

Abschlussbericht zum Projekt

Botanische Gärten als Quelle neuer invasiver Pflanzen: Risikoabschätzung und Präventivmaßnahmen

Ewald Weber

Kennzeichen: AZ 32516/01

Dr. Ewald Weber

Universität Potsdam

Biodiversitätsforschung / Spezielle Botanik

Maulbeerallee 2

14469 Potsdam

Projektbeginn: 1 Juni 2015

Laufzeit: 34 Monate (1.6.2015 – 31.3.2018)

Potsdam, 29. Juni 2018

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Anlass und Zielsetzung des Projekts	5
<i>Invasive Arten</i>	5
<i>Invasive Arten aus botanischen Gärten</i>	6
<i>Systematische Erhebungen</i>	7
<i>Ziele des Projekts</i>	7
Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden	9
<i>Beschaffung der Artenlisten</i>	9
<i>Zusammenführen und Bereinigen der Listen</i>	9
<i>Durchführen der Risikobewertung</i>	10
Ergebnisse	11
<i>Häufigkeitsverteilung der Arten</i>	11
<i>Status der Arten in Deutschland</i>	12
<i>Mögliche neue invasive Arten</i>	13
Diskussion	14
Öffentlichkeitsarbeit	15
Fazit	16
Literaturangaben	16
Anhang I	19
Anhang II	24

Abbildungen

Abb. 1. Das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*) verwilderte um 1837 aus mehreren botanischen Gärten. Heute ist die Pflanze in ganz Mitteleuropa weit verbreitet und gilt in manchen Gegenden als invasiv. Foto: E. Weber

Abb. 2. *Boykinia aconitifolia* stammt aus Nordamerika und erweckt den Eindruck einer invasiven Art: Mit ihren unterirdischen Ausläufern kann die Staude den Boden komplett zudecken. Die Pflanze ist jedoch aus keiner Region als invasive Art bekannt. Foto: E. Weber

Abb. 3. Beziehung zwischen dem Anteil invasiver Arten und der Anzahl kultivierter Arten in 22 botanischen Gärten Deutschlands und benachbarter Länder.

Abb. 4. Häufigkeitsverteilung der in Außenanlagen kultivierten Pflanzenarten in 20 botanischen Gärten Deutschlands und zwei im angrenzenden Ausland.

Abb. 5. Die Japanische Heckenkirsche (*Lonicera japonica*) ist eine invasive Liane in vielen verschiedenen Regionen. Punkte: invasives Areal, Dreiecke: einheimisches Areal. Verbreitung nach Weber (2016). Foto: Forest und Kim Starr.

Abb. 6. Kudzu (*Pueraria montana* var. *lobata*) gilt als eine der schlimmsten invasiven Arten. Die verholzende Kletterpflanze stammt aus Asien und kann ganze Bäume überwuchern. Foto: Forest und Kim Starr.

Tabellen

Tabelle 1. Status der Arten in den Lebenssammlungen (Außenanlagen) von 20 botanischen Gärten Deutschlands und zwei im nahen Ausland. Der Status bezieht sich auf Deutschland (nach Buttler et al. 2017).

Anhänge

Anhang I. Pflanzenarten mit einer Winterhärtezone 7 oder kleiner, die als invasiv gelten, in Deutschland nicht etabliert sind, aber in botanischen Gärten Deutschlands kultiviert werden. Die Nomenklatur der Artnamen folgt ThePlantLust (2013).

Anhang II. Pflanzentaxa, die in Deutschland nicht etabliert sind und in anderen Ländern als invasiv gelten. Alle Arten bilden dichte und verdrängende Bestände, wo sie invasiv geworden sind. Diese Arten werden in Botanischen Gärten kultiviert und sind für Deutschland potenziell invasiv. Wuchsformen: ES = Einjährige Schlingpflanze, KL = Kletterpflanze, LB = Laubbaum, MG = Gras, Segge oder Binse, mehrjährig, NB = Nadelbaum, ST = Strauch, SE = Staude, WP = Wasserpflanze.

Zusammenfassung

Die Frage, ob botanische Gärten mit ihrer hohen Anzahl an Wildpflanzenarten eine Quelle neuer invasiver Arten sind, wird in der Fachwelt seit einigen Jahren diskutiert. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Verwilderungen aus botanischen Gärten geschehen und eine Reihe invasiver Pflanzenarten entsprangen ursprünglich den Pflanzungen in botanischen Gärten. Ziel des Projekts war, Arten in botanischen Gärten zu identifizieren, die in Deutschland noch nicht etabliert sind, in anderen Regionen der Erde als invasiv gelten und somit auch für Deutschland eine Gefahr darstellen könnten.

Um mögliche neue invasive Arten erkennen zu können, wurden die Pflanzenarten der Freiland-Lebenssammlungen von 20 botanischen Gärten Deutschlands und zwei des angrenzenden Auslands einer Risikobewertung unterzogen. Ein hohes Invasionspotenzial für Deutschland liegt vor, wenn eine Art in anderen Ländern als invasiv gilt, erwiesenermaßen ökologische Schäden verursacht und sie in Deutschland überwintern kann.

Von den über 14 000 kultivierten Pflanzenarten gelten 401 frostharte Arten in anderen Regionen der Erde als invasiv. Von diesen können 30 Arten als mögliche neue invasive Arten für Deutschland betrachtet werden. Diese Arten sind in Deutschland bisher nicht etabliert, haben in anderen Ländern erwiesenermaßen zu ökologischen Schäden geführt, und wachsen in der Winterhärtezone 7 oder in kälteren Zonen. Diese Arten könnten sich also in Deutschland erfolgreich ausbreiten. Zu solchen Arten gehören weit verbreitete und invasive Arten wie *Lonicera japonica* und *Pueraria montana* var. *lobata*. Um eine Verwilderung und weitere Ausbreitung zu verhindern, sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, wie das Nicht-Verteilen von Samen und vegetativen Pflanzenteilen. Zudem können botanische Gärten die Öffentlichkeit über diese Arten informieren, denn die meisten von ihnen sind im Zierpflanzenhandel erhältlich (wenn auch meist als Sorten).

Das Projekt hat auch gezeigt, dass die Informationen über die Pflanzenbestände in den botanischen Gärten von sehr unterschiedlicher Qualität sind. Hier ist eine genaue und einheitliche Buchführung der Pflanzenarten in den Lebenssammlungen wünschenswert. Idealerweise gibt es eine zentrale Datenbank, wo alle Arten aufgeführt und die invasiven Arten gekennzeichnet sind.

Anlass und Zielsetzung des Projekts

Botanische Gärten erfüllen mehrere wichtige Aufgaben für die Erhaltung der Artenvielfalt in einer Zeit schwindender Biodiversität (Marris 2006; Havens et al. 2006; Arnet et al. 2015). Sie sind wichtige Zentren systematischer und naturschutzrelevanter Forschung sowie Orte der Umweltbildung und Wissensvermittlung an die breite Öffentlichkeit. Weltweit enthalten die Lebendsammlungen der über 2500 botanischen Gärten 30–40 % aller Gefäßpflanzenarten (Kramer & Hird 2011). In den botanischen Gärten Europas werden schätzungsweise 80 000 Pflanzenarten kultiviert (Heywood & Sharrock 2013), in den botanischen Gärten Deutschlands etwa 50 000 Arten (VBG 2018). Eine weitere wichtige Aufgabe besteht in der Pflege von Erhaltungskulturen seltener und bedrohter Pflanzenarten und der Durchführung von Wiederansiedlungen solcher Arten in der freien Natur; hier erfüllen botanische Gärten eine Notfallfunktion im Artenschutz.

Ursprünglich wurden botanische Gärten eingerichtet, um Pflanzenarten aus anderen Erdteilen auf ihre Nützlichkeit in der Land- und Forstwirtschaft oder als Heil- oder Zierpflanze zu prüfen (Heywood & Sharrock 2013; Spencer & Cross 2017). So haben botanische Gärten in Europa und in den europäischen Kolonien über die Jahrhunderte Tausende von Pflanzenarten aus aller Welt eingeführt und kultiviert.

Die hohe Anzahl kultivierter Wildpflanzen führt direkt zur Frage, ob botanische Gärten auch zur Ausbreitung invasiver Pflanzenarten beigetragen haben und immer noch beitragen; eine Frage, die seit den letzten zehn Jahren zunehmend diskutiert wird (Heywood 2011; Hulme 2011; Hulme 2014). Botanische Gärten kultivieren Wildpflanzen, von denen die eine oder andere möglicherweise verwildern und sich in der freien Natur behaupten kann. Das ist der Unterschied zu Gärtnereien und dem Zierpflanzenhandel, wo in erster Linie gezüchtete Sorten verteilt werden.

Invasive Arten

Invasive Arten sind gebietsfremde Arten, die in ihrem neuen Areal die Biodiversität gefährden. Die genauen Definitionen lauten (siehe Nehring et al. 2015):

„**Gebietsfremde Arten** sind Tier-, Pilz- oder Pflanzenarten, die unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein Gebiet außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets gelangt sind und dort wild leben oder gelebt haben.“

„**Invasive Arten** sind gebietsfremde Arten, die in ihrem neuen Areal die Biodiversität (Vielfalt der Lebensräume, Arten und Gene) gefährden.“

Im Falle von invasiven Pflanzenarten tritt die Gefährdung der Biodiversität meist durch massenhaftes Auftreten im betroffenen Lebensraum zutage. Dadurch kommt es zur direkten Konkurrenz mit einheimischen Arten um Raum, Licht und Wasser. Zudem können invasive Pflanzenarten den Lebensraum

strukturell und funktionell verändern, indem etwa die Häufigkeit und Vielfalt der Insektenfauna abnimmt, was sich auf den Bestäubungserfolg anderer Pflanzenarten auswirken kann. Robinien, die sich in einer Magerwiese ausbreiten, verändern den Lebensraum durch den Aufbau unnatürlicher Waldinseln und tragen zudem zu einer Erhöhung des Stickstoffgehaltes im Boden bei.

Die meisten Pflanzenarten, die verwilderten und durch ihr massenhaftes Auftreten negative Auswirkungen auf die Umwelt zeigen, wurden absichtlich als Zierpflanzen oder exotische Kuriositäten eingeführt (Reichard & White 2001; Weber 2016; Dehnen-Schmutz 2011). Als wichtigste Einfuhrwege gelten der Zierpflanzenhandel (Dehnen-Schmutz et al. 2007; Hulme et al. 2008; Drew et al. 2010) und das Kultivieren von Wildpflanzen in botanischen Gärten (Eberwein et al. 2010; Hulme 2011).

Eine Pflanzenart, die invasiv wird, verlässt die Orte der Kultur und vermehrt sich spontan außerhalb davon in der freien Natur. Dieser Prozess der Verwilderung hängt einerseits von der Biologie der Art ab, andererseits vom Vorhandensein geeigneter Lebensräume.

Die Anzahl verwildernder Pflanzenarten steigt weltweit und auch in Europa stetig an (DAISIE 2009) und damit auch das Risiko neuer invasiver Arten. Der zunehmende globale Handel, die andauernde Beeinträchtigung natürlicher Lebensräume und der Klimawandel wirken hier unterstützend auf die Ausbreitung gebietsfremder Arten (Bradley et al. 2012; Walther et al. 2009).

Invasive Pflanzen- und Tierarten sind nicht nur wegen ihren negativen Auswirkungen auf die Umwelt bedeutend, sondern weil sie auch hohe Kosten verursachen (Kowarik 2010; Scalera 2010; Pimentel 2011).

Invasive Arten aus botanischen Gärten

Die hohe Anzahl kultivierter Pflanzenarten in botanischen Gärten aus aller Herren Länder stellt möglicherweise eine Quelle neuer invasiver Arten dar; Arten, die leicht verwildern und in die Umwelt gelangen könnten. Studien haben gezeigt, dass Verwilderungen aus botanischen Gärten tatsächlich geschehen. So nennt Hulme (2011) 19 Pflanzenarten, die als invasiv gelten und aus botanischen Gärten verwildert sind. Beispiele solcher Pflanzenarten in Mitteleuropa sind *Allium paradoxum*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora* (Abb. 1) und *Elodea canadensis* (Kowarik 2010). Von 450 Pflanzenarten, die in mindestens einer Region der Welt in naturnahen Habitaten ökologische Schäden verursachen (Weber, 2016), werden 96 % in botanischen Gärten kultiviert (Hulme 2011).

Botanische Gärten tragen direkt zur Verteilung von gebietsfremden Arten bei: durch Samentausch zwischen Botanischen Gärten, durch Pflanzentausch und durch Verkauf von Pflanzen an Dritte. Letzteres führt zu einer Weiterverbreitung exotischer Wildpflanzen auch in Privatgärten und zu einer Vermehrung des genetischen Materials, so dass Verwilderungen durch die höhere Anzahl an Verbreitungseinheiten wahrscheinlicher werden. Dies muss nicht notwendigerweise durch Samen geschehen, auch vegetative Vermehrungseinheiten wie Rhizomstücke, Knollen und Zwiebeln in Kompost oder Gartenabfall tragen zur Ausbreitung bei (Rusterholz et al. 2012).

Dass Verwilderungen in Pflanzungen botanischer Gärten nach wie vor geschehen, zeigt beispielsweise

eine Studie aus dem Botanischen Garten Meise in Belgien (Ronse 2011). Die Autorin wies spontane Vorkommen auf dem Gartengelände von insgesamt 156 kultivierten Pflanzentaxa (größtenteils Arten) zwischen 2002 und 2010 nach. Neun der Arten gelten in Belgien als invasiv.



Abb. 1. Das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*) verwilderte um 1837 aus mehreren botanischen Gärten. Heute ist die Pflanze in ganz Mitteleuropa weit verbreitet und gilt in manchen Gegenden als invasiv. Foto: E. Weber

Systematische Erhebungen

Von solchen Einzelstudien abgesehen, ist die tatsächliche Rolle botanischer Gärten als Sprungbrett neuer invasiver Pflanzenarten bisher weitgehend unerforscht. Das Problem ist jedoch erkannt (Havens 2006; Eberwein et al. 2010; Hulme 2014), und die EU hat einen „Code of Conduct“ zum Umgang mit invasiven Arten veröffentlicht (Heywood & Sharrock 2013). Der Verband Botanischer Gärten (VBG) empfiehlt „keine Pflanzen, Samen, Stecklinge oder andere Vermehrungseinheiten von Arten aus ihren Sammlungen weitergeben, die in der Region des abgebenden Gartens als invasiv oder potenziell invasiv bekannt sind oder für die ein begründeter Verdacht auf Invasionspotenzial besteht“ (VBG 2018). Um dem Rechnung zu tragen, bedarf es einer Prüfung der kultivierten Arten hinsichtlich ihres Invasionspotenzials (Invasivität). Im oben erwähnten „Code of Conduct“ wird daher auch gefordert, eine solche Prüfung der Sammlungen durchzuführen (Heywood & Sharrock 2013).

Ziele des Projekts

Vor diesem Hintergrund wurden die Lebendsammlungen von botanischen Gärten Deutschlands auf das Vorhandensein invasiver Arten geprüft. Folgende Frage stand im Zentrum:

Welche Pflanzenarten, die in botanischen Gärten kultiviert werden und in Deutschland nicht in der freien Natur etabliert sind, könnten sich künftig als invasive Arten erweisen?

Das Projekt folgte damit dem Ansatz eines „horizon scanning“ im Sinne von Sutherland & Woodroof (2009): das Identifizieren möglicher neuer Gefahren durch Risikobewertungen der Gefahrenquellen. Die Gefahr besteht im Verwildern von kultivierten Pflanzen, die Gefahrenquellen sind die botanischen Gärten, und die Risikobewertung beinhaltet die Prüfung der kultivierten Arten. Die Frage lautet somit nicht, welche Arten nachweislich aus den botanischen Gärten verwildern, sondern welche der Arten dies aufgrund ihrer biologischen Eigenschaften, ihrer biogeografischer Herkunft und den Erfahrungen mit den Arten im Ausland tun könnten. Der Vorteil eines solchen Ansatzes liegt in der Möglichkeit, sehr viele Arten ohne umfangreiche Felduntersuchungen prüfen zu können.

Auch wenn es Merkmale gibt, die mit einem hohen Invasionspotenzial einhergehen (z.B. ausgeprägte vegetative Vermehrung, breite ökologische Toleranz, hoher Samenansatz, gute Keimfähigkeit, rasches Wachstum) ist es im Einzelfall doch schwierig, aufgrund der Morphologie alleine Aussagen über das Invasionspotenzial zu machen (Abb. 2). Das wäre nur durch umfangreiche ökologische Untersuchungen unter Feldbedingungen und im Gewächshaus möglich.



Abb. 2. *Boykinia aconitifolia* stammt aus Nordamerika und erweckt den Eindruck einer invasiven Art: Mit ihren unterirdischen Ausläufern kann die Staude den Boden komplett zudecken. Die Pflanze ist jedoch aus keiner Region als invasive Art bekannt. Foto: E. Weber

Im vorliegenden Fall bedeutet die Prüfung der Arten in den Lebenssammlungen hinsichtlich ihres Invasionsverhaltens daher ein Zurückgreifen auf Erfahrungen im Ausland. Die zentrale Frage lautet: Sind manche der Arten woanders als invasive Art aufgetreten und haben sie dort ökologische Schäden verursacht? Die Informationen dazu stammen aus der Fachliteratur sowie internationalen Datenbanken (siehe unten).

Sind solche Arten einmal erkannt, können leicht Präventivmaßnahmen ergriffen werden, die eine Ausbreitung verhindern. Dies trägt dazu bei, dass invasive Arten nicht in die Umwelt eingebracht werden, wie es das Bundesnaturschutzgesetz vorsieht (BNatSchG, siehe Nehring et al. 2015).

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Vorgehensweise des Projektes gliedert sich in drei Schritte: (1) Beschaffung der Artenlisten aus botanischen Gärten, (2) Zusammenführen und Bereinigen dieser Listen, und (3) Durchführen der Risikobewertung.

Beschaffung der Artenlisten

Zunächst wurden Rundschreiben an die Kustodinnen und Kustoden der botanischen Gärten Deutschlands verschickt mit der Bitte um Zusendung von Artenlisten der Freilandkulturen. Die Verteilerliste des Verbandes Botanischer Gärten (VBG) mit über 40 Adressen stand zur Verfügung. Insgesamt konnten Listen von 20 botanischen Gärten Deutschlands (Berlin, Bonn, Dresden, Freiburg im Breisgau, Gera, Göttingen, Greifswald, Heidelberg, Hohenheim, Konstanz, Leipzig, Mainz, München, Osnabrück, Potsdam, Saarbrücken, Alpengarten Schachen, Tübingen, Ulm, Würzburg) erhalten werden; zusätzlich die Artenlisten der botanischen Gärten Basel (Schweiz) und Posen (Polen). Dies entspricht einem Rücklauf von etwa 20 Prozent.

Zusammenführen und Bereinigen der Listen

Die Artenlisten kamen in sehr unterschiedlichen Formaten und manche mussten erst konvertiert werden; von manchen Gärten lagen mehrere Listen vor, die aus verschiedenen Freilandbereichen des Gartens stammten. Diese mussten erst vereint und Mehrfachnennungen ausgeschlossen werden. Nach der Bereinigung lag für jeden der botanischen Gärten eine Artenliste (genauer: Liste der Taxa, siehe unten) vor.

Zunächst wurden alle Hybridtaxa sowie Sorten und nicht eindeutig bezeichnete Taxa ausgeschlossen. Die Namen der verbliebenen Taxa wurden auf ihren nomenklatorischen Status überprüft (Name korrekt oder Synonym) und allenfalls durch die korrekten Namen ergänzt. Diese Überprüfung konnte mit der statistischen R-Prozedur „Taxonstand“ durchgeführt werden (Cayuela et al. 2012). Die korrekten, also akzeptierten Namen bezogen sich dabei auf ThePLantList (2013). Dieser Schritt ist notwendig, um die Listen vergleichbar zu machen und zu einer einzigen vereinen zu können.

Die einzelnen Gartenlisten wurden zu einer Gesamtliste (Taxon x Garten-Tabelle) vereint. Für die weiteren Analysen wurden Unterarten und Varietäten der Gesamtliste nicht beachtet, mit Ausnahme von *Pueraria montana* var. *lobata*. Dieser Taxonname ist in der Literatur über invasive Pflanzenarten gebräuchlich und wurde deshalb beibehalten. Wenn im folgenden von Arten gesprochen wird, sind alle Arten plus dieses Taxon gemeint.

Die Arten der Gesamtliste wurden durch folgende Angaben ergänzt: Familienzugehörigkeit, Lebensform, Anzahl der Gärten mit dieser Art und dem floristischen Status in Deutschland (nicht etabliert, einheimisch, etablierter Neophyt, unbeständig). Dieser Schritt war notwendig, um diejenigen Arten zu identifizieren, die in Deutschland nicht etabliert sind. Der Status wurde der Florenliste Deutschlands (Buttler et al. 2017) entnommen.

Durchführen der Risikobewertung

Ziel des Projektes war, neue invasive Arten zu erkennen, d.h. Arten, die in Deutschland noch nicht in der freien Natur etabliert sind. Daher wurden in diesem Schritt alle Arten ausgeschlossen, die in Deutschland einheimisch oder bereits verwildert sind.

Um nicht alle der übrig bleibenden Arten einer zeitaufwändigen Invasivitätsbewertung unterziehen zu müssen, wurde die Artenliste weiter eingeschränkt und es wurden nur die Arten berücksichtigt, die in einer oder mehrerer der folgenden Quellen gelistet sind:

- (a) Global Compendium of Weeds (GCW 2018), Status als „environmental weed“, „agricultural weed“ oder „noxious weed“
- (b) Global Invasive Species Database, GISD (2018)
- (c) Invasive Species Compendium (2018)
- (d) NOBANIS (2018)
- (e) Weber (2016)
- (f) Weeds of Australia (2018)

Eine solche Vorauswahl macht aus praktischen Gründen Sinn, weil das wichtigste Kriterium für das Invasionspotential die Erfahrung im Ausland ist. In gängigen Verfahren zur Risikobewertung („Weed Risk Assessments“) ist das „invasive elsewhere“ Kriterium (woanders invasiv) das wichtigste.

Ein Sichten der Artenlisten zeigte, dass sie ganz offensichtlich Arten enthalten, die nicht winterhart sind. Beispiele sind Arten aus den Subtropen wie *Syzygium cumini* oder *Eichhornia crassipes*, oder Arten aus den warm-gemäßigten Zonen wie *Eucalyptus globulus*. Das sind zwar alles invasive Arten in manchen Gegenden der Erde, die sich aber in Deutschland kaum ausbreiten könnten. Es wird vermutet, dass solche Arten in Kübeln den Sommer über im Freien stehen und in Gewächshäusern überwintert werden.

Daher war es notwendig, den Arten – soweit dies möglich war – eine Winterhärtezone (WHZ) zuzuordnen, um die frostharten Arten zu identifizieren. Die WHZ wurde Erhardt et al. (2008) entnommen. Da der größte Teil Deutschlands die WHZ von 7 oder kleiner aufweist (je kleiner die WHZ, desto kälter das Klima), wurden für die Invasivitätsbewertung nur Arten mit einer WHZ von 7 oder kleiner berücksichtigt.

Die methodische Grundlage für die Invasivitätsbewertung war Nehring et al. (2015) und entspricht einem „Weed Risk Assessment“, wie es in Ländern wie Neuseeland und Australien angewandt wird, um die Einführung einer Art zu erlauben oder zu verhindern.

Eine Invasivitätsbewertung geht einen Schritt weiter als das bloße Nachsehen, ob eine Art in den oben genannten Quellen aufgeführt ist. Erst wenn für eine bestimmte Art aufgrund ökologischer Studien negative Auswirkungen auf die Biodiversität nachgewiesen sind, gibt es gute Gründe, für diese Art

Präventivmaßnahmen zu ergreifen. In der Realität liegen solche Untersuchungen für die meisten Arten nicht vor, auch wenn sie als invasiv gelten.

Ergebnisse

Die vereinte Gesamtliste umfasste 14 076 Pflanzenarten in 299 Pflanzenfamilien und 2486 Gattungen. Die Anzahl kultivierter Arten in den Gärten reichte von 277 bis 5377. Auffallend war der manchmal hohe Anteil der Synonyme in den einzelnen Bestandeslisten, der von weniger als 4 % bis zu fast 50 % betrug; bei den meisten botanischen Gärten lag der Anteil zwischen 8 und 12 %.

Der Anteil invasiver Arten der Gesamtliste betrug 18 %, was 2550 Pflanzenarten entsprach. Der Anteil in den Beständen der einzelnen botanischen Gärten schwankte stark und reichte von 5,2 % bis 75,9 % (Abb. 3).

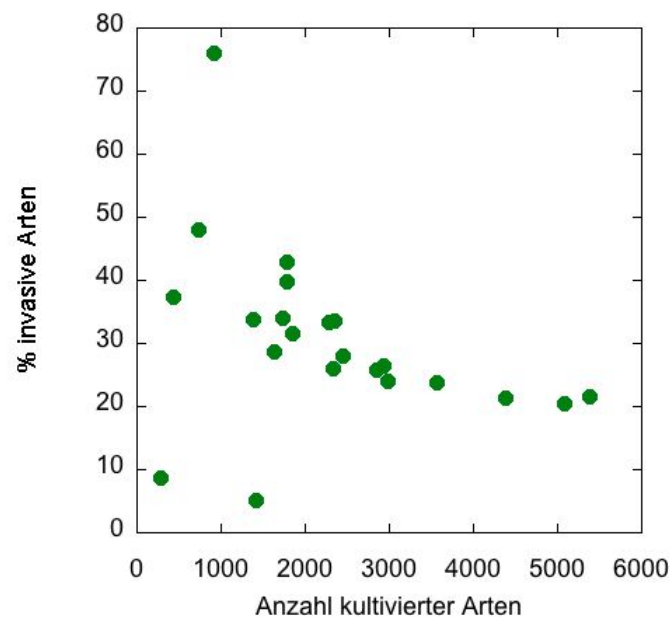


Abb. 3. Beziehung zwischen dem Anteil invasiver Arten und der Anzahl kultivierter Arten in 22 botanischen Gärten Deutschlands und benachbarter Länder.

Häufigkeitsverteilung der Arten

Die meisten Arten werden in nur wenigen botanischen Gärten kultiviert. Nur 271 Arten (1,9 %) sind in 15 oder mehr botanischen Gärten vorhanden; im Gegensatz dazu werden 6100 Arten (43,3 %) in nur einem einzigen botanischen Garten kultiviert. Damit folgt die Häufigkeitsverteilung der Pflanzenarten über die Gärten einer typischen linksschiefen Verteilung, wie sie aus der Biogeografie bestens bekannt ist (Abb. 4). Ein solches Muster findet sich beispielsweise bei den Häufigkeiten der Größe

von Verbreitungsgebieten oder der Abundanz (Gaston, 1994). Für die vorliegende Arbeit hat die Häufigkeitsverteilung eine praktische Bedeutung. Weil die meisten Pflanzenarten in nur wenigen Gärten kultiviert werden, ist es für Analysen wie die vorliegende wichtig, möglichst viele botanische Gärten zu berücksichtigen, denn mit jeder Artenliste wird das Bild zum Gesamtbestand der kultivierten Arten vollständiger. Dies ist hinsichtlich der Evaluation des Invasionspotentials besonders wichtig.

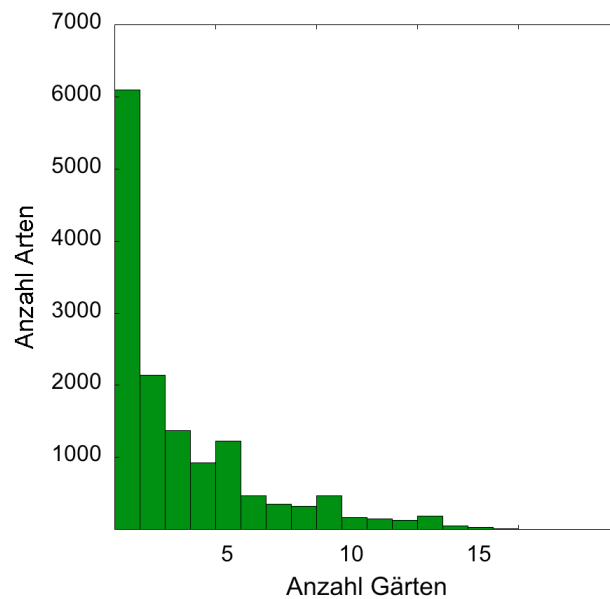


Abb. 4. Häufigkeitsverteilung der in Außenanlagen kultivierten Pflanzenarten in 20 botanischen Gärten Deutschlands und zwei im angrenzenden Ausland.

Status der Arten in Deutschland

Den größten Anteil der Gesamtliste tragen Arten bei, die nicht Bestandteil der Flora Deutschlands sind (Tab. 1). Die Statistiken zum floristischen Status fallen je nach Quelle etwas anders aus. Buttler et al. (2017) listet insgesamt mehr Taxa als Jäger (2011), und die Angaben stimmen nicht bei allen Arten überein. Dies betrifft jedoch zum größten Teil Arten, die in Deutschland wildwachsend vorhanden sind. Der Einfachheit halber wird hier auf Buttler et al. (2017) zurückgegriffen.

10 167 Arten sind in Buttler et al. (2017) nicht genannt, diese sind also in Deutschland nicht etabliert. Von diesen sind 901 Arten oder 8,9 % in mindestens einem Land invasiv, d.h. in den oben genannten Quellen genannt. Von diesen wiederum werden 401 Arten der Winterhärtezone 7 oder kleiner zugeordnet, können also in Deutschland überleben und sich ausbreiten. Diese Arten wurden der Invasivitätsbewertung unterzogen.

Tabelle 1. Status der Arten in den Lebenssammlungen (Außenanlagen) von 20 botanischen Gärten Deutschlands und zwei im nahen Ausland. Der Status bezieht sich auf Deutschland (nach Buttler et al. 2017).

Status	Anzahl Arten (%) nach Buttler (2017)
Nicht als Wildpflanze etabliert	10 167 (74,6%)
Unbeständig oder adventiv	889 (6,5%)
Einheimisch	1943 (14,3%)
Etablierter Neophyt	632 (4,6%)

Mögliche neue invasive Arten

Die Evaluation durch die Invasivitätsbewertung ergab 30 Pflanzenarten, für die in der Literatur ökologische Schäden dokumentiert sind. Da diese Arten frosthart sind, könnten sie sich in Deutschland ausbreiten. Viele der Arten stammen aus Asien und umfassen Gehölze und Kletterpflanzen (siehe Anhang II). Besonders hervorzuheben sind die Lianen Japanische Heckenkirsche (*Lonicera japonica*) und Kudzu (*Pueraria montana* var. *lobata*), die in mehreren Ländern zu erheblichen ökologischen Schäden geführt haben und die auch in Europa bereits verwildert sind (Abb. 5 und 6).

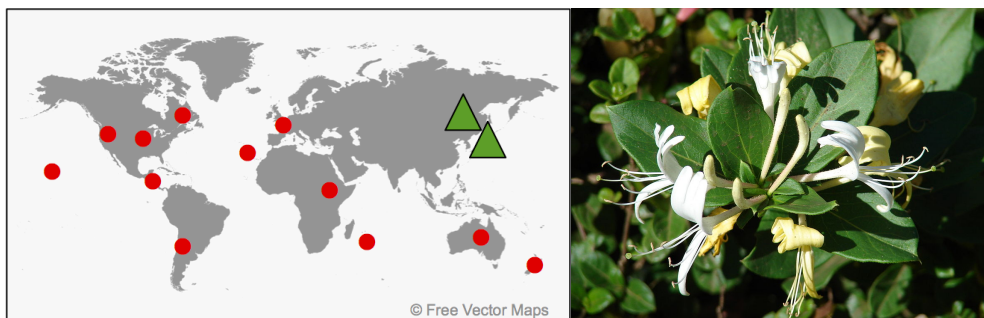


Abb. 5. Die Japanische Heckenkirsche (*Lonicera japonica*) ist eine invasive Liane in vielen verschiedenen Regionen. Punkte: invasives Areal, Dreiecke: einheimisches Areal. Verbreitung nach Weber (2016). Foto: Forest und Kim Starr.

Pflanzenarten mit einer Winterhärtezone von 8 können nicht ganz unberücksichtigt bleiben. Unter ihnen befindet sich die Silber-Akazie (*Acacia dealbata*) aus Australien, die in an Deutschland angrenzenden Ländern bereits verwildert ist, insbesondere auf der Alpensüdseite (Weber 2016). Als wärmeliebende Art dürfte sich der Baum in Deutschland kaum großflächig ausbreiten können, vereinzelte Verwildierungen sind aber nicht auszuschließen.

Die Arten in Anhang II bedürfen einer besonderen Beachtung und der Umgang mit ihnen sollte reguliert werden bzw. wird schon reguliert: Die Taxa *Baccharis halimifolia* und *Pueraria montana* var. *lobata* stehen auf der Liste invasiver gebietsfremder Arten der EU (sog. Unionsliste) und dürfen somit weder kultiviert noch gehandelt werden (Nehring, Skowronek 2017). Eine Invasivitätsbewertung der Taxa *Akebia quinata* und *Pueraria montana* var. *lobata* für Deutschland haben

Rabitsch et al. (2013) bereits durchgeführt und sie stufen beide Arten als mögliche invasive Arten ein (Warnliste).



Abb. 6. Kudzu (*Pueraria montana* var. *lobata*) gilt als eine der schlimmsten invasiven Arten. Die verholzende Kletterpflanze stammt aus Asien und kann ganze Bäume überwuchern. Foto: Forest und Kim Starr.

Diskussion

Das eigentliche Projektziel konnte erreicht werden und eine Liste möglicher neuer invasiver Pflanzenarten wird veröffentlicht. Während den Arbeiten ergaben sich in erster Linie Probleme mit dem Datenmanagement. So wurde der Aufwand für das Erstellen der Gartenlisten und deren Zusammenführen zu einer Gesamtliste unterschätzt. Die Gründe waren uneinheitliche Datenformate und die Notwendigkeit, alle Originallisten zu überarbeiten. Hinzu kam, dass nicht von allen botanischen Gärten Deutschlands Artenlisten zur Verfügung gestellt wurden. Das wäre angesichts der Häufigkeitsverteilung der Arten (siehe S. 12) jedoch wünschenswert, um ein möglichst vollständiges Bild der kultivierten Pflanzenarten zu bekommen.

Eine wichtige Schlussfolgerung aus den Arbeiten betrifft daher die Inventarisierung der Arten botanischer Gärten. Der manchmal hohe Anteil an Synonymen in den Bestandeslisten wurde schon angesprochen. Synonyme erschweren den direkten Vergleich verschiedener Bestandeslisten und sind sicher auch für den Austausch von Arten zwischen botanischen Gärten und anderen Institutionen ein Hindernis. Verschiedene Gärten signalisierten, dass die Bereitstellung elektronischer Listen aus technischen Gründen nicht möglich ist. Hier wären Schritte in Richtung einer Vereinheitlichung und

der Einrichtung einer zentralen Datenbank mit allen Arten aus allen botanischen Gärten Deutschlands hilfreich und wünschenswert. Die Datenbank „Systax“ (SysTax - a Database System for Systematics and Taxonomy, www.biologie.uni-ulm.de/systax/info/index) enthält zwar diese Informationen, ist aber laut Auskunft einiger Kustoden veraltet.

Die ursprünglich vorgesehenen Keimversuche mit einer Auswahl der Arten aus Anhang II konnte aus Zeitgründen nur ansatzweise verfolgt werden; zudem war es schwierig, Samenmaterial zu bekommen. Immerhin konnte in einem Pilotversuch nachgewiesen werden, dass Samen von *Lonicera japonica* unter Freilandbedingungen keimen und Jungpflanzen heranwachsen. Solche Untersuchungen müssen sicher in größerem Umfang im Rahmen eines Forschungsprojekts durchgeführt werden. In der Tat liefern die Ergebnisse des Projekts eine solide Grundlage für die Planung und Durchführung ökologischer Grundlagenforschung mit den hier identifizierten Arten, die künftig in Deutschland invasiv werden könnten. Stichworte dazu wären Konkurrenzversuche und das Schätzen der potenziellen Verbreitungsgebiete.

Öffentlichkeitsarbeit

Aus dem Projekt resultierten drei Publikationen, die an die entsprechenden Empfänger gingen:

Weber E, Burkart M, Joshi J (2018) Deutsche botanische Gärten als mögliche Quelle invasiver Pflanzenarten – eine Bewertung der Lebendsammlungen. *Natur und Landschaft*, Heft 9/10, Seiten 423–427.

Weber E, Burkart M (2018) Screening of botanic garden collections for invasive species: a case study from Germany. *BGjournal, Journal of Botanic Gardens Conservation International*, Heft 15/2, Seiten 36–39.

Weber E, Burkart M (2018) Invasive Arten in Botanischen Gärten, die sich in Deutschland etablieren könnten. *Gärtnerisch-Botanischer Brief*, Heft 208, Seiten 43–47.

Eine weitere Publikation ist für die Fachzeitschrift *NeoBiota* geplant. Alle Publikationen werden an die Kustodinnen und Kustoden der botanischen Gärten verteilt.

Die Ergebnisse und technischen Probleme wurden an den jährlichen Kustodentagungen des Verbandes Botanischer Gärten vorgestellt und diskutiert (8. Februar 2016 in München; 3. Februar 2017 in Hannover; 2. März 2018 in Potsdam). Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) organisiert am 20. November 2018 eine Fachtagung zu invasiven Arten (2. Fachtagung zur Umsetzung der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 über invasive Arten in Deutschland); das Projekt und dessen Ergebnisse werden an dieser Tagung auf Einladung des BfN vorgestellt.

Auf der Webseite des Botanischen Gartens der Universität Potsdam werden die dreißig möglichen neuen invasiven Arten und Informationen zum Projekt erwähnt:

<https://www.uni-potsdam.de/de/botanischer-garten/ueber-uns/naturschutz/botanische-gaerten-und-invasive-pflanzenarten.html>

Fazit

Die Untersuchung hat gezeigt, dass ein Bewerten der kultivierten Pflanzenarten in botanischen Gärten hinsichtlich ihres Invasionspotenzials durchführbar ist und den Aufwand lohnt. Es konnten dreißig Pflanzenarten identifiziert werden, die einen besonderen Umgang verlangen.

Ziel des Projektes war die Erarbeitung von Grundlagen, um Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung neuer invasiver Pflanzenarten zu fördern. Es liegt nun an den Leitern und Kustoden der botanischen Gärten, die Ergebnisse aufzugreifen und in solche Maßnahmen münden zu lassen. Der Verband Botanischer Gärten hat bereits Empfehlung zum Umgang mit invasiven Arten ausgearbeitet (VBG 2018) und diese sollten konsequent angewandt werden. Das Projekt hat hier sicher einen wichtigen Beitrag geleistet, einerseits bzgl. Sensibilisierung des Themas, andererseits durch das Bereitstellen von Listen möglicher neuer invasiver Pflanzenarten.

Die vorliegende Analyse hat aus der großen Anzahl kultivierter Arten nur 30 Arten bzw. Taxa als mögliche künftige invasive Arten erkannt. Dies stellt eine überschaubare Anzahl dar und ein entsprechender Umgang mit diesen Arten sollte daher möglich sein.

Ob sich eine dieser Arten künftig in Deutschland etablieren und ausbreiten wird, hängt von vielen Faktoren ab, wie der Häufigkeit von Pflanzungen in öffentlichen und privaten Gärten, der Konkurrenzfähigkeit, der Ausbreitungsfähigkeit und der Verfügbarkeit geeigneter Standorte. Hier ergeben sich auch Möglichkeiten für die Forschung, um das Invasionspotenzial genauer zu ermitteln. Es ist klar, dass botanische Gärten für eine eventuelle Verwilderung wegen den zahlreichen Sekundärverbreitungen nicht verantwortlich gemacht werden können. Sie können aber durch Aufklärungsarbeit und durch gärtnerische Vorsichtsmaßnahmen das Risiko einer solchen Verwilderung herabsetzen. Es wird daher empfohlen, für diese Arten die vorbeugenden Maßnahmen des VBG zur Anwendung zu bringen (VBG 2018), d.h. ein Entweichen der Art zu verhindern (rechtzeitiges Entfernen der Samen, Verhindern der Ausbreitung über Rhizome usw.) sowie über die Gefahren solcher Arten zu informieren.

Literaturangaben

- Arnet M, Santos B, Brockerhoff EG, Pelsner PB, Ecroyd C, Clemens J (2015) Importance of arboreta for ex situ conservation of threatened trees. *Biodiversity and Conservation* 24, 3601–3620.
- Bradley BA, Blumenthal DM, Early R, Grosholz ED, Lawler JJ, Miller LP, Sorte CJB, D'Antonio CM, Diez JM, Dukes JS, Ibanez I, Olden JD (2012) Global change, global trade, and the next wave of plant invasions. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10, 20–28.
- Buttler KP, Thieme M. und Mitarbeiter (2017) *Florenliste von Deutschland – Gefäßpflanzen*. Version 9. URL: <http://www.kp-buttler.de/florenliste> [aufgerufen am 25. Juni 2018]

- Cayuela L, Granzow-de la Cerda Í, Albuquerque FS, Golicher DJ (2012) TAXONSTAND: An R package for species names standardisation in vegetation databases. *Methods in Ecology and Evolution* 3, 1078–1083.
- DAISIE (2009) *Handbook of Alien Species in Europe*. Springer, Dordrecht.
- Dehnen-Schmutz K, Touza J, Perrings C (2007) The horticultural trade and ornamental plant invasions in Britain. *Conservation Biology* 21, 224–231.
- Dehnen-Schmutz K (2011) Determining non-invasiveness in ornamental plants to build green lists. *Journal of Applied Ecology* 48, 1374–1380.
- Drew J, Anderson N, Andow D (2010) Conundrums of a complex vector for invasive species control: a detailed examination of the horticultural industry. *Biological Invasions* 12, 2837–2851.
- Eberwein RK, Berg C, Lechner M, Kiehn M (2010) Pflanzen mit invasivem Potenzial in botanischen Gärten. *Carintha* 11, 77–80.
- Erhardt W, Götz E, Bödeker N, Seybold S (2008) *Der grosse Zander. Enzyklopädie der Pflanzennamen*. Band 2: Arten und Sorten. Ulmer, Stuttgart, 2103 S.
- Gaston KJ (1994) *Rarity*. Chapman & Hall, London, 205 S.
- GCW (2018) *Global Compendium of Weeds*. URL: <http://www.hear.org/gcw> [aufgerufen am 25. Juni 2018]
- GISD (2018) *Global Invasive Species Database*. URL: <http://www.iucngisd.org/gisd> [aufgerufen am 25. Juni 2018]
- Havens K (2006) Developing an invasive plant policy at a botanic garden: lessons learned. *BGjournal* 3, 22–24.
- Havens K, Vitt P, Maunder M, Guerrant EO, Dixon K (2006) Ex situ plant conservation and beyond. *Bioscience* 56, 525–531.
- Heywood VH (2011) The role of botanic gardens as resource and introduction centres in the face of global change. *Biodiversity Conservation* 20, 221–239.
- Heywood VH, Sharrock S (2013) *European Code of Conduct for Botanic Gardens on Invasive Alien Species*. Council of Europe, Strasbourg, Botanic Gardens Conservation International, Richmond, 62 S.
- Heywood VH (2011) The role of botanic gardens as resource and introduction centres in the face of global change. *Biodiversity Conservation* 20, 221–239.
- Hulme PE (2011) Addressing the threat to biodiversity from botanic gardens. *Trends in Ecology and Evolution* 26, 168–174.
- Hulme PE (2014) Resolving whether botanic gardens are on the road to conservation or a pathway for plant invasions. *Conservation Biology* 29, 816–824.
- Hulme PE, et al., 15 coauthors (2008) Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45, 403–414.

- Invasive Species Compendium (2018) *Invasive Species Compendium*. CAB International. URL: <https://www.cabi.org/isc> [aufgerufen am 25. März 2018]
- Jäger EJ (2011) *Exkursionsflora von Deutschland*. 20. Aufl. Springer-Spektrum, Heidelberg, 930 S.
- Kowarik I (2010) *Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Ulmer, Stuttgart, 492 S.
- Kramer A, Hird A (2011) Building an International Sentinel Plant Network. *BGjournal* 8, 3–6.
- Marris E (2006) Plant science: gardens in full bloom. *Nature* 440, 860–863.
- Nehring S, Essl F, Rabitsch W (2015) Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten. Version 1.3. *BfN-Skripten* 401, 48 S.
- Nehring S, Skowronek S (2017) Die invasiven gebietsfremden Arten der Unionsliste der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 – Erste Fortschreibung 2017. *BfN-Skripten* 471, 176 S.
- NOBANIS (2018) *European Network on Invasive Alien Species*. URL: <http://www.nobanis.org> [aufgerufen am 5. Juni 2018]
- Pimentel D (2011) *Biological Invasions. Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbe Species*. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Rabitsch W, Gollasch S, Isermann M, Starfinger U, Nehring S (2013) Erstellung einer Warnliste in Deutschland noch nicht vorkommender invasiver Tiere und Pflanzen. *BfN-Skripten* 331, 154 S.
- Reichard SH, White P (2001) Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States. *BioScience* 51, 103–113.
- Ronse A (2011) 'Botanic garden escapes' from the living collections at the Botanic Garden. *Scripta Botanica Belgica* 47, 89–111.
- Rusterholz HP, Wirz D, Baur B (2012) Garden waste deposits as a source for non-native plants in mixed deciduous forests. *Applied Vegetation Science* 15, 329–337.
- Scalera R (2010) How much is Europe spending on invasive alien species? *Biological Invasions* 12, 173–177.
- Spencer R, Cross R (2017) The origins of botanic gardens and their relation to plant science, with special reference to horticultural botany and cultivated plant taxonomy. *Muelleria* 35, 43–93.
- Sutherland WJ, Woodroof HJ (2009) The need for environmental horizon scanning. *Trends in Ecology and Evolution* 24, 523–527.
- The Plant List (2013) *ThePlantlist*. Version 1.1. URL: <http://www.theplantlist.org> [aufgerufen am 5. Juni 2018]
- VBG (2018) *Grundsätze im Umgang mit invasiven und potentiell invasiven Pflanzenarten in Botanischen Gärten*. Verband Botanischer Gärten e.V und AG Österreichische Botanische Gärten. URL: <http://www.verband-botanischer-gaerten.de/pages/botgaerten.html> [aufgerufen am 25. März 2018]
- Walther GR et al., 28 coauthors (2009) Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 24, 686–693.

Weber E. (2016) *Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds*.
CAB International, Wallingford, 581 S.

Weeds of Australia (2018) *Weeds of Australia*. Biosecurity Queensland, Queensland Government.

URL: <http://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/index.htm#B> [aufgerufen am 25.
März 2018]

Anhang I. Pflanzenarten mit einer Winterhärtezone 7 oder kleiner, die als invasiv gelten, in Deutschland nicht etabliert sind, aber in botanischen Gärten Deutschlands kultiviert werden. Die Nomenklatur der Artnamen folgt ThePlantList (2013).

<i>Abies pinsapo</i>	<i>Atriplex canescens</i>
<i>Acaena anserinifolia</i>	<i>Baccharis halimifolia</i>
<i>Acaena novae-zelandiae</i>	<i>Berberis aristata</i>
<i>Acalypha virginica</i>	<i>Berberis darwinii</i>
<i>Acanthospermum hispidum</i>	<i>Berberis repens</i>
<i>Acer circinatum</i>	<i>Betula glandulosa</i>
<i>Achillea alpina</i>	<i>Betula lenta</i>
<i>Aconitum carmichaelii</i>	<i>Betula nigra</i>
<i>Actinidia arguta</i>	<i>Betula papyrifera</i>
<i>Adenophora potaninii</i>	<i>Betula populifolia</i>
<i>Adenostemma lavenia</i>	<i>Boehmeria macrophylla</i>
<i>Agrimonia pilosa</i>	<i>Boehmeria nivea</i>
<i>Akebia quinata</i>	<i>Brasenia schreberi</i>
<i>Allium canadense</i>	<i>Bromus riparius</i>
<i>Allium cernuum</i>	<i>Buchloe dactyloides</i>
<i>Allium geyseri</i>	<i>Buddleja alternifolia</i>
<i>Allium macrostemon</i>	<i>Bupleurum chinense</i>
<i>Allium robustum</i>	<i>Callicarpa americana</i>
<i>Allium textile</i>	<i>Callicarpa dichotoma</i>
<i>Alnus rubra</i>	<i>Calocedrus decurrens</i>
<i>Alstroemeria aurea</i>	<i>Carex buchananii</i>
<i>Alyssum desertorum</i>	<i>Carex comans</i>
<i>Amethystea caerulea</i>	<i>Carex flagellifera</i>
<i>Ampelopsis aconitifolia</i>	<i>Carex kobomugi</i>
<i>Ampelopsis glandulosa</i>	<i>Carex lupulina</i>
<i>Amphicarpaea bracteata</i>	<i>Carex neurocarpa</i>
<i>Androsace rotundifolia</i>	<i>Carex scoparia</i>
<i>Anemone patens</i>	<i>Carex testacea</i>
<i>Angelica atropurpurea</i>	<i>Carpesium abrotanoides</i>
<i>Antennaria plantaginifolia</i>	<i>Carya glabra</i>
<i>Aquilegia canadensis</i>	<i>Catalpa speciosa</i>
<i>Aralia spinosa</i>	<i>Caulophyllum thalictroides</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Cedrus deodara</i>
<i>Argemone polyanthemus</i>	<i>Cephalanthus occidentalis</i>
<i>Arisaema flavum</i>	<i>Cercis canadensis</i>
<i>Arisarum vulgare</i>	<i>Chrysopogon gryllus</i>
<i>Artemisia cana</i>	<i>Cirsium esculentum</i>
<i>Artemisia frigida</i>	<i>Cirsium japonicum</i>
<i>Artemisia japonica</i>	<i>Clematis apiifolia</i>
<i>Artemisia mongolica</i>	<i>Clematis brevicaudata</i>
<i>Artemisia stelleriana</i>	<i>Clematis flammula</i>
<i>Artemisia tridentata</i>	<i>Clematis ligusticifolia</i>
<i>Asarum canadense</i>	<i>Clematis orientalis</i>
<i>Asclepias incarnata</i>	<i>Clematis terniflora</i>
<i>Asclepias speciosa</i>	<i>Clematis tibetana</i>
<i>Asclepias tuberosa</i>	<i>Clematis virginiana</i>
<i>Asclepias verticillata</i>	<i>Comptonia peregrina</i>
<i>Astragalus mongolicus</i>	<i>Convolvulus scammonia</i>

Anhang I, Fortsetzung

Cornus amomum
Cornus drummondii
Cornus florida
Cornus racemosa
Cortaderia selloana
Corylus americana
Corylus cornuta
Cotoneaster franchetii
Cotoneaster lucidus
Cotoneaster pannosus
Cotoneaster rotundifolius
Cotoneaster simonsii
Cotoneaster tenuipes
Crataegus fontanesiana
Cryptotaenia canadensis
Cunninghamia lanceolata
Cupressus arizonica
Cuscuta reflexa
Cynanchum thesioides
Cynara scolymus
Daphne pontica
Delphinium grandiflorum
Delphinium menziesii
Dennstaedtia punctilobula
Dianthus chinensis
Dicentra canadensis
Dicentra cucullaria
Dicranostigma leptopodum
Diospyros virginiana
Dirca palustris
Dyssodia papposa
Echinops gmelinii
Eclipta prostrata
Elaeagnus multiflora
Elaeagnus pungens
Ephedra sinica
Erica vagans
Erigeron glabellus
Erysimum hieraciifolium
Eupatorium maculatum
Eupatorium perfoliatum
Eupatorium purpureum
Euphorbia corollata
Eurybia conspicua
Exochorda racemosa
Fagus orientalis
Fallopia cilinodis
Fragaria chiloensis
Froelichia floridana
Fuchsia magellanica
Gaillardia aristata
Galium humifusum
Gaultheria mucronata
Gaultheria shallon
Geranium nepalense
Geranium richardsonii
Geranium thunbergii
Geranium tuberosum
Geranium viscosissimum
Geranium wilfordii
Gladiolus italicus
Glycyrrhiza uralensis
Goldbachia laevigata
Halimodendron halodendron
Hedera hibernica
Helenium amarum
Helenium bigelovii
Helianthus nuttallii
Heliotropium lasiocarpum
Heracleum lanatum
Heterotheca villosa
Hibiscus moscheutos
Hovenia dulcis
Hydrangea paniculata
Hypericum grandifolium
Hypericum hircinum
Ilex cassine
Incarvillea sinensis
Indigofera decora
Iris laevigata
Iris missouriensis
Iris virginica
Jasminum humile
Juncus arcticus
Juniperus ashei
Juniperus horizontalis
Juniperus oxycedrus
Kalmia polifolia
Koelpinia linearis
Lagerstroemia indica
Lathyrus laxiflorus
Lathyrus quinquenervius
Lathyrus rotundifolius
Leontice leontopetalum
Leonurus japonicus
Lepidium cartilagineum

Anhang I, Fortsetzung

Lespedeza bicolor
Lespedeza juncea
Lespedeza thunbergii
Lespedeza tomentosa
Leycesteria formosa
Liatris ligulistylis
Liatris punctata
Ligustrum lucidum
Ligustrum obtusifolium
Ligustrum quihoui
Ligustrum sinense
Lilium formosanum
Lilium lancifolium
Liquidambar styraciflua
Lonicera bella
Lonicera fragrantissima
Lonicera japonica
Lonicera sempervirens
Lonicera standishii
Ludwigia alternifolia
Lupinus nootkatensis
Lycopus lucidus
Lysimachia clethroides
Lysimachia japonica
Lythrum alatum
Maclura pomifera
Magnolia tripetala
Mahonia bealei
Malus baccata
Mentha canadensis
Mentha requienii
Menziesia ferruginea
Metaplexis japonica
Metasequoia glyptostroboides
Mimulus lewisii
Miscanthus floridulus
Mollugo verticillata
Morus rubra
Muscari racemosum
Myrica caroliniensis
Narcissus tazetta
Nelumbo lutea
Nothoscordum bivalve
Nothoscordum gracile
Nymphaea odorata
Nymphaea tetragona
Nyssa sylvatica
Oenothera pallida
Onopordum illyricum
Oplopanax horridus
Opuntia polyacantha
Onopordum illyricum
Oplopanax horridus
Opuntia polyacantha
Ornithogalum narbonense
Orontium aquaticum
Oxalis depressa
Oxydendrum arboreum
Oxytropis campestris
Paederia foetida
Paronychia argentea
Passiflora caerulea
Peltandra virginica
Pennisetum alopecuroides
Pennisetum flaccidum
Pennisetum macrourum
Pennisetum orientale
Periploca sepium
Persicaria amplexicaulis
Persicaria wallichii
Petasites fragrans
Phellodendron amurense
Phellodendron japonicum
Photinia davidiana
Phryma leptostachya
Phyllostachys aureosulcata
Phyllostachys bissetii
Pinellia pedatisecta
Pinus banksiana
Pinus contorta
Pinus coulteri
Pinus jeffreyi
Pinus ponderosa
Pinus rigida
Pinus sabiniana
Pinus taeda
Pinus thunbergii
Pinus virginiana
Pinus wallichiana
Poa colensoi
Podophyllum peltatum
Polygonum divaricatum
Polygonum japonicum
Polystichum munitum
Populus grandidentata
Potentilla chinensis

Anhang I, Fortsetzung

Potentilla fragarioides
Potentilla gracilis
Prunus glandulosa
Prunus munsoniana
Prunus pensylvanica
Prunus serrulata
Prunus tomentosa
Pseudosasa japonica
Pueraria montana
Pyracantha angustifolia
Pyracantha crenulata
Pyracantha fortuneana
Pyrus calleryana
Pyrus ussuriensis
Quercus acutissima
Quercus alba
Quercus macrocarpa
Quercus pontica
Quercus velutina
Ranunculus abortivus
Rhamnus alnifolia
Rhamnus davurica
Rhododendron albiflorum
Rhododendron canadense
Rhododendron macrophyllum
Rhus aromatica
Rhus copallinum
Rhus glabra
Rhus trilobata
Rhus vernix
Ribes americanum
Ribes cynosbati
Ribes glandulosum
Ribes hirtellum
Ribes inerme
Ribes lacustre
Ribes missouriense
Ribes oxycanthoides
Ribes sativum
Ribes triste
Rosa arkansana
Rosa bracteata
Rosa laevigata
Rosa nutkana
Rosa palustris
Rosa roxburghii
Rosa woodsii
Rubia cordifolia
Rubus cuneifolius
Rumex britannica
Rumex nepalensis
Rumex pseudonatronatus
Sagittaria cuneata
Salix babylonica
Sambucus canadensis
Sambucus pubens
Sarcobatus vermiculatus
Sasa palmata
Sassafras albidum
Saussurea japonica
Saussurea salsa
Sedum aizoon
Sedum lineare
Sedum maximum
Sedum stoloniferum
Sedum telephium
Sium suave
Smilax herbacea
Smilax rotundifolia
Solidago nemoralis
Solidago rugosa
Sonchus brachyotus
Sorghastrum nutans
Spiraea cantoniensis
Spiraea prunifolia
Stachys officinalis
Stipa bungeana
Symphoricarpos occidentalis
Symphyotrichum lateriflorum
Symplocarpus foetidus
Syringa villosa
Tamarix chinensis
Tamarix ramosissima
Taxus brevifolia
Taxus canadensis
Tolmiea menziesii
Tulipa lanata
Ulmus americana
Ulmus davidiana
Ulmus parvifolia
Urospermum dalechampii
Urospermum picroides
Vaccinium angustifolium
Vaccinium myrtilloides
Veratrum viride
Veronica longifolia

Anhang I, Fortsetzung

Veronica peduncularis
Viburnum carlesii
Viburnum dilatatum
Viburnum plicatum
Viburnum sieboldii
Viburnum tinus
Vicia amoena
Viola lanceolata
Viola prionantha
Vitex agnus-castus
Vitis aestivalis
Vitis vulpina
Wisteria floribunda
Wisteria frutescens

Wisteria sinensis
Yucca gloriosa
Zanthoxylum americanum
Zea mexicana
Zizania latifolia
Zizania palustris

Anhang II. Pflanzentaxa, die in Deutschland nicht etabliert sind und in anderen Ländern als invasiv gelten. Alle Arten bilden dichte und verdrängende Bestände, wo sie invasiv geworden sind. Diese Arten werden in Botanischen Gärten kultiviert und sind für Deutschland potenziell invasiv. Wuchsformen: ES = Einjährige Schlingpflanze, KL = Kletterpflanze, LB = Laubbaum, MG = Gras, Segge oder Binse, mehrjährig, NB = Nadelbaum, ST = Strauch, SE = Staude, WP = Wasserpflanze.

Art und Wuchsform	Natürliche Verbreitung	Invasiv in	Habitats, wo invasiv
<i>Akebia quinata</i> (Fingerblättrige Akebie, KL)	Asien	Neuseeland, USA	Hecken, Waldränder, Waldlücken
<i>Alstroemeria aurea</i> (Goldene Inkalilie, SE)	Südamerika	Australien, Neuseeland	Waldränder, Offenland, Ufer
<i>Ampelopsis glandulosa</i> (Scheinrebe, KL)	Asien	Nordostamerika	Hecken, Waldränder, Waldlücken, Ufer
<i>Baccharis halimifolia</i> (Kreuzstrauch, ST)	Nord- und Mittelamerika	Südeuropa, Australien	Wälder, Waldränder, Hecken, küstennahe Feuchtgebiete
<i>Berberis darwinii</i> (Darwins Berberitze, ST)	Südamerika	Australien, Neuseeland	Wälder, Waldränder, Hecken, Offenland
<i>Carex kobomugi</i> (MG)	Asien, Ostrusland	Nordostamerika	Strände, Sanddünen der Küste und des Binnenlandes
<i>Clematis terniflora</i> (Rispenblütige Waldrebe, ST, KL)	Asien	Nordostamerika	Wälder, Waldränder, Hecken, Offenland
<i>Cortaderia selloana</i> (Silber-Pampasgras, MG)	Südamerika	Südeuropa, westliches Nordamerika, Australien, Neuseeland	Küstennahe Dünen, Binnendünen
<i>Cotoneaster pannosus</i> (Grob flockige Zwergmispel, ST)	Asien	Australien, Kalifornien, Südafrika	Offenland, Strände, küstennahes Gebüsch
<i>Elaeagnus pungens</i> (Dornige Ölweide, ST)	Asien	Britische Inseln, Neuseeland, USA	Auenwälder, Waldränder, Offenland
<i>Fuchsia magellanica</i> (Scharlach-Fuchsie, ST)	Südamerika	Australien, Neuseeland	Auenwälder, Waldränder, Ufer
<i>Juncus acutus</i> (Stechende Binse, MG)	Mittelmeerküste, Atlantikküste	Australien, Neuseeland	Salzwiesen, Ufer, küstennahes Gebüsch, Feuchtgebiete
<i>Lespedeza juncea</i> (Chinesischer Buschklees, ST)	Asien	Nordostamerika	Waldränder, Wiesen, Ränder von Feuchtgebieten
<i>Leycesteria formosa</i> (Schöne Leycesterie, ST)	Asien	Australien, Neuseeland	Wälder, Waldränder, Ufervegetation
<i>Ligustrum lucidum</i> (Glänzender Liguster, ST)	Asien	Australien, Neuseeland	Wiesen, Wälder, Waldränder, Ufer
<i>Ligustrum sinense</i> (Chinesischer Liguster, ST)	Asien	Australien, Neuseeland, südöstliche USA	Wälder, Waldränder, Ufer, Feuchtgebiete
<i>Lonicera japonica</i>	Asien	Europa,	Wälder, Waldränder, Ufer

(Japanische Heckenkirsche, KL)		Australien, Neuseeland, Nordamerika	
<i>Lupinus nootkatensis</i> (Alaska-Lupine, SE)	Nordamerika	Island	Heidevegetation, Kiesbänke, Flussufer
<i>Nymphaea odorata</i> (Wohlrichende Seerose, WP)	Nordamerika	Nordamerika	Stille und langsam fließende Gewässer
<i>Paederia foetida</i> (Stinkwein, KL)	Asien	Südöstliche USA	Wälder, Waldränder, Hecken
<i>Passiflora caerulea</i> (Blaue Passionsblume, KL)	Südamerika	Australien, Neuseeland	Wälder, Waldränder, küstennahes Gebüsch
<i>Pennisetum macrourum</i> (Afrikanisches Federborstengras, MG)	Südafrika	Australien, Neuseeland	Feuchtwiesen, Ufer, Feuchtgebiete, Lücken in Auenwäldern
<i>Pinus banksiana</i> (Strauch-Kiefer, NB)	Nordamerika	Neuseeland	Heiden, Offenland, Waldränder, offene Wälder
<i>Pinus contorta</i> (Dreh-Kiefer, NB)	Nordamerika	Australien, Neuseeland	Wiesen, offene Wälder, Waldränder
<i>Polygonum perfoliatum</i> (Durchwachsener Knöterich, KL)	Asien	Südöstliche USA	Waldränder, Ufer, Kiesbänke, Wiesen
<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i> (Kudzubohne, KL)	Asien	USA, Südeuropa, Südafrika	Wälder, Waldränder, Hecken
<i>Rubus cuneifolius</i> (Keilblättrige Brombeere, ST)	Nordamerika	Australien, Südafrika	Wiesen, Heiden, Waldränder, Ufer
<i>Tamarix ramosissima</i> (Kaspische Tamariske, ST)	Russland, Asien	Australien, Nordamerika, Südafrika	Ufer, Kiesbänke, Sandbänke
<i>Wisteria sinensis</i> (Chinesischer Blauregen, KL)	Asien	Östliche USA	Offene Wälder, Waldränder
<i>Zizania latifolia</i> (Wasserreis, WP)	Asien	Neuseeland	Stehende und langsam fließende Gewässer, Nasswiesen