

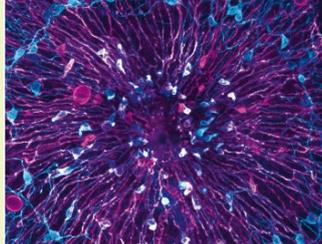
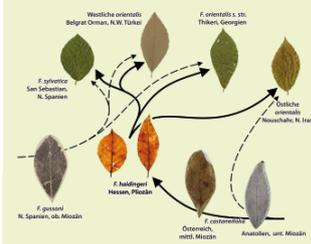
SONDERDRUCK

aus

4 | 2022

VBio

Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland



EVOLUTION
Die Buche als
Art-Mosaik

MIKROBIOLOGIE
Mikrobiom trifft
Nervensystem

BOTANIK
Neophyten in
Deutschland

BIOLOGIE

IN UNSERER ZEIT

Artenschutz in Sambia



Gebietsfremde Pflanzen – schön und gefährlich?

Invasive Neophyten in Deutschland

SUSANNE BICKEL



Blühendes Exemplar von *Heracleum mantegazzianum* (Riesen-Bärenklau). Alle Fotos, soweit nicht anders vermerkt, von S. Bickel.

Das Wort „Invasion“ wurde in der wissenschaftlichen Literatur schon im 19. Jahrhundert verwendet, allerdings fehlte noch die negative Besetzung des Begriffs. Bereits 1895 wurde die Invasion (Einwanderung und Verbreitung) nichteinheimischer Pflanzenarten durch Eisenbahnen und Schiffe untersucht, aber ohne die aggressive Verbreitung auf Kosten der einheimischen Flora zu beachten [1]. „Invasion“ wurde damals noch wertfrei verwendet, während der Begriff in heute gebräuchlicher Weise

Was sind eigentlich biologische Invasionen? Im Grunde genommen kommen sie in der Natur alltäglich vor. Schon immer haben Pflanzen und Tiere neue Areale besiedelt und dabei andere verdrängt. Gesteuert wurden Invasionen von klimatischen Veränderungen, z. B. nach dem Ende der letzten Eiszeit vor etwa 11.000 Jahren, als große Areale vom Eis befreit waren und Raum für neues Leben entstand. Die meisten unserer heutigen „einheimischen“ Pflanzen stammen aus südlicheren Gebieten, von denen aus sie die vom Eis befreiten Landmassen besiedelt haben. Im Unterschied zu diesen „natürlichen“ Invasionen übertreffen die heutigen, vom Menschen gemachten, also anthropogenen Invasionen die damaligen um ein Vielfaches in der Geschwindigkeit und im Ausmaß. Die Globalisierung und der damit einhergehende Verkehr und Austausch von Waren machen die Invasion gebietsfremder Pflanzen und Tiere in großer Geschwindigkeit möglich.

mit der Veränderung der einheimischen Biodiversität verbunden ist [2]. Die Invasionsbiologie beschäftigt sich mit den Voraussetzungen und Folgen der Ausbreitung von gebietsfremden Pflanzen in einem neuen Gebiet. Grund für die heutige schnelle Ausbreitung von gebietsfremden Pflanzen ist häufig die absichtliche Einführung zu bestimmten, dem Menschen dienlichen Zwecken.

Die meisten nichteinheimischen Pflanzen sind Blütenpflanzen; es gibt allerdings auch Neophyten unter den

Die mit einem grünen Pfeil markierten Begriffe werden im Glossar auf Seite 388 erklärt.

Algen in der Nordsee, den Moosen in den Niederlanden und den deutschen Heidelandschaften sowie den Farnen in Nordwestdeutschland [2]. Man kann die Art der Einschleppung bzw. Einwanderung von gebietsfremden Pflanzen grob unterteilen:

1. Pflanzen, die unbeabsichtigt in die einheimische Flora eingebracht werden, weil sie beispielsweise dem Saatgut in Form und Größe ähnlich sind oder zusammen mit Vogel- oder Hühnerfutter in die neue Umgebung gelangen konnten: Hierzu gehören Saatgutbegleiter wie *Solanum carolinense* (Carolina-Nachtschatten), der zusammen mit amerikanischem Sojasamen eingeschleppt wurde und – ganz bekannt wegen seiner allergenen Wirkung – *Ambrosia artemisiifolia*, die



ABB. 1 Indisches Springkraut bzw. Drüsiges Springkraut oder Bauernorchidee (*Impatiens glandulifera*) aus der Familie Balsaminaceae (Balsaminengewächse). In Großbritannien ist die Pflanze unter den Bezeichnungen **Himalayan Balsam** oder **Policeman's Helmet** bekannt.

Beifuß-Ambrosie, die mit Vogelfutter sehr erfolgreich eingeschleppt wurde und immer noch wird. Auch *Artemisia annua*, der einjährige Beifuß, kam aus seinem ursprünglichen Verbreitungsgebiet in Russland und Osteuropa wahrscheinlich über Geflügelfutter nach Ostdeutschland mit Häufung an Elbe und unterer Saale. Von hier aus konnte die Pflanze sich allmählich nach Westen hin ausbreiten.

2. Pflanzen, die über unbekannte Wege bei uns einwandern und dann unbeabsichtigt durch menschliche Aktivitäten verbreitet werden: Menschliche Aktivitäten, die natürliche Barrieren abbauen, wie Kanalbauten, Bahntrassen, Erdtransporte und anderes mehr, ermöglichen das Einwandern von Pflanzen in neue Gebiete. Der Transport von Diasporen durch Fahrzeuge entlang von Autobahnen und Bahntrassen wurde schon in den 1990er Jahren untersucht [3]. In der Schweiz wurde 2019 ein neues Verfahren erprobt, die Bestände des Götterbaumes entlang der Autobahnen zu kartieren [4]. Um die Verbreitung invasiver Neophyten zu erfassen, wurden über 4000 Kilometer Grünstreifen entlang von Schweizer Autobahnen gefilmt. Mit künstlicher Intelligenz wurden anschließend Millionen von Bildern ausgewertet. Der Götterbaum (*Alianthus altissima*), ein Neophyt aus Nordchina, entwickelt starke Wurzel- und Sprossausläufer, mit deren Hilfe er sich entlang der Straßen weiter verbreitet. Er verursacht vermehrt Schäden an Straßen und Wegen.
3. Die dritte Möglichkeit betrifft die so genannten Kulturflüchtlinge – ausgewilderte Pflanzen, die von absichtlich eingeführten Arten abstammen. Bestes Beispiel ist die als Zier- und Bienenpflanze eingeführte „Bauernorchidee“ *Impatiens glandulifera*, die sich in der Folge unkontrolliert verbreiten konnte. Heute kommt sie im gesamten Mittel- und Westeuropa vor. Auch der Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) wurde zunächst als Zierpflanze in Parks und Gärten angepflanzt, aber auch als Bienenpflanze in die freie Natur eingebracht, bevor er auswilderte und sich zunächst entlang von Flüssen verbreitete. Alle Staudenknöterich-Arten (*Fallopia spec.*) waren zunächst von England her kommend beliebte Gebüsche in Parks. Sie wurden beispielsweise auch zur Uferbefestigung an Böschungen angepflanzt, wobei aber bald festgestellt werden musste, dass sie dazu nicht taugen (s. u.).

IN KÜRZE

- In den meisten Fällen ist **der Mensch Wegbereiter biologischer Invasionen**, weil exotische Pflanzen unbeabsichtigt, beispielsweise zusammen mit Saatgut, oder beabsichtigt zum menschlichen Nutzen eingeführt werden.
- Am auffälligsten und **in Deutschland am weitesten verbreitet** sind das Indische Springkraut, auch Bauernorchidee genannt (*Impatiens glandulifera*), die asiatischen Knöterichgewächse (*Fallopia spec.*) sowie der Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*).
- Die Herkulesstaude ist problematisch wegen der **hohen Konzentration photo-toxischer Furanocumarine**, aber sonst eine reichhaltige Futterquelle für Bienen, die auf Ruderalflächen ansiedelt und gefährdete Arten kaum bedroht.
- Die Knöterich-Arten haben ein **hohes Verbreitungspotenzial** und neigen dazu, Flussufer zu erodieren und Gebäude zu beschädigen. Sie sind nur sehr schwer zu bekämpfen.
- Das Indische Springkraut hat durch seine große Anzahl von Samen und dem Schleudermechanismus der Samenkapseln eine sehr hohe Ausbreitungsrate, ist aber auch **eine gute Bienenpflanze**.
- Die Sinnhaftigkeit der Bekämpfung von Neophyten sollte in jedem Einzelfall geprüft werden, denn laut Naturschutzgesetz sind **auch die etablierten Neobiota schützenswert** und ist eine besiedelte, durch Menschen gestörte Fläche allemal besser als Brachland ohne Pflanzen.

Heimisch, einheimisch oder nichteinheimisch?

Der Begriff „heimisch“ wird im Bundesnaturschutzgesetz verwendet [5]. Er ist aber nicht zu verwechseln mit dem in der Vegetationskunde gebräuchlichen „einheimisch“. Mit „heimisch“ sind im Gesetz alle Pflanzen gemeint, die sich in unseren Vegetationszonen wohlfühlen und sich etabliert haben, also auch alle, die eingewandert sind. Diese Interpretation führt häufig zu Irritationen. Vegetationskundlich einheimische Pflanzen sind Arten, die das eisfrei

werdende Land in Mitteleuropa nach der letzten Eiszeit vor ca. 11.000 Jahren nach und nach erobert haben und sich verbreiten konnten, und zwar ohne menschliche Hilfe. Diese Pflanzen werden in der Literatur auch als „indigene“ Pflanzen bezeichnet [2]. Nichteinheimisch sind dagegen Pflanzen, die nach der letzten Eiszeit nur durch menschliches Zutun hier anwachsen und sich vermehren konnten, diese werden in der biologischen Literatur als „Neobiota“ den Indigenen gegenüber gestellt.

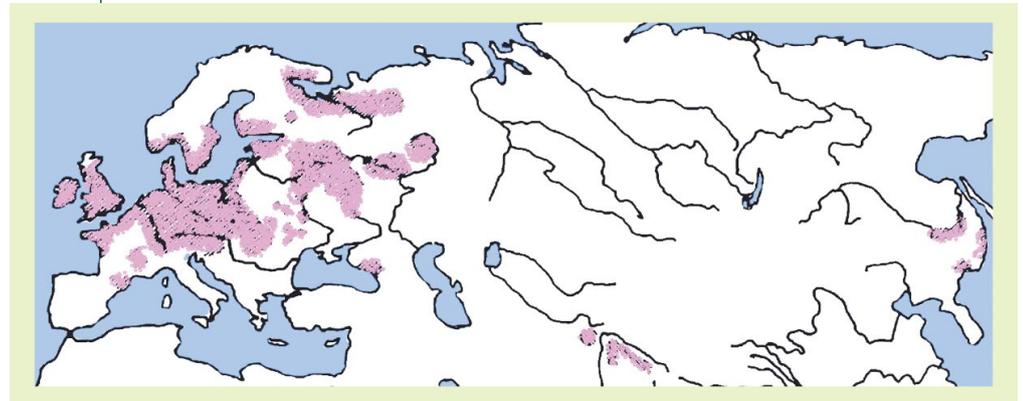
Die pflanzlichen Neobiota unterteilt man weiter in Archaeophyta, die sich bereits vor dem Jahr der Entdeckung Amerikas (1492) etabliert hatten, und in Neophyta, die nach dem Jahr der Entdeckung Amerikas eingebürgert wurden [6]. Handel und vor allem Verkehr spielen für die Einführung von Neobiota eine sehr wichtige Rolle. Nach der Entdeckung Amerikas begann sehr bald der transkontinentale Handel und verstärkte sich rasant. Daher wurde das Jahr der Entdeckung Amerikas als Stichtag für die Einführung von Neozoen („Neu-Tiere“) und Neophyten („Neu-Pflanzen“) festgelegt.

Vorsätzlich eingeführt: das Indische Springkraut

Das indische Springkraut (*Impatiens glandulifera* Royle, Abbildung 1) wird nicht ohne Grund auch Bauernorchidee genannt. Die duftenden, 25–40 mm großen purpurroten, rosa oder weißen Blüten mit dem bis zu 7 mm langen Sporn sind nicht nur attraktiv für Bienen, sondern auch für die Menschen. *Impatiens glandulifera* ist mit einer Wuchshöhe von 1 bis 2 m das höchste einjährige, krautige Gewächs in Europa [2]. Das Indische Springkraut stammt aus dem westlichen Himalaya von Kaschmir bis Nepal, wo es in Höhen von 1800 m bis 3000 m wächst. Die Pflanze kam 1839 zunächst als Gartenpflanze nach Europa und wurde dann durch Gartenliebhaber und vor allem durch Imker verbreitet. Die großflächige Ausbreitung von *Impatiens glandulifera* geschah erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts [7].

Erstnachweise für *Impatiens glandulifera* als Neophyt wurden 1880 auf der Pfaueninsel in Berlin-Wannsee, 1897 in Hamburg, 1912 in der Pfalz und in Tirol und 1917 in Garmisch geführt [8]. Schon damals wurde für den Fall einer Klimaerwärmung ein rapider Anstieg der Ausbreitung angenommen [9]. Heute ist die Pflanze in ganz Europa von den Britischen Inseln bis nach Russland verbreitet (Abbildung 2). Auch in der Schweiz gab es bereits 1904 Berichte über verwilderte Pflanzen; von dort wanderten sie rheinabwärts nach Baden-Württemberg, wo sie 1920 schon in größeren Populationen vorkamen. Ein Vergleich

ABB. 2 | VERBREITUNG VON *IMPATIENS GLANDULIFERA*



I. glandulifera ist heute in Europa, im Fernen Osten Russlands sowie seinem Herkunftsgebiet, dem westlichen Himalaya, verbreitet. Abbildung verändert nach [12].

der Ausbreitungsgeschichte in verschiedenen europäischen Ländern – soweit Daten verfügbar waren – zeigte, dass *Impatiens glandulifera* immer nach einer initialen Verzögerungsphase der Eingewöhnung in exponentieller Weise neue Lokalitäten besetzte [10]. Die größten Dominanzbestände findet man entlang von Fließgewässern und in Auengebieten, denn *Impatiens* braucht feuchte Böden. Austrocknung vertragen weder die ausgewachsenen Pflanzen noch die ausgestreuten Samen. Von den flussnahen Gebieten dringt die Pflanze auch in Auenwälder ein, sofern das Kronendach nicht zu dicht ist (Abbildung 3) [11].

Welche Faktoren fördern die invasive Ausbreitung von *Impatiens glandulifera*?

Vergleicht man das ursprüngliche Verbreitungsgebiet im Himalaya mit der Ausbreitungskarte in Europa (Abbildung 2), so fällt auf, dass das Indische Springkraut sich in seinem Heimatgebiet weniger verbreiten konnte [12]. Dort wächst *Impatiens* in feuchten, nährstoffreichen Arealen wie bei uns auch, allerdings in einer Höhe von 1800 bis 3000 m. Das geringe Ausbreitungspotenzial hat zum einen mit der typischen Landschaftsformation im Heimatgebiet zu tun, zum anderen mit der Vorliebe der Pflanze, sich auf gestörten Flächen anzusiedeln. Im europäischen Verbreitungsgebiet ist die einheimische Vegetation sehr häufig gestört durch Wege- und Straßenbauten sowie verbaute und kanalisierte Flüsse, an denen entlang sich *Impatiens* ansiedelt. Auch die Nährstoffanreicherung im Boden und Umweltverschmutzung im Zusammenspiel mit dem geringeren Druck durch Fressfeinde und Parasiten (Pilze) wird zur Erklärung für die rasche Verbreitung herangezogen [12]. Die Samen benötigen zum Auskeimen einen Kältereiz, der durch hohe Nitratkonzentrationen im Boden verkürzt wird. [13]. Ausschlaggebend ist letztendlich die große Anpassungsfähigkeit des Indischen Springkrauts an veränderte Umweltbedingungen sowie seine generative und vegetative Reproduktionsfähigkeit.



ABB. 3 Blühender *Impatiens glandulifera*-Bestand im Auwald (Urdenbacher Kämpe).



ABB. 4 *Impatiens glandulifera* mit Früchten und aufgesprungener Frucht. Vergrößert: aufgesprungene Frucht mit uhrfederartig eingerollten Karpellen (Fruchtblättern).

Unter optimalen Bedingungen kann eine Pflanze von *Impatiens glandulifera* 2000 bis 4000 Samen produzieren; schon allein das ermöglicht eine hohe Ausbreitungsrate. Blüten und Fruchtkapseln befinden sich gleichzeitig an einem Blütenstängel. Die Fruchtkapseln werden 1,5 bis 3 cm lang und enthalten 4–16 Samen. Die Samenkapseln sind elastisch und springen bei Berührung auf. Unterschiedliche Druckverhältnisse in den Geweben der Fruchtwand bewirken einen Spannungszustand, der dazu führt, dass die einzelnen Karpelle am Fruchtsiel abreißen und sich uhrfederartig einrollen (Abbildung 4). Dadurch werden die Samen bis zu 5 m weit geschleudert [14]. Die von Beerling und Perrins ermittelte mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit der Bestände beträgt im ebenen Gelände 2,47 Meter pro Jahr.

Die Bauernorchidee – gefährlich oder nützlich?

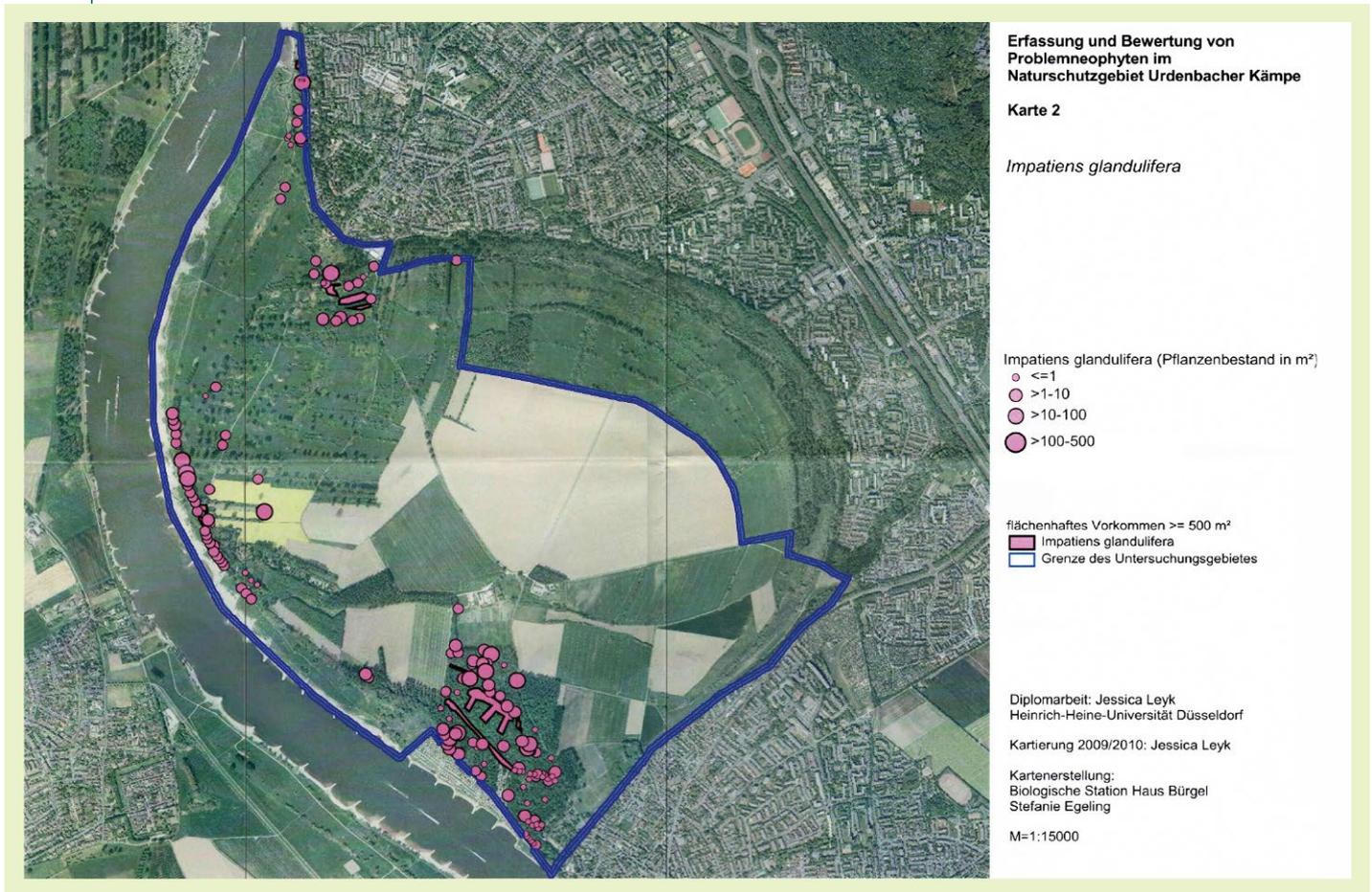
In ganz Deutschland gibt es entlang von Flussufern und in Feuchtgebieten (Auen und lichte Auwälder) Dominanzbestände mit einer Deckung von 75–100 Prozent [2]. Das andere ► annuelle Pflanzen überragende Längenwachstum zusammen mit der Schattentoleranz führt dazu, dass *Impatiens* sich auch in dichter Hochstaudenvegetation etablieren kann. Bereits im Juli können Brennnesseln und andere Stauden der Convolvuletalia (Uferstaudengesellschaft) überwachsen sein. In den 1990er Jahren des letzten Jahrhunderts hat man deshalb auf nachhaltige ökologische Folgen geschlossen.

Durch Untersuchungen zum Wettbewerb mit heimischen Arten der Auengesellschaften am Beispiel der Urdenbacher Kämpe, einem Auengebiet zwischen Rhein und einem Altrheinarm südlich von Düsseldorf (Abbildung 5), konnte gezeigt werden, dass ein Teil der heimischen Pflanzen ihren Vegetationszyklus bereits abgeschlossen hat, wenn *Impatiens* zu sprießen beginnt. Konkurrierende Arten können zumindest im Frühjahr noch ohne Probleme wachsen, Blüten ausbilden und ihren Vegetationszyklus beenden, da die Keimung von *Impatiens glandulifera* je nach den klimatischen Bedingungen erst etwa Ende April erfolgt (Abbildung 6) [11]. Der Massenaufwuchs von *I. glandulifera* ist also zeitlich begrenzt auf eine Zeit nach Abschluss der Hauptblühperiode einheimischer Frühjahrsblüher und dem ersten Frost im Spätherbst. So bleibt der ökologische Schaden wahrscheinlich doch überschaubar. Um dies zu verifizieren, müssten allerdings am gleichen Ort mehrere Jahre lang vergleichende Untersuchungen durchgeführt werden.

Ob man die Pflanze bekämpft oder duldet, ist häufig Gegenstand hitziger Diskussionen und sollte für jeden Einzelfall betrachtet werden. Auf stark gestörten Flächen ist eine erste Ansiedlung von *Impatiens* als ► Ruderalpflanze mancherorts gern gesehen. Die Besiedlung durch einheimische Pflanzen würde in der Regel längere Zeit in Anspruch nehmen. Als Nahrungspflanze für Hummeln und andere Bienenarten hat sich die Pflanze ebenfalls bewährt. Da der Neophyt annuell ist und sich über Samen ausbreitet, kann man sich zum Ziel setzen, die Samenbildung zu verhindern. Durch Mahd zum richtigen Zeitpunkt, also kurz nach Ausbildung der ersten Blüten, oder durch manuelles Ausreißen bei kleinen Beständen oder Auftreten von Einzelpflanzen kann eine neuerliche Samenbildung verhindert werden. Ein Renaturierungsverfahren bei Dominanzbeständen erfordert allerdings sehr großen Aufwand, denn ohne Entfernung der oberen Bodenschichten, in denen sich zahlreiche Samen befinden, gibt es keinen nachhaltigen Erfolg.

Weder optimal als Futterpflanze noch als Deckung: die *Fallopia*-Sippe

Sehr viel schwieriger zu bekämpfen als das einjährige Indische Springkraut sind die Knöterichgewächse aus

ABB. 5 | BESTÄNDE VON *IMPATIENS GLANDULIFERA* IM UNTERSUCHUNGSGEBIET DER URDENBACHER KÄMPE


Japan (*Fallopia japonica*, Japanischer Staudenknöterich), Russland (*F. sacchalinensis*, Sacchalin-Knöterich) und die in Böhmen zuerst entdeckte Hybride aus beiden, *Fallopia x bobemica* (Bastard-Staudenknöterich), die sich in Europa offensichtlich noch schneller verbreitet als ihre Elternpflanzen (Abbildung 7). Allen gemein ist, dass sie unterirdisch mit kräftigen, teils armdicken ▶ Rhizomen wachsen und sich verzweigen. Die unterirdischen Organe machen etwa zwei Drittel der Biomasse einer Pflanze aus (▶ Rhizomgeophyt).

F. japonica stammt aus den ozeanischen Gebieten Chinas, Koreas und Japans und dort aus der warm-gemäßigten Zone, während *F. sacchalinensis* in Ostasien auf die temperate (kalt-gemäßigte) Zone beschränkt ist. Die Pflanze kommt auch auf der russischen Insel Sacchalin vor, daher der Name. Beide Arten hätten sich in ihren Heimatgebieten niemals kreuzen können, weil sie in sehr unterschiedlichen Habitaten vorkommen. *F. japonica* wurde 1823 als Zierpflanze nach Europa eingeführt, *F. sacchalinensis* erst 1863, also 40 Jahre später. Die intermediären Hybriden (*Fallopia x bobemica*) wurden 1863 in der Tschechoslowakei erstmals beschrieben und 1995 in einem deutschen Bestimmungsschlüssel von *F. japonica* unterschieden [15]. Die hybride Pflanze ist



ABB. 6 Begleitvegetation eines *Impatiens*-Bestandes im Auwald. *Glechoma hederacea* (Gundermann, blühend), *Urtica dioica* (Große Brennnessel), *Ranunculus ficaria* (Scharbockskraut, links gelb blühend), *Galium aparine* (Klettenlabkraut), *Geranium robertianum* (Stinkender Storchschnabel, im Zentrum) im April. Im oberen rechten Drittel des Bildes sind schon einige Keimpflanzen von *Impatiens glandulifera* erkennbar.



ABB. 7 Staudenknöterich, Flügelknöterich (*Fallopia* spp., syn *Reynoutria* spp.) aus der Familie Polygonaceae (Knöterichgewächse). In Großbritannien ist die Pflanze unter der Bezeichnung *giant knotweed* bekannt. Im Vordergrund *Impatiens glandulifera*. Im Bildausschnitt ist die typische Blattform vergrößert zu sehen.

mit ziemlicher Sicherheit erst im neophytischen Areal entstanden. Mittlerweile wird der Bastard-Knöterich häufiger angetroffen als beide Elternpflanzen. Schon 1998 wurde von B. Alberternst durch Untersuchungen der *Fallopia*-Sippen in Baden-Württemberg [16] angenommen, dass die Hybride einen Konkurrenzvorteil vor ihren Elternpflanzen hat. Im Untersuchungsgebiet der Urdenbacher Kämpfe südlich von Düsseldorf waren 41,5 Prozent der Bestandsfläche von *F. japonica* bedeckt und 58,5 Prozent von *F. x bohemica*, während *F. sachalinensis* im gesamten untersuchten Gebiet nicht vorkam [11]. Dieses Ergebnis bestätigt die Theorie von Alberternst. Durch Einführung von gebietsfremden, verwandten Pflanzen aus ganz unterschiedlichen geographischen Arealen können also Pflanzen mit neuen Eigenschaften entstehen, die sich in ihrem

ABB. 8 *Fallopia*-Triebe im April, umgeben von jungen Pflanzen von *Urtica dioica*.



ABB. 9 Links: typische durchschnittliche Blattform von *Fallopia x bohemica*. Rechts: Blatt von *Fallopia japonica*. Das hier gezeigte Blatt von *Fallopia x bohemica* ist etwas klein; im Durchschnitt sind die Blätter größer als die von *F. japonica*.

neophytischen Gebiet besser verbreiten können als die Elternpflanzen.

Biologische Merkmale der *Fallopia*-Sippen

Die *Fallopia*-Sippen sind mehrjährige Stauden, deren oberirdische Teile im Winter absterben. Die Überdauerungsorgane, unterirdische Rhizome, wachsen horizontal im Boden weiter, verzweigen sich und bilden dichte, ausgebreitete Bestände mit einem Zuwachs von bis zu einem Meter pro Jahr. Im Frühling treiben aus den Rhizomen neue Triebe aus (Abbildung 8), die unter günstigen Bedingungen innerhalb weniger Wochen eine Wuchshöhe von 3 bis 4 Metern erreichen. Die Laubblätter sind wechselständig angeordnet und werden 5 bis 20 cm lang. *F. sachalinensis* besitzt einen deutlich herzförmigen Blattgrund, *F. japonica* einen geraden und *F. x bohemica* liegt in der Form zwischen den beiden Elternpflanzen (Abbildung 9). Die phänotypischen Merkmale des Bastard-Knöterichs können allerdings sehr unterschiedlich sein, so dass er nicht immer leicht zu identifizieren ist. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal zwischen Sachalin-Knöterich und Japan-Knöterich ist die Unterseite der Blätter: Der Sachalin-Knöterich besitzt weiß behaarte Blattunterseiten, während der Japanknöterich und die Hybridpflanze fast kahl sind. Die Pflanzen sind getrenntgeschlechtlich zweihäusig, das heißt, weibliche und männliche Blütenstände befinden sich auf verschiedenen Pflanzen. Die Blütenstände sind Rispen, die bei den männlichen Pflanzen aufrecht stehen und bei den weiblichen eher bogig überhängen. Die kleinen, fünfzähligen Blüten sind weiß. Da sich die Pflanzen in Europa fast ausschließlich vegetativ vermehren, ist die Samenbildung nicht relevant für die Verbreitung. In Großbritannien wurde beispielsweise nur ein weiblicher Klon eingeführt, von dem offensichtlich alle anderen abstammen. Ob die in Deutschland gefundenen Keimlinge von *F. japonica* stammen oder von *F. x bohemica* ist nicht geklärt [6].

Fallopia-Pflanzen bilden in relativ kurzer Zeit sehr hohe und dichte Bestände aus. Das dichte Blätterdach bewirkt, dass kaum eine Pflanze darunter existieren kann. Da die oberirdischen Teile jedoch im Winter absterben und erst im April wieder austreiben, sind die zeitigen Frühjahrsblüher nicht so stark gefährdet. Dennoch erscheint die Bodendeckung unter einem Dominanzbestand auch im zeitigen Frühjahr gegenüber der Umgebung stark reduziert (Abbildung 8).

Wirtschaftliche Schäden durch die Verbreitung der *Fallopia*-Arten

Die *Fallopia*-Sippen haben ihre Verbreitungsschwerpunkte ebenfalls entlang von Fließgewässern, auf feuchten, gelegentlich überschwemmten Böden [2, 17]. Das hohe Verbreitungspotenzial der Knöterich-Arten ist auf ihre ganz außerordentliche Regenerationskraft zurückzuführen. Selbst kleinste Sprosssteile, die abgerissen werden und mit dem Hochwasser verdriften oder mit dem Erdaushub

verteilt werden, können an anderer Stelle wieder anwachsen und einen neuen Bestand bilden. In den meisten Fällen wurde die massive Ausbreitung allerdings durch menschliches Zutun verursacht (s. o.). Zur Uferbefestigung erwies sich der Knöterich als Fehlbesetzung: Die wenigen Seitenwurzeln halten das Erdreich nicht; die Bestände können durch die Strömung unterspült werden, da andere Vegetation in ihrem Areal weitgehend fehlt (Abbildung 10). Stauden-Knöteriche wachsen wie das Springkraut mit Vorliebe auf so genannten gestörten Flächen. Das heißt, sie wachsen überall dort, wo Erarbeiten stattfinden und auch nur geringste Teile der Pflanze verschleppt werden. Die Pflanzen wachsen selbst aus Bodenschichten von bis zu 2 m Tiefe nach [18].

Fallopia ssp. ist heute in ganz Deutschland von der Küste bis in den Alpen verbreitet (siehe Karte in Floraweb, [19]). Auch in anderen Ländern Europas sind die Knöterich-Arten stark verbreitet und werden als Problemneophyten bezeichnet. Die Rhizome der Pflanzen können in kleinste Mauerritzen eindringen und durch ihr Dickenwachstum Gebäude, Straßen, Parkplätze und Fundamente von Häusern beschädigen. Ein wesentlicher Teil der wirtschaftlichen Auswirkungen sind die Bekämpfungskosten. Am teuersten ist dabei die nachhaltige Entfernung der *Fallopia*-Arten von Bahndämmen, Gleisanlagen, Deichen, Schleusen und Hochwasserschutzbauten, weil sie dort gefährliche Schäden anrichten können [17].

Die Bekämpfung der *Fallopia*-Arten durch Mahd ist nur langfristig erfolgreich. Empfohlen werden mindestens acht Mahden pro Jahr, damit die Pflanze zurückgedrängt wird. Dadurch werden allerdings auch alle anderen Pflanzen gemäht, und es entsteht eine dichter Grasbewuchs, der für den Naturschutz nicht vorteilhaft ist. In England vernichtet man die Pflanzen häufig durch Einsatz eines Totalherbizids wie Glyphosat, aber auch das ist für den Naturschutz keine gute Lösung. Es gilt auch hier, dass Bekämpfung oder Duldung für jeden Einzelfall betrachtet und entschieden werden sollte.

Segen für die Honigbienen oder Albraum? Der Riesen-Bärenklau

Der Riesen-Bärenklau (Abbildung 11) ist eine sehr auffällige Pflanze in unserer Landschaft. Ausgewachsene Pflanzen erreichen eine Höhe von 3 bis 5 m und überragen damit alle einheimischen Pflanzen der gleichen Familie (Doldenblütler), zu denen unter anderen der einheimische Wiesen-Bärenklau und die wilde Möhre gehören. Die Pflanze ist zweijährig, das heißt, sie bildet im Anschluss an die Keimung Mitte Februar eine Blattrosette und eine kräftige Speicherwurzel aus. Unter günstigen Bedingungen kommt die Pflanze im zweiten Jahr (Juni/Juli) mit sehr großen Doppeldolden (30–50 cm Durchmesser) zur Blüte (Abbildung 12). Die Dolden bestehen aus bis zu 150 gestielten Döldchen. Die Randblüten der Döldchen sind stark vergrößert. Die Herkulesstaude blüht von Juni bis Juli mit weißen Blüten. Die kräftigen Speicherwurzeln bewirken, dass die Pflanze unter ungünstigen Bedingungen mehrere Jahre rein vegetativ leben kann. Der Stängel einer ausgewachsenen Pflanze hat einen Durchmesser von ca. 10 cm, ist innen hohl und außen gefurcht. Die Laubblätter erreichen eine Länge von 1 m und sind 3-5fach fiederschnittig. Die Blattränder sind unregelmäßig gezähnt, die Blattspitzen spitz zulaufend.

H. mantegazzianum stammt aus dem westlichen Kaukasus, wo die Pflanze in ► Hochstaudenfluren wächst. Besonders häufig findet man sie entlang von Wasserläufen und an Waldrändern [20]. Sie wurde 1890 ursprünglich als Zierpflanze eingeführt und als besondere Attraktion in Gärten und Parks angepflanzt. Neben ihrer Eigenschaft als Imkerpflanze wurde sie zur Böschungssicherung und als Deckungspflanze eingesetzt. Das Anpflanzen von *H. mantegazzianum* an Uferböschungen führte leider zu weiterer Erosion, da die relativ wenigen Seitenwurzeln an der Speicherrübe das Erdreich nicht halten [7, 21].

Der Saft der Herkulesstaude enthält mehrere phototoxische organische Verbindungen aus der Gruppe der Cumarinderivate, die starke Hautreizungen hervorrufen. Der höchste Gehalt an ► photosensibilisierenden Stoffen



ABB. 10 Links: *Fallopia*-Bestand an einem Altrheinarm im Sommer. Rechts: derselbe Bestand im Winter; hier hat eine Unterspülung der Böschung stattgefunden. Foto: Jessica Leyk.



ABB. 11 Riesen-Bärenklau, Herkulesstaude (*Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier) aus der Familie Apiaceae (Doldenblütler). In Großbritannien ist die Pflanze unter der Bezeichnung *giant hogweed* bekannt.

befindet sich im Frühjahr in den Blättern der Pflanzen. Bei Berührungen der Haut mit dem Saft im Sonnenlicht entwickeln sich schmerzhafte Photodermatosen. Schon das bloße Berühren der Blätter kann Hautausschläge bewirken. Die Furanocumarine (siehe Kasten Phototoxische Furanocumarine) treten nicht nur bei Verletzung der Pflanze aus, sondern befinden sich auch auf den Blattoberflächen [22]. Aus diesem Grund sollten Arbeiten an der Pflanze nur mit geeigneter Schutzkleidung und nicht im prallen Sonnenlicht ausgeführt werden.

Wegen ihrer zahlreichen Blüten wird die Herkulesstaude von Imkern geschätzt und in der freien Natur als Bienenfutterpflanze ▶ angesalbt. Eine einzelne Pflanze kann bis zu 80.000 Blüten ausbilden. Die Früchte sind Doppelachänen mit je zwei Samen. Durch seine zahlreiche Auskeimung im zeitigen Frühjahr im Vergleich zu anderen Pflanzen desselben Habitats verschafft sich der Riesen-Bärenklau einen Konkurrenzvorteil. Der beinahe

horizontale Blattwuchs bewirkt eine gute Lichtaufnahme für die Pflanze selbst, deckt andererseits darunter wachsende Konkurrenten nahezu völlig ab. Im Untersuchungsgebiet der Rheinaue (Urdenbacher Kämme) wuchsen zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme 63 Prozent der Riesenbärenklau-Vorkommen in der Gesellschaft von Brenneseln (*Urtica dioica*), Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) und weiteren Ruderalpflanzen [11], deren Anzahl sich in der Nähe der Dominanzbestände verringerten. Da *H. mantegazzianum* bevorzugt vom Menschen stark beeinflusste Standorte besiedelt, sind in der Regel gefährdete Arten kaum bedroht, da sich letztere an diesen Standorten nicht ansiedeln können. Die hohen Lichtansprüche der Stauden begrenzen zudem ihre Ausbreitung. Dominanzbestände treten daher weniger regelmäßig auf als beispielsweise bei *Fallopia japonica*.

Positive Aspekte

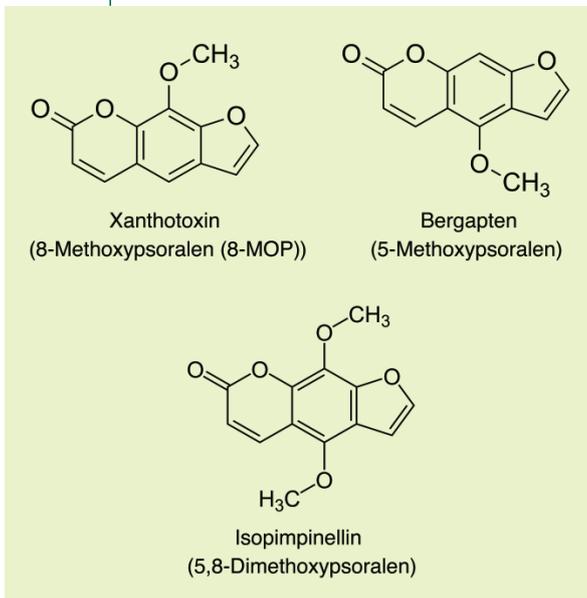
Je naturferner, also gestörter die Standorte sind, desto eher dringen invasive, gebietsfremde Arten in einen neuen Lebensraum ein. Aus Naturschutzgründen ist das nicht negativ, denn eine Besiedlung mit Pflanzen, welcher Art auch immer, ist einer leeren, durch menschliche Aktivitäten stark gestörten, brachliegenden Fläche immer vorzuziehen. Neophyten, die Stickstoff liebend sind oder Schwermetalle binden, können den Boden für die nachfolgende ▶ Sukzession vorbereiten. Das gilt beispielsweise für überspülte Flächen und Abraumhalden und ähnliche gestörte Areale. Ohne die Neophyten käme die Erstbesiedlung mit Pflanzen meist viel schleppender in Gang.

Für manche Tiere bieten die Neophyten Nahrung und Unterschlupf. *Impatiens glandulifera* blüht bis weit in den Herbst hinein, wenn einheimische Arten längst verblüht sind. Für Hummeln und andere Bienenarten ist diese zusätzliche Nahrungsquelle sehr willkommen. Zwar ist wahr, dass die Bauernorchidee beträchtliche Veränderun-



ABB. 12 *Heracleum mantegazzianum*; links: Dolde mit Döldchen und vergrößerten Randblüten, rechts noch unreife Achänen. Fotos: links: Appaloosa, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=193926>, rechts: Tobias Mercer, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1018447>.

ABB. 13 | FURANOCUMARINE VOM PSORALENTYP.



Die hier gezeigten Furanocumarine haben Absorptionsmaxima im UV-A-Bereich und sind in der Lage, DNA-Stränge miteinander zu vernetzen.

gen im Erscheinungsbild der Landschaft verursacht, aber diese Veränderungen werden durch die Blütenpracht der Art oft als positiv wahrgenommen. Dass gefährdete Arten vermehrt aussterben, wenn sich Neophyten breit machen, hat sich in vielen Fällen nicht bewahrheitet. Daher sollte für jeden Einzelfall überlegt werden, ob sich das Entfernen aus der Landschaft rentiert oder ob man doch lieber der Natur freien Lauf lässt. Laut Naturschutzgesetz [5] gehören etablierte Neobiota übrigens genauso zu den schützenswerten Organismen wie einheimische.

Zusammenfassung

Unter den absichtlich eingeführten gebietsfremden Pflanzen befinden sich drei sehr auffällige invasive Pflanzen, die

in den letzten 15 bis 20 Jahren große Flächen besetzt haben. Dies sind die „Bauernorchidee“ *Impatiens glandulifera* und die Herkulesstaude (*Heracleum mantegazzianum*), die einst als Bienenpflanzen angesalbt wurden, sowie zwei Knöterich-Arten: der Japanknöterich und der Sacchalinknöterich (*Fallopia spec.*). Von diesen beiden Knötericharten, die aus sehr unterschiedlichen Habitaten stammen, gibt es bereits Hybridpflanzen, die sich in ihrer neuen Heimat noch besser verbreiten als die Elternpflanzen. *Impatiens* und die *Fallopia*-Arten wachsen bevorzugt auf so genannten gestörten Flächen, also vom Menschen durch Wegebau, Kanalbau und Erdbewegungen jeder Art gerodeten Flächen, und sind daher für die sekundäre Sukzession wichtige Wegbereiter. Die Herkulesstaude ist wegen ihrer photosensibilisierenden Inhaltsstoffe, die schwerwiegende Hautentzündungen hervorrufen können, gefährlich und sollte in der Nähe von Schulen, Kindergärten und Spielplätzen nicht geduldet werden. Andererseits ist sie mit ihren riesigen zigtausend Blüten enthaltenden Dolden eine zusätzliche Nahrungsquelle für Bienen und andere Insekten. Die Sinnhaftigkeit der Bekämpfung von Neophyten sollte in jedem Einzelfall geprüft werden.

Summary

Invasive neophytes in Germany

Among the intentionally introduced alien plants there are three very conspicuous invasive species that have occupied large areas for the last 15 to 20 years. These are the Himalayan Balsam (*Impatiens glandulifera*) and the giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*), which were once planted into nature as bee plants, as well as two knotweed species: (*Fallopia japonica* and *F. sacchalinensis*). These knotweed species – originating from very different habitats – have already developed hybrid plants that spread even better in their new environment than their parent plants. *Impatiens* and the *Fallopia* species prefer growing on so-called disturbed areas – areas cleared by humans for road building, canal construction and earthmoving of all kinds. That is why they are important pioneer plants in secondary succession. Hogweed is dangerous because of its photosensitizing ingredients and

PHOTOTOXISCHE FURANOCUMARINE

In Apiaceen (Doldengewächse) und Rutaceen (Rautengewächse) findet man Hydroxycumarinderivate mit ankondensiertem Furanring. Diese Furanocumarine oder Furocumarine wirken photosensibilisierend auf die Haut und/oder sind mutagen und cancerogen. Unter dem Einfluss von UV-Licht bewirken sie stark juckende Hautentzündungen, die mit starker Blasenbildung einhergehen. Die Verletzungen gleichen Verbrennungen dritten Grades und heilen oft nur langsam und unter Pigmentstörungen ab [22].

Cumarin ist ein Zimtsäurederivat und entsteht im Phenylpropan-Stoffwechsel der Pflanzen. Die Furanocumarine entstehen durch Ankondensation eines Furanrings (C-5) an das CumarinGrundgerüst. Je nachdem, wo der Furanring ange-

hängt wird, entsteht ein lineares Ringsystem (Psoralentyp) oder ein „geknicktes“ (Angelicintyp).

Heracleum mantegazzianum enthält unter anderem in allen Pflanzenteilen variierende Konzentrationen von Bergapten, Isopimpinellin und Xanthotoxin, alles Furocumarine vom linearen Psoralentyp (Abbildung 13), deren Absorptionsmaximum bei 310 bis 320 nm liegt. Furanocumarine können durch Absorption dieses Wellenlängenbereichs (UV-A) leicht angeregt werden und reagieren dann mit Thymin oder Cytosinresten der DNA in den Hautzellen. Bei weiterer Bestrahlung (Sonnenlicht!) werden die DNA-Stränge miteinander vernetzt (crosslinking). Dadurch werden Hautzellen nachhaltig geschädigt. Furanocumarine fördern auch die Bildung von Hautkrebs, der durch UV-Strahlung verursacht wird (Photokarzinogenese).

GLOSSAR

ansalben: das bewusste Ausbringen von gebietsfremden Pflanzen in die Natur. Ansalbungen sind in Deutschland nach § 40 des Bundesnaturschutzgesetzes genehmigungspflichtig.

annuelle Pflanzen: einjährige Pflanzen, bei denen sich der gesamte Lebenslauf von der Keimung bis zur Fruchtreife und zum Absterben innerhalb von zwölf Monaten vollzieht.

Diasporen: Bezeichnung für die Ausbreitungseinheiten einer Pflanze, beispielsweise Samen, Früchte, Brutkörper, Sporen etc.

Geophyten: Erdpflanzen, mehrjährige krautige Pflanzen, die ungünstige Lebensbedingungen mit Hilfe unterirdischer Organe überdauern.

Hochstaudenflure: von hochwachsenden, mehrjährigen krautigen Pflanzen bestandene Flächen.

Karpell: das Fruchtblatt, weibliches Blattorgan der Blüte, welches die Samenanlagen trägt.

Photosensibilisierung: (med.) eine Erhöhung der Lichtempfindlichkeit, die zu unerwünschten Hautreaktionen führt.

Rhizom: Erdspross, ausdauernde, meist unterirdisch wachsende Sprossachse.

Ruderalpflanze: Pflanzen, die vorzugsweise auf gestörten Flächen, in der Nähe von Siedlungen und an Wegrändern wachsen. Diese Standorte sind meist reich an anorganischen Stickstoffverbindungen und anderen Mineralsalzen.

Sukzession: Erstbesiedlung und Besiedlungsfolge eines neuen oder durch natürliche oder menschliche Eingriffe gestörten Lebensraums.

therefore, it should not be tolerated close to schools, kindergartens and playgrounds. Contact with the plant can cause severe skin inflammation. On the other hand, these umbellifers – with their huge umbels containing tens of thousands of flowers – are an additional source of food for honey bees and other insects. The usefulness of removing neophytes should be examined in each individual case.

Literatur

- [1] E. Lehmann (1895). Flora von Polnisch-Livland. Die adventen Florenelemente (Synanthropen) und ihre Verbreitung durch den Menschen und seine Transportmittel (Schiffe und Eisenbahnen). Arch. F. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Ser. Biol. 11, 100–119.
- [2] I. Kowarik (2003). Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- [3] D. Griesse (1996). Die viatische Migration einiger neophytischer Pflanzensippen am Beispiel norddeutscher Autobahnen. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Bd. 5, 263–270.
- [4] Erfassung invasiver Neophyten an Autobahnen, <https://www.wsl.ch/de/projekte/automatisierte-erfassung-invasiver-neophyten-autobahnen.html> (abgerufen am 10.03.2022).
- [5] Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) v. 29. Juli 2009, Herausgeber Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz.
- [6] BfN, Bundesamt für Naturschutz: <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html> (abgerufen am 10.03.2022).
- [7] E. Hartmann et al. (1995). Neophyten. Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. ecomed, Landsberg.
- [8] W. Dietrich (2006). Pflanzliche Neubürger (Neophyten) im Raum Düsseldorf/Neuss (Deutschland, NRW) Acta Biologica Benrodis 13, 51–89.
- [9] D. J. Beerling (1994). Predicting the Response of the introduced species *Fallopia japonica* and *Impatiens glandulifera* to global cli-

matic change. In: De Waal, L.C. et al.: Ecology and management of invasive river side plants. Wiley, 135–140.

- [10] P. Pyšek, K. Prach (1995). Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera* – a century of spreading reconstructed. Biol. Conserv. 74, 41–48.
- [11] S. Bickel, J. Leyk (2015). Erfassung und Bewertung von invasiven Neophyten in der Urdenbacher Kämpfe, einem Naturschutzgebiet von überregionaler Bedeutung. Acta Biologica Benrodis 17, 133–150
- [12] A. Drescher, B. Prots (2000). Warum breitet sich das Drüsen-Springkraut (*Impatiens glandulifera* Royle) in den Alpen aus? Wulfenia 7, 6–25.
- [13] M. Andrews et al. (2009). Seed dormancy, nitrogen nutrition and shade acclimation of *Impatiens glandulifera*: implications for successful invasion of deciduous woodland. Plant Ecology & Diversity, 2(2), 145–153.
- [14] D. J. Beerling, J. M. Perrins (1993). *Impatiens glandulifera* Royle (*Impatiens roylei* Walp.). Journal of Ecology 81, 367–382.
- [15] B. Alberterst et al. (1995). Reynoutria-Arten in Baden-Württemberg – Schlüssel zur Bestimmung und ihre Verbreitung entlang von Fließgewässern. Flor. Rundbr. 29, 113–124.
- [16] B. Alberterst (1998). Biologie, Ökologie, Verbreitung und Kontrolle von Reynoutria-Sippen in Baden-Württemberg, Culterra 23, 198 S.
- [17] BfN, Bundesamt für Naturschutz, *Fallopia japonica*, <https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/fallopia-japonica.html> (abgerufen am 10.03.2022).
- [18] M. Kretz (1995). Praktische Bekämpfungsversuche des Japanknöterichs (*Reynoutria japonica*) in der Ortenau. In: R. Böcker et al. Gebietsfremde Pflanzen. ecomed, Landsberg, 151–160.
- [19] BfN, Bundesamt für Naturschutz, Floraweb, <https://www.floraweb.de/webkarten/karte.html?taxnr=4792>, abgerufen am 10.03.2022.
- [20] P. Pyšek, A. Pyšek (1995). Invasion by *Heracleum mantegazzianum* in different habitats in the Czech Republic, Journal of Vegetation Science 6, 711–718.
- [21] P. Pyšek (1991). *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic: dynamics of spreading from the historical perspective. Folia Geobot. Phytotax, 26, 439–454.
- [22] D. Frohne, H. J. Pfänder (1997). Giftpflanzen, ein Handbuch für Apotheker, 4. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart. Diesem Artikel liegen u. a. Daten aus der Diplomarbeit von Jessica Leyk, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (2010), zugrunde.

Verfasst von:



Susanne Bickel studierte Biologie und Chemie an der Universität Hannover. Für ihre Dissertation in der Photosynthese-Forschung an der Tierärztlichen Hochschule Hannover erhielt sie 1981 den Heinz-Maier-Leibnitz-Preis. 1983 wechselte sie in das Institut für Biochemie der Pflanzen an die Universität Düsseldorf und wurde dort 1989 habilitiert; sie besitzt die Lehrbefugnis für das Fach Botanik. Frau Bickel war seit 1996 außerplanmäßige Professorin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in der Biochemie der Pflanzen und in der Fachdidaktik der Biologie. Seit 2015 ist Frau Bickel im Ruhestand. Sie war 12 Jahre lang Vorsitzende des Landesverbands NRW im VBIO und vier Jahre lang Sprecherin der Landesverbände im Präsidium des VBIO. Ende 2019 hat sie den Vorsitz abgegeben und ist seither noch im Beirat des Landesverbandes NRW.

Korrespondenz

Prof. Dr. Susanne Bickel
Eichenwand 5
40627 Düsseldorf



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM
FÜR DIE**

BIEWISSENSCHAFTEN

Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie



www.vbio.de

Jetzt beitreten!

