



Eisenbahn-Bundesamt

EBA Forschungsbericht
2018-11

Ermittlung und Risikobewertung der für den Verkehrsträger Schiene kriti- schen invasiven Arten

Band I - Risikoanalyse



EBA FB 2018-11
Projektnummer 2017-U-1-1210

Ermittlung und Risikobewertung der für den Verkehrsträger Schiene kritischen invasiven Arten

Band I - Risikoanalyse

von

Dr. Oliver Tackenberg
Pfingstweidstr. 29
61381 Friedrichsdorf

Im Auftrag des Eisenbahn-Bundesamtes

Impressum

HERAUSGEBER

Eisenbahn-Bundesamt

Heinemannstraße 6

53175 Bonn

www.eba.bund.de

DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

Dr. Oliver Tackenberg

Pfingstweidstr. 29

61381 Friedrichsdorf

ABSCHLUSS DER STUDIE

Februar 2018

REDAKTION

Referat Umwelt & Forschung, Bearbeitung: Dr. Marion Leiblein-Wild & Laura Popp

FACHLICHE BETREUUNG

Dr. Marion Leiblein-Wild, Referat Umwelt & Forschung

BILDNACHWEIS

O. Tackenberg

Titelseite:

Solidago canadensis – Kanadische Goldrute an der Bahnstrecke Schweinfurt – Haßfurt

PUBLIKATION ALS PDF

https://www.eba.bund.de/DE/Veroeffentlichungen/Forschungsberichte/forschungsberichte_node.html

ISSN 2627-9851

Bonn, März 2019

Inhaltsverzeichnis

Kurzbeschreibung / Abstract	7
Summary.....	9
1 Einleitung	11
2 Material & Methoden	12
2.1 Identifikation der für den Verkehrsträger Schiene relevanten IAS	12
2.2 Bewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene	13
2.2.1 Datengrundlage.....	14
2.2.2 Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa	15
2.2.3 Ausbreitungstendenzen	16
2.2.4 Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen	17
2.2.5 Reproduktionspotential	18
2.2.6 Für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren	20
2.3 Datenblätter zu den IAS	22
2.3.1 Allgemeine Informationen und Bewertung des Invasionsrisikos	22
2.3.2 Zusätzliche Informationen für IAS mit sehr hohem Invasionsrisiko	22
3 Ergebnisse	24
3.1 Identifikation der schienenrelevanten IAS	24
3.2 Bewertungskriterien	25
3.2.1 Status und Häufigkeit in Deutschland	25
3.2.2 Vorkommen in den Nachbarländern.....	25
3.2.3 Ausbreitungstendenzen	26
3.2.4 Prognostizierte Auswirkungen des Klimawandels	26
3.2.5 Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen	27
3.2.6 Generationszeit	31
3.2.7 Anzahl Nachkommen	31
3.2.8 Für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren	32
3.3 Bewertung des Invasionsrisikos	33
4 Datenblätter.....	45
4.1 Heracleum mantegazzianum - Riesen-Bärenklau	45
5 Zusammenfassende Bewertung.....	54
5.1 Unabsichtliche Verschleppung von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene	54

5.2	Vorkommen von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene	56
5.3	Schnittstellen mit anderen Verkehrsträgern.....	57
6	Empfehlungen	59
6.1	Prävention und Maßnahmen	59
6.1.1	Prävention	59
6.1.2	Bekämpfungs-, Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen an Standorten mit invasiven Arten ...	60
6.2	Identifikation prioritär zu bekämpfender Arten	62
6.2.1	Gesetzliche Grundlagen	62
6.2.2	Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen.....	62
6.2.3	Kriterien.....	63
7	Abbildungsverzeichnis	65
8	Tabellenverzeichnis	66
9	Quellenverzeichnis	67
10	Anhänge.....	75
10.1	Übersicht aller terrestrischen und aquatischen IAS.....	75

Kurzbeschreibung / Abstract

Diese Veröffentlichung bildet Band I des Forschungsvorhabens „Ermittlung und Risikobewertung der für den Verkehrsträger Schiene kritischen invasiven Arten“, in welchem eine Methodik zur Ermittlung des Schienenspezifischen Invasionspotentials für invasive Arten entwickelt und für 123 terrestrische Tier- und Pflanzenarten angewendet wurde.

Für alle 123 in der Risikoanalyse berücksichtigten IAS wurden die Bewertungsergebnisse mit den zugrundeliegenden Daten unter Angaben der verwendeten Quellen in Datenblättern dargestellt, welche Band II des Endberichtes bilden. Für die IAS mit einem sehr hohen Invasionsrisiko enthalten die Datenblätter außerdem Angaben zu mit den IAS verbundenen Risiken für die menschliche Gesundheit, möglichen ökonomischen Schäden sowie eine kurze Darstellung erfolgreicher Bekämpfungsmaßnahmen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden 123 in Deutschland als invasiv geltende, gebietsfremde Arten (Invasive Alien Species = IAS) mit terrestrischer Lebensweise hinsichtlich ihres Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene bewertet. Gefäßpflanzen bilden dabei mit 70 % die größte Gruppe, gefolgt von Säugetieren (14 %), Vögeln (11 %) und Insekten (4 %).

Für die Risikoanalyse wurden folgende Bewertungskriterien verwendet:

1. Die Verbreitung und das Vorkommen der Art in Mitteleuropa
2. Die aktuellen und prognostizierten Ausbreitungstendenzen der Art in Mitteleuropa
3. Das Vorkommen der Art in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen
4. Das artspezifische Reproduktionspotential
5. Die Verwendung von für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfaden und Ausbreitungsvektoren

Jedes Kriterium wurde mit Punkten von -2 (bei Ausprägungen, die eine starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion bedingen) über 0 (bei Ausprägungen, die für eine mittlere Invasionswahrscheinlichkeit typisch sind) bis +2 (bei starker Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion) bewertet.

Das finale Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene wurde aus der Gesamtsumme der fünf Bewertungskriterien gebildet: Je höher die Gesamtsumme der Punkte ist, desto höher wird ihr Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene bewertet. Die für die Abschätzung des Invasionsrisikos benötigten Daten stammen aus einer Datenbank- und Literaturrecherche. Insgesamt wurden mehr als 1300 Literaturquellen und Datenbanken eingesehen

Die Risikoanalyse zeigt, dass von 29 Arten keine aktuellen Vorkommen in Deutschland bekannt sind, 14 als unbeständig gelten und 80 Arten etabliert sind. Von den etablierten IAS kommen 24 kleinräumig und 56 großräumig vor. Die meisten Tierarten kommen in keinem oder nur 1 der 8 schienenrelevanten Lebensräume vor, während der Großteil der Pflanzenarten in mindestens 3 der schienenrelevanten Lebensräume wachsen kann. Insgesamt wurden für alle 38 berücksichtigten Tierarten und 83 der 85 Pflanzenarten Literaturangaben gefunden, dass sie durch mindestens einen der für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren ausgebreitet werden können. Während bei Wirbeltieren die Fähigkeit zur Selbstausbreitung mit Abstand am häufigsten angegeben wurde, gab es bei Wirbellosen und Pflanzen ein weites Spektrum möglicher Ausbreitungspfade und -vektoren. Die unabsichtliche Verschleppung durch Transport von Boden, Pflanzenmaterial oder Holz wurde dabei in der gesichteten Literatur mit Abstand am häufigsten genannt.

Die Bewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene ergab, dass für 17 % der IAS ein sehr hohes Invasionsrisiko und für 38 % ein hohes Risiko angenommen werden kann. Für 42 % der IAS ergab sich ein mittleres und für 2 % ein geringes Invasionsrisiko und keine der untersuchten IAS erfüllte die Kriterien für ein sehr geringes Invasionsrisiko. Pflanzenarten wurden im Vergleich zu Tierarten deutlich häufiger mit hohem oder sehr hohem Invasionsrisiko bewertet, während keine der berücksichtigten Tierarten mit einem sehr hohen Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene bewertet wurde.

Im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene kann es durch eine Vielzahl von Prozessen zu einer unabsichtlichen Verschleppung von IAS kommen, insbesondere von Pflanzenarten und vermutlich auch von Wirbellosen. Um quantitative Aussagen über die Bedeutung einzelner Ausbreitungspfade und -vektoren treffen zu können, wären weitere Untersuchungen notwendig.

Die meisten der invasiven Pflanzenarten und eine Reihe der invasiven Tierarten finden im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene geeignete Lebensräume vor. Für 66 der 123 Arten wurden Nachweise gefunden, dass sie das direkte Umfeld des Verkehrsträgers Schiene bereits besiedelt haben. Insbesondere invasive Pflanzenarten sind bereits vergleichsweise häufig an Bahnanlagen zu finden. Um quantitative Aussagen über ihre Häufigkeit treffen zu können, wären weitere Untersuchungen notwendig.

Abschließend werden Kriterien für die Prioritätensetzungen bei Managementmaßnahmen gegen IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene vorgeschlagen sowie allgemeine Empfehlungen zu Prävention, Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen und der Bekämpfung von IAS ausgesprochen.

Summary

In this study, 123 terrestrial Invasive Alien Species (IAS) were assessed on their risk of invasion of the German railway system. In the analysis, vascular plants represent the largest group (70 %), followed by mammals (14 %), birds (11 %) and insects (4 %).

For the assessment the following criteria were used:

1. Distribution and occurrence in Central Europe
2. Current and predicted expansion in Central Europe
3. Distribution in railway specific habitats
4. Reproduction potential
5. Use of Railway-relevant dispersal pathways and vectors

Each criterion was evaluated using a scheme ranging from -2 points (for characteristics that strongly reduce the probability of invasion), to 0 points (for characteristics that are typical for a medium invasion probability) to +2 points (for characteristics with a strong increase in the probability of invasion). The risk of invasion by terrestrial IAS was calculated as the total sum of the five criteria: The higher the total sum, the higher the invasion risk for the railway system. The data needed to estimate the risk of invasion derives from a database and literature research. Overall, more than 1300 references and databases were considered.

The analysis shows that for 29 IAS no current distribution in Germany is known, 14 species are considered to be impermanently distributed, and 80 species are established. Out of these established species, 24 species are established on a small scale and 56 species are established on a large scale. Most of the animal species are found in no or only one of the eight relevant habitats, while the majority of the plant species can grow in at least three of the relevant habitats. In total, for all 38 considered animal species as well as for 83 of the 85 plant species, references were found confirming that they can be distributed at least by one of the relevant dispersal pathways and vectors. While in vertebrates, the ability of self-distribution was by far the most common, invertebrates and plants show a wide range of possible dispersal pathways and vectors. The unintentional dispersal by transport of soil, plant material or wood was in this case the most frequently mentioned pathway in the literature.

The assessment of potential invasion risks to the German railway system showed that for 17 % of the IAS a very high invasion risk, and for 38 % a high invasion risk can be assumed. A medium invasion risk is assumed for 42 % of the IAS and a low invasion risk for 2 %. None of the investigated IAS fulfilled the criteria for a very low invasion risk. Plant species were more frequently assessed as having a high or very high invasion risk compared to animal species and none of the considered animal species was assessed as having a very high invasion risk to the railway system in Germany.

In the immediate surroundings of the railway system, a large number of processes can favour the unintentional dispersal of IAS, in particular plants species and presumably also invertebrates. In order to make quantitative statements about the importance of specific dispersal pathways and vectors, further investigations would be necessary.

Most of the invasive plant species and a number of invasive animal species find suitable habitats in the direct vicinity of the railway system. Evidence has been found that 66 of the 123 species have already settled in the direct rail environment. Especially invasive plant species are already found frequently in

the direct surroundings of the railway system. In order to make quantitative statements about their abundance, further investigations would be necessary.

For the 123 IAS included in the risk analysis, the results of the evaluation together with the underlying data and the references used, are presented in form of data sheets, which form the second volume of this final report. For those IAS with a very high invasion risk, the data sheets also contain additional information of the potential risks to human health, possible economic damages as well as a brief description of successful control measures.

Finally, criteria for prioritising management measures against IAS in the railway environment are proposed and general recommendations on prevention, construction and maintenance measures as well as control measures of IAS are given.

1 Einleitung

Invasive gebietsfremde Arten (Invasive Alien Species, IAS) gelten weltweit als eine der wichtigsten Bedrohungen der Biodiversität (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Sie können die menschliche Gesundheit beeinträchtigen (Schindler et al. 2015) und beträchtliche ökonomische Schäden verursachen (Williams et al. 2011, Hoffmann & Broadhurst 2016).

Vor allem aufgrund der globalisierungsbedingt zunehmenden Handelsströme und des Klimawandels wird zukünftig mit einer Zunahme der mit invasiven Arten verbundenen Probleme gerechnet (Kleinbauer et al. 2010, Bradley et al. 2012, Colunga-Garcia et al. 2013, Lenda et al. 2014, van Valkenburg et al. 2014, Early et al. 2016). Die Bekämpfung invasiver Arten bzw. die Minderung der damit verbundenen Gefahren ist deshalb wichtiger Bestandteil internationaler Vereinbarungen, z. B. der Biodiversitätskonvention (CBD 1992) oder der Internationalen Seerechtskonvention (UN 2013). Die Bekämpfung von IAS ist auch Teil der nationalen Biodiversitätsstrategie (BMUB 2007) und aufgrund gesetzgeberischer Vorschriften vorgeschrieben. Zu nennen sind hier insbesondere die EU-Verordnung über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sowie das erst im September 2017 bezüglich invasiver Arten geänderte Bundesnaturschutzgesetz.

IAS können auf die unterschiedlichste Art und Weise zunächst in ein Gebiet eingeführt werden und sich dort anschließend ausbreiten. Eine wichtige Rolle für die Überbrückung von Distanzen von vielen (tausend) Kilometern spielt dabei die unabsichtliche Verschleppung durch Verkehr bzw. mit dem Transport von Gütern, mit Flugzeugen, Schiffen, Straßen- oder Schienenverkehr (Hulme et al. 2008, Madsen et al. 2014, Wilson et al. 2017).

Für invasive Tierarten gibt es vergleichsweise wenig Hinweise, dass sie über den Verkehrsträger Schiene ausgebreitet werden oder das Umfeld von Bahnanlagen besiedeln (vgl. Nehring et al. 2015b, Ascensão & Capinha 2017). Demgegenüber breiten sich eine ganze Reihe von invasiven Pflanzenarten entlang von Bahnlinien aus (z. B. Brandes 1993, Ernst 1998). Im direkten Umfeld von Bahnanlagen kommen viele invasive Pflanzenarten vor (Brandes 1993, Wilkomirski et al. 2012, Galera et al. 2014), viele davon sind häufig: beispielsweise die aus Nordamerika stammende Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*), der in Ostasien heimische Götterbaum (*Ailanthus altissima*), das aus Südafrika mit Wolltransporten nach Europa gelangte Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*) oder die in Südosteuropa bis Westasien heimische Zackenschote (*Bunias orientalis*). Andere an Bahnstrecken vorkommende IAS sind hingegen bisher nicht nach Deutschland gelangt, z. B. der im Mittelmeergebiet invasive Kampferbaum (*Cinnamomum camphora*) (vgl. CABI 2017 - *Cinnamomum camphora*).

Ziel dieser Studie ist es, diejenigen invasiven und potentiell invasiven Arten zu ermitteln, die für den Verkehrsträger Schiene, speziell in Deutschland, bereits relevant sind oder in Zukunft relevant werden können. Darüber sollen die im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene vorhandenen Ausbreitungspfade bzw. -vektoren identifiziert werden, die in Verbindung mit der Einfuhr von IAS und ihrer weiteren Ausbreitung stehen.

2 Material & Methoden

2.1 Identifikation der für den Verkehrsträger Schiene relevanten IAS

Im Rahmen dieser Studie werden alle terrestrisch lebenden invasiven gebietsfremden Arten (IAS: Invasive Alien Species) berücksichtigt, die in den vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) herausgegebenen Invasivitätsbewertungen oder der Unionsliste invasiver Arten (inklusive der für die Erweiterung im Jahr 2018 vorgeschlagenen Taxa) aufgelistet sind. Außerdem werden die in Deutschland als invasiv geltenden Zweiflügler Asiatische Buschmücke (*Aedes japonicus*) und Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) berücksichtigt. Im Einzelnen wurden die folgenden Quellen verwendet:

EU (2016): Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1141 of 13 July 2016 adopting a list of invasive alien species of Union concern pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1468477158043&uri=CELEX:32016R1141>. Eingesehen am 15.9.2017

EU (2017): Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1263 of 12 July 2017 updating the list of invasive alien species of Union concern established by Implementing Regulation (EU) 2016/1141 pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R1263>. Eingesehen am 15.9.2017.

Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch, W. & Essl, F. (Hrsg.) (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352: 202 S.

Nehring, S., Rabitsch, W., Kowarik, I. & Essl, F. (Hrsg.) (2015b): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Wirbeltiere. BfN-Skripten 409: 222 S.

Nehring, S. (2016): Die invasiven gebietsfremden Arten der ersten Unionsliste der EU-Verordnung Nr. 1143/2014. BfN-Skripten 438: 134 S.

Rabitsch, W., Nehring, S. (Hrsg.) (2017): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde aquatische Pilze, Niedere Pflanzen und wirbellose Tiere. BfN-Skripten 458: 220 S. [enthält nur aquatische Taxa].

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: 142 S.

WGIAS (2017): Working Group on Invasive Alien Species: Progress in the implementation of the EU Regulation 1143/2014 on Invasive Alien Species. 11 IAS proposed (8 species + 3 genera) for second update of the Union list (2018). Brüssel 8.7.2017. European Commission DG Environment. <https://circabc.europa.eu/sd/a/35ffe6a1-8dae-4254-8afa-1299046e1f64/20170608%20WGIAS.pptx.pdf>. Eingesehen am 21.9.2017.

Die Angaben zur Lebensweise (terrestrisch vs. aquatisch) konnten in der Regel direkt aus den oben genannten Quellen entnommen werden. Bei einzelnen widersprüchlichen oder fehlenden Angaben wurde weitere Literatur herangezogen.

2.2 Bewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene

In den letzten Jahren wurde in einer Vielzahl von Studien versucht, die von IAS ausgehenden Risiken und Gefahren sowie die Wahrscheinlichkeit ihrer Invasion abzuschätzen (z. B. Pheloung et al. 1999, Weiss & Iaconis 2002, Krivanek & Pyšek 2006, Csurhes & Markula 2010, Nehring et al. 2015a, Tyler et al. 2015, Daehler 2017, NNSS 2017, Tanner et al. 2017). Die in diesen Studien angewendeten Bewertungsmethoden, aber auch die verwendeten Eigenschaften der IAS unterscheiden sich beträchtlich, was teilweise mit den sich in Details unterscheidenden Zielstellungen der einzelnen Studien zu erklären ist.

Eine Standardmethode für die Risikobewertung von IAS hat sich bisher nicht durchgesetzt. Zudem wurde in den meisten der oben zitierten Studien der Fokus auf naturschutzfachlich wertvolle Lebensräume (seltener auch landwirtschaftliche Nutzflächen) gelegt. Die in diesen Studien verwendeten Methoden und Bewertungskriterien sind deshalb nur bedingt für die Bewertung des Invasionsrisikos an Ruderalstandorten, wie sie für den Verkehrsträger Schiene typisch sind, geeignet. Deshalb wurde eine speziell auf den Verkehrsträger Schiene zugeschnittene Bewertungsmethode entwickelt, deren Ziel es war, die Wahrscheinlichkeit bzw. das Risiko abzuschätzen, mit dem eine IAS durch den Verkehrsträger Schiene nach Deutschland eingeführt oder innerhalb von Deutschland ausgebreitet werden könnte. Bei der Methodenentwicklung wurden die folgenden Grundsätze beachtet:

- Trennung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion von den damit verbundenen Risiken
- Verwendung einer einfachen und für Außenstehende nachvollziehbaren Methodik
 - o Verwendung möglichst weniger, aussagekräftiger Bewertungskriterien
 - o Kategorisierung aller Bewertungskriterien
 - o Gleiche Gewichtung aller Bewertungskriterien bei der Gesamtbewertung
- Robustheit gegenüber falscher Einschätzung eines Bewertungskriteriums
 - o Verwendung einer genügend großen Anzahl von Bewertungskriterien
 - o Verwendung einer mittleren Anzahl von Kategorien, da bei Verwendung von zu wenigen Kategorien, z. B. 2, die Bewertung bei einer Fehleinschätzung zu großen Fehlern führen würde

Das Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene wurde mit Hilfe der in Tabelle 1 genannten fünf Kriterien abgeschätzt, deren Auswahl sich vor allem an Krivanek & Pyšek (2006), Stohlgren & Schnase (2006) und Daehler (2017) orientiert hat.

TABELLE 1: KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DES INVASIONSRIKOS

Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa

Ausbreitungstendenzen in Mitteleuropa

Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen

Reproduktionspotential

Für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren

Für jedes der fünf Bewertungskriterien wurden die Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit einer Invasion für den Verkehrsträger Schiene nach einem einheitlichen Schema bewertet, dabei wurden zwei

schen -2 und +2 Punkten vergeben (Tabelle 2). 0 Punkte wurden für die Ausprägungen vergeben, die einer ‚mittleren‘ Wahrscheinlichkeit einer Invasion entsprechen (z. B. eine mittlere Anzahl an Nachkommen). Bei Ausprägungen, welche die Invasionswahrscheinlichkeit gegenüber der mittleren Ausprägung mindern, wurden negative Werte vergeben (bzw. Punkte abgezogen) (z. B. bei wenigen Nachkommen) und bei Ausprägungen, welche die Invasionswahrscheinlichkeit gegenüber der mittleren Ausprägung erhöhen, wurden Punkte addiert (z. B. bei vielen Nachkommen).

TABELLE 2: EINHEITLICHES, BEI ALLEN BEWERTUNGSKRITERIEN VERWENDETES PUNKTESCHEMA ZUR ABSCHÄTZUNG DER WAHRSCHEINLICHKEIT EINER INVASION

Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkt
Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

Für die abschließende Gesamtbewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene wurden für jede IAS die Punkte der fünf Kriterien addiert und eine Gesamtbewertung entsprechend den in Tabelle 3 aufgeführten Grenzen vorgenommen. Nach dieser Methode weisen mit 0 Punkten bewertete Arten ein mittleres Invasionsrisiko auf (vgl. Daehler 2017).

TABELLE 3: GESAMTBEWERTUNG DES INVASIONSRIKOS NACH DER GESAMTSUMME DER PUNKTE DER FÜNF KRITERIEN

-10 bis -7 Punkte	Sehr geringes Invasionsrisiko
-6 bis -3 Punkte	Geringes Invasionsrisiko
-2 bis +2 Punkte	Mittleres Invasionsrisiko
+3 bis +6 Punkte	Hohes Invasionsrisiko
+7 bis +10 Punkte	Sehr hohes Invasionsrisiko

2.2.1 Datengrundlage

Um die für die Abschätzung des Invasionsrisikos benötigten Daten zusammenzustellen, wurde eine Datenbank- und Literaturrecherche durchgeführt. Ausgangspunkt der Recherche bildeten dabei die Invasivitätsbewertungen des BfN (s. o.). Außerdem wurden weitere Datenbanken zu IAS ausgewertet, beispielsweise das Invasive Species Compendium des Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI 2017), die Datenbank der European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO 2017), die Global Invasive Species Database (GISD 2017) sowie die Datenbanken des European Network on Invasive Alien Species (NOBANIS 2017). Insofern die darin enthaltenen Daten aus anderen Publikationen übernommen wurden, wurden die Originalpublikationen in der Regel nicht erneut eingesehen, jedoch darauf geachtet, nur die für Mitteleuropa relevanten Daten zu übernehmen.

Für jede IAS wurde eine systematische Literatursuche durchgeführt (i. d. R. ab dem Vorjahr des Erscheinungsjahrs der Invasivitätsbewertungen des BfN), welche u. a. Web of Science, Zoological Record, Biological Abstracts sowie DNL-online umfasste. Die gefundene Literatur wurde auf Relevanz gesichtet und ausgewertet. Zu Aspekten, die in den vorhandenen Datenbanken nur unzureichend abgedeckt waren,

wurden weitere Datenbanken, Reviews und Originalpublikationen gesucht und ausgewertet (Einzelheiten siehe Kapitel 2.2.2 bis 2.2.6).

Die in die Bewertung einfließenden Daten werden in der zu diesem Bericht gehörigen Dokumentation einzeln mit Quelle (und ggf. der darin zitierten Originalarbeit) aufgeführt.

2.2.2 Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa

Die Häufigkeit von Arten in der Umgebung des betrachteten Standortes wird in Invasivitätsbewertungen häufig verwendet, um das aktuelle Invasionsrisiko abzuschätzen (z. B. Krivanek & Pyšek 2006, Nehring et al. 2015a, Tyler et al. 2015).

Das Schienennetz erstreckt sich über ganz Deutschland und ist eng mit den Nachbarländern vernetzt. Deshalb werden für die Abschätzung des Invasionsrisikos sowohl Status und Häufigkeit der IAS in Deutschland, als auch die Häufigkeit ihres Vorkommens in den direkt an Deutschland angrenzenden Nachbarländern betrachtet (Tabelle 4).

TABELLE 4: BERÜCKSICHTIGUNG DER NACHBARLÄNDER

Dänemark	DK	
Polen	PO	
Tschechische Republik	CZ	
Österreich	AU	
Schweiz	CH	
Frankreich	FR	Vorkommen in Südfrankreich werden nicht berücksichtigt. Arten, die nur im mediterran geprägten Südfrankreich vorkommen, werden mit hoher Wahrscheinlichkeit auch unter Klimawandelbedingungen in Deutschland keine geeigneten Lebensbedingungen vorfinden (Pompe et al. 2011, Hickler et al. 2012). Darüber hinaus ist die geographische Distanz nach Südfrankreich relativ groß, was das Invasionsrisiko ebenfalls mindert.
Luxemburg	LU	
Belgien	BE	
Niederlande	NL	

Die Angaben zu Häufigkeit und Status der IAS in Deutschland (DE) stammen überwiegend aus den Invasivitätsbewertungen des BfN. Nur in Einzelfällen (z. B. bei nicht in den Listen enthaltenen Arten oder in den letzten Jahren eingewanderten Arten) wurden weitere Quellen herangezogen.

Die Angaben zu Vorkommen der IAS in den Nachbarländern wurden aus zahlreichen Quellen zusammengestellt. Gute Übersichten zur weltweiten Verbreitung der IAS finden sich in CABI (2017) und für Pflanzenarten in Europa bei Euro+Med (2017). Die in der Dokumentation verwendeten Ländercodes entsprechen ISO 3166.

Die Auswirkungen von Status und Häufigkeit der IAS in Deutschland sowie dem Vorkommen in den Nachbarländern auf das Invasionsrisiko wurden nach dem in Tabelle 5 aufgeführten Schema bewertet.

Dabei wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit einer Invasion für den Verkehrsträger Schiene ansteigt, je häufiger eine Art in Deutschland bzw. den Nachbarländern vorkommt.

TABELLE 5: BEWERTUNG VON VERBREITUNG UND VORKOMMEN DER IAS IN MITTELEUROPA

fehlend	Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
keine aktuellen Vorkommen bekannt, IAS früher aber nachgewiesen	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
unbeständig, Einzelfunde	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
etabliert, kleinräumig	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
etabliert, großräumig	Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

Wenn eine Art in weniger als 3 der oben aufgeführten Nachbarländer vorkommt, wird 1 Punkt abgezogen, wenn sie in mehr als 4 Nachbarländern vorkommt wird 1 Punkt addiert. Insgesamt werden jedoch nicht weniger als -2 Punkte und nicht mehr als +2 Punkte vergeben.

2.2.3 Ausbreitungstendenzen

Eines der besten Kriterien, um das Invasionsrisiko abzuschätzen, ist die Betrachtung der Invasivität unter vergleichbaren Umweltbedingungen (Krivaneck & Pyšek 2006, Daehler 2017). Außerdem ist es sinnvoll, die Auswirkungen des Klimawandels auf zukünftige Arealverschiebungen oder die Fitness der Arten zu betrachten (z. B. Kleinbauer et al. 2010).

Im Rahmen dieser Studie wurden deshalb sowohl aktuelle Ausbreitungstendenzen der IAS in Mitteleuropa (also unter vergleichbaren Umweltbedingungen), als auch die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels auf die IAS in Mitteleuropa berücksichtigt. Die Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit einer Invasion wurden nach dem in Tabelle 6 aufgeführten Schema bewertet. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei Arten, die aktuell in Mitteleuropa expansiv sind und bei Arten, die durch den Klimawandel gefördert werden, mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einer Invasion zu rechnen ist.

TABELLE 6: BEWERTUNG DER AUSBREITUNGSTENDENZEN

zurückgehend	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
stabil	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
expansiv	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt

Wenn in der Literatur begründete Annahmen vorlagen, dass eine Art in Mitteleuropa durch den Klimawandel negativ beeinflusst wird, wurde 1 Punkt abgezogen, wenn die IAS vermutlich positiv beeinflusst wird, wurde ein 1 Punkt addiert. Insgesamt können somit zwischen -2 und +2 Punkten erreicht werden.

Bei Vorliegen widersprüchlicher Angaben zu den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels, wurde der Bewertung das worst-case-Szenario zugrunde gelegt. Sowohl für die aktuellen Ausbreitungstendenzen, als auch für die Auswirkungen des Klimawandels konnte für etwa 1/3 der Arten keine Angabe ermittelt werden. Diese Arten wurden zunächst mit jeweils 0 Punkten bewertet, was einer mittleren Invasionswahrscheinlichkeit entspricht. In der Bewertung wird bei diesen Arten zusätzlich angegeben,

ob und wie sich die Gesamtbewertung unter Annahme des best- bzw. worst-case-Szenarios verändert hätte.

2.2.4 Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen

Um abzuschätzen, ob die IAS im direkten Umfeld des Verkehrsträgers Schiene geeignete Lebensbedingungen vorfinden, wurden die Lebensraumansprüche der IAS mit den im unmittelbaren Bahnumfeld anzutreffenden Lebensräumen verglichen (vgl. DB AG 2107). Als unmittelbares Bahnumfeld werden dabei auf freier Strecke der Gleisbereich und die sogenannte Rückschnittzone verstanden, die in der Regel nur wenige Meter breit ist (Deutsche Bahn AG 2017). Im Bahnhof- und Siedlungsbereich kommen Gebäude und die im Bahnumfeld häufig anzutreffenden Kleingärten hinzu.

In Ermangelung genauer Daten zu Ausprägung und Häufigkeit der Lebensräume im unmittelbaren Bahnumfeld wurde vereinfachend angenommen, dass im Bahnumfeld vor allem die IAS vorkommen und sich ausbreiten können, die sich in mindestens einem der 8 in Tabelle 7 genannten Lebensräume ansiedeln und vermehren können (vgl. Brandes 1993, Galera et al. 2014).

Die Angaben zu Lebensräumen in den Invasivitätsbewertungen des BfN berücksichtigen vor allem naturschutzfachlich wertvolle Lebensräume, die im Bereich der hier berücksichtigten Rückschnittzone, die in der Regel nur wenige Meter breit ist, nur eine untergeordnete Rolle spielen dürfte. Deshalb wurden zusätzliche Quellen verwendet, vor allem CABI (2017) sowie für Pflanzen Jäger (2011). Für die Pflanzen wurden außerdem zahlreiche Studien ausgewertet, die sich explizit mit der Flora und Vegetation von Eisenbahnanlagen beschäftigten (Übersicht in Brandes 2008). Als wichtige Arbeiten zur Eisenbahnflora seien Brandes (1993), umfangreiche Studien aus Österreich (Hohla et al. 1998, Hohla et al. 2000, Hohla et al. 2002, Hohla et al. 2005), Tschechien (Jehlík 1995), Polen (Wrzesień et al. 2006, Wrzesień et al. 2016a, Wrzesień et al. 2016b), Großbritannien (Sargent 1982, Sargent 1984) und Finnland (Niemi 1969) genannt, die zusammen mehr als 1.500 Pflanzenarten im direkten Umfeld von Eisenbahnanlagen nachweisen konnten.

TABELLE 7: FÜR DEN VERKEHRSTRÄGER SCHIENE RELEVANTE LEBENSRÄUME BZW. FUNDORTE

Eisenbahngelände

Häfen oder Umschlagplätze

Straßen- oder Wegränder, Säume

Grünland (ruderal beeinflusst)

Gebüsche oder Hecken

Brachflächen

Gärten

Gebäude oder Mauern

Um abschätzen zu können, wie sich die Lebensraumansprüche der IAS auf das Invasionsrisiko im Bahnumfeld auswirken, wurde stark vereinfachend angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit einer Invasion mit der Anzahl der besiedelbaren Lebensräume ansteigt (Tabelle 8) (vgl. Daehler 2017 für einen ähnlichen Ansatz).

TABELLE 8: BEWERTUNG DES VORKOMMENS VON IAS IN FÜR DEN VERKEHRSTRÄGER SCHIENE RELEVANTEN LEBENSRAUMEN

Kein für den Verkehrsträger Schiene relevanter Lebensraum	Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
1 für den Verkehrsträger Schiene relevanter Lebensraum	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
2 für den Verkehrsträger Schiene relevante Lebensräume	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
3-4 für den Verkehrsträger Schiene relevante Lebensräume	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
> 4 für den Verkehrsträger Schiene relevante Lebensräume	Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

Bei den Tierarten wurde zusätzlich geprüft, ob das direkte Umfeld von Bahnanlagen überhaupt einen zur Reproduktion geeigneten Lebensraum darstellen kann. Beispielsweise sind viele der invasiven Gänse-Arten zur Nahrungsaufnahme auch regelmäßig im Grünland anzutreffen. Aufgrund von Störungen durch den Bahnverkehr ist das Grünland im unmittelbaren Bahnumfeld, die Rückschnittzone ist in der Regel nur wenige Meter breit, aber kein geeignetes Bruthabitat (vgl. Ascensão & Capinha 2017) und wurde deshalb nicht berücksichtigt.

2.2.5 Reproduktionspotential

Das Invasionsrisiko sowie mögliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten (Migrationsraten) werden wesentlich durch die Geschwindigkeit des Populationswachstums bestimmt (Higgins & Richardson 1999). Das Messen von Populationswachstumsraten ist aber sehr aufwendig und liegt deshalb nur für wenige Arten vor. Zum Abschätzen potenzieller Wachstumsraten werden deshalb häufig Generationszeit (Alter bei dem erstmals Nachkommen gezeugt werden) und die Anzahl der Nachkommen pro Jahr verwendet (Higgins et al. 2003a). Diese beiden Merkmale wurden auch im Rahmen dieser Studie verwendet, um das Reproduktionspotential abzuschätzen (Tabelle 9).

TABELLE 9: BEWERTUNG DES REPRODUKTIONSPOTENZIALS

Generationszeit

> 10 Jahre	Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
3-10 Jahre	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
1,2-2 Jahre	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
6-14 Monate	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
< 6 Monate	Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

Anzahl Nachkommen pro Jahr**mit Brutpflege**

< 1	Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
1	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
2-3	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
3-10	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
> 10	Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

ohne Brutpflege

< 100	Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
100-1.000	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
1.000-10.000	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
10.000-100.000	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
> 100.000	Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

Um die Auswirkung des Reproduktionspotentials auf das Invasionsrisiko abzuschätzen wurde der (ggf. aufgerundete) Mittelwert der für Generationszeit und Anzahl der Nachkommen pro Jahr vergebenen Punkte verwendet.

Bei der Anzahl der Nachkommen wurde zwischen Arten mit Brutpflege und Arten ohne Brutpflege unterschieden, da sich die Anzahl der Nachkommen aufgrund der unterschiedlichen Überlebensraten sonst nicht vergleichen lässt. Bei den sozialen Insektenarten wurden nur die sich reproduzierenden Individuen gezählt. Bei sich klonal fortpflanzenden Pflanzen wurde auch die potentielle Anzahl vegetativer Diasporen (z. B. Sprossfragmente) berücksichtigt.

Die Anzahl der Nachkommen (Junge, Eier oder Samen) ist eines der variabelsten Merkmale von Organismen und stark von den Umweltbedingungen abhängig (Harper 1977). Maximal-Werte sind deshalb oft wenig aussagekräftig. Deshalb wurden für die Kategorisierung ‚typische‘ Werte zugrunde gelegt. Bei der Kategorisierung der Generationszeit wurde in der Regel die kürzeste in der Literatur gefundene Generationszeit übernommen, Ausreißer wie ‚erste Brut nach 2-3 Jahren, selten auch im ersten Jahr‘ aber nicht berücksichtigt. Fehlende Angaben wurden durch Vergleich mit nahe verwandten bzw. mor-

phologisch vergleichbaren Arten ergänzt (vgl. Shan et al. 2012), was angesichts der recht weit gefassten Kategorien zu keiner größeren Fehleinschätzung des Invasionsrisikos führen dürfte.

Bei Pflanzen wurden zusätzlich erfasst, ob sie sich durch Ausläufer oder Wurzelsprosse vermehren oder regenerieren können. Dieses Merkmal fließt nicht in die Bewertung des Reproduktionspotenzials ein, bietet aber wichtige Hinweise auf das Regenerationsvermögen der IAS nach Bekämpfungsmaßnahmen.

2.2.6 Für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren

Für die Einschätzung des Invasionsrisikos spielen Ausbreitungspfade bzw. -vektoren eine zentrale Rolle (vgl. Weiss & Iaconis 2002, Hulme et al. 2008, Wilson et al. 2009, Nehring et al. 2015a, WGIAS 2016, Daehler 2017). Retrospektiv werden davon bisweilen Einbringungs- und Einfuhrvektoren und -pfade abgegrenzt (z. B. Nehring et al. 2015a, Scheibner et al. 2015, Schmiedel et al. 2015), ohne dass die genaue Unterscheidung der damit gemeinten Prozesse immer eindeutig oder aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten möglich ist. Im Folgenden wird deshalb für alle diese Prozesse der Sammelbegriff Ausbreitungspfade bzw. -vektoren verwendet.

Für die Abschätzung des Invasionsrisikos wurden nur Ausbreitungspfade bzw. -vektoren berücksichtigt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Fernausbreitung (> 100 m, vgl. Tackenberg 2001) im direkten Umfeld des Verkehrsträgers Schiene führen können (Tabelle 10). Für den Verkehrsträger Schiene nicht relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren, z. B. durch Wasser oder mit Schiffen wurden deshalb nicht berücksichtigt.

Ausbreitungspfade und -vektoren, die vor allem der Nahausbreitung dienen, wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Beispielsweise trägt das Kriechen von Kiefernholz-nematoden nicht zu ihrer Fernausbreitung bei und Pflanzen können sich durch Ausläufer nicht über große Distanzen ausbreiten. Berücksichtigt wurde hingegen die Ausbreitung von Wurzel-, Spross- oder Ausläuferfragmenten, weil diese z. B. mit Boden über große Entfernungen transportiert werden können.

TABELLE 10: FÜR DEN VERKEHRSTRÄGER SCHIENE RELEVANTE AUSBREITUNGSPFADE BZW. -VEKTOREN

Ausbreitungspfade bzw. -Vektoren	Kommentar
1. Selbstausbreitung	in der Regel nur bei Tieren über größere Distanzen möglich, bei Pflanzen deshalb nicht berücksichtigt
2. Ausbreitung durch Wind	wurde nur erfasst, wenn Ausbreitung über größere Distanzen wahrscheinlich ist (vgl. Tackenberg 2003, Tackenberg et al. 2003)
Ausbreitung durch Tiere	
3. Ausbreitung an der Oberfläche, meist an Fell oder Klauen von Säugetieren	wurde nur berücksichtigt, wenn die ausbreitenden Tiere größere Distanzen zurücklegen können, im terrestrischen System i. d. R. also bei Säugetieren, Vögeln (vgl. Will & Tackenberg 2008) oder flugfähigen Insekten (z. B. Evans et al. 1996)
4. Ausbreitung durch Ausscheidung überlebender Stadien nach Fraß und Verdauung	
Ausbreitung durch den Menschen und menschliche Tätigkeiten	
5. Ausbreitung durch Fahrtwind	im Vergleich zur Windausbreitung für ein größeres Artenspektrum relevant (vgl. von der Lippe & Kowarik 2007)
6. Ausbreitung durch Anhaften an Zügen bzw. Mitfahren als blinder Passagier	von anderen Ausbreitungspfaden bzw. -vektoren oft nur schlecht abzugrenzen
7. Ausbreitung durch Anhaften an Kleidung oder Gepäck	auch bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen relevant
8. Ausbreitung durch Transport von Gütern in Verpackungen aus organischem Material	insbesondere bei Holzschädlingen relevant
9. Ausbreitung durch Transport oder Ausbringung von unverpackt transportierten Gütern wie Erde, Holz, Pflanzenmaterial, Gartenabfällen, Autoreifen	diese Güter sind regelmäßig mit IAS kontaminiert, auch bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen relevant
10. Ausbreitung durch Transport oder Ausbringen von mit IAS kontaminiertem Saatgut oder Futtermitteln	auch bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen relevant
11. Ausbreitung durch Anhaften an Nutzfahrzeugen	vor allem bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen relevant

Da bisher keine systematischen Studien zur Windausbreitung durch Fahrtwind von Zügen vorliegen, diese aber als wichtiger Ausbreitungspfad bzw. -vektor gilt (vgl. Brandes 1993, Blanchet et al. 2015), wurde angenommen, dass alle windausbreiteten Arten auch durch Fahrtwind ausgebreitet werden (vgl. auch von der Lippe & Kowarik 2007).

Für alle IAS wurde im Rahmen einer Datenbank- und Literaturrecherche erfasst, durch welche der relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren sie ausgebreitet werden bzw. mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgebreitet werden können. Außerdem wurden Angaben zu Ausbreitungsdistanzen und Migrationsraten erfasst. Inwiefern diese, oft aus mehr oder weniger zufälligen Beobachtungen oder Modellierungen abgeleiteten Angaben auf die Ausbreitung im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene übertragbar sind, muss später im Einzelfall überprüft werden.

Wichtige Übersichtsarbeiten zum Themenkomplex Ausbreitung sind die Invasivitätsbewertungen des BfN (s. o.), CABI (2017) und eine ausbreitungsbiologische Datenbank für Pflanzenarten (Hintze et al. 2017). Außerdem wurde auf eine Studie zur Ausbreitung von Pflanzenarten mit ca. 20.000 Datensätzen zurückgegriffen (Tackenberg, unveröff.) und zahlreiche weitere Quellen und Spezialliteratur ausgewertet.

Alle für den Verkehrsträger Schiene als besonders relevant eingestuften Ausbreitungspfade bzw. -vektoren, insbesondere die durch menschliches Handeln verursachten, ermöglichen eine Ausbreitung über große Distanzen. Da diese Distanzen bzw. Distanzspektren kaum vorhersagbar sind (Higgins et al. 2003b), ist es im Rahmen einer Literaturstudie nicht möglich, eine Bewertung des Ausbreitungspotenzials nach möglichen Ausbreitungsdistanzen vorzunehmen. Stattdessen wird angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit einer Invasion mit der Anzahl der für die IAS in Betracht kommenden relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren ansteigt (Tabelle 11) (vgl. Tackenberg 2001, Weiss & Iaconis 2002 sowie Daehler 2017 für ähnliche Ansätze).

TABELLE 11: BEWERTUNG DER FÜR DEN VERKEHRSTRÄGER SCHIENE RELEVANTEN AUSBREITUNGSPFADE BZW. -VEKTOREN

0 Pfade bzw. Vektoren	Starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-2 Punkte
1 Pfad bzw. Vektor	Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	-1 Punkt
2 Pfade bzw. Vektoren	Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion	0 Punkte
3-4 Pfade bzw. Vektoren	Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+1 Punkt
>4 Pfade bzw. Vektoren	Starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	+2 Punkte

2.3 Datenblätter zu den IAS

2.3.1 Allgemeine Informationen und Bewertung des Invasionsrisikos

Für alle IAS wurden Datenblätter erstellt, welche die der Bewertung zugrundeliegenden Daten und das Bewertungsergebnis übersichtlich mit Angabe der verwendeten Quellen darstellen. Die Datenblätter bilden Band II dieses Endberichtes.

2.3.2 Zusätzliche Informationen für IAS mit sehr hohem Invasionsrisiko

Für die IAS mit einem sehr hohen Invasionsrisiko werden zusätzlich die für den Verkehrsträger Schiene relevanten potenziellen ökonomischen und gesundheitlichen Risiken dargestellt und die sich als erfolgreich erwiesenen Pflege- und Beseitigungsmaßnahmen kurz zusammengefasst.

Soweit vorhanden, wurden aus der Literatur auch Angaben zu den möglichen mit den Risiken und Schäden verbundenen Kosten übernommen. Da diese Kostenschätzungen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Methoden erhoben wurden und indirekte Kosten in sehr unterschiedlichem Umfang berücksichtigt sind, sind sie nur sehr bedingt vergleichbar. Da es auch nicht Aufgabe dieser Studie war, eine Kalkulation der mit den IAS verbundenen Kosten für das Umfeld des Verkehrsträgers Schiene vorzunehmen, ist bei den aus der Literatur übernommenen Kosten für Pflege- und Beseitigungsmaßnahmen somit im Einzelfall zu überprüfen, inwiefern diese noch aktuell sind und ob sie überhaupt auf die speziellen Rahmenbedingungen des Verkehrsträgers Schiene übertragbar sind. Beispielsweise sind die im unmittelbaren Gleisbereich durch Sicherungsmaßnahmen anfallenden Kosten in der Literatur meist nicht berücksichtigt.

Zum Themenkomplex Managementmaßnahmen von IAS liegen mit den vom BfN herausgegebenen Managementhandbüchern (Scheibner et al. 2015, Schmiedel et al. 2015) sowie den von CABI (2017) herausgegebenen Datenblättern umfangreiche und aktuelle Übersichten vor, die in der Regel sehr detaillierte Darstellungen und Empfehlungen enthalten.

In den Datenblättern (Band II) werden die in der Literatur gefundenen Maßnahmen kurz aufgelistet, insofern diese für den Verkehrsträger Schiene überhaupt relevant erscheinen. Empfehlungen zu einzelnen Maßnahmen orientieren sich an den in den Managementhandbüchern des BfN (Scheibner et al. 2015, Schmiedel et al. 2015) ausgesprochenen Empfehlungen bzw. den dort aufgestellten Kriterien zur Abgabe von Empfehlungen.

Bei der Umsetzung von Maßnahmen ist im Einzelfall zu überprüfen, inwiefern sie auf die speziellen Rahmenbedingungen des Verkehrsträgers Schiene übertragbar sind, ob negative Auswirkungen auf die Umwelt entstehen und ob Genehmigungen erforderlich sind. Eine Prüfung, ob die z.T. aus anderen Ländern stammenden Empfehlungen in Deutschland derzeit überhaupt zulässig sind, ist im Rahmen dieser Studie nicht erfolgt. Insbesondere bei Einsatz von Herbiziden muss überprüft werden, inwiefern diese für den jeweiligen Anwendungsfall genehmigungsfähig sind.

Bei der Durchführung von Maßnahmen muss außerdem beachtet werden, dass einige der IAS unter artenrechtliche Bestimmungen des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG), der EU-Vogelschutzrichtlinie oder FFH-Richtlinie fallen und Maßnahmen damit genehmigungspflichtig sein können. Beispielsweise gelten invasive Arten wie der Nandu, die sich in Deutschland in freier Natur und ohne menschliche Hilfe über mehrere Generationen als Population erhalten, als heimisch und fallen damit unter den allgemeinen Schutz des § 39 BNatSchG und als Vogelart auch unter den besonderen Schutz des § 44 BNatSchG.

3 Ergebnisse

3.1 Identifikation der schienenrelevanten IAS

Im ersten Schritt wurden die Arten aus den in Kapitel 2.1 genannten Quellen identifiziert, die eine terrestrische Lebensweise aufweisen. Von den insgesamt 234 berücksichtigten Arten weisen 124 eine terrestrische Lebensweise auf (Abbildung 1, Anhang 10.1 Übersicht aller terrestrischen und aquatischen IAS). Da eine dieser Spezies, die Japanische Esskastaniengallwespe, als nicht invasiv eingestuft wurde, verbleiben 123 Arten, die in dieser Studie näher untersucht werden. Darin ist der levantinische Wasserschfotisch inkludiert, da er, als einziges der in Nehring et al. (2015b) gelisteten Amphibien, sowohl aquatische als auch terrestrische Lebensräume besiedeln soll.

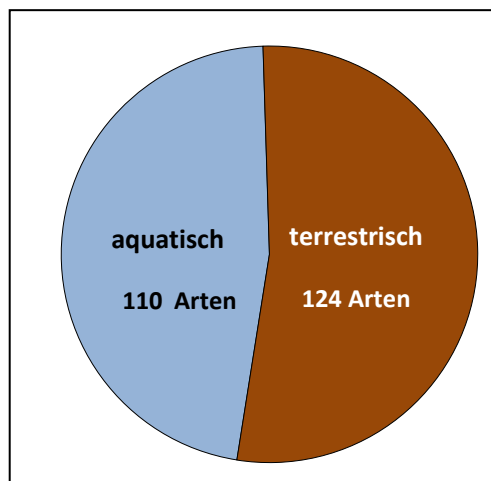


Abbildung 1: Anzahl der berücksichtigten IAS nach aquatischer (110 Arten) und terrestrischer (124 Arten) Lebensweise.

Gefäßpflanzen bilden mit 70 % die größte Gruppe der terrestrischen IAS, gefolgt von den Säugetieren (14 %), Vögeln (11 %) und Insekten (4 %). Außerdem beinhalten sie eine Amphibie, einen Fadenwurm und einen Plattwurm (Abbildung 2).

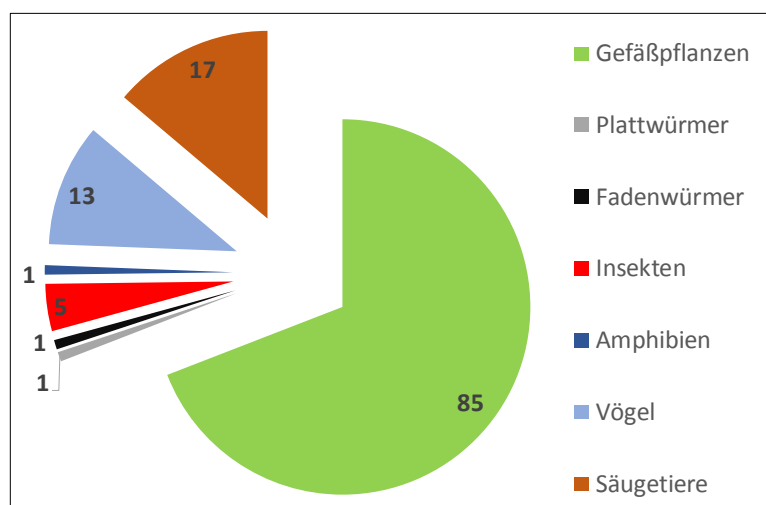


Abbildung 2: Anzahl der bei der Bewertung des Invasionsrisikos berücksichtigten terrestrisch lebenden IAS nach systematischen Gruppen.

3.2 Bewertungskriterien

3.2.1 Status und Häufigkeit in Deutschland

Von den 123 in der Risikoanalyse berücksichtigten IAS sind von 29 Arten derzeit keine Vorkommen in Deutschland bekannt, 14 Arten weisen unbeständige Vorkommen auf (bzw. es liegen Einzelfunde vor), 24 Arten sind kleinräumig und 56 großräumig etabliert (Abbildung 3).

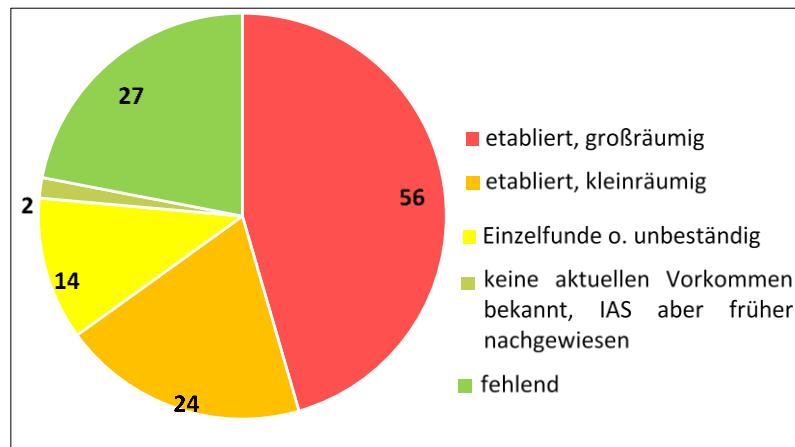


Abbildung 3: Anzahl der IAS nach Status und Häufigkeit.

3.2.2 Vorkommen in den Nachbarländern

Drei IAS (Buntes Springkraut, Roter Nasenbär, Nandu), die in Deutschland kleinräumig bzw. vereinzelt vorkommen, kommen bislang in keinem der 9 Nachbarländer vor (Abbildung 4, links). Die meisten in Deutschland vorkommenden Arten kommen in mindestens 5 Nachbarländern vor. Von den 29 Arten, die in Deutschland derzeit nicht vorkommen, fehlen 13 in allen Nachbarländern und nur 2 Arten kommen in mindestens 5 Nachbarländern vor (Abbildung 4, rechts). Es besteht somit ein enger Zusammenhang zwischen dem Auftreten von IAS in Deutschland und den Nachbarländern.

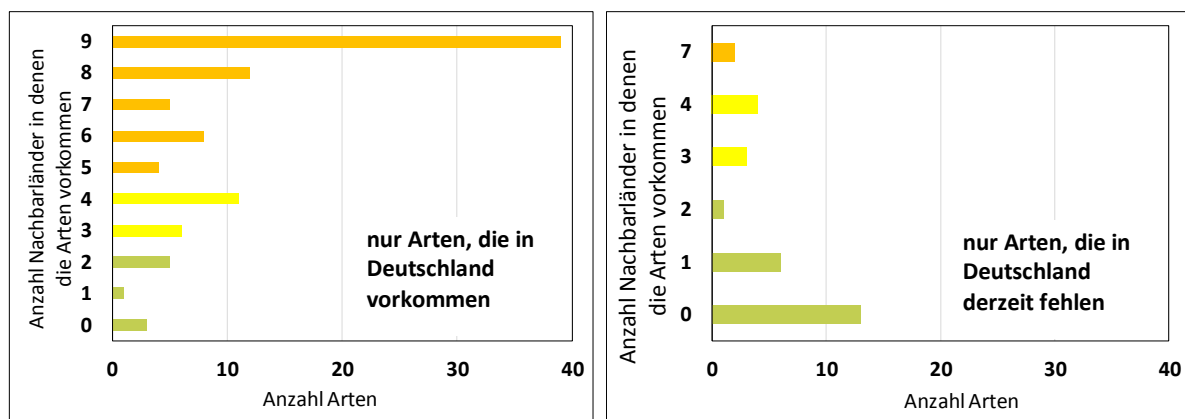


Abbildung 4: Anzahl IAS nach Häufigkeit ihres Vorkommens in den Nachbarländern Deutschlands. Die Farbkodierung spiegelt die Auswirkung auf das Invasionsrisiko wider (vgl. Tabelle 5).

3.2.3 Ausbreitungstendenzen

Von den 77 Arten, für die Angaben zu aktuellen Ausbreitungstendenzen vorliegen, breiten sich 53 expansiv aus, 21 zeigen keine oder geringe Veränderungen und 3 haben zurückgehende Bestände (Abbildung 5). Für 46 Arten konnten keine Angaben zu Ausbreitungstendenzen ermittelt werden, zu-
meist weil sie in Mitteleuropa fehlen oder so selten sind, dass bisher keine Bewertung vorgenommen wurde. Die sich durch die fehlenden Angaben ergebende Unsicherheit wurde bei der Bewertung des Invasionsrisikos berücksichtigt (vgl. Kapitel 2.2.3 und 3.3).

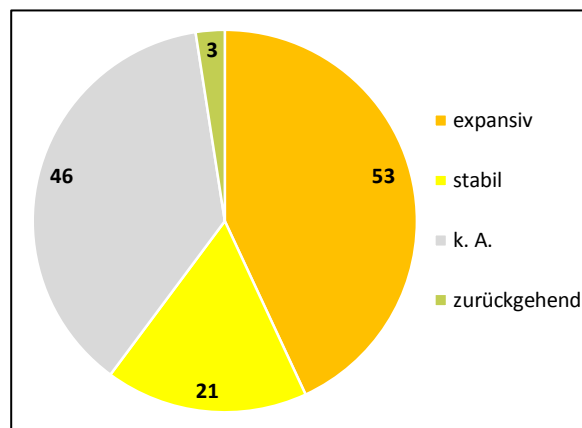


Abbildung 5: Anzahl der IAS nach aktuellen Ausbreitungstendenzen in Mitteleuropa.

3.2.4 Prognostizierte Auswirkungen des Klimawandels

Die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels liegen für 85 der 123 IAS vor (Abbildung 6). Bei 71 Arten ist eine Förderung anzunehmen, bei 7 Arten werden keine größeren Änderungen erwartet und für 7 Arten werden sich die Umweltbedingungen vermutlich verschlechtern. Für 38 Arten konnten die Auswirkungen des Klimawandels nicht ermittelt werden. Die sich dadurch ergebende Unsicherheit wurde bei der Bewertung des Invasionsrisikos berücksichtigt (vgl. Kapitel 2.2.3 und 3.3).

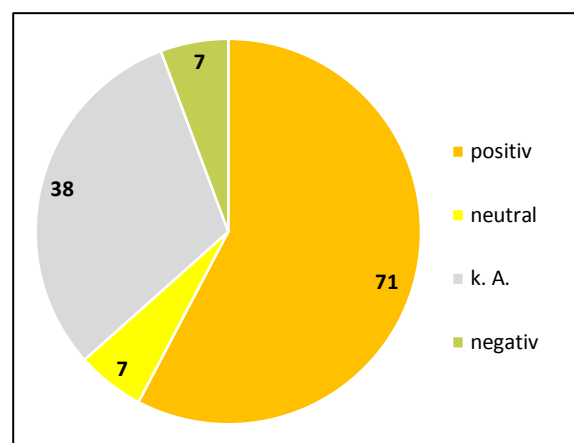


Abbildung 6: Anzahl der IAS nach den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels.

3.2.5 Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen

Um die Möglichkeit des Vorkommens der IAS im unmittelbaren Umfeld des Verkehrsträgers Schiene abschätzen zu können, wurde ermittelt, ob sie in acht vorab definierten, für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen vorkommen können (vgl. Kapitel 2.2.4). Am häufigsten wurden Angaben zu Vorkommen in Gärten (70 Arten), an Eisenbahnanlagen (66 Arten) und an Straßen, Wegrändern oder Säumen gefunden (63 Arten) (Abbildung 7).

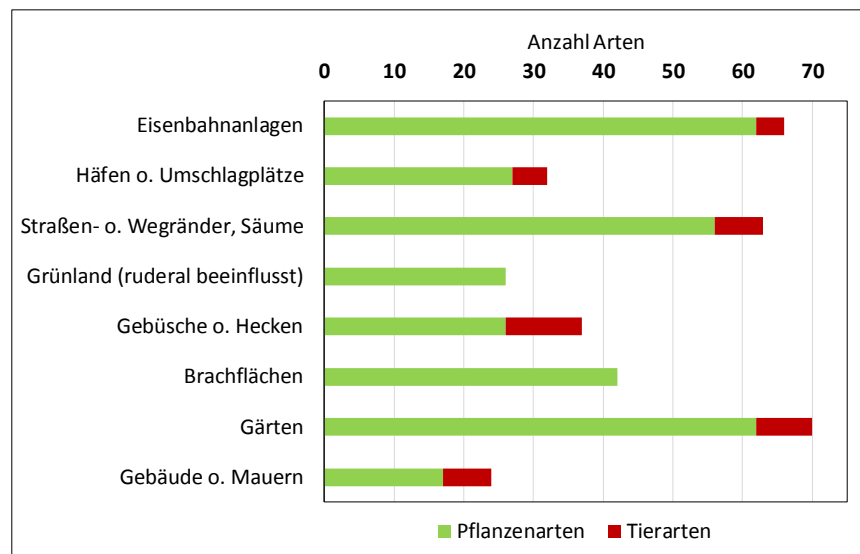


Abbildung 7: Anzahl der IAS nach ihrem Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen.

Die 66 an Eisenbahnanlagen gefundenen Arten sind in Tabelle 12 aufgeführt, darunter befinden sich nur 4 Tierarten (Asiatische Hornisse, Asiatische Tigermücke, Asiatische Buschmücke, Wanderratte). Mit 15 erfassten Quellen ist das Schmalblättrige Greiskraut die am häufigsten genannte Pflanzenart, gefolgt von der Orientalischen Zuckerschote, dem Schmetterlingsstrauch sowie den beiden Goldruten-Arten. Auch wenn die Anzahl von Literaturquellen allein keine quantitativen Aussagen über die Häufigkeit der Arten erlaubt (beispielsweise wird in Mitteleuropa über die allergieauslösende Beifußblättrige Ambrosie deutlich mehr publiziert als über das Gewöhnliche Hundszahngas und für Tiere liegen keine systematischen Erfassungen an Bahnanlagen vor), erlauben die Angaben doch eine grobe Kategorisierung und zeigen eine recht gute Übereinstimmung mit den bei Brandes (1993) gemachten Angaben.

Insgesamt wurden für 81 der 85 Pflanzenarten und für 22 der 38 Tierarten Literaturangaben gefunden, dass sie prinzipiell in mindestens einem der relevanten Lebensräume vorkommen können. Für 4 Pflanzenarten und 16 Tierarten wurden keine Angaben zu relevanten Lebensräumen gefunden (Tabelle 13). Viele IAS können in mehr als einem der relevanten Lebensräume vorkommen, es bestehen aber deutliche Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenarten (Abbildung 8). Während $\frac{1}{3}$ der Tierarten in keinem oder nur einem relevanten Lebensraum vorkommen können, können $\frac{3}{4}$ der Pflanzenarten in mehr als zwei Lebensräumen vorkommen.

TABELLE 12: ANZAHL ERFASSTER NACHWEISE (LITERATURZITATE) DER IAS AN EISENBAHNANLAGEN. ZU IN DER TABELLE NICHT GENANNTE IAS WURDEN KEINE NACHWEISE GEFUNDEN.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Anzahl Zitate	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Anzahl Zitate
<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Greiskraut	15	<i>Phedimus spurius</i>	Kaukasus-Glanzfetthenne	4
<i>Bunias orientalis</i>	Orientalische Zackenschote	13	<i>Rhus typhina</i>	Essig-Baum	4
<i>Buddleja davidii</i>	Schmetterlingsstrauch	12	<i>Amorpha fruticosa</i>	Gew. Bastard-indigo	3
<i>Solidago canadensis</i>	Kanadische Goldrute	12	<i>Echinocystis lobata</i>	Stachelgurke	3
<i>Solidago gigantea</i>	Späte Goldrute	12	<i>Lycium barbarum</i>	Gewöhnlicher Bocksdorn	3
<i>Acer negundo</i>	Eschen-Ahorn	10	<i>Miscanthus sinensis</i>	Chinaschilf	3
<i>Ailanthus altissima</i>	Götterbaum	9	<i>Symphytotrichum lanceolatum</i>	Lanzett-Herbstaster	3
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Beifußblättrige Ambrosie	9	<i>Cotoneaster dammeri</i>	Teppich-Zwergmispel	2
<i>Artemisia verlotiorum</i>	Kamtschatka-Beifuß	9	<i>Galeobdolon argentatum</i>	Silber-Goldnessel	2
<i>Fallopia japonica</i>	Japan-Staudenknöterich	9	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Gewöhnliche Douglasie	2
<i>Helianthus tuberosus</i>	Topinambur	9	<i>Rhododendron ponticum</i>	Pontischer Rhododendron	2
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Riesen-Bärenklau	8	<i>Rudbeckia laciniata</i>	Schlitzblättriger Sonnenhut	2
<i>Prunus serotina</i>	Späte Traubenkirsche	8	<i>Symphytotrichum novibelgii</i>	Neubelgien-Herbstaster	2
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie	8	<i>Viburnum rhytidophyllum</i>	Leberblattschneeball	2
<i>Rosa rugosa</i>	Kartoffel-Rose	8	<i>Aedes albopictus</i>	Asiatische Tigermücke	1
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Drüsenblättrige Kugeldistel	7	<i>Aedes japonicus</i>	Asiatische Buschmücke	1
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	7	<i>Araujia sericifera</i>	Folterpflanze	1
<i>Paulownia tomentosa</i>	Chinesischer Blauglockenbaum	7	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	Großblütige Ballonrebe	1

<i>Rubus armeniacus</i>	Armenische Brombeere	7	<i>Cinnamomum camphora</i>	Kampferbaum	1
<i>Syringa vulgaris</i>	Gewöhnlicher Flieder	7	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Schmalblättrige Ölweide	1
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	Fächer-Zwergmispel	6	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Pennsylvanische Esche	1
<i>Epilobium ciliatum</i>	Drüsiges Weidenröschen	6	<i>Heracleum persicum</i>	Persischer Bärenklau	1
<i>Impatiens parviflora</i>	Kleines Springkraut	6	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	Sosnowsky Bärenklau	1
<i>Quercus rubra</i>	Rot-Eiche	6	<i>Impatiens edgeworthii</i>	Buntes Springkraut	1
<i>Symphoricarpos albus</i>	Gew. Schneebeere	6	<i>Lonicera tatarica</i>	Tataren-Heckenkirsche	1
<i>Fallopia bohemica</i>	Bastard-Staudenknöterich	5	<i>Microstegium vimineum</i>	Japanisches Stelzengras	1
<i>Fallopia sachalinensis</i>	Sachalin-Staudenknöterich	5	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Karottenkraut	1
<i>Lupinus polyphyllus</i>	Vielblättrige Lupine	5	<i>Pennisetum setaceum</i>	Afrikanisches Lampenputzergras	1
<i>Mahonia aquifolium</i>	Gewöhnliche Mahonie	5	<i>Pinus nigra</i>	Schwarz-Kiefer	1
<i>Populus canadensis</i>	Bastard-Pappel	5	<i>Prunus laurocerasus</i>	Lorbeerkirsche	1
<i>Bidens frondosa</i>	Schwarzfrüchtiger Zweizahn	4	<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>	Kudzu	1
<i>Cotoneaster divaricatus</i>	Sparrige Zwergmispel	4	<i>Rattus norvegicus</i>	Wanderratte	1
<i>Cynodon dactylon</i>	Gew. Hundszahngras	4	<i>Vespa velutina</i>	Asiatische Hornisse	1

TABELLE 13: IAS, FÜR DIE KEINE ANGABEN ZU FÜR DEN VERKEHRSTRÄGER SCHIENE RELEVANTEN LEBENS-RÄUMEN GEFUNDEN WURDEN

Pflanzenarten

*Fallopia sachalinensis ‚Igniscum‘	Igniscum-Knöterich
Sarracenia purpurea	Braunrote Schlauchpflanze
Sorghum x alnum	Columbusgras
Vaccinium atlanticum	Amerikanische Strauch-Heidelbeere

Tierarten

Alectoris chukar	Chukarhuhn
Alopochen aegyptiaca	Nilgans
Anser cygnoides	Schwanengans
Branta canadensis	Kanadagans
Castor canadensis	Kanadabiber
Cervus nippon	Sikahirsch
Myocastor coypus	Nutria
Nasua nasua	Roter Nasenbär
Neovison vison	Mink
Ondatra zibethicus	Bisamratte
Oxyura jamaicensis	Schwarzkopf-Ruderente
Pelophylax bedriagae	Levantinischer Wasserfrosch
Rhea americana	Nandu
Sylvilagus floridanus	Florida-Waldkaninchen
Tadorna ferruginea	Rostgans
Threskiornis aethiopicus	Heiliger Ibis

*: Für die Art Fallopia sachalinensis liegen zahlreiche Angaben zu relevanten Lebensräumen vor, nicht aber für die Zuchtform.

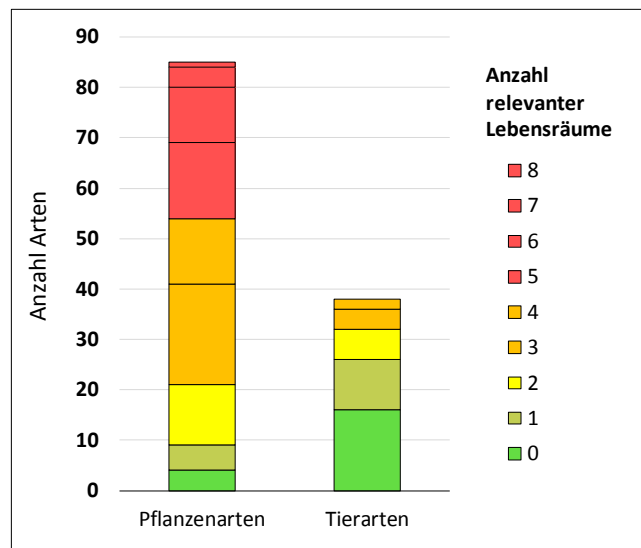


Abbildung 8: Anzahl der IAS nach der Anzahl der in der Literatur angegebenen, für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräume. Die Farbkodierung spiegelt die Auswirkung auf das Invasionsrisiko wider (vgl. Tabelle 8).

3.2.6 Generationszeit

Die hier untersuchten IAS zeichnen sich durch eine geringe Generationszeit aus. Alle in dieser Studie berücksichtigten Tierarten und etwa die Hälfte der Pflanzenarten können sich unter optimalen Bedingungen innerhalb der ersten zwei Jahre reproduzieren (Abbildung 9). Bei den Pflanzen haben vor allem Gehölze eine längere Generationszeit.

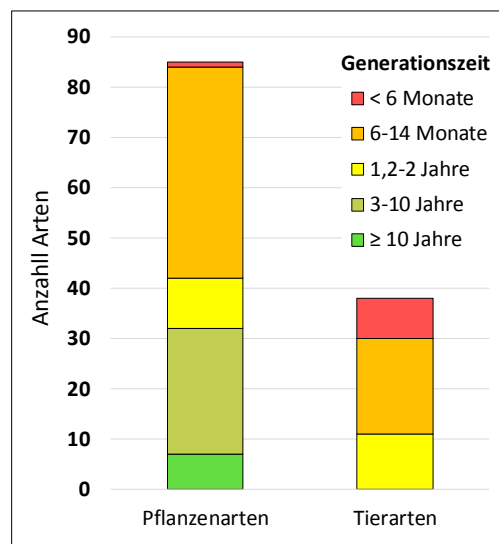


Abbildung 9: Anzahl der IAS nach ihrer Generationszeit

3.2.7 Anzahl Nachkommen

Erwartungsgemäß unterscheidet sich die Anzahl der pro Jahr produzierten Nachkommen bei Arten mit Brutpflege (Vögel, Säugetiere, soziale Insekten) und Arten, die keine Brutpflege betreiben (übrige Tierarten, Pflanzenarten) um mehrere Größenordnungen (Abbildung 10). So können weniger als 1/3 der 32

untersuchten Arten, die Brutpflege betreiben, mehr als 10 Nachkommen pro Jahr produzieren, während mehr als $\frac{1}{4}$ der 91 Arten ohne Brutpflege mehr als 1.000 Nachkommen pro Jahr produzieren können. Aufgrund der Unterschiede werden diese beiden Artengruppen bei der Bewertung der Auswirkungen der Anzahl produzierter Nachkommen auf die Wahrscheinlichkeit einer Invasion getrennt bewertet (vgl. Kapitel 2.2.5 und 3.3).

3.2.8 Für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren

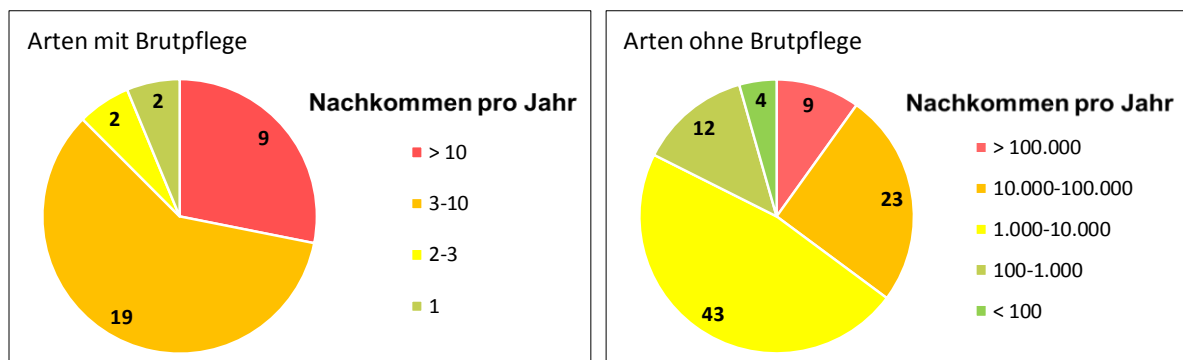


Abbildung 10: Anzahl der IAS nach Anzahl der Nachkommen bei Arten mit und ohne Brutpflege

Insgesamt wurden für 83 der 85 Pflanzenarten und für alle 38 berücksichtigten Tierarten Literaturangaben gefunden, dass sie durch mindestens einen der relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren ausgebreitet werden können. Während bei den Tierarten die Selbstausbreitung mit Abstand am häufigsten angegeben wurde, gibt es bei den Pflanzenarten ein weites Spektrum möglicher Ausbreitungspfade bzw. -vektoren (Abbildung 11). Am häufigsten wurde die Ausbreitung mit verunreinigtem Boden, Pflanzenmaterial, Gartenabfällen oder Holz genannt. Die Ausbreitung durch Tiere oder Wind spielt ebenfalls eine große Rolle. Von den direkt mit dem Schienenverkehr zusammenhängenden Ausbreitungspfaden und -vektoren wurde die Ausbreitung durch Fahrtwind oder als „Blinder Passagier“ (der Bahn oder an Fahrzeugen allgemein) am häufigsten genannt.

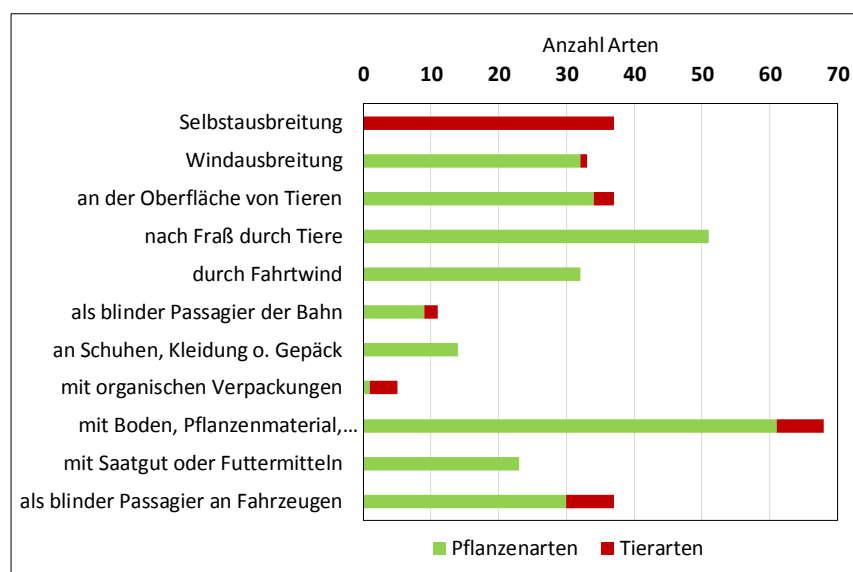


Abbildung 11: Anzahl der IAS nach für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfaden und -vektoren. Es wurden nur Ausbreitungspfade bzw. -vektoren mit hohem Potenzial für Fernausbreitung berücksichtigt.

Die meisten IAS können sich über mehr als einen relevanten Ausbreitungspfad bzw. -vektor ausbreiten (Abbildung 12), wobei deutliche Unterschiede zwischen Pflanzen- und Tierarten bestehen: so wurde für mehr als $\frac{1}{4}$ der Tierarten nur ein relevanter Ausbreitungspfad bzw. -vektor gefunden, während für mehr als $\frac{1}{4}$ der Pflanzenarten zwei oder mehr relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren gefunden wurden. Als Maximalwert wurden bei einer Art (Späte Goldrute) Hinweise auf 8 der 11 für den Verkehrsträger Schiene als relevant eingeschätzten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren gefunden. Bei zahlreichen Pflanzenarten fanden sich Angaben zu fünf oder mehr der relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren, darunter sowohl zahlreiche an Bahnstrecken in Deutschland häufig anzutreffende Arten (u. a. Schmetterlingsstrauch, Schmalblättriges Greiskraut, Kanadische Goldrute), als auch bisher in Deutschland nicht vorkommende Arten wie das Afrikanische Lampenputzergras oder das Karottenkraut. Nur bei zwei Arten (Balfour-Springkraut, Braunrote Schlauchpflanze) wurden keine relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren gefunden. Die fehlenden Angaben beim Balfour-Springkraut sind vermutlich damit zu begründen, dass die Art in Mitteleuropa sehr selten ist und die bei den anderen Springkräutern relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren (z. B. mit Gartenabfällen) bei dieser Art noch nicht beobachtet wurden.

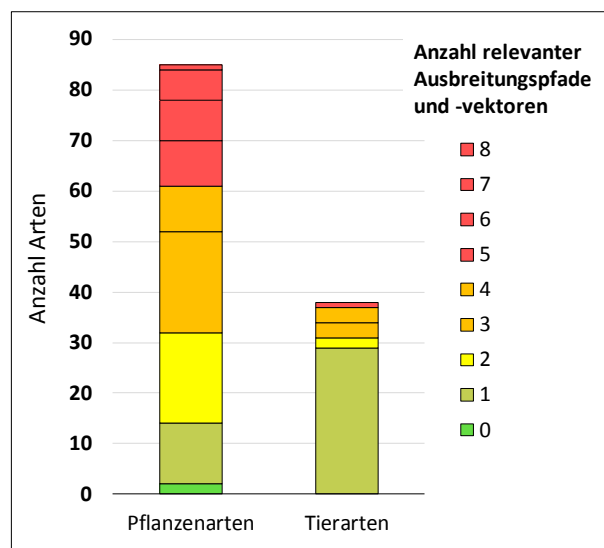


Abbildung 12: Anzahl der IAS nach Anzahl der pro Art in der Literatur gefundenen für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren. Die Farbkodierung spiegelt die Auswirkung auf das Invasionsrisiko wider (vgl. Tabelle 11).

3.3 Bewertung des Invasionsrisikos

Abbildung 13 zeigt die Häufigkeitsverteilung der bei den fünf Bewertungskriterien vergebenen Punkte, die von -2 (starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion) über 0 (mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion) bis +2 (starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion) reichen (vgl. Kapitel 2.2). Die Ergebnisse für die einzelnen Arten sind in Tabelle 17 aufgelistet.

Beim Bewertungskriterium **Status und Häufigkeit** wurden im Vergleich zu den anderen Kriterien sowohl am häufigsten +2 Punkte vergeben als auch am häufigsten -2 Punkte (Abbildung 13). Die hohe Variabilität ergibt sich dadurch, dass einerseits ca. 20 % der Arten in Deutschland fehlen und nur in wenigen oder gar keinen Nachbarländern vorkommen und andererseits ca. 50 % der IAS in Deutschland etabliert sind und in vielen Nachbarländern vorkommen (vgl. Kapitel 3.2.1 und 3.2.2).

Beim Bewertungskriterium **Ausbreitungstendenzen** wurden für fast $\frac{3}{4}$ der Arten positive Punktzahlen vergeben, was im Vergleich zu den anderen Kriterien der höchste Wert ist (Abbildung 13). Die im Durchschnitt hohe Bewertung ist dadurch zu erklären, dass es sich bei den untersuchten Arten ja explizit um invasive Arten handelt. Fünf Arten (Gelbe Scheinkalla, Gewöhnliche Schneebeere, Neuseelandplattwurm, Schwarzkopf-Ruderente, Florida-Waldkaninchen) wurden mit -1 Punkt bewertet. Bei diesen Arten konnten keine Angaben zu aktuellen Ausbreitungstendenzen bzw. den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels ermittelt werden. Unter Annahme des jeweiligen worst-case-Szenarios würden diese Arten alle mit 0 Punkten (mittleres Invasionsrisiko) bewertet (vgl. Kapitel 2.2.3).

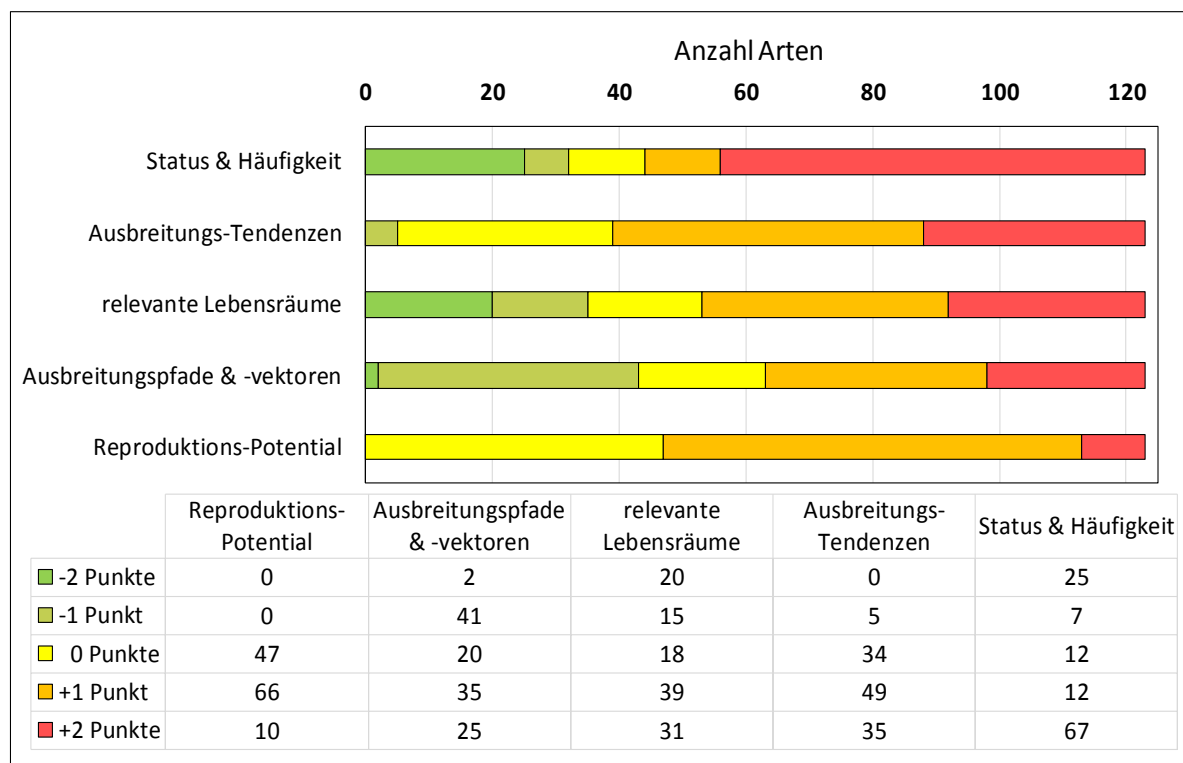


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der für die 5 Bewertungskriterien vergebenen Punkte. Die Punkte reichen von -2 (starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion) bis +2 (starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion).

Das Bewertungskriterium **Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen** zeigt eine ähnlich hohe Variabilität wie das Kriterium Status und Häufigkeit (Abbildung 13): die meisten Tierarten kommen in keinem oder nur einem der relevanten Lebensräume vor und wurden mit negativen Punktzahlen bewertet, während der Großteil der Pflanzenarten in mindestens 3 der relevanten Lebensräumen vorkommt und mit positiven Punktzahlen bewertet wurde (vgl. Kapitel 3.2.5).

Beim Bewertungskriterium **Reproduktionspotential** wurden alle Arten mit mindestens 0 Punkten bewertet (Abbildung 13). Der im Durchschnitt hohen vergebenen Punktzahl entspricht, dass invasive Arten generell über kurze Generationszeiten verfügen und/oder zahlreiche Nachkommen produzieren können (vgl. Kapitel 3.2.6 und 3.2.7).

Demgegenüber ist die Variabilität der vergebenen Punkte beim Bewertungskriterium **für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren** größer (Abbildung 13). Von allen fünf Kriterien wurden hier bei den meisten Arten (ca. $\frac{1}{3}$) negative Punktzahlen vergeben. Bei diesen Arten, zumeist sind es Tierarten (vgl. Kapitel 3.2.8), wurden in der Literatur keine oder nur wenig Hinweise auf relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren gefunden.

Über alle Kriterien betrachtet (Abbildung 13), wurden in 19 % der Fälle negative Punktzahlen vergeben (verminderte Wahrscheinlichkeit einer Invasion), in 21% 0 Punkte (mittlere Wahrscheinlichkeit einer Invasion) und in 60 % positive Punktzahlen (erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Invasion).

Dementsprechend fällt auch die Gesamtbewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene aus (Abbildung 14): 17 % der Arten weisen ein sehr hohes Invasionsrisiko und 38 % ein hohes Risiko aus. Für 42 % der Arten ergibt sich ein mittleres Invasionsrisiko und für nur 2 % der Arten ein geringes. Keine der untersuchten Arten erfüllte die Kriterien für ein sehr geringes Invasionsrisiko.

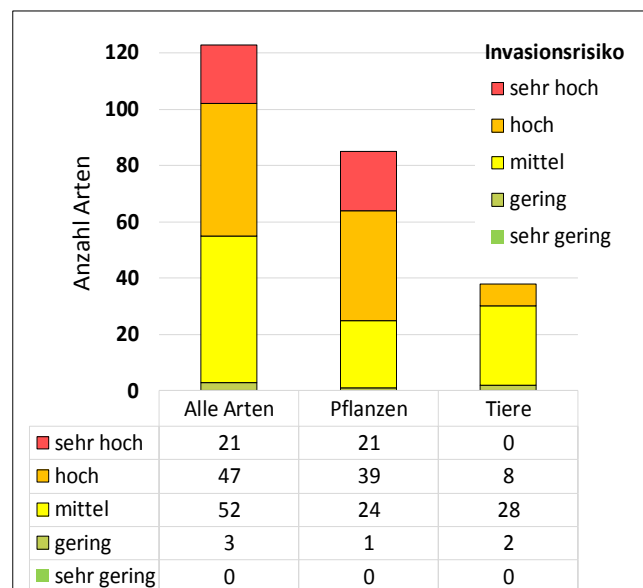


Abbildung 14: Gesamtbewertung des Invasionsrisikos für alle IAS und ausgewählte Artengruppen.

Pflanzen weisen im Vergleich zu Tieren einen deutlich höheren Anteil an Arten mit hohem oder sehr hohem Risiko auf (Abbildung 14). Die Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenarten liegen vor allem darin begründet, dass das Umfeld des Verkehrsträgers Bahn für die meisten Tierarten keine oder nur wenige geeignete Lebensräume aufweist (vgl. Kapitel 3.2.5) und die meisten der für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren für Tiere nur eine untergeordnete Rolle spielen (vgl. Kapitel 3.2.8).

Dementsprechend wurde ein hohes Invasionsrisiko für ‚nur‘ 8 Tierarten und ein sehr hohes Invasionsrisiko für keine der 38 berücksichtigten Tierarten festgestellt. Bei Berücksichtigung der Unsicherheiten der Bewertung des Invasionsrisikos aufgrund fehlender Angaben zu aktueller Ausbreitungstendenz bzw. Auswirkungen des Klimawandels („worst-case-Szenario“) kommt eine weitere Tierart mit hohem Invasionsrisiko hinzu (Tabelle 14).

TABELLE 14: TIERARTEN MIT HOHEM INVASIONSRIKHO. IM WORST-CASE-SZENARIO ABWEICHENDE BEWERTUNGEN SIND IN KLAMMERN ANGEZEIGEN.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Invasionsrisiko
Aedes Albopictus	Asiatische Tigermücke	hoch
Aedes Japonicus	Asiatische Buschmücke	hoch
Linepithema Humile	Argentinische Ameise	hoch
Nyctereutes Procyonoides	Marderhund	hoch
Procyon Lotor	Waschbär	hoch
Psittacula Krameri	Halsbandsittich	hoch
Rattus Norvegicus	Wanderratte	hoch
Vespa Velutina	Asiatische Hornisse	hoch
Phasianus Colchicus	Jagdfasan	mittel (hoch)

Für 21 der 85 Pflanzenarten wurde ein sehr hohes und für 39 Arten ein hohes Invasionsrisiko ermittelt. Bei Berücksichtigung der Unsicherheiten der Bewertung des Invasionsrisikos aufgrund fehlender Angaben zu aktueller Ausbreitungstendenz bzw. Auswirkungen des Klimawandels („worst-case-Szenario“) kommen neun weitere Arten hinzu (Tabelle 15, Tabelle 16).

TABELLE 15: PFLANZENARTEN MIT SEHR HOHEM INVASIONSRIKHO.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Invasionsrisiko
Acer negundo	Eschen-Ahorn	sehr hoch
Ailanthus altissima	Götterbaum	sehr hoch
Ambrosia artemisiifolia	Beifußblättrige Ambrosie	sehr hoch
Buddleja davidii	Schmetterlingsstrauch	sehr hoch
Bunias orientalis	Orientalische Zackenschote	sehr hoch
Cynodon dactylon	Gewöhnliches Hundszahngras	sehr hoch
Epilobium ciliatum	Drüsiges Weidenröschen	sehr hoch
Fallopia bohemica	Bastard-Staudenknöterich	sehr hoch
Fallopia japonica	Japan-Staudenknöterich	sehr hoch
Fallopia sachalinensis	Sachalin-Staudenknöterich	sehr hoch
Heracleum mantegazzianum	Riesen-Bärenklau	sehr hoch
Impatiens parviflora	Kleines Springkraut	sehr hoch
Paulownia tomentosa	Chinesischer Blauglockenbaum	sehr hoch
Robinia pseudoacacia	Robinie	sehr hoch
Rubus armeniacus	Armenische Brombeere	sehr hoch

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Invasionsrisiko
Rudbeckia laciniata	Schlitzblättriger Sonnenhut	sehr hoch
Senecio inaequidens	Schmalblättriges Greiskraut	sehr hoch
Solidago canadensis	Kanadische Goldrute	sehr hoch
Solidago gigantea	Späte Goldrute	sehr hoch
Symphotrichum lanceolatum	Lanzett-Herbstaster	sehr hoch
Symphotrichum novi-belgii	Neubelgien-Herbstaster	sehr hoch

TABELLE 16: PFLANZENARTEN MIT HOHEM INVASIONSRIKHO. IM WORST-CASE-SZENARIO ABWEICHENDE BEWERTUNGEN SIND IN KLAMMERN ANGEZEHN

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Invasionsrisiko
Asclepias Syriaca	Gewöhnliche Seidenpflanze	hoch (sehr hoch)
Lupinus Polyphyllus	Vielblättrige Lupine	hoch (sehr hoch)
Lycium Barbarum	Gewöhnlicher Bocksdorn	hoch (sehr hoch)
Phytolacca Americana	Amerikanische Kermesbeere	hoch (sehr hoch)
Populus Canadensis	Bastard-Pappel	hoch (sehr hoch)
Allium Paradoxum	Wunder-Lauch	hoch
Amorpha Fruticosa	Gewöhnlicher Bastardindigo	hoch
Araujia Sericifera	Folterpflanze	hoch
Artemisia Verlotiorum	Kamtschatka-Beifuß	hoch
Baccharis Halimifolia	Kreuzstrauch	hoch
Bidens Frondosa	Schwarzfrüchtiger Zweizahn	hoch
Claytonia Perfoliata	Gewöhnliches Tellerkraut	hoch
Cotoneaster Dammeri	Teppich-Zwergmispel	hoch
Cotoneaster Divaricatus	Sparrige Zwergmispel	hoch
Cotoneaster Horizontalis	Fächer-Zwergmispel	hoch
Echinocystis Lobata	Stachelgurke	hoch
Echinops Sphaerocephalus	Drüsenblättrige Kugeldistel	hoch
Fraxinus Pennsylvanica	Pennsylvanische Esche	hoch
Helianthus Tuberosus	Topinambur	hoch
Heracleum Persicum	Persischer Bärenklau	hoch

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Invasionsrisiko
<i>Impatiens Edgeworthii</i>	Buntes Springkraut	hoch
<i>Impatiens Glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	hoch
<i>Mahonia Aquifolium</i>	Gewöhnliche Mahonie	hoch
<i>Miscanthus Sacchariflorus</i>	Großes Stielblütengras	hoch
<i>Miscanthus Sinensis</i>	Chinaschilf	hoch
<i>Parthenium Hysterophorus</i>	Karottenkraut	hoch
<i>Paspalum Paspalodes</i>	Pfannengras	hoch
<i>Phedimus Spurius</i>	Kaukasus-Glanzfetthenne	hoch
<i>Pinus Nigra</i>	Schwarz-Kiefer	hoch
<i>Pinus Strobus</i>	Weymouth-Kiefer	hoch
<i>Prunus Serotina</i>	Späte Traubenkirsche	hoch
<i>Pseudotsuga Menziesii</i>	Gewöhnliche Douglasie	hoch
<i>Quercus Rubra</i>	Rot-Eiche	hoch
<i>Rhododendron Ponticum</i>	Pontischer Rhododendron	hoch
<i>Rhus Typhina</i>	Essig-Baum	hoch
<i>Rosa Rugosa</i>	Kartoffel-Rose	hoch
<i>Symphoricarpos Albus</i>	Gewöhnliche Schneebeere	hoch
<i>Syringa Vulgaris</i>	Gewöhnlicher Flieder	hoch
<i>Telekia Speciosa</i>	Große Telekie	hoch
<i>Cardiospermum Grandiflorum</i>	Großblütige Ballonrebe	mittel (hoch)
<i>Elaeagnus Angustifolia</i>	Schmalblättrige Ölweide	mittel (hoch)
<i>Galeobdolon Argentatum</i>	Silber-Goldnessel	mittel (hoch)
<i>Heracleum Sosnowskyi</i>	Sosnowsky Bärenklau	mittel (hoch)
<i>Lonicera Henryi</i>	Henrys Geißblatt	mittel (hoch)
<i>Lonicera Tatarica</i>	Tataren-Heckenkirsche	mittel (hoch)
<i>Microstegium Vimineum</i>	Japanisches Stelzengras	mittel (hoch)
<i>Pennisetum Setaceum</i>	Afrikanisches Lampenputzergras	mittel (hoch)
<i>Pueraria Montana Var. Lobata</i>	Kudzu	mittel (hoch)

TABELLE 17: BEWERTUNG DES INVASIONSRIKOS FÜR DEN VERKEHRSTRÄGER SCHIENE. DIE BEWERTUNG REICHT VON -10 PUNKTEN (SEHR GERINGES INVASIONSRIKIO) BIS +10 PUNKTEN (SEHR HOHES INVASIONSRIKIO). DIE FÜR DIE EINZELNEN KRITERIEN VERGEBENEN PUNKTE REICHEN VON -2 BIS +2 (VGL. KAPITEL 2.2). DIE FARBKODIERUNG DIENT DER BESSEREN VISUELLEN ERFASSUNG DES RISIKOS, WOBEI ROT FÜR EIN SEHR HOHES INVASIONSRIKIO STEHT, ORANGE FÜR EIN HOHES INVASIONSRIKIO, WEIß FÜR EIN MITTLERES INVASIONSRIKIO, GRÜN FÜR EIN GERINGES INVASIONSRIKIO UND HELLGRÜN FÜR EIN SEHR GERINGES INVASIONSRIKIO. DIE REIHENFOLGE DER DARSTELLUNG ERFOLGT UNTERTEILT NACH TAXA, WOBEI ERST DIE PFLANZEN UND DANACH DIE TIERE DARGESTELLT WERDEN. INNERHALB DES GLEICHEN TAXONS SIND DIE ARTEN ALPHABETISCH NACH IHREM WISSENSCHAFTLICHEN NAMEN SORTIERT.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gesamtbe- wertung	Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa	Ausbreitungstendenzen in Mittel- europa	Vorkommen in schienenrelevan- ten Lebensräumen	Schienenrelevante Ausbreitungs- pfade & -vektoren	Reproduktionspotential
Pflanzen							
Acer negundo	Eschen-Ahorn	8 sehr hoch	2	2	2	2	0
Acer rufrinerve	Rotnerviger Ahorn	-3 gering	-2	0	-1	0	0
Ailanthus altissima	Götterbaum	9 sehr hoch	2	2	2	2	1
Akebia quinata	Fingerblättrige Akebie	-1 mittel	-2	0	1	0	0
Allium paradoxum	Wunder-Lauch	3 hoch	2	1	1	-1	0
Alternanthera philoxeroides	Alligatorkraut	1 mittel	-2	1	0	2	0
Ambrosia artemisiifolia	Beifußblättrige Ambrosie	9 sehr hoch	2	2	2	2	1
Amorpha fruticosa	Gewöhnlicher Bastardindigo	6 hoch	2	1	2	0	1
Araujia sericifera	Folterpflanze	3 hoch	-2	1	1	1	2
Artemisia verlotiorum	Kamtschatka-Beifuß	5 hoch	2	2	0	0	1
Asclepias syriaca	Gewöhnliche Seidenpflanze	6 hoch	2	1	1	1	1
Baccharis halimifolia	Kreuzstrauch	3 hoch	-2	2	1	1	1
Bidens frondosa	Schwarzfrüchtiger Zweizahn	5 hoch	2	0	1	1	1
Buddleja davidii	Schmetterlingsstrauch	9 sehr hoch	2	2	2	2	1
Bunias orientalis	Orientalische Zackenschote	8 sehr hoch	2	2	2	2	0
Cardiospermum grandiflorum	Großblütige Ballonrebe	1 mittel	-2	0	1	1	1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gesamtbe- wertung	Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa Ausbreitungstendenzen in Mittel- europa Vorkommen in schienenrelevan- ten Lebensräumen Schienenrelevante Ausbreitungs- pfade & -vektoren					Reproduktionspotential
Cinnamomum camphora	Kampferbaum	-1 mittel	-2	0	1	0	0	
Claytonia perfoliata	Gewöhnliches Tellerkraut	4 hoch	2	0	1	1	0	
Cotoneaster dammeri	Teppich-Zwergmispel	4 hoch	2	1	1	0	0	
Cotoneaster divaricatus	Sparrige Zwergmispel	5 hoch	2	2	1	0	0	
Cotoneaster horizontalis	Fächer-Zwergmispel	6 hoch	2	2	2	0	0	
Cynodon dactylon	Gewöhnliches Hundszahngras	7 sehr hoch	2	1	2	2	0	
Dianthus giganteus	Große Nelke	0 mittel	0	0	1	-1	0	
Echinocystis lobata	Stachelgurke	6 hoch	2	2	1	1	0	
Echinops sphaerocephalus	Drüsenblättrige Kugeldistel	5 hoch	2	1	2	0	0	
Elaeagnus angustifolia	Schmalblättrige Ölweide	2 mittel	2	1	0	-1	0	
Epilobium ciliatum	Drüsiges Weidenröschen	8 sehr hoch	2	1	2	2	1	
Fallopia bohemica	Bastard-Staudenknöterich	7 sehr hoch	2	2	1	1	1	
Fallopia japonica	Japan-Staudenknöterich	9 sehr hoch	2	2	2	2	1	
Fallopia sachalinensis	Sachalin-Staudenknöterich	7 sehr hoch	2	1	2	1	1	
Fallopia sachalinensis ‚Ignis- cum‘	Igniscum-Knöterich	-2 mittel	-2	1	-2	1	0	
Fraxinus pennsylvanica	Pennsylvanische Esche	3 hoch	1	2	-1	0	1	
Galeobdolon argentatum	Silber-Goldnessel	2 mittel	2	0	1	-1	0	
Gleditsia triacanthos	Amerikanische Gleditschie	1 mittel	1	1	0	-1	0	
Gunnera tinctoria	Chilenischer Riesenrhabarber	2 mittel	-2	2	0	1	1	
Helianthus tuberosus	Topinambur	3 hoch	2	0	1	0	0	
Heracleum mantegazzianum	Riesen-Bärenklau	8 sehr hoch	2	1	2	2	1	
Heracleum persicum	Persischer Bärenklau	3 hoch	-1	0	1	2	1	
Heracleum sosnowskyi	Sosnowsky Bärenklau	2 mittel	-1	0	0	2	1	
Impatiens balfourii	Balfour-Springkraut	1 mittel	1	1	1	-2	0	

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gesamtbe- wertung	Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa Ausbreitungstendenzen in Mittel- europa Vorkommen in schienenrelevan- ten Lebensräumen Schienenrelevante Ausbreitungs- pfade & -vektoren					Reproduktionspotential
<i>Impatiens edgeworthii</i>	Buntes Springkraut	4 hoch	0	0	1	2	1	
<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	6 hoch	2	0	2	1	1	
<i>Impatiens parviflora</i>	Kleines Springkraut	8 sehr hoch	2	2	2	2	0	
<i>Lonicera henryi</i>	Henrys Geißblatt	1 mittel	1	0	0	0	0	
<i>Lonicera tatarica</i>	Tataren-Heckenkirsche	2 mittel	2	0	1	-1	0	
<i>Lupinus polyphyllus</i>	Vielblättrige Lupine	6 hoch	2	1	2	1	0	
<i>Lycium barbarum</i>	Gewöhnlicher Bocksdorn	5 hoch	2	0	2	1	0	
<i>Lysichiton americanus</i>	Gelbe Scheinkalla	-1 mittel	1	-1	-1	0	0	
<i>Mahonia aquifolium</i>	Gewöhnliche Mahonie	5 hoch	2	2	2	-1	0	
<i>Microstegium vimineum</i>	Japanisches Stelzengras	2 mittel	-2	1	0	2	1	
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	Großes Stielblütengras	4 hoch	-1	2	1	1	1	
<i>Miscanthus sinensis</i>	Chinaschilf	6 hoch	1	2	1	1	1	
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Karottenkraut	4 hoch	-2	1	2	2	1	
<i>Paspalum paspalodes</i>	Pfannengras	3 hoch	-1	1	0	2	1	
<i>Paulownia tomentosa</i>	Chinesischer Blauglocken- baum	7 sehr hoch	1	2	2	1	1	
<i>Pennisetum setaceum</i>	Afrikanisches Lampenputzer- gras	2 mittel	-2	1	1	2	0	
<i>Persicaria perfoliata</i>	Durchwachsener Knöterich	0 mittel	-2	0	1	1	0	
<i>Phedimus spurius</i>	Kaukasus-Glanzfetthenne	6 hoch	2	1	2	1	0	
<i>Phytolacca americana</i>	Amerikanische Kermesbeere	6 hoch	2	1	1	1	1	
<i>Pinus nigra</i>	Schwarz-Kiefer	3 hoch	2	1	-1	1	0	
<i>Pinus strobus</i>	Weymouth-Kiefer	4 hoch	2	2	-1	1	0	
<i>Populus canadensis</i>	Bastard-Pappel	5 hoch	2	0	1	1	1	
<i>Prunus laurocerasus</i>	Lorbeerkirsche	2 mittel	0	2	1	-1	0	

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gesamtbe- wertung	Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa	Ausbreitungstendenzen in Mittel- europa	Vorkommen in schienenrelevan- ten Lebensräumen	Schienenrelevante Ausbreitungs- pfade & -vektoren	Reproduktionspotential
<i>Prunus serotina</i>	Späte Traubenkirsche	5 hoch	2	2	2	-1	0
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Gewöhnliche Douglasie	5 hoch	2	2	0	1	0
<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>	Kudzu	1 mittel	-2	0	2	0	1
<i>Quercus rubra</i>	Rot-Eiche	3 hoch	2	1	1	-1	0
<i>Rhododendron ponticum</i>	Pontischer Rhododendron	3 hoch	2	1	0	1	0
<i>Rhus typhina</i>	Essig-Baum	4 hoch	2	0	1	1	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie	8 sehr hoch	2	2	2	2	0
<i>Rosa rugosa</i>	Kartoffel-Rose	6 hoch	2	2	1	1	0
<i>Rubus armeniacus</i>	Armenische Brombeere	7 sehr hoch	2	2	2	0	1
<i>Rudbeckia laciniata</i>	Schlitzblättriger Sonnenhut	7 sehr hoch	2	1	1	2	1
<i>Sarracenia purpurea</i>	Braunrote Schlauchpflanze	-1 mittel	2	0	-2	-2	1
<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Greiskraut	8 sehr hoch	2	2	1	2	1
<i>Solidago canadensis</i>	Kanadische Goldrute	9 sehr hoch	2	2	2	2	1
<i>Solidago gigantea</i>	Späte Goldrute	8 sehr hoch	2	1	2	2	1
<i>Sorghum x alnum</i>	Columbusgras	-1 mittel	-2	1	-2	1	1
<i>Symphoricarpos albus</i>	Gewöhnliche Schneebeere	3 hoch	2	-1	2	0	0
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	Lanzett-Herbstaster	7 sehr hoch	2	1	2	1	1
<i>Symphyotrichum novi-belgii</i>	Neubelgien-Herbstaster	7 sehr hoch	2	0	2	2	1
<i>Syringa vulgaris</i>	Gewöhnlicher Flieder	5 hoch	2	1	2	0	0
<i>Telekia speciosa</i>	Große Telekie	5 hoch	2	1	1	0	1
<i>Vaccinium atlanticum</i>	Amerikanische Strauch- Heidelbeere	-1 mittel	0	1	-2	-1	1
<i>Viburnum rhytidophyllum</i>	Leberblattschneeball	2 mittel	1	2	0	-1	0
Tiere							
<i>Acridotheres tristis</i>	Hirtenmaina	1 mittel	-1	1	1	-1	1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gesamtbe- wertung	Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa Ausbreitungstendenzen in Mittel- europa Vorkommen in schienenrelevan- ten Lebensräumen Schienenrelevante Ausbreitungs- pfade & -vektoren Reproduktionspotential				
<i>Aedes albopictus</i>	Asiatische Tigermücke	6 hoch	1	2	1	1	1
<i>Aedes japonicus</i>	Asiatische Buschmücke	4 hoch	2	0	0	1	1
<i>Agrilus planipennis</i>	Asiatischer Eschen- Prachtkäfer	-1 mittel	-2	1	-1	1	0
<i>Alectoris chukar</i>	Chukarhuhn	-1 mittel	0	0	-2	-1	2
<i>Alopochen aegyptiaca</i>	Nilgans	2 mittel	2	2	-2	-1	1
<i>Anser cygnoides</i>	Schwanengans	-2 mittel	0	0	-2	-1	1
<i>Arthurdendylus triangulatus</i>	Neuseelandplattwurm	-2 mittel	-2	-1	-1	1	1
<i>Branta canadensis</i>	Kanadagans	1 mittel	2	1	-2	-1	1
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	Kiefernholznematode	1 mittel	-2	1	-1	1	2
<i>Callosciurus erythraeus</i>	Pallas-Schönhörnchen	-2 mittel	-2	1	-1	-1	1
<i>Callosciurus finlaysonii</i>	Finlayson-Schönhörnchen	-2 mittel	-2	1	-1	-1	1
<i>Castor canadensis</i>	Kanadabiber	-1 mittel	1	0	-2	-1	1
<i>Cervus nippon</i>	Sikahirsch	-1 mittel	2	0	-2	-1	0
<i>Corvus splendens</i>	Glanzkrähe	-1 mittel	-2	0	1	-1	1
<i>Herpestes javanicus</i>	Kleiner Mungo	-2 mittel	-2	0	0	-1	1
<i>Linepithema humile</i>	Argentinische Ameise	5 hoch	-1	1	1	2	2
<i>Muntiacus reevesi</i>	Chinesischer Muntjak	-1 mittel	0	1	-1	-1	0
<i>Myocastor coypus</i>	Nutria	1 mittel	2	1	-2	-1	1
<i>Nasua nasua</i>	Roter Nasenbär	-3 gering	-1	0	-2	-1	1
<i>Neovison vison</i>	Mink	1 mittel	2	1	-2	-1	1
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	Marderhund	5 hoch	2	2	0	-1	2
<i>Ondatra zibethicus</i>	Bisamratte	2 mittel	2	1	-2	-1	2
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Schwarzkopf-Ruderente	-2 mittel	1	-1	-2	-1	1
<i>Pelophylax bedriagae</i>	Levantinischer Wasserfrosch	-1 mittel	0	1	-2	-1	1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gesamtbe- wertung	Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa					Reproduktionspotential
			Ausbreitungstendenzen in Mittel- europa	Vorkommen in schienenrelevan- ten Lebensräumen	Schienenrelevante Ausbreitungs- pfade & -vektoren			
Phasianus colchicus	Jagdfasan	2 mittel	2	0	-1	-1	2	
Procyon lotor	Waschbär	4 hoch	2	2	0	-1	1	
Psittacula eupatria	Großer Alexandersittich	0 mittel	0	0	-1	0	1	
Psittacula krameri	Halsbandsittich	3 hoch	2	2	-1	-1	1	
Rattus norvegicus	Wanderratte	5 hoch	2	0	1	0	2	
Rhea americana	Nandu	-1 mittel	0	1	-2	-1	1	
Sciurus carolinensis	Grauhörnchen	-1 mittel	-2	1	0	-1	1	
Sciurus niger	Fuchshörnchen	-2 mittel	-2	1	-1	-1	1	
Sylvilagus floridanus	Florida-Waldkaninchen	-4 gering	-2	-1	-2	-1	2	
Tadorna ferruginea	Rostgans	1 mittel	2	1	-2	-1	1	
Tamias sibiricus	Sibirisches Streifenhörnchen	1 mittel	1	0	0	-1	1	
Threskiornis aethiopicus	Heiliger Ibis	-1 mittel	0	1	-2	-1	1	
Vespa velutina	Asiatische Hornisse	6 hoch	0	2	1	1	2	

4 Datenblätter

Die Datenblätter zu den einzelnen Arten finden sich Band II des Endberichtes. Im Folgenden ist ein Datenblatt exemplarisch abgedruckt.

4.1 *Heracleum mantegazzianum* - Riesen-Bärenklau

Systematik und Nomenklatur

Name	<i>Heracleum mantegazzianum</i> Sommier & Levier
Synonyme	<i>Heracleum caucasicum</i> , <i>Heracleum giganteum</i> , <i>Heracleum panaces</i> , <i>Heracleum pubescens</i> , <i>Heracleum speciosum</i> , <i>Heracleum tauricum</i> , <i>Pastinaca pubescens</i> , <i>Sphondylium pubescens</i>
Systematik	Spermatophytina (Gefäßpflanzen) Apiales (Doldenblütenartige) Apiaceae (Doldenblütler)

Ergebnisse der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung

Unionsliste	in der Unionsliste enthalten
Nationale Einstufung	Invasiv - Managementliste [892]
Naturnahe Lebensräume	Ufer, Waldränder und -lichtungen [1189] ^{in[892]} , Wälder, Grünland [1190]

Die vollständige Beseitigung der Art in Deutschland erscheint unrealistisch [1050].

Bewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene

Bewertungsmethode (Zusammenfassung): Das Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene wird aus der Summe der für fünf Kriterien (1. Verbreitung und Vorkommen, 2. Ausbreitungstendenzen in Mitteleuropa, 3. Vorkommen in relevanten Lebensräumen, 4. Reproduktionspotential und 5. relevante Ausbreitungspfade und -vektoren) vergebenen Punkte berechnet. Jedes Kriterium wurde mit Punkten von -2 (starke Minderung des Invasionsrisikos) über 0 (mittleres Invasionsrisiko) bis +2 (starke Erhöhung des Invasionsrisikos) bewertet. Je höher die Gesamtsumme der Punkte einer IAS ist, desto höher ist ihr Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene, für Arten mit mittlerem Invasionsrisiko ergeben sich dabei 0 Punkte.

Verbreitung und Vorkommen in Mitteleuropa

Status u. Häufigkeit in Deutschland	etabliert - großräumig verbreitet [892]
Vorkommen in Nachbarländern	9/9: DK PO CZ AT CH FR BE LU NL [446] [465] [466] [647] [681] [1198]

Bewertung von Verbreitung und Vorkommen

2 Punkte

Ausbreitungstendenzen in Mitteleuropa

aktueller Ausbreitungsverlauf	expansiv [280] [1189] ^{in[892]}
Einfluss des Klimawandels	neutral [703] ^{in[892]}

Bewertung der Ausbreitungstendenzen in Mitteleuropa

1 Punkt

Vorkommen in relevanten Lebensräumen

Eisenbahnanlagen	✓	[197] [198] [598] [694] [937] [1057] [1190] [1322]
Häfen o. Umschlagplätze	☐	
Straßen- o. Wegränder, Säume	✓	[10] [209] [646] [1190]
Grünland (ruderal beeinflusst)	✓	[646] [798] [1189] ^{in[892]} [1190]
Gebüsche o. Hecken	☐	
Brachflächen	✓	[646] [694] [798] [1190]
Gärten	✓	[646]
Gebäude o. Mauern	☐	

Bewertung des Vorkommens in relevanten Lebensräumen**2 Punkte****Reproduktionspotential**

Generationszeit	2 Jahre [710]
verwendete Kategorie	1,2-2 Jahre
Anzahl Nachkommen	10.000-100.000 Samen pro Jahr [863] [899] [952] ^{in[892]} [1204]
verwendete Kategorie	10.000-100.000
Asexuelle Vermehrung u. Regeneration	-

Bewertung des Reproduktionspotentials**1 Punkt****Relevante Ausbreitungspfade und -vektoren mit hohem Potenzial für Fernausbreitung**

Selbstausbreitung	☐	
Windausbreitung	☐	
an der Oberfläche von Tieren	✓	[587] [899]
nach Fraß durch Tiere	☐	

Bahnbedingte Ausbreitung

durch Fahrtwind	☐	
als blinder Passagier der Bahn	✓	[280] [899]
an Schuhen, Kleidung o. Gepäck	✓	[899]
mit organischen Verpackungen	☐	
mit Boden, Pflanzenmaterial, Gartenabfällen, Holz etc.	✓	[280] [478] [749]
mit Saatgut oder Futtermitteln	✓	[1294] ^{in[280]}
als blinder Passagier an Fahrzeugen	✓	[622] [899]

Die Diasporen sind bis zu 3 Tage schwimmfähig [386]^{in[280]} [863].

Die meisten Diasporen werden weniger als 40 m weit ausgebreitet, es wurden aber auch Entfernungen von bis zu 300 m beobachtet [1204].

Bewertung relevanter Ausbreitungspfade u. -vektoren**2 Punkte****Gesamtbewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene****+8 Punkte****sehr hoch**

Wichtigste Auswirkungen auf Biodiversität und Lebensräume, vgl. [892]

Minderung von Artenzahlen und -diversität in Grünlandbrachen [573]^{in[892]} [1190]^{in[892]} [1191]^{in[892]}
Hybridisierung mit dem heimischen Wiesen-Bärenklau [1084]^{in[892]}
Veränderung von Vegetationsstrukturen durch Aufbau von Dominanzbeständen [1189]^{in[892]}
Verstärkung der Erosion an Flussufern [1259]^{in[892]}

Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

bei Verzehr giftig	☐	
bei Kontakt gesundheitsschädlich	✓	Furanocumarine lösen phototoxische Hautreaktionen aus [81] [390] ^{in[280]} [564] ^{in[892]} [836] ^{in[280]} [1012], in seltenen Fällen kann Atemnot auftreten [622]
allergieauslösend	☐	
Verletzungsgefahr	✓	schwere Verbrennungen möglich [81]
Krankheitserreger	☐	
Vektor von Pathogenen	☐	

Die medizinischen Behandlungskosten in Deutschland werden auf 300.000 € bis 2 Mio. € pro Jahr geschätzt [1007].

Für den Verkehrsträger Schiene relevante Auswirkungen

Beschädigung von Bauwerken	☐	
Beschädigung von Gleisanlagen	☐	
Erhöhte Unterhaltungskosten	✓	[1007] [1259] ^{in[892]}
sonstiges	✓	erschwerter Zugänglichkeit [1007]

Die Kosten für die Bekämpfung des Riesen-Bärenklaus werden in Deutschland auf bis zu 7 Mio. € [998] bzw. 15 Mio. € [1007] pro Jahr geschätzt. Für die Bekämpfung von Beständen an Straßen werden ca. 2,3 Mio. € pro Jahr aufgewendet [1007].

Für die Beseitigung eines Quadratmeters wurden inklusive Vorbereitungszeit, Maßnahme und Deponierung des Mähguts etwa 20 Minuten benötigt [1007].

Vergleichende Übersichten der Kosten verschiedener Bekämpfungsmaßnahmen für den Riesen-Bärenklau finden sich in [898] und [998].

Management- und Kontrollmaßnahmen

Das Berühren des Riesen-Bärenklaus ist unbedingt zu vermeiden, da er phototoxische Reaktionen hervorruft, die zu starken Verbrennungen führen können [81] [1050].

Alle Maßnahmen müssen mit geeigneter Schutzkleidung (inklusive Schutzbrille) erfolgen und die Mitarbeiter entsprechend informiert bzw. geschult sein [899].

Nach Durchführung von Maßnahmen sind verwendete Fahrzeuge, Geräte und Schuhe vor Ort zu reinigen, um eine Verschleppung von Diasporen zu vermeiden [749].

Prävention

Verhinderung der Verbreitung von Diasporen mit kontaminiertem Boden oder Pflanzenmaterial, insbesondere bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen [735]^{in[1080]} [749].

Gefährdete Standorte sollten regelmäßig, mindestens 1-mal jährlich gemäht werden [1080].

Monitoring gefährdeter Standorte [877]^{in[280]} [878]^{in[280]} [1080].

Information und Weiterbildung relevanter Mitarbeitergruppen bzw. beauftragter Unternehmen [749] [1080].

Beseitigung

Die zu den Beseitigungsmaßnahmen gegebenen Empfehlungen orientieren sich an den Angaben und Kriterien der vom BfN herausgegebenen Managementhandbücher [1020] [1030].

☒: empfehlenswert | (✓): bedingt empfehlenswert | -: nicht empfehlenswert | ?: unzureichende Daten | ☐: k. A.

Manuelle u. mechanische Verfahren	✓	Ausgraben oder Abstechen mit einem Spaten etwa 15 cm unterhalb der Bodenoberfläche [151] [562] ^{in[1080]} [750] ^{in[1080]} [767] ^{in[1080]} [899] [1087] ^{in[1080]} [1277] ^{in[1080]} . Größere Bestände können gepflügt oder geästert werden [899] [1087] ^{in[1080]} . Entfernen der Fruchtstände: der nur einmal zur Blüte gelangende Riesen-Bärenklau [899] [1087] ^{in[1080]} sollte während der Hauptblüte, aber vor der Fruchtreife geschnitten werden, um die Wahrscheinlichkeit des Wiederaustriebs und die Gefahr der Verschleppung von Diasporen zu minimieren [899] [900] ^{in[1080]} .
Mahd	(✓)	Mehrmalige Mahd pro Jahr, die im Frühjahr beginnt, wenn die Individuen 50-100 cm groß und bis in den Herbst so oft wiederholt werden soll, dass die Pflanzen keine Samen produzieren [900] ^{in[1080]} [1087] ^{in[1080]} . Bei nur einmaliger Mahd kann der Riesen-Bärenklau erneut austreiben, blühen und Samen produzieren [562] ^{in[1080]} [899] [900] ^{in[280]} [989] ^{in[280]} .
Beweidung	(✓)	Vor allem an Stellen, die mit Maschinen nicht erreicht werden, kann eine ganzjährige, möglichst intensive Beweidung sinnvoll sein. Diese sollte beginnen, wenn die Pflanzen ca. 50-100 cm groß sind [899] [1087] ^{in[1080]} [1139] ^{in[1080]} [1262] ^{in[1080]} . Sowohl Schafe, als auch Rinder sind geeignet [899]. Gegen die phototoxischen Furanocumarine reagieren dunkelhäutige und dickfellige Rassen unempfindlicher [232] ^{in[1080]} . Beweidung mit Schweinen ist besonders effektiv, weil diese nicht nur die Blätter, sondern auch die unterirdischen Organe des Riesen-Bärenklau fressen [232] ^{in[1080]} .
Änderung der Nutzung o. Vegetation	(✓)	Etablierung einer geschlossenen Vegetationsdecke, z. B. durch mindestens 1-mal jährliche Mahd [1080].
Biologische Kontrolle	☐	
Herbizide	-	Herbizide werden häufig eingesetzt, führen jedoch nicht zu einer vollständigen Beseitigung des Riesen-Bärenklau [618] ^{in[1080]} [1260] ^{in[1080]} . Sie erscheinen deshalb allenfalls in Kombination mit anderen Maßnahmen sinnvoll. Am effektivsten wirken Glyphosat, Clopyralid [841] und Triclopyr [899].
sonstiges	(✓)	Einzelpflanzen können mit Heißschaum bekämpft werden [100] [1337].

Entsorgung

Pflanzenmaterial kann Verbrennungsanlagen oder gewerblichen Kompostieranlagen bei 55°C bis 70°C entsorgt werden [562]^{in[1080]} [683]. 'Normale' Garten-Kompostierung ist nicht geeignet, da hierbei Samen oder Pflanzenfragmente überleben können [562] [683].

Erfolgskontrolle, Monitoring

Nach Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen ist eine Erfolgskontrolle und ggf. eine erneute Bekämpfung besonders wichtig [1080], [1086]^{in[1080]}, weil die Art über ein hohes Wiederaustriebsvermögen

verfügt, wenn der Vegetationspunkt nicht komplett zerstört wurde. Die Kontrolle sollte etwa 3-4 Wochen nach der Maßnahme durchgeführt werden [1080].

Handlungsempfehlungen

Der Riesen-Bärenklau wurde in den Invasivitätsbewertungen des BfN als invasive Art in die Managementliste eingestuft [892]. Außerdem ist er in der Unionsliste enthalten [466]. Aufgrund der gesundheitlichen Risiken wird der Riesen-Bärenklau in vielen Ländern als prioritär zu bekämpfende Art angesehen [622]. Auch aus naturschutzfachlichen Gründen, z. B. wenn die Gefahr der Ausbreitung in benachbarte, naturschutzfachlich wertvolle Flächen besteht können Maßnahmen gegen bestehende Bestände notwendig sein [893]. Die in Deutschland großräumig verbreitete Art kommt auch regelmäßig im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene vor. Bestehende Bestände sollten aufgrund der gesundheitlichen Risiken konsequent bekämpft werden. Als am erfolgversprechendsten gelten mehrjährig durchgeführte Managementmaßnahmen wie Abstechen, Beweidung oder kombinierte Verfahren [898] [899] [1080] mit anschließender Erfolgskontrolle [1080]. Als wichtiger Bestandteil der Vorsorge wird die Etablierung einer geschlossenen Vegetationsdecke an gefährdeten Standorten angesehen, welche die Keimung aus der Diasporenbank unterdrückt [861]^{in[280]} [899].

Verwendete und weiterführende Literatur

10. Adolphi, K. (2005): Kurze Anmerkungen zu sich ausbreitenden Arten an Verkehrswegen. www.ruderal-vegetation.de/epub/adolphi_bs.pdf.
50. Ansong, M. & Pickering, C. (2013): Are Weeds Hitchhiking a Ride on Your Car? A Systematic Review of Seed Dispersal on Cars. *PLoS One* 8 (11). e80275. doi: 10.1371/journal.pone.0080275.
81. Baker, B.G., Bedford, J. & Kanitkar, S. (2017): Keeping pace with the media; Giant Hogweed burns - A case series and comprehensive review. *Burns* 43: 933-938.
100. BBA (2003): Untersuchungen im Jahr 2003 zur Bekämpfung des Riesen-Bärenklaus (*Heracleum mantegazzianum*) und einiger weiterer Unkrautarten mit dem Heißschaumsystem der Firma Wai-puna, Zwischenbericht. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig: 8 S.
151. Birger, A. & Birger, J. (2012): Umsetzung von Kontroll- und Bekämpfungsmaßnahmen gegen Riesen-Bärenklau in ausgewählten Schutzgebieten Sachsen-Anhalts. Halle/Saale (UMGEODAT): 52 S.
197. Brandes, D. (1993a): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. *Tuexenia* 13: 415-444.
198. Brandes, D. (1993b): Zur Ruderalflora von Verkehrsanlagen in Magdeburg. *Floristische Rundbriefe* 27: 50-54.
209. Brandes, D. (2012): Virtuelle Exkursion: Autobahnen als neuartige Ruderalstandorte. www.ruderal-vegetation.de/epub/autobahnen_als_neuartige_ruderalstandorte.pdf.
232. Buttenschön, R.M. & Nielsen, C. (2007): Control of *Heracleum mantegazzianum* by grazing. In: Pyšek, P., Cock, M.J.W., Nentwig, W. & Ravn, H.P. (Hrsg.): *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CABI, Oxfordshire: 240-254.
280. CABI (2017): Invasive Species Compendium. Datasheet for *Heracleum mantegazzianum*. CABI International, Wallingford, UK. www.cabi.org/isc/datasheet/26911. Eingesehen am 24.9.2017.
386. Dawe, N.K. & White, E.R. (1979): Giant cow parsnip (*Heracleum mantegazzianum*) on Vancouver Island, British Columbia. *Canadian Field Naturalist* 93: 82-83.
390. Denness, A., Armitage, J.D. & Culham, A. (2013): A contribution towards the identification of the giant hogweed species (*Heracleum*, Apiaceae) naturalised in the British Isles with comments concerning their furanocoumarin content. *New Journal of Botany* 3 (3): 183-196.
446. Eppo (2017): Data sheets on quarantine pests. *Heracleum mantegazzianum*, *Heracleum sosnowskyi*

- and *Heracleum persicum*. EPPO Bulletin 39: 489-499.
https://gd.eppo.int/download/doc/387_ds_HERPE_en.pdf. Eingesehen am 3.10.2017.
465. Euro+Med (2017): Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>. Eingesehen am 26.9.2017.
 466. European Commission (Hrsg.) (2017): Invasive Alien Species of Union concern. Publication Office of the European Union, Luxemburg: 36 S.
 478. Ferus, P., Sirbu, C., Elias, P., Konopkova, J., Durisova, L., Samuil, C. & Oprea, A. (2015): Reciprocal contamination by invasive plants: analysis of trade exchange between Slovakia and Romania. *Biologia* 70 (7): 893-904.
 483. FLORAWEB (2017): Daten und Informationen zu Wildpflanzen und zur Vegetation Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz. Bonn. www.floraweb.de. Eingesehen am 4.10.2017.
 486. Fowler, L. (1998): APHIS interception records revisited. Abstracts. Weed Science Society of America Meeting, 38: 26.
 562. Hartmann, E., Schuldes, H., Kübler, R. & Konold, W. (1995): Neophyten. Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. Landsberg, ecomed: 302 S.
 564. Hattendorf, J., Hansen, S.O. & Nentwig, W. (2007): Defence systems of *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M.J.W., Nentwig, W. & Ravn, H.P. (Hrsg.): Ecology and management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). CABI, Oxfordshire: 209-225.
 573. Hejda, M., Pyšek, P. & Jarosik, V. (2009): Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology* 97 (3): 393-403.
 587. Hintze, C., Heydel, F., Hoppe, C., Cunze, S., König, A. & Tackenberg, O. (2013): D³: The Dispersal and Diaspore Database - Baseline data and statistics on seed dispersal. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 15, 180-192. www.seed-dispersal.info. Eingesehen am 20.9.17.
 598. Hohla, M., Kleesadl, G. & Melzer, H. (1998): Floristisches von den Bahnanlagen Oberösterreichs. *Beitr. Naturk. Oberösterreichs* 6: 139-301.
 618. Hulme, P.E. (2006b): Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *Journal of Applied Ecology* 43 (5): 835-847.
 622. Hutter, H.-P., van Hove, M., Lemmerer, K., Unterhofer, F. & Wallner, P. (2017): Invasive Alien Species und Public Health. Übersicht über die vorhandenen Berichte, Empfehlungen, Verordnungen etc. Zentrum für Public Health. Medizinische Universität Wien. http://neobiota-austria.at/fileadmin/inhalte/neobiota/pdf/RagweedHogweedAedes__170718.pdf. Eingesehen am 19.10.2017.
 646. Jäger, E. (Hrsg.), Rothmaler, W. (Begr.) (2011): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Grundband, 20. Aufl. Spektrum, Heidelberg: 930 S.
 647. Jahodova, S., Trybush, S., Pyšek, P., Wade, M. & Karp, A. (2007): Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distributions* 13 (1): 99-114.
 681. Kanton Basel (2015): Maßnahmenplan Neobiota. Anhänge. 19 S.
 683. Kanton Solothurn (2013): Invasive Neophyten - kompostieren, vergären, verbrennen. Merkblätter des Amtes für Umwelt, Beilage 2: 1 S.
 694. Keil, P. & Loos, G. (2004): Ergasiophytophyten auf Industriebrachen des Ruhrgebietes. *Flor. Rundbr.* 38: 101-112.
 703. Kleinbauer, I., Dullinger, S., Klingenstein, F., May, R., Nehring, S. & Essl, F. (2010): Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich. *BfN-Skripten* 275: 76 S.
 710. Klotz, S., Kühn, I. & Durka, W. (2002): BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Landwirtschaftsverlag, Münster.
 735. Kowarik, I. (2010): Biologische Invasionen - Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa, 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 492 S.

749. Kreis Siegen-Wittgenstein (2015): Invasive Neophyten auf Baustellen. Finanzielle Risiken vermeiden! Vorsorge betreiben! Handlungsleitlinien für Projektträger, Bauverwaltungen, Planer/innen und Bauunternehmen. Kreis Siegen-Wittgenstein, Untere Landschaftsbehörde: 11 S.
750. Krippel, Y. & Richarz, F. (2013): Verbreitung und Management von *Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev. (Apiaceae, Spermatophyta) in der Obersauerregion in Luxemburg. Bulletin Société des naturalistes luxembourgeois 114: 3-13.
767. Landkreis Görlitz (Hrsg.) (2011): Neophytenmanagement in der Euroregion Neiße. Landratsamt Görlitz, Umweltamt, Görlitz: 30 S.
798. Lohmeyer, W. & Sukopp, H. (unveröff.): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Unveröffentlichte Fortschreibung der Sammlung von Daten über agriophytische Vorkommen von Pflanzenarten. www.oekosys.tu-berlin.de/fileadmin/fg35/Forschung/Downloads/liste_agrio.pdf. Eingesehen am 4.10.2017.
836. Mehta, A.J. & Statham, B.N. (2007): Phytophotodermatitis mimicking non-accidental injury or self-harm. European Journal of Pediatrics 166: 751-752.
841. Meinschmidt, E. (2009): Bekämpfung von Riesen-Bärenklau - Untersuchungen zu Bekämpfungsmaßnahmen von Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) sowie ihre ökonomische Bewertung. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 9: 45 S.
861. Moravcová, L., Gudžinskas, Z., Pyšek, P., Pergl, J. & Perglová, I. (2007a): Seed ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, two invasive species with different distributions in Europe. In: Pyšek, P., Cock, M.J.W., Nentwig, W. & Ravn, H.P. (Hrsg.): Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). CAB International: 157-169.
862. Moravcová, L., Pyšek, P., Krinke, L., Pergl, J., Perglová, I. & Thompson, K. (2007b): Seed germination, dispersal and seed bank in *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M.J.W., Nentwig, W. & Ravn, H.P. (Hrsg.): Ecology and management of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) CABI, Wallingford, UK: 74-91.
863. Moravcová, L., Pyšek, P., Jarošík, V., Havlíčková, V. & Zákravský, P. (2010): Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. Preslia 82: 365-390.
877. Müllerová, J., Pyšek, P., Jarosík, V. & Pergl, J. (2005): Aerial photographs as a tool for assessing the regional dynamics of the invasive plant species *Heracleum mantegazzianum*. Journal of Applied Ecology 42 (6): 1042-1053.
878. Müllerová, J., Pergl, J. & Pyšek, P. (2013): Remote sensing as a tool for monitoring plant invasions: testing the effects of data resolution and image classification approach on the detection of a model plant species *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 25: 55-65.
892. Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch, W. & Essl, F. (Hrsg.) (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352: 202 S.
893. Nehring, S., Essl, F. & Rabitsch, W. (2015a): Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten, Version 1.3. BfN-Skripten 401: 48 S.
898. Nielsen, C., Ravn, H.P., Nentwig, W. & Wade, M. (Hrsg.) (2005a): The giant hogweed best practice manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Hoersholm, Denmark: Forest and Landscape Denmark: 44 S.
899. Nielsen, C., Ravn, H.P., Nentwig, W. & Wade, M. (Hrsg.) (2005b): Praxisleitfaden Riesenbärenklau. Hoersholm, Denmark: Forest and Landscape Denmark: 44 S.
900. Nielsen, C., Vanaga, I., Treikale, O. & Priekule, I. (2007): Mechanical and chemical control of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*. In: Pyšek, P., Cock, M.J.W., Nentwig, W. & Ravn, H.P. (Hrsg.): Ecology and management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). CABI, Oxfordshire: 226-239.
937. Ottich, I. (2007): Archäophyten und Neophyten im Stadtgebiet von Frankfurt am Main und ihre Auswirkungen auf die Biodiversität. Dissertaion. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am

Main: 758 Seiten.

952. Perglova, I., Pergl, J. & Pyšek, P. (2006): Flowering phenology and reproductive effort of the invasive alien plant *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* 78: 265-285.
989. Pyšek, P., Cock, M.J.W., Nentwig, W. & Ravn, H.P. (2007): Ecology and management of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) Wallingford, UK: CABI, xvii + 324 S.
998. Rajmis, S., Thiele, J. & Marggraf, R. (2016): A cost-benefit analysis of controlling giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) in Germany using a choice experiment approach. *NeoBiota* 31: 19-41.
1007. Reinhardt, F., Herle, M., Bastiansen, F. & Streit, B. (2003): Ökonomische Folgen der Ausbreitung von Neobiota. UBA Texte 79/03: 254 S.
1012. Rhode, M. (2017): Kontaktgiftige Pflanzen der Welt. www.plants.yoll.net. Eingesehen am 20.9.2017.
1050. Rzymiski, P., Klimaszyk, P. & Poniedzialek, B. (2015): Invasive giant hogweeds in poland: Risk of burns among forestry workers and plant distribution. *Burns* 41 (8): 1816-1822.
1057. Sargent, C. (1982): The Biological Survey of British rail property. Final Report to Nature Conservancy Council. Huntingdon: Monks Wood Experimental Station: 181 S.
1080. Schmiedel, D., Wilhelm, E.-G., Nehring, S., Scheibner, C., Roth, M. & Winter, S. (2015): Management-Handbuch zum Umgang mit gebietsfremden Arten in Deutschland: Band 1: Pilze, niedere Pflanzen und Gefäßpflanzen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 141 (1): 709 S.
1084. Schmitz, U., Ristow, M., May, R. & Bleeker, W. (2008): Hybridisierung zwischen Neophyten und heimischen Pflanzenarten in Deutschland. *Nat. Landsch.* 83: 444-451.
1086. Schneider, K. & Hormann, A. (2011): Frühwarnsystem und Konzeption von Maßnahmen gegen invasive Neophyten in Schutzgebieten Sachsen-Anhalts - Zielstellung und erste Ergebnisse des Projektes. *Naturschutz im Land Sachsen Anhalt* 1+2: 69-75.
1087. Schneider, K. & Hormann, A. (2013): Strategie zum Umgang mit dem Riesen-Bärenklau in Sachsen-Anhalt - Stand 12.06.2013. Halle/Saale (Koordinationsstelle Invasive Neophyten in Schutzgebieten Sachsen-Anhalts beim UfU): 22 S.
1139. Starfinger, U. (2004b): Neophyten-Probleme und Bekämpfungsmaßnahmen: die wichtigsten Arten in Schleswig-Holstein. In: Neophyten in Schleswig-Holstein: Problem oder Bereicherung? Dokumentation der Tagung im LANU am 31.03.2004 Schriftenreihe LANU SH - Natur 10: 51-65.
1189. Thiele, J. & Otte, A. (2008a): Herkules mit Achillesfersen? Naturschutz-relevante Aspekte der Ausbreitung von *Heracleum mantegazzianum* auf der lokalen, landschaftlichen und regionalen Skalen-ebene. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40: 273-279.
1190. Thiele, J. & Otte, A. (2008b): Invasion patterns of *Heracleum mantegazzianum* in Germany on the regional and landscape scales. *Journal for Nature Conservation* 16: 61-71.
1191. Thiele, J., Isermann, M., Kollmann, J. & Otte, A. (2011): Impact scores of invasive plants are biased by disregard of environmental co-variation and non-linearity. *Neobiota* 10: 65-79.
1195. Tiley, G.E.D. & Philp, B. (1992): Strategy for the control of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) on the river Ayr in Scotland. *Aspects of Applied Biology* 29, Vegetation Management in Forestry, Amenity and Conservation Areas: 463-466.
1198. Tokarska-Guzik, B., Węgrzynek, B., Urbisz, A., Urbisz, A., Nowak, T., & Bzdęga, K. (2010): Alien vascular plants in the Silesian Upland of Poland: distribution, patterns, impacts and threats. *Biodiversity: Research and Conservation* 19: 33-54.
1204. Trottier, N., Groeneveld, E., & Lavoie, C. (2017): Giant hogweed at its northern distribution limit in North America: Experiments for a better understanding of its dispersal dynamics along rivers. *River Research and Applications* 33: 1098-1106.
1259. Wade, M., Darby, E.J., Courtney, A.D. & Caffrey, J.M. (1997): *Heracleum mantegazzianum*: a problem for river managers in the Republic of Ireland and the United Kingdom. In: Brock, J.H. (Hrsg.): *Plant Invasions: Studies from North America and Europe*. Blackhuys, Leyden: 139-152.

1260. Wadsworth, R.A., Collingham, Y.C., Willis, S.G., Huntley, B. & Hulme, P.E. (2000): Simulating the spread and management of alien riparian weeds: are they out of control? *Journal of Applied Ecology* 37 (1): 28-38.
1262. Wagner, S. (2014): Planet Wissen - Riesenbärenklau. www.planet-wissen.de/natur_technik/naturschutz/invasionsbiologie/riesenbaerenklau.jsp.
1263. Waldburger, E. & Staub, R. (2006): Neophyten im Fürstentum Liechtenstein. Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, 32: 95-112.
1277. Weber, E. (2013): Invasive Pflanzen in der Schweiz erkennen und bekämpfen. Haupt, Bern: 224 S.
1294. Westbrooks, R.G. (1991): *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier. Federal USDA PPQ Noxious Weed Inspection Guide. Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA. www.ceris.purdue.edu/napis/pests/ghw/facts.txt.
1322. Wrzesień, M. & Denisow, B. (2006): The usable taxons in spontaneous flora of railway areas of central- eastern part of Poland. *Acta Agrobot.* 59 (2): 95-108.
1333. Zentralverband Gartenbau (2008): Umgang mit invasiven Arten. Empfehlungen für Gärtner, Planer und Verwender. Zentralverband Gartenbau: 37 S.
1337. Zwerger, P. (2004): Bekämpfung des Riesen-Bärenklaus (*Heracleum mantegazzianum*) mit Heißschaum. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA): 1 S.

5 Zusammenfassende Bewertung

5.1 Unabsichtliche Verschleppung von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene

Die unabsichtliche Verschleppung von IAS durch im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren wurde für (fast) alle Pflanzenarten ebenso belegt, wie für die 7 berücksichtigten Wirbellosen sowie die Wanderratte (mit Futtermittel- oder Saatguttransporten). Dies entspricht den Angaben von Ascensão & Capinha (2017), nach denen mit der Bahn vor allem Pflanzen und kleinere Tierarten wie Ameisen, Käfer oder Spinnen ausgebreitet werden, während größere Tiere nur ausnahmsweise verschleppt werden – als Beispiel werden Mäuse, Ratten und Gürteltiere genannt.

Für die in dieser Studie berücksichtigten IAS ist die Verschleppung mit Boden, Pflanzenmaterialien oder Holz am häufigsten belegt (Abbildung 11). Im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene kann es dazu durch Beförderung offen transportierter Güter kommen, aber auch im Verlauf von Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen, wobei Diasporen auch beim Transport von Schottern des Gleiskörpers verschleppt werden können (Brandes 1993). Diese Art der Ausbreitung gilt gerade für viele häufige und problematische Arten wie Götterbaum, Staudenknöteriche, Riesen-Bärenklau oder das Drüsige Springkraut als hochrelevant (Kreis Siegen-Wittgenstein 2015, Schmiedel et al. 2015).

Für viele Arten wurde angegeben, dass sie als blinder Passagier mit der Bahn oder Straßenfahrzeugen verschleppt werden können, ohne dass hierzu nähere Angaben gemacht wurden (vgl. Kapitel 3.2.8 und die in den Datenblättern einzeln aufgeführten Quellen). Diese Angaben konnten häufig nicht von der Ausbreitung mit transportierten Gütern oder der Ausbreitung durch Fahrtwind unterschieden werden. Letztere wurde für einige Pflanzenarten explizit beobachtet und kann für alle an die Windausbreitung angepassten Arten als wahrscheinlich gelten.

Zur Verbreitung der IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene können aber nicht nur anthropogen bedingte Ausbreitungspfade bzw. -vektoren beitragen, sondern auch die Selbstausbreitung bei Tieren oder die Ausbreitung von Pflanzen durch Tiere oder Wind, die für viele Arten nachgewiesen wurde (Abbildung 11). Oft wird vermutet, dass diese Formen der Ausbreitung maßgeblich zur lokalen Ausbreitung beitragen (Colunga-Garcia et al. 2013, Wilson et al. 2009), für den Verkehrsträger Schiene liegen hierzu aber kaum Untersuchungen vor (vgl. Brandes 2005).

Im Allgemeinen ist die Bedeutung der einzelnen Ausbreitungspfade bzw. -vektoren für die Invasion im Bereich des Verkehrsträgers Schiene unbekannt. Nur für wenige Arten gibt es umfangreiche Untersuchungen zur Ausbreitung entlang von Bahnstrecken (Ascensão & Capinha 2017). Eine der in dieser Hinsicht am besten untersuchten Arten ist das aus Südafrika stammende Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*), das sich in Mitteleuropa entlang von Bahnstrecken und Straßen in den letzten Jahrzehnten explosionsartig ausgebreitet hat. Die Ausbreitung dieser Art wird seit dem Anfang ihrer Ausbreitungsphase mit einer Vielzahl unterschiedlicher Methoden untersucht (z. B. Kuhbier 1977, Adema & Mennema 1978, Werner et al. 1991, Brandes 1993, Griesse 1996, Adolphi 1997, Ernst 1998, Lafuma et al. 2003, Lopez-Garcia & Maillet 2005, Kocián 2016, Bossdorf et al. 2008, Monty et al. 2008, Kowarik 2010, Lachmuth et al. 2010, Monty & Mahy 2010, Vanparys et al. 2011, Bornkamm 2012, Blanchet et al. 2015, Söchting & Zwerger 2016, Carboni et al. 2017). Aber selbst für diese mit großem Aufwand untersuchte Art konnte nicht wirklich quantifiziert werden, welche Bedeutung die unterschiedlichen Ausbreitungspfade bzw. -vektoren haben.

Eine quantitative und belastbare Abschätzung der relativen Bedeutung der verschiedenen Ausbreitungspfade bzw. -vektoren für die Ausbreitung der IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene kann auf Basis dieser Literaturstudie somit nicht getroffen werden. Hierzu wären weitergehende Studien notwendig, z. B. zur Effektivität der Ausbreitung durch Fahrtwind von Zügen (Welche IAS können ausgebreitet werden? Wie weit können diese IAS fliegen? Bis zu welcher Entfernung vom Gleis ist der Fahrtwind relevant?).

Auch über die quantitative Bedeutung der mit Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen assoziierten unabsichtlichen Verschleppung (Nachweis für 68 Arten) sowie der Selbstausbreitung bei Tieren (Nachweis für 37 Arten) oder die Ausbreitung von Pflanzen durch Tiere (Nachweis für 73 Arten) oder Wind (Nachweis für 33 Arten) ist für das Umfeld des Verkehrsträgers Schiene praktisch nichts bekannt. Angesichts der hohen Artenzahl, für welche diese Ausbreitungspfade bzw. vektoren nachgewiesen wurden, erscheint es jedoch plausibel, dass sie eine wichtige Rolle für die Ausbreitung von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene spielen.

Bei der Abschätzung der Bedeutung der mit dem Transport von Gütern assoziierten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren sollte auch berücksichtigt werden, dass sich Transportprozesse verändern und sich dies auf das Invasionsrisiko im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene auswirken kann: So kann einerseits argumentiert werden, dass das heute anzutreffende Verbreitungsmuster von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene das Resultat historischer Prozesse ist, die aufgrund veränderter Beförderungsleistungen bei wichtigen Gütergruppen in dieser Form heute nicht mehr gibt oder die zumindest eine deutlich geringere Rolle spielen als früher. Zwischen 1960 und 2016 ist beispielsweise der Gütertransport der Eisenbahn von Erzeugnissen der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei von 23 Mio. Tonnen pro Jahr (nur früheres Bundesgebiet) auf 3,5 Mio. Tonnen pro Jahr gesunken (Statistisches Bundesamt 2017b). Auch hat der Übergang zum Container-Transport die Anzahl unabsichtlich verschleppter Diasporen stark reduziert (Brandes 2005). Beispielsweise sind einige mediterrane Pflanzenarten früher mit organischem Verpackungsmaterial (Häcksel) von Zitrusfrüchten nach Deutschland verschleppt worden und konnten sich hier an Güterbahnhöfen etablieren. Mit dem Verschwinden dieser Transporte bzw. veränderten Verpackungsmaterialien sind viele der eingeschleppten Arten wieder verschwunden (Brandes 1993).

Auch hat der Transport von Nutztieren durch die Bahn stark abgenommen. Zwischen 2011 und 2015 wurden im Mittel 460 Tonnen lebende Tiere pro Jahr durch die Bahn transportiert, wobei in diesem Zeitraum eine Abnahme von 1.854 auf 32 Tonnen pro Jahr zu verzeichnen war (Statistisches Bundesamt 2017a). Noch bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts spielte der Transport lebender Tiere eine viel größere Rolle und hat in erheblichen Maße zur Ausbreitung von Pflanzen innerhalb von und nach Mitteleuropa beigetragen (Bonn & Poschlod 1998).

Andererseits wird im Zuge der Globalisierung generell mit einer Zunahme des Frachtverkehrs und einem dadurch erhöhten Invasionsrisiko gerechnet, das durch den Klimawandel verstärkt wird (Bradley et al. 2012, Colunga-Garcia et al. 2013, Early et al. 2016). Insbesondere der weltweite Handel mit Pflanzen hat durch den Internethandel in den letzten Jahren stark zugenommen (Lenda et al. 2014, van Valkenburg et al. 2014). Beispielsweise betrug die Menge mit der Bahn transportierter lebender Pflanzen im Jahr 2011 47 Tonnen und im Jahr 2015 455 Tonnen, hat sich in nur 5 Jahren also fast verzehnfacht (Statistisches Bundesamt 2017a).

Darüber, ob und wie sich solche Veränderungen von Handelsströmen und Transportprozessen auf das Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene auswirken, kann derzeit nur spekuliert werden.

Nach Artikel 13 der EU-Verordnung müssen Aktionspläne zu den prioritären Einbringungs- und Ausbreitungspfaden invasiver Arten von unionsweiter Bedeutung erstellt werden. Für den Verkehrsträger Schiene liegen hierzu bisher nur wenige Untersuchungen vor. Insbesondere fehlen Studien, die es er-

möglichen, die relative Bedeutung der verschiedenen Ausbreitungspfade und -vektoren zu quantifizieren. Zusammenfassend kann aber festgestellt werden, dass es im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene durch eine Vielzahl von Prozessen zu einer unabsichtlichen Verschleppung von IAS kommen kann, insbesondere von Pflanzenarten und vermutlich auch von Wirbellosen.

5.2 Vorkommen von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene

Für 66 der 123 in dieser Studie berücksichtigten IAS wurden Nachweise gefunden, dass sie an Eisenbahnanlagen vorkommen (Tabelle 12). Dabei handelt es sich überwiegend um Pflanzenarten sowie 4 Tierarten (Asiatische Hornisse, Asiatische Tigermücke, Asiatische Buschmücke, Wanderratte). Es kann als wahrscheinlich gelten, dass weitere invasive Pflanzen- und Tierarten das direkte Umfeld des Verkehrsträgers Schiene besiedeln, hierfür nur keine Nachweise existieren bzw. diese im Rahmen dieser Studie nicht erfasst wurden.

Der Vergleich der für die IAS angegebenen Lebensräume mit den im direkten Umfeld des Verkehrsträgers Schiene anzutreffenden Lebensräumen (Abbildung 7, Abbildung 8) zeigt, dass die meisten pflanzlichen IAS im Umfeld von Bahnanlagen eine Reihe geeigneter Lebensräume vorfinden, während für die Mehrzahl der Tierarten keiner oder nur ein relevanter Lebensraum angegeben war.

Die durch häufige Störungen des Bodens und der Vegetation gekennzeichneten Standorte im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene bieten für invasive Pflanzenarten generell günstige Bedingungen (vgl. Brandes 1993, Stohlgren & Schnase 2006, Wilkomirski et al. 2012, Galera et al. 2014, Wrzesień et al. 2016a). Im Gegensatz dazu haben viele der invasiven Tierarten andere bzw. komplexere Lebensraumansprüche. Insbesondere viele Säugetiere und Vögel reagieren empfindlich auf den mit dem häufigen Zugverkehr verbundenen Lärm oder Vibrationen und halten deshalb oft Mindestabstände zu Gleisanlagen ein (Lucas et al. 2017). Diese sind meist größer als die in der Regel nur wenige Meter breite Rückschnittzone (vgl. Lucas et al. 2017). Artengruppen wie zum Beispiel Reptilien, die im Rahmen dieser Studie aber nicht vertreten waren, profitieren hingegen von den besonderen Standortbedingungen am Gleiskörper und haben dort sogar ihre bevorzugten Lebensräume (Karch 2006, Lucas et al. 2017).

Für 4 Pflanzenarten (bzw. 3 Arten, siehe Anmerkung in Tabelle 13) und 16 Tierarten wurden in der gesichteten Literatur keiner der relevanten Lebensräume gefunden. Auch wenn nicht auszuschließen ist, dass diese Arten vereinzelt im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene vorkommen können, erscheint es doch unwahrscheinlich, dass sie dort größere Populationen aufbauen können - außer es handelt sich um Standorte mit anderen Lebensräumen. Um dieses Risiko besser einschätzen zu können, wäre eine quantitative Erfassung der Häufigkeit und räumlichen Verteilung von Lebensräumen im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene notwendig.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die meisten der invasiven Pflanzenarten und eine Reihe der invasiven Tierarten im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene prinzipiell geeignete Lebensräume vorfinden. Insbesondere invasive Pflanzenarten sind bereits relativ häufig an Bahnanlagen zu finden. Um quantitative Aussagen hierzu treffen zu können, wären standardisierte Erfassungen der IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene notwendig.

5.3 Schnittstellen mit anderen Verkehrsträgern

Das Schienennetz ist in Deutschland 42.204 km lang (Statistisches Bundesamt 2015) und räumlich und funktionell eng mit den anderen Verkehrsträgern vernetzt. So gibt es in Deutschland 13.431 Bahnhöfe, Haltestellen und Haltepunkte (Statistisches Bundesamt 2015), davon 2.174 Güterbahnhöfe und Ladestellen der DB Cargo (DB Cargo AG 2017). Zumindest die größeren der 27 Seehäfen und 117 Binnenhäfen (BMVI 2017) haben einen Gleisanschluss.

2016 wurden an Bahnhöfen in Deutschland insgesamt 577 Mio. Tonnen Güter umgesetzt, davon 6,3 Mio. Tonnen Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei (Statistisches Bundesamt 2017b), die als besonders problematisch gelten können (vgl. Kapitel 5.1). Von den deutschen Seehäfen wurden 2016 32 Mio. Tonnen Güter per Bahn an Ziele in Deutschland transportiert (Statistisches Bundesamt 2017b), von Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen weitere 20 Mio. Tonnen. Wie hoch der Anteil der an deutschen Flughäfen ankommenden Luftfracht (2016: 2 Mio. Tonnen, Statistisches Bundesamt 2017c) ist, die per Bahn weitertransportiert werden, konnte nicht ermittelt werden.

Selbst wenn nur ein geringer Anteil der transportierten Güter mit IAS verunreinigt sein sollte, können aufgrund der großen Mengen transportierter Güter viele Individuen bzw. Diasporen transportiert und umgeschlagen werden (vgl. Ferus et al. 2015). An den Umschlagplätzen wechseln die IAS, wenn keine Kontrollen stattfinden, mit den transportierten Gütern von einem Verkehrsträger auf den anderen und werden weitertransportiert. Prinzipiell können damit alle im Handel befindlichen Arten mit dem Verkehrsträger Schiene ausgebreitet werden.

Durch das Entladen und Beladen der Güter besteht an den Umschlagplätzen eine erhöhte Gefahr, dass IAS freigesetzt werden und sich auf den Umschlagplätzen etablieren und von dort weiter ausbreiten können. So sind Häfen und Güterbahnhöfe für ihren hohen Anteil an nicht heimischen Pflanzenarten bekannt (Brandes 1993 a, Jehlík 2008). Die in Häfen beobachtete Zahl invasiver Arten ist dabei weniger von der Größe der Häfen als vielmehr von der Art der umgeschlagenen Güter abhängig: in Häfen, in denen viele landwirtschaftliche Erzeugnisse umgeschlagen werden, finden sich mehr Archaeophyten und Neophyten als in Häfen, in denen vor allem Metalle, Kohle oder Erze verladen werden (Brandes 1989). Vergleichbare Auswertungen für Umschlagplätze Schiene-Straße liegen bislang nicht vor.

IAS können nicht nur an Umschlagplätzen zwischen den Verkehrsträgern wechseln, sondern auch an Kreuzungen, z. B. den 23.505 Bahnübergängen (Statistisches Bundesamt 2015) oder an Brücken über Gewässer.

Vergleicht man die Lebensräume an den Randstreifen von Bahnstrecken und Straßen fallen eine Reihe von Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede auf. Der Schotterkörper der Gleisanlagen ist ein trockener Pionierstandort mit grobkörnigem Substrat, dessen Vegetation durch regelmäßige Unkrautbekämpfung, meist kommen Herbizide zum Einsatz, fehlt oder lückig ist und der sich bei Sonneneinstrahlung regelmäßig auf Temperaturen über 50°C erwärmen kann (Brandes 1993, Hohla 1998). Außerdem finden sich an Bahnanlagen immer wieder ungenutzte Standorte, die über mehrere Jahre brachfallen und die gute Bedingungen für wärmeliebende, invasive Gehölzarten bieten (Brandes 1993), z. B. Götterbaum, Robinie, Schmetterlingsstrauch oder Blauglockenbaum. An Straßenrändern ist die Vegetationsdecke dagegen meist nur unmittelbar am Straßenrand lückig und geht dann schnell in geschlossenes, gemähtes Grünland oder Gehölze über. Herbizide werden an Straßen seltener eingesetzt, dafür sind die Böden häufig durch Streusalzeinsatz belastet (Brandes 1993). Je weiter man sich vom Schotterkörper bzw. den Straßen entfernt, desto ähnlicher werden sich die jeweiligen Lebensräume, da die Intensität der anthropogenen Einflüsse zurückgeht und die Lebensräume mehr und mehr der Umgebung ähneln (vgl. Ascensão & Capinha 2017).

Nach Brandes (1993) kommen viele Neophyten gehäuft an Bahnübergängen vor, leider macht er keine Angaben, ob es sich dabei um bestimmte Arten handelt. Keil & Loos (2005) schildern für das Ruhrgebiet, dass die zunächst entlang von Bahnanlagen eingewanderte Orientalische Zackenschote sich später entlang des Rhein-Herne-Kanals ausgebreitet hat. Umgekehrt haben sich zunächst an Flussufern und Straßengraben verbreitete Arten wie Riesen-Bärenklau oder Drüsiges Springkraut durch Linienmigration über Bahnübergänge entlang von Bahnstrecken ausbreiten können (Keil & Loos 2005). Vermutlich ist es kein Zufall, dass es sich bei den drei Arten um großwüchsige Arten handelt, die typischerweise nicht unmittelbar am Schotterkörper bzw. Straßenrand, sondern in Säumen vorkommen, also einem Bereich, in dem sich die Umweltbedingungen der Verkehrsträger ähneln.

Da es keine mit dieser Studie vergleichbaren Übersichten der an den Verkehrsträgern Straße oder Wasser vorkommenden IAS gibt, können die dort zu erwartenden Artensets nicht mit den im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene auftretenden IAS verglichen werden. Ein solcher Vergleich wäre beispielsweise notwendig, um das Risiko des Übergangs von IAS zwischen den Verkehrsträgern einschätzen zu können und würde wichtige Hinweise für die nach Artikel 13 der EU-Verordnung geforderte Erstellung von Aktionspläne zu den prioritären Einbringungs- und Ausbreitungspfaden invasiver Arten von unionsweiter Bedeutung liefern.

Um die prioritären Einbringungs- und Ausbreitungspfade invasiver Arten identifizieren und geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, wären außerdem systematische Untersuchungen zum Übergang von IAS an den Schnittstellen zwischen Bahn, Straßen oder Gewässern hilfreich, welche die Wahrscheinlichkeit einer unabsichtlichen Freisetzung von IAS an den Umschlagplätzen (oder während des Transports) quantifizieren.

6 Empfehlungen

6.1 Prävention und Maßnahmen

Die vermutlich wichtigste Leitlinie bei der Bekämpfung von invasiven Arten ist, sie so früh wie möglich zu bekämpfen bzw. ihre Einfuhr oder Etablierung durch Präventionsmaßnahmen zu verhindern (Kowarik 2010, BAFU 2015). Die Kosten von Beseitigungsmaßnahmen steigen exponentiell mit der Häufigkeit der IAS an und liegen deshalb in der frühen Phase von Invasionen in der Regel mehrere Größenordnungen unter den Kosten der Bekämpfung während später Invasionsphasen (Williams et al. 2011). Beispielsweise hätte die Beseitigung des Grauhörnchens in Großbritannien in der frühen Phase ca. 440.000 € gekostet, während die Kosten für die Beseitigung in der späten Phase auf 851 Mio. € geschätzt werden (Williams et al. 2011).

Sobald sich IAS großräumig ausgebreitet haben, erscheint ihre komplette Beseitigung in vielen Fällen auch nicht mehr möglich bzw. realistisch. So geht das Bundesamt für Naturschutz davon aus, dass mindestens 13 IAS der Managementliste nicht mehr vollständig aus Deutschland beseitigt werden können (Scheibner et al. 2015, Schmiedel et al. 2015), darunter befinden sich auch an Bahnstrecken häufig anzutreffende Arten wie Götterbaum oder Robinie.

Bei den meisten der bereits im Umfeld des Verkehrsträgers Bahn auftretenden IAS und den Arten mit einem hohen Invasionsrisiko handelt es sich um Pflanzenarten, für deren Bekämpfung, basierend auf der ausgewerteten Literatur, eine ganze Reihe von allgemeinen Empfehlungen gegeben werden kann.

Um die Lesbarkeit der folgenden Abschnitte zu erhöhen, wurde auf die Angabe der zahlreichen Literaturquellen verzichtet. Die Quellen sowie Hinweise zu artspezifischen Maßnahmen finden sich in den Datenblättern zu den jeweiligen IAS (Band II).

6.1.1 Prävention

Um der Einfuhr und dem Transport von IAS über den Verkehrsträger Schiene vorzubeugen, kann problematische Fracht auf IAS kontrolliert werden. Insbesondere offen transportierte oder gelagerte Güter wie Boden, Pflanzenmaterial oder Holz, aber auch Futtermittel oder Saatgut enthalten oft IAS. Auch an Gütern oder Verpackungsmaterial die organisches Material enthalten (z. B. Holz, Häcksel, Stroh) werden regelmäßig IAS gefunden.

Diasporen von invasiven Baumarten und an die Windausbreitung angepassten Kräutern und Stauden können auf abgestellte Züge gelangen und anschließend mit diesen verschleppt werden. An Abstellflächen von Zügen sollte deshalb besonderes Augenmerk auf die Bekämpfung von IAS gelegt werden. Das gleiche gilt für Ausbesserungswerke und Lagerflächen, von denen aus Material an die Gleisanlagen transportiert wird.

Viele der invasiven Pflanzenarten können sich besonders gut an Standorten etablieren und vermehren, an denen es zu regelmäßigen Störungen des Bodens und anschließendem Brachfallen kommt. Das Vermeiden von Störungen des Bodens sowie die Etablierung einer geschlossenen Vegetationsdecke erscheinen deshalb als wichtige Maßnahmen, um das Risiko der Ansiedlung von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene zu minimieren. An gefährdeten Standorten sollte, wo möglich, eine regelmäßige Nutzung (z. B. Mahd) etabliert werden, welche keinen offenen Boden entstehen lässt.

In unmittelbarer Nachbarschaft zu Bahnanlagen finden sich zuweilen Diasporenquellen invasiver Arten, von denen aus das Bahngelände immer wieder besiedelt wird. Beispielsweise findet man regelmäßig große Exemplare des Götterbaums in städtischen Anlagen oder privaten Gärten, die nur wenige Meter vom Bahngelände entfernt sind. Die durch Wind ausgebreiteten Früchte können von dort leicht auf das Bahngelände gelangen. Solange solche Diasporenquellen nicht beseitigt sind, werden Beseitigungsmaßnahmen langfristig keinen Erfolg zeigen. In solchen Fällen wäre es sinnvoll, alle externen Diasporenquellen beseitigen zu lassen, selbst wenn dies nicht in den direkten Verantwortungsbereich des Verkehrsträgers Schiene fällt. Eine sektor übergreifende Betrachtung und Herangehensweise bei der Planung und Durchführung von Managementmaßnahmen scheint hier überaus wichtig.

An gefährdeten Standorten, nach Bekämpfungsmaßnahmen und nach Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen an IAS-Standorten sollte ein regelmäßiges Monitoring durchgeführt werden, um sich neu etablierende Individuen rechtzeitig erkennen und Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

6.1.2 Bekämpfungs-, Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen an Standorten mit invasiven Arten

Bei Bekämpfungsmaßnahmen sowie Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen an Standorten, an denen IAS wachsen, besteht eine erhebliche Gefahr, dass mit Bodenaushub oder Pflanzenmaterial Samen bzw. austriebsfähige Pflanzenfragmente verschleppt werden und sich an neue Standorte ausbreiten. Die im Folgenden genannten Maßnahmen sollen das Risiko einer unabsichtlichen Verschleppung verringern.

Vorsorge

- Die ausführenden Personen sollten vor Beginn der Maßnahme für die IAS-Problematik sensibilisiert und informiert werden. Hierbei kann die Erstellung eines Informationsblattes zum Umgang mit Neophyten hilfreich sein (z. B. Kanton Uri 2012, Kreis Siegen-Wittgenstein 2015, vgl. auch Deutsche Bahn AG 2017).
- Maßnahmen sollten, soweit möglich, vor Beginn der Samenproduktion erfolgen, um das Risiko der Verschleppung von Diasporen zu minimieren.
- Oberirdische Pflanzenteile sollen vor Maßnahmenbeginn fachgerecht entfernt und entsorgt werden.
- Bei Arten, die aus unterirdischen Pflanzenteilen wie Wurzeln oder Ausläufern austreiben können, ist es oft erforderlich, zusätzliche artspezifische Präventionsmaßnahmen zu ergreifen, z. B. das Ausgraben von unterirdischen Ausläufern bei den Staudenknöterichen.
- Störungen der Vegetationsdecke und des Bodens sind, wenn möglich, zu vermeiden.
- Fahrzeuge sowie Geräte, Kleidung und Schuhe sollten vor Verlassen des Arbeitsbereichs auf anheftende Diasporen und kontaminierten Boden kontrolliert und ggf. gereinigt werden.
- Nach Durchführung der Maßnahmen sollte offener Boden möglichst rasch mit einer geschlossenen Vegetationsdecke bedeckt werden, z. B. durch Aussaat heimischer rasch wachsender Arten, um das erneute Aufkommen von IAS zu verhindern.

Behandeln von belastetem Material des Schotterkörpers, Boden und Pflanzenmaterial

- Pflanzenmaterial, das Diasporen oder austriebsfähige Spross- oder Wurzelfragmente enthält, sollte in einer professionell geführten Verbrennungs-, Vergärungs- oder Kompostieranlage

fachgerecht entsorgt werden. Die Temperaturen sollten dabei mindestens 55-70 °C erreichen und ausreichend lange einwirken, so dass sichergestellt ist, dass alle Pflanzenteile absterben. Die bei ‚normaler‘ Gartenkompostierung erreichten Temperaturen reichen in der Regel nicht aus, um Samen oder austriebsfähige Pflanzenfragmente vollständig abzutöten.

- Problematisches Pflanzenmaterial sollte beim Transport abgedeckt und die Transportfahrzeuge anschließend sorgfältig gereinigt werden. Blütenstände mit reifen Samen sollten nur in geschlossenen Behältern transportiert werden.
- Bodenverschiebungen und -transporte sollten, soweit möglich, vermieden werden.
- Boden von Standorten, an denen IAS wachsen, sollte bei Zwischenlagerung nach Möglichkeit mit Planen oder einer Vegetationsdecke aus schnellwachsenden Pflanzen bedeckt werden.
- Wenn der belastete Boden nicht fachgerecht sterilisiert und vor Ort wiederverwendet werden kann, sollte er in einer Deponie entsorgt werden. Eine Einbringung an anderen Standorten sollte unbedingt vermieden werden.

Bekämpfungsmaßnahmen

- Aufgrund der hohen Regenerationsfähigkeit vieler IAS sind Bekämpfungsmaßnahmen meist nur erfolgreich, wenn Sie kontinuierlich über mehrere Jahre durchgeführt werden. Bei nur einmaliger oder zu kurzer Bekämpfung besteht sogar die Gefahr, die IAS indirekt zu fördern. Die Bekämpfungsmaßnahmen sollten deshalb immer an die jeweilige Art angepasst, sorgfältig geplant und fachgerecht durchgeführt werden. Die in Datenblättern zu den Arten gegebenen Hinweise bieten hierbei eine erste Orientierung, weitere und oft wichtige Details können den dort zitierten Originalpublikationen entnommen werden.
- Bei Beweidung, insofern sie im Bereich des Verkehrsträgers Schiene überhaupt zum Einsatz kommen sollte, besteht immer die Gefahr, dass Diasporen an neue Standorte verschleppt werden. Dies kann sowohl durch Fraß, Verdauung und Ausscheidung überlebensfähiger Diasporen erfolgen, als auch durch Verschleppung im Fell, insbesondere bei Schafen. Es sollte deshalb in jedem Einzelfall sorgfältig abgewogen werden, ob der erwartete Nutzen der Beweidung größer ist, als die Gefahr einer Verschleppung an neue Standorte, die insbesondere bei nicht standortstauer Beweidung erheblich ist.
- Auch bei Unterhaltungsmaßnahmen wie Mähen oder Schnitt besteht die Gefahr, Diasporen oder austriebsfähige Fragmente an neue Standorte zu verschleppen. Hier sollte vor Verlassen von Flächen, an denen IAS wachsen, eine Kontrolle und ggf. Reinigung der Arbeitsgeräte erfolgen.

Kontrolle und Monitoring

- Da viele IAS über ein außerordentlich hohes Regenerationsvermögen verfügen und aus noch im Boden vorhandenen Samen keimen oder aus kleinen Wurzel- oder Sprossfragmenten austreiben können, sollte wenige Wochen nach Abschluss der Maßnahmen eine Kontrolle durchgeführt werden, um wiederaufkommende IAS ggf. sofort bekämpfen zu können.
- Aufgrund ihres außerordentlich hohen Regenerationsvermögens können viele IAS auch Jahre nachdem Bekämpfungs-, Bau- oder Unterhaltungsmaßnahmen durchgeführt wurden erneut auftauchen. Deshalb sollte an gefährdeten Standorten über mehrere Jahre regelmäßige

Nachkontrollen und ggf. Nachbehandlungen stattfinden (vgl. auch Angaben zu den Arten in Band II).

6.2 Identifikation prioritär zu bekämpfender Arten

6.2.1 Gesetzliche Grundlagen

Die absichtliche Einfuhr und das unbeabsichtigte Einschleppen invasiver gebietsfremder Arten (IAS, Invasive Alien Species) stellen weltweit eine wichtige Gefährdungsursache für die biologische Vielfalt dar (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Ausgehend von der internationalen Biodiversitätskonvention (CBD 1992) wurden in den letzten Jahren Vorschriften erlassen bzw. verschärft, um einer Gefährdung der einheimischen Biodiversität durch IAS vorzubeugen bzw. diese zu minimieren.

Die für Deutschland wichtigsten Vorschriften sind das Bundesnaturschutzgesetz sowie die EU-Verordnung 1143/2014 vom 22.10.2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten.

Nach § 40a BNatSchG ist unter anderem die Einbringung oder Ausbreitung von invasiven Arten zu verhindern oder zu minimieren. Außerdem soll bei Grundstücken im Eigentum der öffentlichen Hand der Eigentümer die von der zuständigen Behörde festgelegten Beseitigungsmaßnahmen nach Artikel 17 oder Managementmaßnahmen nach Artikel 19 der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 [...] in besonderer Weise berücksichtigen.

Die gebietsfremden invasiven Arten unionsweiter Bedeutung sind in einer regelmäßig aktualisierten EU-Liste aufgeführt (EU 2016, EU 2017, WGIAS 2017).

Nach Artikel 13 der EU-Verordnung müssen Aktionspläne zu den prioritären Einbringungs- und Ausbreitungspfaden invasiver Arten von unionsweiter Bedeutung erstellt und umgesetzt werden, die das Ziel haben, die nicht vorsätzliche Einschleppung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten zu verhindern.

Artikel 17 der EU-Verordnung regelt die sofortige Beseitigung in einer frühen Phase der Invasion. Darin wird unter anderem die vollständige und dauerhafte Beseitigung der Population der betreffenden invasiven gebietsfremden Arten gefordert.

Artikel 19 der EU-Verordnung regelt das Management von bereits weit verbreiteten invasiven gebietsfremden Arten. Hiernach sind u. a. Managementmaßnahmen erforderlich, damit die Auswirkungen auf die Biodiversität und die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen sowie gegebenenfalls auf die menschliche Gesundheit oder die Wirtschaft minimiert werden. Die Feststellung, welche Arten weit verbreitet sind, treffen die Mitgliedstaaten. Die Maßnahmen sollen auf der Grundlage der Ergebnisse einer Risikobewertung und ihrer Kostenwirksamkeit priorisiert werden.

6.2.2 Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen

Die durch das Bundesamt für Naturschutz durchgeführten Invasivitätsbewertungen (Nehring et al. 2013, Nehring et al. 2015b, Rabitsch et al. 2013, Rabitsch et al. 2017) liegen für die meisten der in dieser Studie berücksichtigen Arten vor. Die dort vorgenommenen Einstufungen in fünf Listenkategorien legen grundsätzliche Handlungsoptionen nahe, die auch bei der Bekämpfung der IAS im Umfeld des Verkehrs-

trägers Schiene berücksichtigt werden sollten und deshalb im Folgenden kurz vorgestellt werden (aus Nehring et al. 2015a).

Aktionsliste: Enthält im Bezugsgebiet wildlebende invasive Arten, deren Vorkommen kleinräumig sind, weil sie sich in der Regel am Beginn der Ausbreitung befinden und für die erfolgversprechende Bekämpfungsmaßnahmen bekannt sind. Bei diesen Arten ist eine sofortige, intensive und nachhaltige Bekämpfung aller bekannten Vorkommen im gesamten Bezugsgebiet sinnvoll.

Handlungsliste: Diese Teilliste enthält jene gebietsfremden Arten, die als potenziell invasiv gelten, da für sie bislang nur begründete Annahmen vorliegen, dass sie entweder heimische Arten direkt gefährden oder Lebensräume so verändern, dass dies (indirekt) heimische Arten gefährdet. Die negativen Auswirkungen sind auf Grund eines ungenügenden Wissensstandes derzeit nicht endgültig zu beurteilen, aber ausreichend, um Maßnahmen zu begründen.

Managementliste: Enthält im Bezugsgebiet wildlebende invasive Arten, deren Vorkommen kleinräumig sind und für die keine geeigneten, erfolgversprechenden Bekämpfungsmaßnahmen bekannt sind oder deren Vorkommen schon großräumig sind. Maßnahmen zu diesen Arten sind in der Regel nur lokal sinnvoll und sollten darauf abzielen, den negativen Einfluss dieser invasiven Arten z. B. auf besonders schützenswerte Arten, Lebensräume oder Gebiete zu minimieren.

Beobachtungsliste: Diese Teilliste enthält jene gebietsfremden Arten, für die Hinweise vorliegen, dass sie auf Grund artspezifischer Gegebenheiten entweder heimische Arten direkt gefährden oder Lebensräume so verändern können, dass dies (indirekt) heimische Arten gefährdet. Hier stehen verstärkte Beobachtung bzw. Monitoring und Forschung im Vordergrund.

Warnliste: Enthält im Bezugsgebiet (noch) nicht wildlebende gebietsfremde Arten, die in anderen klimatisch und naturräumlich vergleichbaren Regionen invasiv sind oder bei denen es sehr wahrscheinlich ist, dass sie im Bezugsgebiet invasiv werden und für die daher vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung der Einbringung erforderlich sind.

6.2.3 Kriterien

Um Prioritäten für Bekämpfungsmaßnahmen im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene zu setzen, können die im Rahmen dieser Studie erhobenen Informationen zu Vorkommen der IAS an Bahnanlagen und Invasionsrisiko genutzt werden. Die gesetzlichen Anforderungen, sowie die Ergebnisse der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertungen sind zu beachten. Außerdem sind potenzielle Gesundheitsgefährdungen und mögliche ökonomische Schäden zu berücksichtigen (vgl. EU-Verordnung). Letzteres ist im Rahmen dieser Studie allerdings nicht vorgesehen, da die hierfür benötigten Daten nur für die 21 IAS erfasst wurden, die mit einem sehr hohen Invasionsrisiko bewertet wurden (vgl. Tabelle 18). Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben wird empfohlen, diese Angaben zumindest für die fehlenden terrestrisch lebenden Arten der EU-Liste (33 Arten) sowie der nationalen Aktionsliste (7 Arten), Managementliste (16 Arten) und Handlungsliste (29 Arten) zu ergänzen.

Durch die Verschneidung der oben genannten Kriterien, lassen sich Artengruppen abgrenzen, die Orientierung bei der Prioritätensetzung der Bekämpfung von IAS im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene bieten können. Weitere Hinweise finden sich in den Datenblättern zu den einzelnen Arten (Band II).

TABELLE 18: MÖGLICHE KRITERIEN ZUR PRIORITÄTENSETZUNG

Vorkommen im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene

IAS, die im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene nachgewiesen wurden

IAS, für die im Rahmen dieser Studie im Umfeld des Verkehrsträgers Schiene keine Fundorte nachgewiesen wurden

Nationale naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung (BfN)

Aktionsliste

Handlungsliste

Managementliste

Vollständige Beseitigung nach Einschätzung des BfN nicht realistisch

Übrige IAS der Managementliste

Warnliste

Beobachtungsliste

nicht vom BfN bewertete IAS

Unionsliste

IAS der Unionsliste

in der frühen Phase der Invasion*

weit verbreitete IAS*

IAS, die nicht in der Unionsliste enthalten sind

Invasionsrisiko für den Verkehrsträger Schiene

sehr hoch

hoch

mittel

gering

sehr gering

Gesundheitliche Risiken

Ökonomische Risiken

*Die offizielle Feststellung gemäß EU-Verordnung liegt nicht vor, als Orientierung werden in könnten Status und Häufigkeit der Art in Deutschland verwendet werden

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl der berücksichtigten IAS nach aquatischer (110 Arten) und terrestrischer (124 Arten) Lebensweise.	24
Abbildung 2: Anzahl der bei der Bewertung des Invasionsrisikos berücksichtigten terrestrisch lebenden IAS nach systematischen Gruppen.	24
Abbildung 3: Anzahl der IAS nach Status und Häufigkeit.....	25
Abbildung 4: Anzahl IAS nach Häufigkeit ihres Vorkommens in den Nachbarländern Deutschlands. Die Farbkodierung spiegelt die Auswirkung auf das Invasionsrisiko wider (vgl. Tabelle 5).....	25
Abbildung 5: Anzahl der IAS nach aktuellen Ausbreitungstendenzen in Mitteleuropa.....	26
Abbildung 6: Anzahl der IAS nach den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels.....	26
Abbildung 7: Anzahl der IAS nach ihrem Vorkommen in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen.	27
Abbildung 8: Anzahl der IAS nach der Anzahl der in der Literatur angegebenen, für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräume. Die Farbkodierung spiegelt die Auswirkung auf das Invasionsrisiko wider (vgl. Tabelle 8).....	31
Abbildung 9: Anzahl der IAS nach ihrer Generationszeit	31
Abbildung 10: Anzahl der IAS nach Anzahl der Nachkommen bei Arten mit und ohne Brutpflege	32
Abbildung 11: Anzahl der IAS nach für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfaden und -vektoren. Es wurden nur Ausbreitungspfade bzw. -vektoren mit hohem Potenzial für Fernausbreitung berücksichtigt.	32
Abbildung 12: Anzahl der IAS nach Anzahl der pro Art in der Literatur gefundenen für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren. Die Farbkodierung spiegelt die Auswirkung auf das Invasionsrisiko wider (vgl. Tabelle 11).....	33
Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der für die 5 Bewertungskriterien vergebenen Punkte. Die Punkte reichen von -2 (starke Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion) bis +2 (starke Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion).	34
Abbildung 14: Gesamtbewertung des Invasionsrisikos für alle IAS und ausgewählte Artengruppen.....	35

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kriterien zur Bewertung des Invasionsrisikos.....	13
Tabelle 2: Einheitliches, bei allen Bewertungskriterien verwendetes Punkteschema zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit einer Invasion	14
Tabelle 3: Gesamtbewertung des Invasionsrisikos nach der Gesamtsumme der Punkte der fünf Kriterien	14
Tabelle 4: Berücksichtigung der Nachbarländer	15
Tabelle 5: Bewertung von Verbreitung und Vorkommen der IAS in Mitteleuropa	16
Tabelle 6: Bewertung der Ausbreitungstendenzen	16
Tabelle 7: Für den Verkehrsträger Schiene relevante Lebensräume bzw. Fundorte.....	17
Tabelle 8: Bewertung des Vorkommens von IAS in für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen	18
Tabelle 9: Bewertung des Reproduktionspotenzials.....	19
Tabelle 10: Für den Verkehrsträger Schiene relevante Ausbreitungspfade bzw. -vektoren	21
Tabelle 11: Bewertung der für den Verkehrsträger Schiene relevanten Ausbreitungspfade bzw. -vektoren.....	22
Tabelle 12: Anzahl erfasster Nachweise (Literaturzitate) der IAS an Eisenbahnanlagen. Zu in der Tabelle nicht genannten IAS wurden keine Nachweise gefunden.	28
Tabelle 13: IAS, für die keine Angaben zu für den Verkehrsträger Schiene relevanten Lebensräumen gefunden wurden	30
Tabelle 14: Tierarten mit hohem Invasionsrisiko. Im worst-case-Szenario abweichende Bewertungen sind in Klammern angegeben.	36
Tabelle 15: Pflanzenarten mit sehr hohem Invasionsrisiko.	36
Tabelle 16: Pflanzenarten mit hohem Invasionsrisiko. Im worst-case-Szenario abweichende Bewertungen sind in Klammern angegeben	37
Tabelle 17: Bewertung des Invasionsrisikos für den Verkehrsträger Schiene.	39
Tabelle 18: Mögliche Kriterien zur Prioritätensetzung	64

9 Quellenverzeichnis

Adema, F. & Mennema, J. (1978): *Senecio inaequidens* DC., een nieuwe Zuidlimburgse plants. *Gorteria* 9: 111-116.

Adolphi, K. (1997): Anmerkungen zu *Senecio inaequidens* DC. nach einem Aufenthalt in Südafrika. *Flor. Rundbr.* 31: 162-167. Ausbreitungspfade bzw. -vektoren.

Ascensão, F., & Capinha, C. (2017): Aliens on the Move: Transportation Networks and Non-native Species. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., & Pereira, H.M. (Hrsg.): *Railway ecology*. Cham, Springer: 65-80.

BAFU (2015): Strategie der Schweiz zu invasiven gebietsfremden Arten - Entwurf. Strategie des Bundesrates, Bundesamt für Umwelt (BAFU). 82 S.

Blanchet, É., Penone, C., Maurel, N. Billot, C. Rivallan, R. Risterucci, A.-M., Maurice, S., Justy, F. Machon, N. & Noël, F. (2015): Multivariate analysis of polyploid data reveals the role of railways in the spread of the invasive South African Ragwort (*Senecio inaequidens*). *Conserv Genet* 16: 523-533.

BMUB (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: 180 S.

BMVI (2015): Nationales Hafenkonzept für die See- und Binnenhäfen 2015. 135 S.

BMVI (2017): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. ShortSeaShipping Inland Waterway Promotion Center. Hafenübersicht. www.shortseashipping.de/de/service/hafenuebersicht.php.

Bornkamm, R. (2012): Ursachen und Grenzen der Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. in Mitteleuropa - dargestellt am Beispiel von Berlin/Brandenburg. *Verh. Bot. Ver. Berl. Brandenbg.* 139: 9-26.

Bossdorf, O., Lipowsky, A. & Prati, D. (2008): Selection of preadapted populations allowed *Senecio inaequidens* to invade Central Europe. *Diversity and Distributions* 14 (4): 676-685.

Bradley, B.A., Blumenthal, D.M., Early, R., Grosholz, E.D., Lawler, J.J., Miller, L.P., Sorte, C.J.B., D'Antonio, C.M., Diez, J.M., Dukes, J.S., Ibanez, I. & Olden, J.D. (2012): Global change, global trade, and the next wave of plant invasions. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10 (1): 20-28.

Brandes, D. (1989): Flora und Vegetation niedersächsischer Binnenhäfen. *Braunsch. Naturkd. Schr.* 3 (2): 305-334.

Brandes, D. (1993): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. *Tuexenia* 13: 415-444.

Brandes, D. (2005): Kormophytendiversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen. *Tuexenia* 25: 269-284.

Brandes, D. (2008): Bibliographie zur Eisenbahnvergration. www.digibib.tu-bs.de/?docid=00021885. Eingesehen am 4.10.2017.

CABI (2017) -- *Cinnamomum camphora*: Invasive Species Compendium. Datasheet for *Cinnamomum camphora*. CABI International, Wallingford, UK. www.cabi.org/isc/datasheet/13519. Eingesehen am 24.9.2017.

CABI (2017): Invasive Species Compendium. Centre for Agriculture and Bioscience International, Wallingford, UK. www.cabi.org/isc. Eingesehen am 24.9.2017.

Carboni, M., Guéguen, M., Barros, C., Georges, D., Boulangeat, I., Douzet, R., Dullinger, S., Klonner, G., van Kleunen, M., Essl, F., Bossdorf, O., Haeuser, E., Talluto, M.V., Moder, D., Block, S., Conti, L., Dullinger, I., Münkemüller, T. & Thuiller, W. (2017): Simulating plant invasion dynamics in mountain ecosystems under global change scenarios. *Global Change Biology*. 10.1111/gcb.13879.

CBD (1992): The Convention on Biological Diversity. UN Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro. https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch_XXVII_08p.pdf. Eingesehen am 8.11.2017.

Colunga-Garcia, M., Haack, R., Magarey, R., & Borchert, D. (2013): Understanding trade pathways to target biosecurity surveillance. *NeoBiota* 18: 103-118.

Deutsche Bahn AG (2017): Naturschutzgerechte Pflege am Gleis. www.deutschebahn.com/de/nachhaltigkeit/oekologie/Naturschutz/11873926/naturschutzgerechte_pfl_ege_am_gleis.html. Abgerufen am 12.9.2017.

Daehler, C. (2017): Weed risk assessment for Hawaii and the Pacific Islands. www.botany.hawaii.edu/faculty/daehler/WRA/ Eingesehen am 3.10.2017.

Csurhes, S. & Markula, A. (2010): Weed risk assessment: Honey locust tree (*Gleditsia triacanthos*). The State of Queensland, Department of Employment, Economic Development and Innovation: 17 S.

Daehler, C. (2017): Weed risk assessment for Hawaii and the Pacific Islands. www.botany.hawaii.edu/faculty/daehler/WRA/ Eingesehen am 3.10.2017.

Deutsche Bahn AG (2017): Naturschutzgerechte Pflege am Gleis. www.deutschebahn.com/de/nachhaltigkeit/oekologie/Naturschutz/11873926/naturschutzgerechte_pfl_ege_am_gleis.html. Abgerufen am 12.9.2017

DB Cargo AG (2017): Güterbahnhofs- und Ladestellensuche. <http://dium.dbcargo.com/dium/bahnhofsuche.do?style=stinnes>. Eingesehen am 13.11.17.

Dieterlen, F. (2005): Wanderratte *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769). In: Braun, M. & Dieterlen, F. (Hrsg.): Die Säugetiere Baden-Württembergs. Band 2. Ulmer, Stuttgart: 261-276.

EPPO (2017): EPPO Global Database. Secretariat of the European and Mediterranean Plant Protection Organization. <https://gd.eppo.int/>. Eingesehen am 28.09.2017.

Early, R., Bradley, B.A., Dukes, J.S., Lawler, J.J., Olden, J.D., Blumenthal, D.M., Gonzalez, P., Grosholz, E.D., Ibanez, I., Miller, L.P., Sorte, C.J.B & Tatem, A.J. (2016): Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature communications*, 7: 1-9.

Ernst, W.H.O. (1998): Invasion, dispersal and ecology of the South African neophyte *Senecio inaequidens* in the Netherlands: from wool alien to railway and road alien. - *Acta Botanica Neerlandica* 41: 131-151.

EU (2016): Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1141 of 13 July 2016 adopting a list of invasive alien species of Union concern pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1468477158043&uri=CELEX:32016R1141>. Eingesehen am 15.9.2017

- EU** (2017): Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1263 of 12 July 2017 updating the list of invasive alien species of Union concern established by Implementing Regulation (EU) 2016/1141 pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R1263>. Eingesehen am 15.9.2017.
- Euro+Med** (2017): Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>. Eingesehen am 26.9.2017.
- Evans, H.F., McNamara, D.G., Braasch, H., Chadoeuf, J. & Magnusson, C.** (1996): Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. Bulletin OEPP 26: 199-249.
- Ferus, P., Sirbu, C., Elias, P., Konopkova, J., Durisova, L., Samuil, C. & Oprea, A.** (2015): Reciprocal contamination by invasive plants: analysis of trade exchange between Slovakia and Romania. *Biologia* 70 (7): 893-904.
- Galera, H., Sudnik-Wójcikowska, B., Wierzbicka, M. Jarzyna, I. & Wilkomirski, B.** (2014): Structure of the Flora of the Railway Areas under various kinds of anthroporepression. *Polish Botanical Journal* 59 (1): 121-130.
- GISD** (2017): Global Invasive Species Database. www.issg.org/database. Eingesehen am 28.9.2017.
- Griese, D.** (1996): Zur Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. an Autobahnen in Nordostdeutschland. *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 5: 193-204.
- Harper, J.L.** (1977): Population biology of plants. London: Academic press. 892 S.
- Hickler, T., Vohland, K., Feehan, J., Miller, P.A., Smith, B., Costa, L., Giesecke, T., Fronzek, S., Carter, T.R., Cramer, W., Kühn, I. & Sykes, M.T.** (2012): Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model. *Global Ecology and Biogeography* 21 (1): 50-63.
- Higgins, S.I., & Richardson, D.M.** (1999): Predicting plant migration rates in a changing world: the role of long-distance dispersal. *The American Naturalist* 153 (5): 464-475.
- Higgins, S.I., Lavorel, S. & Tackenberg, O.** (2003a): Plant Dispersal and Habitat Loss Synergies. In: Hannah, L. & Lovejoy, T.E. (Hrsg.): *Climate Change and Biodiversity: Synergistic Impacts*. *Advances in Biodiversity Research* 4. Conservation International: 71-76.
- Higgins, S.I., Nathan, R., & Cain, M.L.** (2003b): Are long-distance dispersal events in plants usually caused by nonstandard means of dispersal?. *Ecology* 84 (8): 1945-1956.
- Hintze, C., Heydel, F., Hoppe, C., Cunze, S., König, A. & Tackenberg, O.** (2013): D³: The Dispersal and Diaspore Database - Baseline data and statistics on seed dispersal. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 15, 180-192. www.seed-dispersal.info. Eingesehen am 20.9.17.
- Hoffmann, B.D., & Broadhurst, L.M.** (2016): The economic cost of managing invasive species in Australia. *NeoBiota* 31: 1-18.
- Hohla, M., Kleesadl, G. & Melzer, H.** (1998): Floristisches von den Bahnanlagen Oberösterreichs. *Beitr. Naturk. Oberösterreichs* 6: 139-301.

Hohla, M., Kleesadl, G. & Melzer, H. (2000): Neues zur Flora der oberösterreichischen Bahnanlagen - mit Einbeziehung einiger grenznaher Bahnhöfe Bayerns. Beitr. Naturk. Oberösterreichs 9: 191-250.

Hohla, M., Kleesadl, G. & Melzer, H. (2002): Neues zur Flora der oberösterreichischen Bahnanlagen - mit Einbeziehung einiger Bahnhöfe Bayerns - Fortsetzung. Beitr. Naturk. Oberösterreichs 11: 507-577.

Hohla, M., Kleesadl, G. & Melzer, H. (2005): Floristisches von den Bahnanlagen Oberösterreichs. Beitr. Naturk. Oberösterreichs 14: 147-199.

Hulme, P.E., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kühn, I., Minchin, D., Nentwig, W., Olenin, S., Panov, V., Pergl, J., Pyšek, P., Roques, A., Sol, D., Solarz, W. & Vila, M. (2008): Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. Journal of Applied Ecology 45: 403-414.

Jäger, E. (Hrsg.), **Rothmaler, W.** (Begr.) (2011): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Grundband, 20. Aufl. Spektrum, Heidelberg: 930 S.

Jehlík, V. (1995): Occurrence of alien expansive plant species at railway junctions of the Czech Republic. Ochr. Rostl. 31: 149-160.

Jehlík, V. (2008): Übersicht über die synanthropen Pflanzengesellschaften und ihre Verbreitung in Flusshäfen Mitteleuropas (vorläufige Mitteilung). Braunschweiger Geobot. Arbeiten 9: 311-324.

karch (2006): Reptilienschutz im Rahmen der Lärmsanierungsprojekte der Eisenbahnen. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Bern: 17 S.

Keil, P. & Loos, G.H. (2005): Neue Ausbreitungstendenzen von primär als Eisenbahnwanderer aufgetretenen Pflanzenarten im Ruhrgebiet. www.ruderal-vegetation.de/epub/ausbreitungstendenzen.pdf. Eingesehen am 4.10.2017.

Kleinbauer, I., Dullinger, S., Klingenstein, F., May, R., Nehring, S. & Essl, F. (2010): Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich. BfN-Skripten 275: 76 S.

Kocián, P. (2016): The first records of *Senecio inaequidens* along motorways in Poland and Slovakia. Acta Musei Silesiae Scientiae Naturales 65 (2): 129-133.

Kowarik, I. (2010): Biologische Invasionen - Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa, 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 492 S.

Kreis Siegen-Wittgenstein (2015): Invasive Neophyten auf Baustellen. Finanzielle Risiken vermeiden! Vorsorge betreiben! Handlungsleitlinien für Projektträger, Bauverwaltungen, Planer/innen und Bauunternehmen. Kreis Siegen-Wittgenstein, Untere Landschaftsbehörde: 11 S.

Krivánek, M. & Pyšek, P. (2006): Predicting invasions by woody species in a temperate zone: a test of three risk assessment schemes in the Czech Republic (Central Europe). Diversity and Distributions 12: 319-327.

Kuhbier, H. (1977): *Senecio inaequidens* DC - ein Neubürger der nordwestdeutschen Flora. Abhandlungen Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen 38: 383-396.

Lachmuth, S., Dukra, W. & Schurr, F.M. (2010): The making of a rapid plant invader: genetic diversity and differentiation in the native and invaded range of *Senecio inaequidens*. Mol. Ecol. 19: 3952-3967.

- Lafuma, L., Balkwill, K., Imbert, E., Verlaque, R. & Maurice, S.** (2003): Ploidy level and origin of the European invasive weed *Senecio inaequidens* (Asteraceae). *Plant Systematics and Evolution* 243 (1/2): 59-72.
- Lenda, M., Skorka, P., Knops, J.M.H., Moron, D., Sutherland, W.J., Kuszewska, K. & Woyciechowski, M.** (2014): Effect of the Internet Commerce on Dispersal Modes of Invasive Alien Species. *PLoS One* 9 (6). e99786. doi: 10.1371/journal.pone.0099786.
- Lopez-Garcia, M.C. & Maillet, J.** (2005): Biological characteristics of an invasive south African species. *Biol. Invasions* 7: 181-194.
- Lucas, P.S., de Carvalho, R.G., & Grilo, C.** (2017): Railway Disturbances on Wildlife: Types, Effects, and Mitigation Measures. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., & Pereira, H.M. (Hrsg.): *Railway ecology*. Cham, Springer: 81-99.
- Madsen, C.L., Dahl, C.M., Thirslund, K.B., Grousset, F., Johannsen, V.K. & Ravn, H.P.** (2014): Pathways for non-native species in Denmark. IGN Report.
- Millennium Ecosystem Assessment** (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Monty, A. & Mahy, G.** (2010): Evolution of dispersal traits along an invasion route in the wind-dispersed *Senecio inaequidens* (Asteraceae). *Oikos* 119 (10): 1563-1570.
- Monty, A., Stainier, C., Lebeau, F., Pieret, N. & Mahy, G.** (2008): Seed rain pattern of the invasive weed *Senecio inaequidens* (Asteraceae). *Belgian Journal of Botany* 141 (1): 51-63.
- Moravcová, L., Pyšek, P., Jarošík, V., Havlíčková, V. & Zákrevský, P.** (2010): Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. *Preslia* 82: 365-390.
- Nehring, S.** (2016): Die invasiven gebietsfremden Arten der ersten Unionsliste der EU-Verordnung Nr. 1143/2014. BfN-Skripten 438: 134 S.
- Nehring, S., Essl, F. & Rabitsch, W.** (2015a): Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten, Version 1.3. BfN-Skripten 401: 48 S.
- Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch, W. & Essl, F.** (Hrsg.) (2013): *Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen*. BfN-Skripten 352: 202 S.
- Nehring, S., Rabitsch, W., Kowarik, I. & Essl, F.** (Hrsg.) (2015b): *Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Wirbeltiere*. BfN-Skripten 409: 222 S.
- Niemi, Å.** (1969): On the railway vegetation and flora between Esbo and Ingå, S. Finland. - *Acta Botanica Fennica* 83: 2-29.
- NNSS** (2017): GB Non-native Organism Risk assessment Scheme. Datasheet for *Vespa velutina nigritorax*. www.nonnativespecies.org. Eingesehen am 22.10.2017.
- NOBANIS** (2017): The NOBANIS fact sheets. European Network on Invasive Alien Species. www.nobanis.org/fact-sheets/. Eingesehen am 28.9.2017.
- Pheloung, A., Swarbrick, J. & Roberts, B.** (1999): Weed risk analysis of a proposed importation of bulk maize (*Zea mays*) from the USA. DAFF Technical Working Group IRA 3: 1-80.

Pompe, S., Berger, S., Bergmann, J., Badeck, F., Lübbert, J., Klotz, S., Rehse, A.-K., Söhlke, G., Sattler, S., Walther, G.-R. & Kühn, I. (2011): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. BfN-Skripten 304: 98 S.

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: 142 S.

Rabitsch, W., Nehring, S. (Hrsg.) (2017): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde aquatische Pilze, Niedere Pflanzen und Wirbellose Tiere. BfN-Skripten 458: 220 S.

Sargent, C. (1982): The Biological Survey of British rail property. Final Report to Nature Conservancy Council. Huntingdon: Monks Wood Experimental Station: 181 S.

Sargent, C. (1984): Britain's railway vegetation. Huntingdon: Monks Wood Experimental Station.

Scheibner, C., Roth, M., Nehring, S., Schmiedel, D., Wilhelm, E.-G. & Winter, S. (2015): Management-Handbuch zum Umgang mit gebietsfremden Arten in Deutschland: Band 2: Wirbellose Tiere und Wirbeltiere. Naturschutz und Biologische Vielfalt 141 (2): 626 S.

Schindler, S., Staska, B., Adam, M., Rabitsch, W. & Essl, F. (2015): Alien species and public health impacts in Europe: a literature review. Neobiota 27: 1-23.

Schmiedel, D., Wilhelm, E.-G., Nehring, S., Scheibner, C., Roth, M. & Winter, S. (2015): Management-Handbuch zum Umgang mit gebietsfremden Arten in Deutschland: Band 1: Pilze, niedere Pflanzen und Gefäßpflanzen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 141 (1): 709 S.

Shan, H., Kattge, J., Reich, P., Banerjee, A., Schrod, F., & Reichstein, M. (2012): Gap Filling in the Plant Kingdom - Trait Prediction Using Hierarchical Probabilistic Matrix Factorization. arXiv preprint arXiv: 1206.6439.

Söchting, H.P. & Zwerger, P. (2016): Studies on the population dynamics of *Senecio jacobaea* and other *Senecio* species. Julius-Kühn-Archiv 452: 111-118.

Statistisches Bundesamt (2015): Betriebsdaten des Schienenverkehrs. Fachserie 8 Reihe 2.1. 23 S.

Statistisches Bundesamt (2017a): Genesis-Online Datenbank. Abfrage zu Code 46131-007. Güterstatistik der Eisenbahn. Beförderte Güter. www.genesis.destatis.de. Eingesehen am 10.11.2017.

Statistisches Bundesamt (2017b): Eisenbahnverkehr 2016. Fachserie 8 Reihe 2. 46 S.

Statistisches Bundesamt (2017c): Genesis-Online Datenbank. Abfrage zu Code 46421-0005. Einsteiger, Aussteiger, Frachteinladungen, Frachtausladungen (OFOD): Deutschland, Jahre, Berichtsflughafen. www.genesis.destatis.de. Eingesehen am 13.11.2017.

Stohlgren, T.J. & Schnase, J.L. (2006): Risk analysis for biological hazards: What we need to know about invasive species. Risk Analysis 26 (1): 163-173.

Tackenberg, O. (2001): Methoden zur Bewertung gradueller Unterschiede des Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten. Dissertation Universität Marburg.

Tackenberg, O. (2003): Modeling long distance dispersal of plant diaspores by wind. Ecological Monographs 73: 173-189.

Tackenberg, O. (unveröff.): Erweiterung der D³-Datenbank: Ausbreitungstypen.

Tackenberg, O., Poschlod, P. & Bonn, S. (2003): Assessment of wind dispersal potentials in plant species. *Ecological Monographs* 73: 191-205.

Tanner, R., Branquart, E., Brundu, G., Buholzer, S., Chapman, D., Ehret, P., Fried, G., Starfinger, U. & Van Valkenburg, J. (2017): The prioritisation of a short list of alien plants for risk analysis within the framework of the regulation (EU) No. 1143/2014. *Neobiota* 35: 87-118.

Tyler, T., Karlsson, T., Milberg, P., Sahlin, U. & Sundberg, S. (2015): Invasive plant species in the Swedish flora: developing criteria and definitions, and assessing the invasiveness of individual taxa. *Nordic Journal Of Botany* 33 (3): 300-317.

UN (2013): United Nations Convention on the Law of the Sea. United Nations - Office of Legal Affairs. www.un.org/Depts/los/convention_agreements/convention_agreements.htm. Eingesehen am 10.11.2017.

van Valkenburg, J., Brunel, S., Brundu, G., Ehret, P., Follak, S. & Uludag, A. (2014): Is terrestrial plant import from East Asia into countries in the EPPO region a potential pathway for new emerging invasive alien plants? *EPPO Bulletin* 44 (2): 195-204.

Vanparys, V., Cawoy, V., Mahaux, O. & Jacquemart, A.-L. (2011): Comparative Study Of The Reproductive Ecology Of Two Co-Occurring Related Plant Species: The Invasive *Senecio Inaequidens* And The Native *Jacobaea Vulgaris*. *Plant Ecology And Evolution* 144 (1): 3-11.

von der Lippe, M. & Kowarik, I. (2007): Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. *Conserv. Biol.* 21: 986-996.

Weiss, J.E.R. & Iaconis, L.J. (2002): Pest Plant Invasiveness Assessment. The State of Victoria, Department of Natural Resources and Environment. 40 S.

Werner, D.J., Rockenbach, T. & Hölscher, M.L. (1991): Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonder Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. *Tuexenia*: 73-107.

WGIAS (2016): Prioritising Pathways of Introduction and Pathway Action Plans. 2nd meeting of the Working Group Invasive Alien Species. Working Group Invasive Alien Species, Brussels. Draft. <https://circabc.europa.eu>. Eingesehen am 21.9.2017.

WGIAS (2017): Working Group on Invasive Alien Species: Progress in the implementation of the EU Regulation 1143/2014 on Invasive Alien Species. 11 IAS proposed (8 species + 3 genera) for second update of the Union list (2018). Brüssel 8.7.2017. <https://circabc.europa.eu/sd/a/35ffe6a1-8dae-4254-8afa-1299046e1f64/20170608%20WGIAS.pptx.pdf>. Eingesehen am 21.9.2017.

Will, H. & Tackenberg, O. (2008): A mechanistic simulation model of seed dispersal by animals. *Journal of Ecology* 96: 1011-1022.

Williams, F., Eschen, R., Harris, A., Djeddour, D., Pratt, C., Shaw, R., Varia, S., Lamontagne-Godwin, J., Thomas, S.E. & Murphy, S.T. (2011): The economic cost of invasive non-native species to Great Britain. CABI, Egham, UK: 198 S.

Wilson, J.R.U., Dormontt, E.E., Prentis, P.J., Lowe, A.J. & Richardson, D.M. (2009): Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends In Ecology & Evolution* 24 (3): 136-144.

Wrzesień, M. & Denisow, B. (2006): The usable taxons in spontaneous flora of railway areas of central-eastern part of Poland. *Acta Agrobot.* 59 (2): 95-108.

Wrzesień, M., Denisow, B., Mamchur, Z., Chuba, M., & Resler, I. (2016a): Composition and structure of the flora in intra-urban railway areas. *Acta Agrobotanica* 69 (3): 14 S.

Wrzesień, M., Jachula, J. & Denisow, B. (2016b): Railway embankments - Refuge areas for food flora, and pollinators in agricultural landscape. *Journal Of Apicultural Science* 60 (1): 97-110.

10 Anhänge

10.1 Übersicht aller terrestrischen und aquatischen IAS

Die in der Spalte ‚Unionsliste‘ mit ‚2018‘ bezeichneten Taxa sind für die Erweiterung der Unionsliste im Jahr 2018 vorgeschlagen (WGIAS 2017).

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unionsliste
Pilze	<i>Aphanomyces astaci</i>	Krebspest	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Pilze	<i>Batrachochytrium dendrobatidis</i>	Chytridpilz	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Pilze	<i>Claviceps purpurea</i> var. <i>spartinae</i>	Purpurbrauner Mutterkornpilz	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	458	
Algen	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	Krummalge	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	458	
Algen	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	Dreizack-Rotalge	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	458	
Algen	<i>Chattonella</i> sp.	Chattonella	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	458	
Algen	<i>Codium fragile</i> spp. <i>atlanticum</i>	Grüne Gabelalge	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	
Algen	<i>Codium fragile</i> spp. <i>scandinavicum</i>	Grüne Gabelalge	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	
Algen	<i>Codium fragile</i> ssp. <i>fragile</i>	Grüne Gabelalge	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Algen	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	Wailes-Kieselalge	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Algen	<i>Fibrocapsa japonica</i>	Japanischer Flagellat	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Algen	<i>Fucus evanescens</i>	Klauentang	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Algen	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	Besentang	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Algen	<i>Prorocentrum triestinum</i>	Schmale Zweigeißelalge	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Algen	<i>Pseudochattonella verruculosa</i>	Warziger Kieselflagellat	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Algen	<i>Sargassum muticum</i>	Japanischer Beerentang	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Algen	<i>Undaria pinnatifida</i>	Wakame	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	458	
Gefäßpflanzen	<i>Acer negundo</i>	Eschen-Ahorn	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Acer rufinerve</i>	Rotnerviger Ahorn	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Ailanthus altissima</i>	Götterbaum	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	2018
Gefäßpflanzen	<i>Akebia quinata</i>	Fingerblättrige Akebie	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Allium paradoxum</i>	Wunder-Lauch	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Alligatorkraut	terrestrisch	-	-	-	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Beifußblättrige Ambrosie	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Amorpha fruticosa</i>	Gewöhnlicher Bastardindigo	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Araujia sericifera</i>	Folterpflanze	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Artemisia verlotiorum</i>	Kamtschatka-Beifuß	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Asclepias syriaca</i>	Gewöhnliche Seidenpflanze	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Azolla filiculoides</i>	Großer Algenfarn	aquatisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Baccharis halimifolia</i>	Kreuzstrauch	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Gefäßpflanzen	<i>Bidens frondosa</i>	Schwarzfrüchtiger Zweizahn	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Buddleja davidii</i>	Schmetterlingsstrauch	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Bunias orientalis</i>	Orientalische Zackenschote	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Cabomba caroliniana</i>	Karolina-Haarnixe	aquatisch	-	-	-	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	Großblütige Ballonrebe	terrestrisch	-	-	-	2018
Gefäßpflanzen	<i>Cinnamomum camphora</i>	Kampferbaum	terrestrisch	-	-	-	2018
Gefäßpflanzen	<i>Claytonia perfoliata</i>	Gewöhnliches Tellerkraut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Cotoneaster dammeri</i>	Teppich-Zwergmispel	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Cotoneaster divaricatus</i>	Sparrige Zwergmispel	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Cotoneaster horizontalis</i>	Fächer-Zwergmispel	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Crassula helmsii</i>	Nadelkraut	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Cynodon dactylon</i>	Gewöhnliches Hundszahngras	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Dianthus giganteus</i>	Große Nelke	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Echinocystis lobata</i>	Stachelgurke	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Drüsenblättrige Kugeldistel	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Eichhornia crassipes</i>	Wasserhyazinthe	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Schmalblättrige Ölweide	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Elodea canadensis</i>	Kanadische Wasserpest	aquatisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Elodea nuttallii</i>	Schmalblättrige Wasserpest	aquatisch	Invasiv	Managementliste	352	Ja

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Gefäßpflanzen	<i>Epilobium ciliatum</i>	Drüsiges Weidenröschen	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Fallopia bohemica</i>	Bastard-Staudenknöterich	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Fallopia japonica</i>	Japan-Staudenknöterich	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Fallopia sachalinensis</i>	Sachalin-Staudenknöterich	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Fallopia sachalinensis</i> ‚Igniscum‘	Igniscum-Knöterich	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Pennsylvanische Esche	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Galeobdolon argentatum</i>	Silber-Goldnessel	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Amerikanische Gleditschie	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Gunnera tinctoria</i>	Chilenischer Riesenrhabarber	terrestrisch	-	-	-	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Gymnocoronis spilanthoides</i>	Falscher Wasserfreund	aquatisch	-	-	-	2018
Gefäßpflanzen	<i>Helianthus tuberosus</i>	Topinambur	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Riesen-Bärenklau	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Heracleum persicum</i>	Persischer Bärenklau	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	Sosnowsky Bärenklau	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Großer Wassernabel	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Hygrophila polysperma</i>	Indischer Wasserfreund	aquatisch	-	-	-	2018
Gefäßpflanzen	<i>Impatiens balfourii</i>	Balfour-Springkraut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Impatiens edgeworthii</i>	Buntes Springkraut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Gefäßpflanzen	<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Impatiens parviflora</i>	Kleines Springkraut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Lagarosiphon major</i>	Wechselblatt-Wasserpest	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Lonicera henryi</i>	Henrys Geißblatt	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Lonicera tatarica</i>	Tataren-Heckenkirsche	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Ludwigia grandiflora</i>	Großblütiges Heusenkraut	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Ludwigia peploides</i>	Flutendes Heusenkraut	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Ludwigia x kentiana</i>	Kents Heusenkraut	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Lupinus polyphyllus</i>	Vielblättrige Lupine	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Lycium barbarum</i>	Gewöhnlicher Bocksdorn	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Lysichiton americanus</i>	Gelbe Scheinkalla	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Mahonia aquifolium</i>	Gewöhnliche Mahonie	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Microstegium vimineum</i>	Japanisches Stelzengras	terrestrisch	-	-	-	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	Großes Stielblütengras	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Miscanthus sinensis</i>	Chinaschilf	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Brasilianisches Tausendblatt	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	Verschiedenblättriges Tausendblatt	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	352	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Karottenkraut	terrestrisch	-	-	-	Ja

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Gefäßpflanzen	<i>Paspalum paspalodes</i>	Pfannengras	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Paulownia tomentosa</i>	Chinesischer Blauglockenbaum	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Pennisetum setaceum</i>	Afrikanisches Lampenputzergras	terrestrisch	-	-	-	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Persicaria perfoliata</i>	Durchwachsener Knöterich	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Phedimus spurius</i>	Kaukasus-Glanzfetthenne	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Phytolacca americana</i>	Amerikanische Kermesbeere	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Pinus nigra</i>	Schwarz-Kiefer	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Pinus strobus</i>	Weymouth-Kiefer	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Pistia stratiotes</i>	Wassersalat	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	2018
Gefäßpflanzen	<i>Populus canadensis</i>	Bastard-Pappel	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Prunus laurocerasus</i>	Lorbeerkirsche	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Prunus serotina</i>	Späte Traubenkirsche	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Gewöhnliche Douglasie	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Pueraria montana var. lobata</i>	Kudzu	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Gefäßpflanzen	<i>Quercus rubra</i>	Rot-Eiche	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Rhododendron ponticum</i>	Pontischer Rhododendron	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Rhus typhina</i>	Essig-Baum	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Gefäßpflanzen	<i>Rosa rugosa</i>	Kartoffel-Rose	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Rubus armeniacus</i>	Armenische Brombeere	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Rudbeckia laciniata</i>	Schlitzblättriger Sonnenhut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Salvinia molesta</i>	Lästiger Schwimmpflanze	aquatisch	-	-	-	2018
Gefäßpflanzen	<i>Sarracenia purpurea</i>	Braunrote Schlauchpflanze	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Greiskraut	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Solidago canadensis</i>	Kanadische Goldrute	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Solidago gigantea</i>	Späte Goldrute	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Sorghum x alnum</i>	Columbusgras	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Spartina alterniflora</i>	Glattes Schlickgras	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	
Gefäßpflanzen	<i>Spartina anglica</i>	Salz-Schlickgras	aquatisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Symphoricarpos albus</i>	Gewöhnliche Schneebeere	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	Lanzett-Herbstaster	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Symphyotrichum novi-belgii</i>	Neubelgien-Herbstaster	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Syringa vulgaris</i>	Gewöhnlicher Flieder	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Telekia speciosa</i>	Große Telekie	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Vaccinium atlanticum</i>	Amerikanische Strauch-Heidelbeere	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Gefäßpflanzen	<i>Vallisneria spiralis</i>	Wasserschraube	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Gefäßpflanzen	<i>Viburnum rhytidophyllum</i>	Leberblattschneeball	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	352	
Rippenquallen	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Meerwalnuss	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Nesseltiere	<i>Blackfordia virginica</i>	Schwarzmeer-Qualle	aquatisch	Nicht Invasiv	Weißer Liste	331	
Nesseltiere	<i>Cordylophora caspia</i>	Keulenpolyp	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Nesseltiere	<i>Orconectes virilis</i>	Viril-Flußkrebs	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Fadenwürmer	<i>Anguillicoloides crassus</i>	Aal-Schwimmblassenwurm	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Fadenwürmer	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	Kiefernholznematode	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	
Insekten	<i>Aedes albopictus</i>	Asiatische Tigermücke	terrestrisch	-	-	-	
Insekten	<i>Aedes japonicus</i>	Asiatische Buschmücke	terrestrisch	-	-	-	
Insekten	<i>Agrilus planipennis</i>	Asiatischer Eschen-Prachtkäfer	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Insekten	<i>Dryocosmus kuriphilus</i>	Japanische Esskastaniengallwespe	terrestrisch	Nicht Invasiv	Weißer Liste	331	
Insekten	<i>Linepithema humile</i>	Argentinische Ameise	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	
Insekten	<i>Vespa velutina</i>	Asiatische Hornisse	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	Ja
Weichtiere	<i>Corbicula fluminalis</i>	Feingerippte Körbchenmuschel	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Weichtiere	<i>Corbicula fluminea</i>	Grobgerippte Körbchenmuschel	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Weichtiere	<i>Crassostrea gigas</i>	Pazifische Felsenauster	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Weichtiere	<i>Crepidula fornicata</i>	Amerikanische Pantoffel-schnecke	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Weichtiere	<i>Dreissena bugensis</i>	Quagga-Muschel	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Weichtiere	<i>Dreissena polymorpha</i>	Wandermuschel	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Weichtiere	<i>Ensis directus</i>	Amerikanische Schwertmu-schel	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Weichtiere	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Neuseeländische Zwergde-ckelschnecke	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Weichtiere	<i>Rapana venosa</i>	Asiatische Raubschnecke	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Weichtiere	<i>Sinanodonta woodiana</i>	Chinesische Teichmuschel	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Weichtiere	<i>Urosalpinx cinerea</i>	Amerikanischer Austernboh- rer	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Ringelwürmer	<i>Hypania invalida</i>	Süßwasser-Borstenwurm	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	458	
Ringelwürmer	<i>Marenzelleria neglecta</i>	Rotkiemiger Schlickwurm	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Ringelwürmer	<i>Marenzelleria viridis</i>	Grünlicher Borstenwurm	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Moostierchen	<i>Tricellaria inopinata</i>	Pazifisches Moostierchen	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Plattwürmer	<i>Arthurdendyus triangulatus</i>	Neuseelandplattwurm	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	
Manteltiere	<i>Styela clava</i>	Keulenascidie	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Astacus leptodactylus</i>	Galizischer Sumpfkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Krebstiere	<i>Austrominius modestus</i>	Austral-Seepocke	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Callinectes sapidus</i>	Blaukrabbe	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	458	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Krebstiere	<i>Caprella mutica</i>	Japanischer Gespensterkrebs	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Cercopagis pengoi</i>	Kaspischer Wasserfloh	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Chelicorophium curvispinum</i>	Süßwasser-Röhrenkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Krebstiere	<i>Dikerogammarus villosus</i>	Großer Höckerflohkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Krebstiere	<i>Eriocheir sinensis</i>	Chinesische Wollhandkrabbe	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	Ja
Krebstiere	<i>Gammarus tigrinus</i>	Gefleckter Flußflohkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	
Krebstiere	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Japanische Felsenkrabbe	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Pinsel-Felsenkrabbe	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Homarus americanus</i>	Amerikanischer Hummer	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Krebstiere	<i>Orconectes immunis</i>	Kalikokrebs	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	458	
Krebstiere	<i>Orconectes juvenilis</i>	Kentucky Flußkrebs	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	
Krebstiere	<i>Orconectes limosus</i>	Kamberkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	Ja
Krebstiere	<i>Orconectes rusticus</i>	Amerikanischer Rostkrebs	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	
Krebstiere	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Signalkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	Ja
Krebstiere	<i>Palaemon macrodactylus</i>	Wander-Felsengarnele	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	458	
Krebstiere	<i>Procambarus clarkii</i>	Roter Amerikanischer Sumpfkrebs	aquatisch	Invasiv	Managementliste	458	Ja
Krebstiere	<i>Procambarus fallax f. virginalis</i>	Marmorkrebs	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	458	Ja
Manteltiere	<i>Didemnum vexillum</i>	Tropf-Seescheide	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	458	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Fische	<i>Acipenser baerii</i>	Sibirischer Stör	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	409	
Fische	<i>Ameiurus melas</i>	Schwarzer Zwergwels	aquatisch	Invasiv	Managementliste	409	
Fische	<i>Ameiurus nebulosus</i>	Brauner Zwergwels	aquatisch	Invasiv	Managementliste	409	
Fische	<i>Ameiurus spp.</i>	Katzenwelse	aquatisch	-	-	-	2018
Fische	<i>Anguilla rostrata</i>	Amerikanischer Aal	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Babka gymnotrachelus</i>	Nackthals-Grundel	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Fische	<i>Carassius auratus</i>	Goldfisch	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Channa spp.</i>	Schlangenköpfe	aquatisch	-	-	-	2018
Fische	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Graskarpfen	aquatisch	Invasiv	Managementliste	409	
Fische	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Silberkarpfen	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Marmorkarpfen	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Lepomis spp.</i>	Sonnenbarsche	aquatisch	-	-	-	2018
Fische	<i>Neogobius fluviatilis</i>	Flussgrundel	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Fische	<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel	aquatisch	Invasiv	Managementliste	409	
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	aquatisch	Invasiv	Managementliste	409	
Fische	<i>Perccottus glenii</i>	Amurgrundel	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	409	Ja
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Fettköpfige Elritze	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	409	
Fische	<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Fische	<i>Proterorhynchus semilunaris</i>	Marmorierte Grundel	aquatisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Fische	<i>Pseudorasbora parva</i>	Blaubandbärbling	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	Ja
Fische	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Bachsaibling	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Salvelinus namaycush</i>	Amerikanischer Seesaibling	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Fische	<i>Sander volgensis</i>	Wolgazander	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Amphibien	<i>Lithobates catesbeianus</i>	Amerikanischer Ochsenfrosch	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	409	Ja
Amphibien	<i>Pelophylax bedriagae</i>	Levantinischer Wasserfrosch	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	409	
Amphibien	<i>Triturus carnifex</i>	Alpenkammolch	aquatisch	Invasiv	Aktionsliste	458	
Amphibien	<i>Xenopus laevis</i>	Glatte Krallenfrosch	aquatisch	Invasiv	Warnliste	331	
Reptilien	<i>Chelydra serpentina</i>	Schnappschildkröte	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Reptilien	<i>Chrysemys picta</i>	Zierschildkröte	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Reptilien	<i>Macrochelys temminckii</i>	Geierschildkröte	aquatisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Reptilien	<i>Trachemys scripta</i>	Nordamerikanische Schmuck-schildkröte	aquatisch	Invasiv	Managementliste	409	Ja
Vögel	<i>Acridotheres tristis</i>	Hirtenmaina	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Vögel	<i>Alectoris chukar</i>	Chukarhuhn	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	409	
Vögel	<i>Alopochen aegyptiaca</i>	Nilgans	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	Ja
Vögel	<i>Anser cygnoides</i>	Schwanengans	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Vögel	<i>Branta canadensis</i>	Kanadagans	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Vögel	<i>Corvus splendens</i>	Glanzkrähe	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	Ja
Vögel	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Schwarzkopf-Ruderente	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	409	Ja
Vögel	<i>Phasianus colchicus</i>	Jagdfasan	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Vögel	<i>Psittacula eupatria</i>	Großer Alexandersittich	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Vögel	<i>Psittacula krameri</i>	Halsbandsittich	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Vögel	<i>Rhea americana</i>	Nandu	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	409	
Vögel	<i>Tadorna ferruginea</i>	Rostgans	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Vögel	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Heiliger Ibis	terrestrisch	Invasiv	Aktionsliste	409	Ja
Säugetiere	<i>Callosciurus erythraeus</i>	Pallas-Schönhörnchen	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	331	Ja
Säugetiere	<i>Callosciurus finlaysonii</i>	Finlayson-Schönhörnchen	terrestrisch	Pot. Invasiv	Beobachtungsliste	331	
Säugetiere	<i>Castor canadensis</i>	Kanadabiber	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Säugetiere	<i>Cervus nippon</i>	Sikahirsch	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	
Säugetiere	<i>Herpestes javanicus</i>	Kleiner Mungo	terrestrisch	-	-	-	Ja
Säugetiere	<i>Muntiacus reevesi</i>	Chinesischer Muntjak	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	
Säugetiere	<i>Myocastor coypus</i>	Nutria	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	409	Ja
Säugetiere	<i>Nasua nasua</i>	Roter Nasenbär	terrestrisch	-	-	-	Ja
Säugetiere	<i>Neovison vison</i>	Mink	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	409	2018
Säugetiere	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	Marderhund	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	409	Ja
Säugetiere	<i>Ondatra zibethicus</i>	Bisamratte	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	409	Ja

Gruppe	Taxon	Deutscher Name	Lebensweise	Invasivität	Liste	BfN Skripten	Unions-liste
Säugetiere	<i>Procyon lotor</i>	Waschbär	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	409	Ja
Säugetiere	<i>Rattus norvegicus</i>	Wanderratte	terrestrisch	Invasiv	Managementliste	409	
Säugetiere	<i>Sciurus carolinensis</i>	Grauhörnchen	terrestrisch	Invasiv	Warnliste	331	Ja
Säugetiere	<i>Sciurus niger</i>	Fuchshörnchen	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	Ja
Säugetiere	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Florida-Waldkaninchen	terrestrisch	Pot. Invasiv	Handlungsliste	331	
Säugetiere	<i>Tamias sibiricus</i>	Sibirisches Streifenhörnchen	terrestrisch	-	-	-	Ja