essigbaum*: Auch der Essigbaum kommt vor allem in Wohngebieten vor. Es wird hier eine Kombination von Präventions-, Vernichtungs- und Einschränkungstrategie vorgeschlagen.
- *Drüsiges Springkraut*: Da im Untersuchungsgebiet die Reppisch als Ausbreitungsweg dient (Abb. 5) und die dort vorhandenen Populationen sehr klein sind, bietet sich mit guten Erfolgsaussichten eine Vernichtung der dortigen Bestände an. Populationen im Honeret und im Reppischtal sollten unbedingt so bekämpft werden, dass sie ganz verschwinden. Ansonsten werden ständig neue Diasporen über die Bäche und Flüsse verbreitet. Da es auch Pflanzen in Wohngebieten gibt, müssen zudem präventive Massnahmen erfolgen.
- *Spätblühende* und *Kanadische Goldrute*, *Armenische Brombeere*, *Sommerflieder*: Eine sinnvolle Bekämpfung kann bei allen vier Arten wegen der grossen Verbreitung nur über eine Ausgrenzungsstrategie erfolgen. So sollten die Populationen in Naturschutzgebieten und deren Umgebung vernichtet werden (Naturschutzreservat Dietikon, Geroldswiler Auen, Naturschutzgebiet im Honeret-Wald).
- *Japanischer Staudenknöterich*: Obwohl er sich bei uns nur vegetativ vermehren kann und keine Wuchsorte in oder um Naturschutzgebieten sind, sollten hier aufgrund der extremen Konkurrenzstärke vor allem präventive Schritte vollzogen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Hotspots der Bekämpfung im Untersuchungsgebiet allgemein Naturschutzgebiete und bei gesundheitsschädigenden Neophyten Wohngebiete sind. Hinzu kommt das Freihalten von Flussufern vor invasiven Neophyten. Von einer vollständigen Vernichtung der invasiven Neophyten im Untersuchungsge-

biet kann nicht die Rede sein. Neben der Ausgrenzungsstrategie muss unbedingt vermehrt mit präventiven Methoden gearbeitet werden, um mögliche zukünftige Probleme erst gar nicht entstehen zu lassen. So wird der Kirschlorbeer in einer Vielzahl von Gärten als Heckenpflanze eingesetzt. Wird dieser immergrüne Phanerophyt im Moment noch in Folge der Winterkälte an die wärmeren siedlungsnahen Zonen gebunden, so besteht durchaus die Möglichkeit, dass er sich durch milder werdende Winter auch in naturnahe Bereiche ausbreitet. So hat sich bereits beim Sommerflieder der Ausbreitungsradius durch mildere Winter in den Gebieten rund um Zürich vergrössert (LANDOLT, 2007). Vor allem bei invasiven Neophyten, die besonders schön aussehen, besteht zudem die Gefahr, dass sie – ungeachtet ihrer negativen Auswirkungen auf die Biodiversität und/oder menschliche Gesundheit – gefördert oder zumindest geduldet werden. Eine seriöse und flächendeckende Aufklärung der Bevölkerung könnte einiges zum verantwortungsvollen Umgang mit invasiven Neophyten beitragen.

7 LITERATUR

- BROOKS, M. L. 2007. Effects of Land Management Practices on Plant Invasions in Wildland areas. In: «Biological Invasions», W. Nentwig, pp. 147–162. Springer, Heidelberg, 420 pp.
- CRONK, Q. C. & FULLER, J. L. 1995. Plant Invaders. The Threat to Natural Ecosystems. Chapman & Hall, London, 241 pp.
- DELARZE, R., GONSETH, Y., GALLAND, P., EGGENBERG, S. & VUST, M. 2008. Lebensräume der Schweiz. Ökologie, Gefährdung, Kennarten. 2. Auflage, Hep, Bern, 424 pp.
- DIERSCHKE, H. 1994. Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart, 683 pp.
- GASSMANN, A. & WEBER, E. 2006. Plants – planta. The Environment in Practice 0629, 128–155.
- GENOVESI, P. & SHINE, C. 2003. European Strategy on Invasive Alien Species. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Council of Europe, Strasbourg, 60 pp.
- GIGON, A. & WEBER, E. 2005. Invasive Neophyten in der Schweiz. Lagebericht und Handlungsbedarf. Bericht zu Handen des BUWAL, Bern, 40 pp.
- GREGORI, S. 2008. Invasive Neophyten im Churer Rheintal. Masterarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, 95 pp.
- HESS, H. E., LANDOLT, E., HIRZEL, R. & BALTISBERGER, M. 2006. Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. 5. Auflage, Birkhäuser, Basel, 679 pp.
- HOBHOM, C. 2000. Biodiversität. Quelle & Meier, Wiebelsheim, 214 pp.
- INDERMAUR, A. 2007. Neophyten in Mittelbünden. Domleschg / Heizenberg. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, 97 pp.
- KOWARIK, I. 2003. Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Ulmer, Stuttgart, 380 pp.
- LANDOLT, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Geobotanisches Institut der ETH Zürich, 208 pp.
- LANDOLT, E. 1991. Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. Mit gesamtschweizerischen und regionalen roten Listen. BUWAL, Bern, 185 pp.
- LANDOLT, E. 2001. Flora der Stadt Zürich. 1984 – 1998. Birkhäuser, Basel, 1421 pp.
- LANDOLT, E. 2007. Invasive Neophyten in Zürich. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, 152, 1/2, 1–15.
- LAUBER, K. & WAGNER, G. 2001. Flora Helvetica. 3. Auflage, Haupt, Bern, 1615 pp.
- MOSER, D., GYGAX, D., BÄUMLER, B., WYLER, N. & PALESE, R. 2002. Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. BUWAL, Bern, 118 pp.
- MÜLLER, C. 1999. Ausgewählte Verfahren zur Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen. Umwelt-Materialien 108, 85.
- SCHNEIDER, O. 2009. Invasive Neophyten im Gebiet Dietikon-Spreitenbach-Heitersberg. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, 174 pp.
- SKEW. 28.03.2008. Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen SKEW. Abgerufen am 31.12.2009 von SKEW, www.cps-skew.ch.
- WITTENBERG, R. 2006. Invasive Alien Species in Switzerland. An Inventory of Alien Species and Their Threat to Biodiversity and Economy in Switzerland. BAFU, Bern, 155 pp.
- WITTENBERG, R. & COCK, M. J. 2001. Invasive Alien Species. A Toolkit of Best Prevention and Management Practice. CAB International, Wallingford, 228 pp.
- WITTIG, R. 2002. Siedlungsvegetation. Ulmer, Stuttgart, 252 pp.

dipl. geogr. Oliver Schneider, Rebbergstrasse 36, CH-8049 Zürich, E-Mail: olischne@hotmail.com

Prof. Dr. Conradin A. Burga, Geographisches Institut der Universität Zürich-Irchel, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, E-Mail: conradin.burga@geo.uzh.ch