

Zur Bedeutung von linearen Raumstrukturen für das Wanderverhalten und die Ausbreitung gebietsfremder Pflanzenarten im Ruhrgebiet

The importance of linear spatial patterns for the migration behavior and spread of nonnative plant species in the Ruhr Basin

Peter Gausmann

Vorbemerkung

Prof. Dr. Dietmar Brandes zum 70. Geburtstag gewidmet. Der Verfasser wünscht dem Jubilar weiterhin viel Gesundheit und Erfolg bei seinen zukünftigen Vorhaben und Projekten sowie viele spannende floristische Funde und reichhaltige Impressionen!

Abstract

Channels, rivers, roads and railways are important pathways for the introduction and spread of nonnative vascular plants and furthermore biological invasions in Germany and Central Europe. The typical regional situation of the adventive flora of the Ruhr Basin among these linear corridors will be introduced and described, with a focus on the outlining of the involved taxa, their floristic status and establishing tendencies.

Keywords: vascular plants, adventive flora, archaeophytes, neophytes, nonnative species, invasive species, distribution, metropolitan areas, urban ecology

1. Einleitung

Natürliche oder künstliche lineare Strukturen in der Landschaft dienen häufig Tier- und Pflanzenarten als Ausbreitungs- und Wanderkorridore. Ausbreitungs- und Wanderungsprozesse innerhalb der Lebewelt lassen sich dabei sowohl entlang von Strukturen anthropogenen Ursprungs wie Autobahnen und Straßen, Eisenbahnstrecken und Kanälen als auch an natürlich entstandenen Strukturen wie Fließgewässern beobachten. Die räumlich-ökologische Funktion dieser Ausbreitungskorridore für die Pflanzenwelt ist mittlerweile lange bekannt und bereits ausführlich für Mitteleuropa dokumentiert worden (z. B. BRANDES & OPPERMAN 1995, KOWARIK & VON DER LIPPE 2008). Dabei fungieren sowohl stark künstliche Strukturen wie Straßen, Eisenbahnstrecken

und Kanäle als auch weniger stark anthropogen beeinflusste lineare Strukturen wie die vorhandenen größeren Flüsse des Ruhrgebietes (Lippe, Ruhr) als bedeutende Wanderkorridore für Gefäßpflanzenarten in diesem Ballungsraum.

Ein Ziel der Neophytenforschung ist neben der Identifizierung von Einwanderungstoren die Klärung des Einwanderungsweges und der Frage, ob sich bei der Einwanderung bestimmte räumliche und zeitliche Muster oder Abfolgen erkennen lassen. Die wissenschaftliche Erforschung solcher räumlich-zeitlicher Einwanderungsprozesse – insbesondere zur Adventivflora – mündete in der Kreation eigener Fachtermini, um die beobachteten ausbreitungsbiologischen Phänomene präzise beschreiben zu können. So bezeichnet man in der Ökologie und den biologisch geprägten Wissenschaften die Migration entlang von Fließgewässern, Straßen und Eisenbahnstrecken auch als „fluminische“, „viatische“ und „ferroviatische“ Migration (DOMIN 1931, 1947, KOPECKÝ 1971). Die speziellen floristischen Verhältnisse im Ballungsraum Ruhrgebiet, die auch das Ergebnis von verschiedenen Einwanderungsprozessen gebietsfremder Pflanzenarten darstellen, sollen in dem vorliegenden Aufsatz näher vorgestellt werden.

2. Charakteristik des Untersuchungsraumes

Der Betrachtungs- und Untersuchungsraum der vorliegenden Arbeit umfasst die kommunalen Grenzen des Verbandsgebietes des Regionalverbandes Ruhr und schließt somit auch linksrheinische Teile des Ruhrgebietes sowie Bereiche nördlich der Lippe und südlich der Ruhr mit ein. Im Osten endet der Betrachtungsraum mit dem Stadtgebiet von Hamm. Naturräumlich betrachtet umfasst diese verwaltungstechnisch vorgenommene Abgrenzung des Ruhrgebietes Anteile von drei Naturräumen: Süderbergland, Westfälische Bucht und Niederrheinisches Tiefland. Die Westfälische Bucht und das Niederrheinische Tiefland lassen sich der planaren Stufe zuordnen, das Süderbergland gehört bereits zur Zentraleuropäischen Mittelgebirgsschwelle. Das Klima ist subozeanisch mit zumeist relativ milden Wintern und Jahresniederschlagssummen von ~ 800 mm/a (DEGE & DEGE 1980). Berücksichtigt werden muss jedoch der städtische Wärmeineffekt, wodurch die Jahresmitteltemperaturen im Ruhrgebiet gegenüber dem Umland um mehrere Grad Celsius erhöht sein können (KUTTLER 2013).

Das Ruhrgebiet stellt heute einen durch die Industrialisierung entstandenen Ballungsraum dar, der mit einer Gesamt Einwohnerzahl von 5,05 Mio. Menschen (Stand 2017; REGIONALVERBAND RUHR 2018) nach den Metropolen London, Paris, Moskau und Istanbul bevölkerungsmäßig zu den größten in Europa gehört. Entsprechend hoch ist die durch die Industrialisierung und die Siedlungsaktivitäten bedingte anthropogene Beeinflussung der Lebensräume in dieser Region. Als von der Montan- und Schwerindustrie geprägte Metropolregion verfügt das Ruhrgebiet über eine gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur, sowohl was das Autobahn-, das Schienen- und das Kanalnetz anbelangt, da die für den Export vorgesehenen Rohstoffe und Produkte der Montanindustrie transportiert werden mussten. Im Zuge des starken wirtschaftlichen Wachstums der Region seit der Mitte des 19. Jahrhunderts entstand eine daran angepasste Verkehrsinfrastruktur, um benötigte Güter für die Produktion zu importieren und hergestellte Güter sowie Rohstoffe (allen voran die als „Schwarzes Gold“ bezeichnete Steinkohle) abzutransportieren. Bedeutende Verkehrsinfrastrukturelemente, welche im Zuge der Industrialisierung und in der Folgezeit entstanden, sind dabei das gut entwickelte Kanalnetz (Rhein-Herne-Kanal, Dortmund-Ems-Kanal, Wesel-Datteln-Kanal, Datteln-Hamm-Kanal), das auf Güter- und Personentransport abgestellte

Schienennetz der Bahn sowie ein dichtes Netz aus Bundesautobahnen (A 2, A 3, A 31, A 40, A 42, A 43, A 44, A 45, A 59) sowie Land- und Bundesstraßen und weitere Straßensysteme untergeordneter Hierarchie.

Drei in historischer Zeit einst natürliche Flüsse, allesamt Rhein-tributär, entwässern das Ruhrgebiet in westlicher Richtung, von denen zwei heutzutage gemäßigt und eines sehr stark technisch ausgebaut wurden: Ruhr, Emscher und Lippe. Ruhr und Lippe wurden bereits zu Beginn der Industrialisierung für den Schiffstransport (Treidelwirtschaft) technisch ausgebaut und mit Buhnen und Uferbefestigungen in Form von Steinschüttungen versehen, die Emscher wurde jedoch so stark überformt wie kaum ein anderes Fließgewässer in Mitteleuropa und für den Abwassertransport umfunktioniert. Hierfür wurde sie auf ihrer gesamten Länge begradigt und in Sohl-schalen eingefasst. Glücklicherweise wird aktuell die Renaturierung der Emscher umgesetzt und – soweit möglich – zumindest in Abschnitten wieder naturnah gestaltet, inklusive ihrer ebenfalls technisch ausgebauten Zuflüsse.

Durch den regen Gütertausch und den Import von Gütern aus anderen Regionen gelangten ab Mitte des 19. Jahrhunderts eine Vielzahl an eingeschleppten Pflanzenarten ins Ruhrgebiet, viele davon stammten aus dem Mittelmeerraum, was den Umstand unterstreicht, dass Häfen und Güterbahnhofe zu dieser Zeit bedeutende Einwanderungstore für gebietsfremde Pflanzenarten darstellten und aus diesem Grunde in den Fokus der Adventivfloristen rückten (vgl. HÖPPNER & PREUSS 1926, BONTE 1930, SCHEUERMANN 1930). Die meisten dieser oftmals Wärme liebenden Arten schafften es jedoch nicht, sich dauerhaft im Ruhrgebiet einzubürgern. Gleichzeitig wurden die urbanen Grünflächen weitestgehend nach den Bedürfnissen der Einwohner entwickelt und gartengestalterisch überprägt. Beides führte dazu, dass eine große Zahl an gebietsfremden Pflanzenarten – ob unbeabsichtigt oder beabsichtigt – in dieses Gebiet gelangten. Sowohl eingeschleppte Arten, aber auch solche, die aus Kultur verwilderten, bereicherten die Flora des Ruhrgebietes nachhaltig, insbesondere diejenigen, welche sich dauerhaft behaupten konnten und sich einbürgerten. Zu den wichtigen Komponenten der Ruhrgebietsflora zählen daher die Adventivpflanzen (KEIL & LOOS 2004a).

Somit kann das Ruhrgebiet heute, bedingt durch den starken Siedlungseinfluss, die hohe industrielle Aktivität und als Folge der hohen Siedlungsaktivitäten, als „Hot Spot“ der gebietsfremden Pflanzenarten in Deutschland angesehen werden (KEIL et al. 2008). Studien zur Anzahl gebietsfremder Arten im Ruhrgebiet (KEIL & VOM BERG 2001, KEIL & LOOS 2002, 2004b, 2005, GAUSMANN 2008) belegen diesen Umstand nachweislich.

3. Floristischer Status und Nomenklatur

Innerhalb der Floristischen Geobotanik hat sich bewährt, zur Beschreibung der Natürlichkeit und des Grades der anthropogenen Abhängigkeit von Pflanzenvorkommen eine präzise Terminologie hinsichtlich floristischer Statusangaben anzuwenden. Weitestgehend durchgesetzt hat sich die Statuszuordnung nach SCHROEDER (1969), welche Angaben zum geographischen Bezug einer Art im betreffenden Raum (einheimisch oder gebietsfremd) und ausschließlich bei den gebietsfremden Arten Aussagen zur Einwanderungszeit, zur Einwanderungsweise und zum Einbürgerungsgrad erlauben (vgl. hierzu auch KÜHN & KLOTZ 2002). Diese Terminologie von SCHROEDER findet im Rahmen der vorliegenden Arbeit Anwendung.

Die Statuszuordnung der Taxa richtet sich im Wesentlichen nach den Angaben für den rheinländischen Teil des Ruhrgebietes von DÜLL & KUTZELNIGG (1987) sowie für den westfälischen Teil nach RUNGE (1990). Die Nomenklatur der in dieser Arbeit verwendeten Pflanzennamen richtet sich nach dem Referenzwerk von BUTTLER & HAND (2008).

4. Ergebnisse

4.1 Autobahn- und Straßenwanderer (viatische Migranten)

Dass Fahrzeuge einen effektiven Ausbreitungsvektor für die entlang von Verkehrswegen wandernden Pflanzenarten darstellen ist in der Abhandlung von VON DER LIPPE & KOWARIK (2007) ausführlich beschrieben worden. Die Ausbreitung bzw. Verschleppung erfolgt hierbei offensichtlich durch Verdriftung von Diasporen oder Pflanzenteilen durch den von den Fahrzeugen produzierten Fahrtwind oder durch die Anhaftung der Diasporen an den Reifen (VON DER LIPPE et al. 2013). Somit stellen Autobahnen und sonstige Straßen nicht nur initiale Startpunkte für die weitere Ausbreitung heimischer wie auch nichtheimischer Arten dar, darüber hinaus fungieren sie auch als lineare Wanderkorridore für die weitere Ausbreitung und sind damit ein wichtiger Faktor hinsichtlich einer progressiv ausgerichteten Arealbildung der betreffenden Arten.

Einen entscheidenden Faktor, der das Artenspektrum auf den Autobahnmittel- und -seitenstreifen maßgeblich beeinflusst, stellt die Pflege und Unterhaltung dar, welcher diese Lebensräume unterliegen. In Abhängigkeit davon, in welcher Form der Autobahnmittelstreifen ausgebildet ist, ob als klassischer Mittelstreifen mit Leitplanke oder als Hochbeet, gestaltet sich die Pflege hier unterschiedlich intensiv. Zwischen den Leitplanken können oftmals durch Samenanflug die ersten Gehölze nach einigen Jahren Fuß fassen, so dass hier ein regelmäßiger Schnitt durchgeführt wird, um die Sichtverhältnisse für die Autofahrer nicht zu beeinträchtigen. Somit unterliegen die Mittelstreifen der Autobahnen einer mehr oder weniger intensiven Pflege, die eine selektierende Wirkung für die Ansiedlung und Etablierung von Pflanzenarten ausübt. Es finden jedoch auch gezielte Anpflanzungen mit robusten Gehölzen zwischen den Leitplanken statt, im Ruhrgebiet insbesondere mit *Lycium chinense*, *Ulmus × hollandica* oder auch mit *Rosa pimpinellifolia*. In Ostdeutschland werden dagegen häufig auch *Ribes aureum* und *Caragana arborescens* auf dem Autobahnmittelstreifen gepflanzt (BRANDES 2004). Auch Hochbeete werden oftmals initial bepflanzt, insbesondere mit sukkulenten Vertretern der Crassulaceen. Da hier jedoch eine Folgeunterhaltung meist ausbleibt, unterliegt auch dieser Lebensraum einer spontanen Vegetationsentwicklung und zeigt nach wenigen Jahren durch Diasporenanflug deutliche Ruderalisierungseffekte und Ansiedlungen von tendenziell nicht erwünschten Ruderalarten in beträchtlichem Ausmaß.

Den Artenreichtum von Autobahnmittelstreifen und Autobahnrändern im Ruhrgebiet brachte eine intensive floristische Bestandserhebung in einem ca. 60 km langen Abschnitt der A 40 zwischen Dortmund und Duisburg zutage, welche im Zuge des Kulturhauptstadtjahres 2010 und der Aktion „Still-Leben A 40“ durchgeführt wurde. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde dieser Autobahnabschnitt für einen Tag lang gesperrt, wodurch es den Floristinnen und Floristen ermöglicht wurde, diesen hochgradig anthropogen beeinflussten Lebensraum zu untersuchen. Dabei konnte mit insgesamt 441 Gefäßpflanzenarten in diesem Abschnitt der A 40 rund 25 % der in Nordrhein-Westfalen ansässigen Flora nachgewiesen werden. Die Ergebnisse dieser Kartierung brachten die Erkenntnis hervor, dass Autobahnmittelstreifen nicht nur effektive Wander-

korridore darstellen, sondern auch als Trittsteinbiotope für eine Vielzahl von Arten fungieren und mitunter sogar Refugien für einige wenige seltene und gefährdete Arten sein können (vgl. KEIL et al. 2010a, BUCH & JAGEL 2011).

Es ist eine lange bekannte Tatsache, dass sich entlang des deutschen Autobahnnetzes vor allem eine Reihe von Halophyten ausgebreitet haben, deren Ursprungsareale an der Nord- und/oder Ostseeküste anzusiedeln sind. Diese fakultativen Halophyten und salztoleranten Arten werden offensichtlich durch den Einsatz von Auftausalzen in den Wintermonaten gegenüber weiteren vorkommenden Arten in diesem ruderal geprägten Lebensraum gefördert und erfahren so einen Konkurrenzvorteil gegenüber den überwiegenden, nicht salzresistenten Glycophyten. Hiervon profitieren insbesondere die weniger wuchskräftigen und konkurrenzschwachen Arten unter den Halophyten, insbesondere *Cochlearia danica* (s. Abb. 1 u. 2), *Plantago coronopus* und *Puccinellia distans*. Ganz besonders hervorzuheben in diesem Kontext ist *Cochlearia danica*, deren erstes registriertes Auftreten im norddeutschen Binnenland Ende der 1980er Jahre erfolgte und deren nunmehr seit mehr als drei Jahrzehnten andauernde Ausbreitung als Straßenrandhalophyt über das Autobahnnetz ins Binnenland Deutschlands relativ gut dokumentiert ist (vgl. DUNKEL 1987, DUNKEL et al. 2001, WEBER 1987, KOCH 1996, 1997, BREUNIG 2000, 2005, GEHLKEN & VOLLMUTH 2017). Die Art hat die Autobahnen bereits an mehreren Stellen verlassen und ist z. B. bis ins Stadtzentrum von Hamburg vorgedrungen (H. HAEUPLER, schriftl. Mitt.). Darüber hinaus drang *Cochlearia danica* über die Grenzen Deutschlands hinaus auch ins weitere Kontinentaleuropa vor. Eine umfassende und aktualisierte Übersicht über das Auftreten der Art im europäischen Binnenland liefern FEKETE et al. (2018).

Aber auch weitere halophytische und salztolerante Arten haben über das Autobahnssystem mittlerweile das Ruhrgebiet erreicht und treten hier als Straßenrandhalophyten auf, so z. B. *Lepidium latifolium* (s. Abb. 3) und die sehr seltene *Spergularia salina* (vgl. KEIL et al. 2010a). Zu *Lepidium latifolium* muss noch erwähnt werden, dass sich die Art in anderen Regionen im deutschen Binnenland auch mittels weiterer linearer Strukturen ausgebreitet hat, nämlich auch entlang von Fließgewässern. So ist sie z. B. entlang der Mosel kontinuierlich und in ganzer Länge ihres auf rheinland-pfälzischem Gebiet durchlaufenden Abschnittes verbreitet (vgl. BFN 2018). Im Ruhrgebiet ist sie an Fließgewässern lediglich im westlichen Teil am Ufer des Rheins zu finden und hat sich (bislang) noch nicht an Ruhr und Lippe oder an den Kanälen ausgebreitet. An Autobahnen im Ruhrgebiet wurde *Lepidium latifolium* u. a. am Autobahnkreuz Herne (A 42/A 43) mit großen Beständen nachgewiesen (BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2010) sowie an mehreren Stellen der A 2, der A 45 und der A 46, hat von diesen Vorkommen ausgehend bereits mehrfach die Autobahn verlassen und ist auf Bundesstraßen und weitere Straßen übergesprungen (BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2012).

Auch gefährdete Arten und Archäophyten können in z. T. in großen Beständen an Böschungen und auf Mittelstreifen der Autobahnen vorkommen, stellen jedoch eher Einzelfälle und Ausnahmen dar. So konnte der Verfasser individuenreiche, teilweise mehr als 100 m² umfassende Bestände von *Artemisia absinthium* an der A 40 in Neukirchen-Vluyn im linksrheinischen Teil des Ruhrgebietes (s. Abb. 4) und an Seitenstreifen der A 1 in Hagen im südlichen Ruhrgebiet beobachten, kleine und individuenarme Bestände ebenso auf dem Mittelstreifen der A 42 in Duisburg-Meiderich, an der A 52 in Essen-Rüttenscheid sowie linksrheinisch an der A 57 in Moers. Zudem wurde die Art auch im Rahmen der floristischen Kartierung der A 40 im Zuge der Aktion „Still-Leben A 40“ an der A 40 in Bochum-Kornharpen gefunden (KEIL et al. 2010a). Interessant

erscheint in diesem Zusammenhang der Umstand, dass offenbar auch *A. absinthium* zu den halotoleranten Arten gehört und eine gewisse Salzverträglichkeit aufweisen muss, obwohl die Art von ELLENBERG et al. (1992) als salzunverträglich (Salzzahl = 0) eingestuft wird, da sie wohl ansonsten kaum im Stande wäre, mit der in Nordrhein-Westfalen registrierten Häufigkeit an salzbeeinflussten Autobahnbegleitflächen aufzutreten. Die Beobachtungen von GARVE (2000), welcher die Art an acht von neun untersuchten Abraumhalden des Kalibergbaus im Raum Staßfurt nachweisen konnte, untermauern diese Vermutung. Autobahnflächen scheinen offenbar als Ersatzhabitat einen wichtigen Habitattyp für diese mittlerweile gefährdete alte Heilpflanze (RL 3 NRW und Ballungsraum Ruhrgebiet nach RAABE et al. 2011) und ihre Verbreitung im Ruhrgebiet zu repräsentieren, die einst zur charakteristischen Flora der Dörfer und Burgen Mitteleuropas gehörte (vgl. BRANDES 1990, 1996). Es bleibt in diesem Kontext eine interessante Frage, inwiefern die Vorkommen an Autobahnen die Verluste dieser Art an den dörflich geprägten und historischen primären Wuchsorten zu kompensieren vermögen. In diesen Kontext reihen sich auch die Nachweise von *Ballota nigra* ssp. *meridionalis* und *Parietaria judaica* ein, die ebenfalls auf dem Autobahnmittelstreifen der A 40 im Zuge der Erfassung im Jahr 2010 nachgewiesen wurden (KEIL et al. 2010a).

Eine der Arten, die sich in der Vergangenheit und rezent sehr erfolgreich und in großen Mengen entlang der Autobahnen im Ruhrgebiet ausgebreitet hat, ist *Ailanthus altissima*, wobei sich die Art insbesondere auf den Autobahnmittelstreifen rasch zu etablieren vermag. Die Beobachtungen des Verfassers weisen darauf hin, dass *Ailanthus altissima* offenbar gut mit den regelmäßigen Schnittmaßnahmen, denen die Autobahnmittelstreifen unterliegen, zurechtkommt. Häufig ist zu beobachten, dass Exemplare von *Ailanthus altissima* nach erfolgtem Schnitt eine morphologische Entwicklung zur Polykormonbildung aufweisen und mehrstämmig werden. Auch bei dieser gebietsfremden Gehölzart stellt die Verbreitung durch Wind eine sehr effektive Form der Ausbreitungsstrategie dar, wie Untersuchungen durch KOWARIK & VON DER LIPPE (2011) gezeigt haben, wobei der Start der Ausbreitung meist von in der Nähe zu Autobahnen und Straßen kultivierten Exemplaren von *Ailanthus altissima* ausgeht.

Im Spätsommer bestimmt der Blühaspekt von *Senecio inaequidens* weite Teile der Autobahnmittelstreifen im Ruhrgebiet. Die in Deutschland und Mitteleuropa vorkommende Population hat offenbar mittlerweile ein von der aus Südafrika stammenden ursprünglichen Population abweichendes Blühverhalten entwickelt (vgl. ADOLPHI 1997) und beginnt hier bereits im Frühjahr mit der Blüte, wobei jedoch die Hauptblütezeit nach wie vor der Spätsommer ist. Über die Ausbreitung von *Senecio inaequidens* entlang des Autobahnnetzes in Deutschland wurde bereits mehrfach berichtet (vgl. GRIESE 1998).

Interessanterweise kann sich die Ausbreitung bei bestimmten gebietsfremden Arten auch erst sekundär in linearer Weise vollziehen, wenn Arten, die zuvor eine punktuelle oder flächige Verbreitung aufwiesen, sich nachfolgend über lineare Strukturen anfangen auszubreiten. Dies ist beispielsweise aktuell bei der ursprünglich im Mittelmeerraum beheimateten Art *Dittrichia graveolens* im Ruhrgebiet zu beobachten. Sie galt in NRW lange Zeit als industrie- und ruhrgebietstypisch, da sie in den 1980er Jahren zuerst auf den großen industriell genutzten Flächen der Montanindustrie und deren Brachen des Ruhrgebietes auftauchte und dort vor allem Standorte mit dunklem Substrat besiedelte, die sich stark aufheizen konnten (vgl. GÖDDE 1984, REIDL 1984). Die Verbreitung von *Dittrichia graveolens* konzentrierte sich lange Zeit auf das Ruhrgebiet und auf die hier vorhandenen industriell genutzten (Brach)Flächen, so dass sie als ruhrgebietstypisch angese-

hen werden konnte (vgl. HAEUPLER et al. 2003). Mittlerweile hat sie sich jedoch von den Industriebrachflächen auf die Autobahnen ausgebreitet und nutzt dieses lineare Verkehrssystem zur Ausbreitung, so dass das ursprüngliche Verbreitungsbild dieses Industriophyten zusehends verschwimmt, da die Art nun auch außerhalb des Ruhrgebietes registriert werden kann. Nach Beobachtungen des Verfassers findet man sie momentan z. B. zahlreich auf dem Mittelstreifen der A 43, wo sie sich linear in nördlicher und südlicher Richtung ausbreitet und das Ruhrgebiet über diesen Weg auch verlässt. Auch in weiteren Bundesländern, beispielsweise im südlichen Bayern, konnte das Wandern der Art entlang von Autobahnmittelstreifen ebenfalls beobachtet werden (SMETTAN 2002).

Als erfolgreichste krautige Pflanzenarten der Autobahnen und Bundesstraßen im Ruhrgebiet – wie jedoch auch in vielen weiteren Teilen Deutschlands – dürften die konkurrenzkräftigen großwüchsigen Melden *Atriplex micrantha* (s. Abb. 5) und *A. sagittata* gelten, die mittlerweile massenhaft in großen Beständen weite Teile und über große Distanzen diesen Lebensraum dominieren (vgl. hierzu auch SCHNEDLER & BÖNSEL 1989, GRIESE 1998, BRANDES 2004). *Atriplex micrantha* stellt eine neophytische Art dar, war ursprünglich von Südosteuropa bis nach Mittelasien verbreitet und besiedelt dort oftmals salzhaltige Böden, wogegen es sich bei *A. sagittata* um einen Archäophyten Mitteleuropas handelt. Es bleibt abzuwarten, ob diese beiden Arten sich in den durch eine hohe Florendynamik und durch Artenturnover gekennzeichneten, nicht gesättigten Pflanzengesellschaften der Autobahnbegleitflächen einfügen und die dominierenden Arten in diesen Lebensräumen bleiben, oder ob sie in der Zukunft möglicherweise von anderen Arten abgelöst bzw. verdrängt werden. So erwähnt BRANDES (2004) in diesem Zusammenhang, dass die Dynamik der Ruderalflora auf den Autobahnbegleitflächen besonders hoch ist, und berichtet von mehreren erfolgten Ausbreitungswellen bestimmter Arten. Konkurrenz erfahren die Melden durch weitere plurienne, hochwüchsige Hochstauden, die in diesen Lebensräumen auftreten, wie z. B. den Archäophyten *Conium maculatum* (s. Abb. 6) und *Reseda luteola*, dem Neophyten *Carduus acanthoides* und heimischen Arten wie z. B. *Cirsium arvense*.

Nach Beobachtungen des Verfassers lassen sich – zumindest an lokalen Abschnitten der Autobahnen – mittlerweile sogar Aspektwechsel der Ruderalvegetation auf den Autobahnmittelstreifen beobachten, welche das Ergebnis der saisonalen Vegetationsdynamik und der verschiedenen artabhängigen phänologischen Entwicklungsstufen darstellen. Beobachten lässt sich hierbei eine zeitliche Blühabfolge verschiedener Phasen:

1. *Cochlearia danica*-Phase (März-April)
2. *Conium maculatum*-Phase (Mai-Juni)
3. *Lepidium latifolium*-Phase (Juni-Juli/August)
4. *Atriplex micrantha*/*A. sagittata*-Phase (Juli-September)
5. *Dittrichia graveolens*/*Senecio-inaequidens*-Phase (September-November)

Gebietsfremde Arten, die im Ruhrgebiet einen eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt auf Autobahnmittel- und Autobahnseitenstreifen haben und die sich nachweislich entlang dieser linearen Strukturen ausbreiten (Autobahnwanderer i. e. S.), sind:

Atriplex micrantha, *A. sagittata*, *Conium maculatum*, *Cochlearia danica*, *Lepidium latifolium*, *Plantago coronopus*, *Puccinellia distans*, *Rumex patientia*, *Sisymbrium loeselii*.

Gebietsfremde Arten, die im Ruhrgebiet auch abseits der Autobahnen auf weiteren Standorten angetroffen werden können, die jedoch nachweislich entlang der Autobahn wandern (Autobahnwanderer i. w. S.), sind:

Ailanthus altissima, *Artemisia absinthium*, *Carduus acanthoides*, *Dittrichia graveolens*, *Reseda luteola*, *Senecio inaequidens*, *Verbascum lychnitis*.

4.2 Eisenbahnwanderer (ferroviatische Migranten)

Innerhalb der Pflanzeogeographie und der Adventivfloristik stellt die Forschungsrichtung der Eisenbahnfloristik, d. h. die Untersuchung der Zusammensetzung der Flora auf den für den Bahnverkehr gewidmeten Flächen (Bahnhöfe, Rangierbahnhöfe, Eisenbahnstrecken) eine sehr alte Disziplin dar, die mittlerweile eine lange Historie aufweist (vgl. MÜHLENBACH 1979). Die gezielte floristische Erforschung ausgewählter Bahnhöfe deutscher Großstädte (z. B. von BRANDES 1983, 1993, 2003, 2005, WITTIG 2008) und weiteren Flächen wie z. B. Bundesbahnausbesserungswerken (VOGEL & AUGART 1992) brachte zum Vorschein, dass diese eine hohe Anzahl an Gefäßpflanzen aufweisen können und daher häufig „Hot Spots“ der Kormophytendiversität im Siedlungsbereich darstellen (vgl. JUNGHANS 2008). Besonders stillgelegte Bahnanlagen und Gleisbrachen, auf denen keine Herbizidbehandlung mehr stattfindet, können sich zu wertvollen Lebensräumen für den Naturschutz entwickeln (vgl. REIDL 1995, KREMER & ADOLPHI 2013).

Die genutzten, aktiven Eisenbahnflächen und Gleisanlagen unterliegen oftmals einer intensiven mechanischen Beanspruchung und Pflege sowie einem Einsatz von Herbiziden zur Unkrautbekämpfung, um den reibungslosen Bahnbetrieb sicherzustellen. Pflanzen, die an solchen Standorten wachsen, sind folglich einer ganzen Reihe von Stressfaktoren ausgesetzt. Nach Beobachtungen des Verfassers scheinen jedoch einige heimische Arten relativ gut mit diesen Beeinträchtigungen zurechtzukommen. So findet sich *Geranium robertianum* häufig in großen Beständen auf Flächen, die kurz zuvor mit Herbiziden behandelt wurden. Möglicherweise gibt es hier bereits Ausbildungen von Resistenzen gegenüber bestimmten Herbiziden.

Bei den gebietsfremden Pflanzenarten sind für Deutschland und Nordrhein-Westfalen die Einwanderungspfade und –zeiten relativ gut dokumentiert, wobei den Eisenbahnstrecken eine besondere Funktion als Wanderkorridore zukommen. So berichten HÜGIN et al. (1995) über erste Ausbreitungstendenzen von *Geranium purpureum* auf Eisenbahnschotter an Bahnverkehrsflächen in Südwestdeutschland. GEYER et al. (2008) berichten ebenfalls von *Geranium purpureum* und darüber hinaus auch von *G. rotundifolium* und *Tragopogon major* (= *T. dubius*) auf Bahnhöfen im mittleren Westfalen und beschreiben ihre Ausbreitungstendenzen in diesem Raum. Zeitgleich berichten BÜSCHER et al. (2008) ebenfalls von *Geranium purpureum* sowie des Weiteren von *Eragrostis minor* und *Saxifraga tridactylites* als primäre Eisenbahnwanderer im Ruhrgebiet, die sich im weiteren Verlauf der Einwanderung von den Eisenbahnstrecken ausgehend weiter ins Umfeld und bahnentlegene Flächen und somit allmählich auch dispers ausbreiten. Bereits vor mehr als zwei Jahrzehnten wurde festgestellt, dass sich *Saxifraga tridactylites* in Westfalen und im benachbarten Niedersachsen expansiv entlang von Eisenbahnstrecken ausbreitet (vgl. BRANDES 1993, LOOS 1998). Die Art hat sich mittlerweile auch erfolgreich in unzählige Flächen abseits der Gleisanla-

gen erfolgreich ausgebreitet (vgl. BÜSCHER et al. 2008) und besiedelt nun Flächen, welche nunmehr in keinem direkten räumlichen Zusammenhang mehr zur Bahninfrastruktur stehen.

Ein interessantes Wanderverhalten zeigt *Senecio vernalis* (s. Abb. 8) entlang der Eisenbahnstrecken in Nordrhein-Westfalen. Die Ausbreitung dieser osteuropäischen Art, welche im Osten Deutschlands bereits nahezu flächendeckend verbreitet ist (vgl. BFN 2018), korreliert auffällig mit dem Verlauf der im Zuge der Industrialisierung um 1850 entstandenen Bahnstrecke der Köln-Mindener-Eisenbahn. So konnten im Zuge der Floristischen Kartierung Nordrhein-Westfalens im Zeitraum 2013-2017 Nachweise der Art entlang des sich vom südlichen Rheinland bis zum östlichen Westfalen erstreckenden Verlaufes entlang der Linie Köln-Leverkusen-Oberhausen-Essen-Bochum-Dortmund-Gütersloh-Bielefeld-Minden erbracht werden (Auszug aus der Datenbank der Floristischen Kartierung Nordrhein-Westfalens, unveröff.).

Unter den Gehölzen stellt die entlang von Eisenbahnstrecken auf entsprechenden Ruderalstandorten omniprésente Art *Buddleja davidii* im Ballungsraum Rhein-Ruhr das am weitesten verbreitete und häufigste Gehölz dar, wie Untersuchungen von WITTIG (2008) gezeigt haben, wobei der Umstand von Bedeutung ist, dass eine gebietsfremde Art hier häufiger ist als sämtliche heimische Gehölzarten, sogar häufiger als die anspruchslose Pionierart *Betula pendula*. Die Situation in anderen Landesteilen Deutschlands dürfte vermutlich ähnlich aussehen. Ohne Zweifel haben die enorme Samenproduktion und die in Massen stattfindende Windverdriftung der kleinen und leichten Samen zu einer raschen Ausbreitung dieses ruderalen neophytischen Gehölzes beigetragen, wobei nicht nur im Ruhrgebiet die linearen Eisenbahnstrecken wichtige Ausbreitungskorridore gewesen sein dürften. Mittlerweile gehört *Buddleja davidii* zu den häufigsten Erscheinungen auf Flächen der Bahninfrastruktur, was sicherlich auch darin begründet liegt, dass hier für diese Pionierart geeignete offene Standorte reichlich vorhanden sind, die Art gut an die trocken-warmen Standortbedingungen dieser Flächen angepasst ist und offensichtlich auch mit den mehr oder weniger regelmäßig stattfindenden Pflegemaßnahmen, denen diese Flächen unterliegen, zurechtkommt.

Weitere Gehölzarten, die häufig an Eisenbahnstrecken im Ruhrgebiet zu finden sind, sind *Rubus armeniacus* und *Robinia pseudoacacia*. Diese Arten sind aber auch in vielen weiteren Teilen des Bundesgebietes häufig entlang von Eisenbahnstrecken anzutreffen. *Rubus armeniacus* (s. Abb. 9) zählt nach Beobachtungen des Verfassers im Ruhrgebiet mittlerweile zu den häufigsten Neophyten und verhält sich durch die Ausbildung von Massenbeständen durchaus invasiv. Die Art ist aber nicht nur an Eisenbahnstrecken häufig, sondern auch an sämtlichen weiteren geeigneten, ruderal geprägten Standorten, auch abseits von Bahnflächen. BRANDES & OSSIG (2017) berichten davon, dass *Rubus armeniacus* in Braunschweig und darüber hinaus in weiten Teilen Niedersachsens, Sachsen-Anhalts und Nordrhein-Westfalens als flächenmäßig bedeutendster Neophyt in Erscheinung tritt. Dieser Feststellung fügen sich die Beobachtungen des Verfassers im Ruhrgebiet uneingeschränkt an, denn auch hier tritt *Rubus armeniacus* bahnstreckenbegleitend in ausgedehnten, oft hunderte Meter langen Dominanzbeständen auf, häufig in der Strauchschicht unter alten gepflanzten Beständen von *Robinia pseudoacacia*, und darüber hinaus auch auf sämtlichen weiteren Brachflächen im urbanen Raum.

Nach Beobachtungen des Verfassers zählen folgende Arten zu denjenigen, die trocken-warme Ruderalstandorte, wie sie entlang von Bahnstrecken häufig zu finden sind, besiedeln. Sie zeigen zum einen eine enge Bindung an Eisenbahnstrecken (und angrenzende Bahnflächen), zum ande-

ren wandern sie aber nachweislich auch entlang dieser linearen Strukturen. Die folgende Auflistung soll dies anhand der Nennung einiger Fundorte exemplarisch veranschaulichen und untermauern, ohne jedoch Anspruch auf Vollständigkeit sowohl hinsichtlich der genannten Arten als auch der Fundorte zu erheben:

- *Draba muralis*: Ehem. Güterbahnhof Bochum-Nord, Hbf. Bochum, Bahngleis in Bochum-Harpen, Bahngleise im Duisburg-Mülheimer Stadtwald, Bahngleise in Mülheim-Speldorf (KASIELKE & JAGEL 2009, dort weitere Funde an Bahngleisen im Ruhrgebiet).
- *Lepidium virginicum*: Ehem. Güterbahnhof Bochum-Langendreer, Bf Bochum-Dahlhausen (Beob. d. Verf., unveröff.).
- *Linaria repens*: Bf. Bochum-Dahlhausen (JAGEL 2004, 2004 ff.), Bahndamm Hengstenberg in Hagen (C. GERBERSMANN, unveröff.).
- *Potentilla recta*: Ehem. Güterbahnhof Bochum-Weitmar, ehem. Güterbahnhof Bochum-Langendreer (Beob. d. Verf., unveröff.).
- *Senecio vernalis*: Ehem. Güterbahnhof Bochum-Nord (A. JAGEL in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2018c), Bahnstrecke in Kamen (Beob. d. Verf., unveröff.), Eisenbahnstrecke in Castrop-Rauxel-Bladenhorst (C. BUCH, A. HÖGGEMEIER & A. JAGEL in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014), S-Bahnhaltestelle Bochum-Wattenscheid-Höntrop und S-Bahnhaltestelle Essen-Eiberg (P. GAUSMANN in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014).
- *Tragopogon dubius*: Bochum Hbf. (JAGEL & GAUSMANN 2010), Bf. Herne (D. BÜSCHER in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2011a), Bahnböschung in Herne-Börnig (F. DOMURATH in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014), Hbf. Castrop-Rauxel-Rauxel (F. DOMURATH in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014), Hbf. Herne-Wanne-Eickel (F. DOMURATH in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014), S-Bahnhof Witten-Annen (A. JAGEL & D. MÄHRMANN in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014).

Gebietsfremde Arten, die im Ruhrgebiet einen eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt an Eisenbahnstrecken, Gleisanlagen und Bahnhöfen haben und die sich nachweislich entlang dieser linearen Strukturen ausbreiten (Eisenbahnwanderer i.e.S.), sind:

Cardaminopsis arenosa, *Draba muralis*, *Geranium purpureum*, *Linaria repens*, *Senecio vernalis*, *Tragopogon dubius*.

Gebietsfremde Arten, die im Ruhrgebiet auch abseits der Eisenbahnstrecken, Gleisanlagen und Bahnhöfe auf weiteren Standorten angetroffen werden können, die jedoch nachweislich entlang von Eisenbahnstrecken wandern (Eisenbahnwanderer i.w.S.), sind:

Eragrostis minor, *Lepidium virginicum*, *Potentilla recta*, *Robinia pseudoacacia*, *Rubus armeniacus*, *Verbascum lychnitis*.

Es muss jedoch mit kritischer Betrachtung differenziert werden, ob Arten nachweislich entlang von Bahnstrecken wandern und diese als Ausbreitungskorridore nutzen, oder ob Arten auf Gleisanlagen und bahnbegleitenden Flächen vorkommen, weil sie dorthin lokal eingeschleppt wurden, auf diesen Standorten ähnliche Lebensbedingungen vorfinden wie an ihren Primärstandorten und

daher nur punktuelle Vorkommen an Eisenbahnstrecken und auf Bahnflächen im Ruhrgebiet besitzen. Beispielhaft soll hier *Galeopsis angustifolia* angeführt werden, eine Art, welche ursprünglich Felsstandorte und Geröllfluren (seltener auch Kalkäcker) besiedelt und darüber hinaus sekundär auch Flächen der Bahninfrastruktur besiedelt. Die Art konnte im Ruhrgebiet unmittelbar auf Bahnschottern wachsend an verschiedenen Stellen beobachtet werden, so z. B. in Gelsenkirchen-Bismarck (P. GAUSMANN in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2011b) und in Hagen-Hengstey (M. LUBIENSKI in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2012). Sie wurde dort vermutlich eingeschleppt und profitierte wahrscheinlich von den warmen und hochgradig trockenen Standortbedingungen an diesen Wuchsorten. Ausbreitungs- oder Wandertendenzen ausgehend von diesen Vorkommen konnten bei diesem als Xenophyten einzustufenden Art für das Ruhrgebiet jedoch bislang nicht konstatiert werden, so dass die Art im Ruhrgebiet nicht als Eisenbahnwanderer eingestuft werden kann.

4.3 Bundeswasserstraßen- und Fließgewässerwanderer (fluminische Migranten)

Fließgewässern und Kanälen kommt neben Straßen, Autobahnen und Eisenbahnstrecken als linearen Elementen in der Landschaft ebenfalls eine besondere Bedeutung für die Ausbreitung von Gefäßpflanzen zuteil. Die Wanderrichtung erfolgt bei Arten, die sich über den Ausbreitungsvektor Wasser und Hydrochorie ausbreiten, in Fließgewässern mit Strömung einseitig gerichtet flussabwärts, kann jedoch bei Arten, die sich entlang der Uferlinie (semi)terrestrisch ausbreiten, auch in entgegengesetzter Richtung flussaufwärts erfolgen. Kanäle weisen i. d. R. keine Strömungsverhältnisse auf und haben eher den Charakter von Stillgewässern. Dabei kommt nicht nur den linear verlaufenden Gewässern und Gewässerufeln selbst, sondern auch den technischen Ausbauten wie beispielsweise den Buhnen eine ausbreitungsrelevante Funktion zu (vgl. BRANDES 1998). Insbesondere den großen Strömen in Deutschland (Rhein, Elbe, Donau, Main, Weser, Oder) kommt eine besonders hohe Bedeutung für die Ausbreitung von Neophyten zu, was durch den hohen Anteil an Neophyten im Artenspektrum untersuchter Flüsse in Deutschland belegt ist, z. B. für die Elbe in Deutschland von BRANDES & SANDER (1995) und BRANDES (2007).

Die Funktion von Fließgewässern und Kanälen als Wanderkorridore für gebietsfremde Pflanzenarten im Ruhrgebiet ist spätestens seit den Untersuchungen von KEIL (1999) hinlänglich bekannt und gut dokumentiert. Die regionale Studie von KEIL konnte belegen, dass sich gerade solche gebietsfremden Arten besonders effektiv entlang von Ruhr und Rhein-Herne-Kanal fluss- und kanalaufwärts ausbreiten, welche entlang der Uferlinie wandern. Belegt wurde dieser Sachverhalt für die Agriophyten *Angelica archangelica* ssp. *littoralis* (s. Abb. 10), *Rorippa austriaca* und *Bidens frondosa* s. l. (s. Abb. 11) und kann auch für *Bunias orientalis* konstatiert werden, wobei sich die Art aus südlicher Richtung dem Rheintal folgend nordwärts in Nordrhein-Westfalen ausgebreitet hat (vgl. HAEUPLER et al. 2003) und dann in Höhe des Ruhrgebietes anfangs, sich an Emscher und Rhein-Herne-Kanal entlang ihrer Deiche und Ufer weiter in Richtung Osten auszubreiten. Dies ist eindrucksvoll zu beobachten in Form großer Massenpopulationen am Rhein-Herne-Kanal in Oberhausen-Vondern (BIOLOGISCHE STATION WESTLICHES RUHRGEBIET 2018).

Interessant erscheint hier der Einfuhrweg der Küstensippe *Angelica archangelica* ssp. *littoralis*, welche mittels des Ballastwassers von Schiffen aus dem Ostseeraum (Baltikum) eingeschleppt wurde, was ein gutes Beispiel für den Transport von Diasporen durch Schiffe darstellt (Agochorie) und dafür, dass Fahrzeuge als effektive Ausbreitungsvektoren fungieren können. Der hohe Arten-

reichtum an anthropogenen Strukturen wie den technisch ausgebauten Bundeswasserstraßen ist aus dem Ruhrgebiet für den Rhein-Herne-Kanal in seinem Abschnitt zwischen Duisburg und Herne von HENTSCH et al. (2005) eindrucksvoll nachgewiesen worden, womit solchen Lebensräumen eine beachtliche Bedeutung für die urbane Biodiversität innerhalb des Ballungsraumes zukommt.

Neben solchen Arten, die sich entlang der Uferlinie und den sich an das Gewässer anschließenden Uferbefestigungen und Schutzbauwerken (Steinschüttungen, Deichanlagen) ausbreiten, spielen Fließgewässer und Kanäle vor allem eine Rolle bei der Ausbreitung von Hydrophyten, die an aquatische Lebensräume gebunden sind. Von den gebietsfremden Arten zu nennen ist hier vor allem *Elodea nuttallii*, deren Massenvermehrung seit Beginn im Jahr 2000 insbesondere in den Ruhrstauseen (Kemnader See in Bochum, Baldeneysee in Essen) zu erheblichen Beeinträchtigungen der Wassersportaktivitäten und der Wasserkraftnutzung führte, damit negative Folgen für Tourismus und Energieerzeugung nach sich zog und deren alljährlich stattfindende rasante Vermehrung kostenintensive Maßnahmen zum Management der Bestände zur Folge hat (vgl. STENGERT et al. 2008). *E. canadensis* kommt dagegen bislang nur sehr selten in Gewässern im Ruhrgebiet vor, ein Nachweis eines einzelnen Vorkommens liegt ebenfalls für die Ruhr aus Duisburg vor (KEIL et al. 2009). Auch *Lemna minuta* gehört zu den Arten, die über das Fluss- und Kanalsystem in das Ruhrgebiet eingewandert sind (vgl. HAEUPLER 2004). Ihr anfänglich lineares Verbreitungsmuster ist jedoch mittlerweile verwischt, da sich die Art mittlerweile auch in eine Vielzahl andere Gewässer im Ruhrgebiet ausgebreitet hat, so wie es von HAEUPLER (2004) prognostiziert wurde.

Deutschlandweit bekannt, aber auch für die Region des Ruhrgebietes von Relevanz, ist der Umstand, dass sich auch viele der klassischen „Problem-Neophyten“ wie *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens glandulifera* und *Fallopia japonica* entlang von Fließgewässern ausbreiten. *Heracleum mantegazzianum* zeigt im Ruhrgebiet eine eindeutige Konzentration der Verbreitung auf das Ruhrtal (KEIL et al. 2010b), ist hier entlang der Ruhruferlinie über große Distanzen frequent verbreitet und bildet dort gigantische Populationen aus (s. Abb. 12). Auch bei dieser Art stellt Wasser den entscheidenden Ausbreitungsvektor dar, was wiederum zu der naturschutzfachlichen Problematik führt, dass ein nachhaltiges Zurückdrängen der Art im Unterlauf der Ruhr wenig Erfolg versprechend ist, solange aus dem Oberlauf kontinuierlich eine Lieferung von fertilem Diasporenmaterial erfolgt.

Ein selteneres Phänomen, welches jedoch durchaus vorkommt, ist die Verwilderung von „exotischen“ Neophyten am Ufer von Fließgewässern, Kanälen und Abwasserläufen. Beobachtet wurde dies vom Verfasser am Rhein-Herne-Kanal in Herne-Crange, an dessen Ufer unmittelbar an einer Spundwand im Jahr 2005 gemeinsam mit C. BUCH (Mülheim an der Ruhr) ein juveniles Exemplar von *Ficus carica* gefunden wurde. Dieses Vorkommen existierte bis zum Sommer 2011, wobei das Exemplar dieser vermeintlich Wärme liebenden Art auch den sehr kalten und strengen Winter 2008/2009 überstand. Das Exemplar wuchs bis zu einer Höhe von ca. 2,5 m heran (s. Abb. 13), bevor es vom Bundesschiffahrtsamt im Jahr 2011 im Rahmen der Gewässerunterhaltung beseitigt wurde. Stattdessen, mehrere Jahrzehnte alte Exemplare von *Ficus carica* wurden auch am Ruhrufer in Mülheim an der Ruhr registriert (KEIL et al. 2010c). Neben diesen Vorkommen am Rhein-Herne-Kanal in Herne und an der Ruhr in Mülheim an der Ruhr konnte *Ficus carica* auch an den als Schmutz- und Abwasserläufen fungierenden Fließgewässersystemen des Hofsteder Baches in Bochum-Hofstede sowie an der Emscher in Dortmund-Dorstfeld

(BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2012) und in Oberhausen-Vondern an der Mündung des Läppkes Mühlenbaches, eines Schmutzwasserzuflusses in die Emscher, beobachtet werden (P. KEIL, schriftl. Mitt.). Ein weiterer Fund von *Ficus carica* an einem Emscher-tributären Schmutzwasserzuflusses gelang E. KEMPMANN (Recklinghausen) im Bereich der Halde Rungenberg in Essen (P. KEIL, schriftl. Mitt.). Offenbar gelangen keimfähige Früchte über die Abwässer der Haushalte als auch weggeworfene und in der freien Landschaft entsorgte Früchte in die Fließgewässer. Im Ruhrgebiet häufen sich in den letzten Jahren die Fundmeldungen von verwilderten Kultur-Feigen. Die Art, welche eine uralte Kulturpflanze im Mittelmeerraum darstellt, ist im Ruhrgebiet offensichtlich in der Lage, auch kalte Winter mit länger anhaltenden Frostereignissen zu überdauern (vgl. KEIL et al. 2010c). Weitere Wuchsorte der Art im Ruhrgebiet, wo sie verwildert auftritt, sind meist thermisch begünstigte Sonderstandorte mit einem günstigen Mikroklima, wie z. B. Kellerlichtschächte und Hausfassadenfüße. Meist werden die beobachteten verwilderten Exemplare jedoch im Zuge von Säuberungs- und Pflegemaßnahmen nach kurzer Zeit beseitigt, so dass es sich fast immer um unbeständige Vorkommen handelt, nur selten wachsen die Pflanzen zu stattlichen Exemplaren, wie sie an der Ruhr und am Rhein-Herne-Kanal beobachtet wurden, heran.

4.4 Multifunktionale Linienmigranten

Einige gebietsfremde Arten nutzen offenbar gleich mehrere verschiedene lineare Elemente der Verkehrsinfrastruktur als Wanderkorridore. So konnte z. B. *Verbascum lychnitis* im Ruhrgebiet sowohl entlang von Gleisanlagen (s. Abb. 14) an mehreren Stellen als auch mit Vorkommen an Autobahnen und weiteren Verkehrsstraßen nachgewiesen werden. Nachweise entlang von Eisenbahnstrecken und an Bahnanlagen existieren für den ehemaligen Güterbahnhof Bochum-Langendreer (A. JAGEL in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2011b), den Hbf. Bochum (P. GAUSMANN in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2018a), den Hbf. Herne (O. KÖNIG, unveröff.), den Hbf. Essen (O. KÖNIG, unveröff.), den Verschiebebahnhof Duisburg-Hohenbudberg (L. ROTHSCUH, unveröff.), eine Bahnbrache nördlich des Kruppsees in Duisburg-Rheinhausen (P. GAUSMANN in KEIL et al. 2014) sowie für den Bahnabschnitt zwischen Huckarde und Hafen in Dortmund-Huckarde (P. GAUSMANN in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2011b, D. BÜSCHER in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2016). An Autobahnen im Ruhrgebiet gibt es Nachweise vom westlichen Ende der A 44 in Bochum und von der A 42 Höhe Abfahrt Gelsenkirchen-Bismarck (JAGEL 2004 ff., BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2018a). Aber auch „normale“ Straßen werden offenbar als Wanderweg von dieser Art genutzt. So konnte der Verfasser im Jahre 2013 ein Exemplar am Rand einer Verkehrsstraße in Herne-Eickel nachweisen (s. Abb. 15), was zugleich den Erstfund für das Herner Stadtgebiet als auch für das Messischblatt 4408 darstellte (P. GAUSMANN in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2014). Das kontinentale *Verbascum lychnitis* besiedelt vorwiegend trocken-warme Standorte, weswegen schottrige Bahnbegleitflächen gute Wuchsortbedingungen für die Art bieten dürften. In NRW steht die Art an ihrer natürlichen nördlichen Arealgrenze in Mitteleuropa (vgl. DÜLL & KUTZELNIGG 1987, RUNGE 1990, BFN 2018), im Ruhrgebiet ist sie als Akolutophyt zu werten, die offenbar über die zuvor beschriebenen Wege hauptsächlich von Osten her in diesen Raum eingewandert ist. *Verbascum lychnitis* ist somit offenbar sowohl eine viatisch als auch eine ferroviatisch migrierende Art. Dasselbe gilt auch für den Akolutophyten *Carduus acanthoides*, wo ebenfalls eine lineare Ausbrei-

tung im Ruhrgebiet sowohl entlang von Schienenanlagen als auch auf Autobahnmittelstreifen beobachtet werden konnte.

Auch *Cochlearia danica* (vgl. Kap. 4.1) ist mittlerweile keine ausschließlich entlang der Straßenverkehrsinfrastruktur wandernde Art mehr und hat an einigen Lokalitäten in Deutschland die Autobahn bereits verlassen und umliegende Bereiche besiedelt (vgl. GEHLKEN & VOLLMUTH 2017). In Bochum wurde vom Verfasser beobachtet, wie sich die Art von der Autobahn auf angrenzende Gleisanlagen ausgebreitet hat und nunmehr sowohl eine viatische als auch ferroviatische Ausbreitung zeigt (s. Abb. 1 u. 2). Als weiteres Beispiel lässt sich hier auch *Isatis tinctoria* anführen, welche ausgehend vom Rheintal in die Kanäle des Ruhrgebiet eingewandert und von dort mittlerweile auch auf die Autobahnen übergegangen ist (vgl. HAEUPLER 2004, HAEUPLER et al. 2003).

Da diese Arten offensichtlich gleich mehrere lineare Strukturen als Wander- und Ausbreitungswege nutzen, ist es erforderlich, einen geeigneten Terminus zur Beschreibung dieses ausbreitungsbiologischen und chorologischen Phänomens einzuführen. Geeignet erscheinen hier sowohl die Termini „Multifunktionale Linienmigranten“ oder auch der englischsprachige Begriff „multiple path travellers“.

5. Diskussion

Es muss jedoch bei der Betrachtung des Themas der Wanderung von Gefäßpflanzenarten entlang linearer Wanderkorridore berücksichtigt werden, dass sich nicht nur gebietsfremde Arten, sondern darüber hinaus auch eine Vielzahl von einheimische Arten entlang von linearen Strukturen ausbreiten und in der jüngeren Florengeschichte ausgebreitet haben, was zur Ausbildung ganz charakteristischer Verbreitungsbilder geführt hat. Hier sei auf die indigenen Vertreter unter den Stromtalpflanzen hingewiesen, welche seit jeher diese Wanderungs- und Ausbreitungskorridore als vernetzende Elemente in der Landschaft genutzt und es dadurch erfolgreich geschafft haben, sich auszubreiten und neue Landschafts- und Naturräume zu besiedeln. Dabei muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass die Vertreter dieser Arten auch an die speziellen mesoklimatischen Verhältnisse des Stromtalklimas mit seiner konstant hohen Luftfeuchtigkeit gebunden sind und dieser Faktor ihre Verbreitung im Raum limitiert. Von den eng an Auenkorridore gebundenen Stromtalpflanzen seien hier als Beispiele für indigene Arten [inkl. Anökophyten, welche nach SCHOLZ (1995) ebenfalls zu den Indigenophyten zählen] *Euphorbia palustris*, *Leonurus maritimus*, *Silene baccifera*, *Veronica maritima* und *Xanthium albinum* ssp. *albinum* genannt. Doch auch gebietsfremde Arten und Neophyten weisen einen Charakter als Stromtalpflanzen auf, wie sich durch einen Blick auf Verbreitungskarten zweifelsfrei zeigt, z. B. *Xanthium saccharatum* oder *Cuscuta campestris*.

Die Dynamik der Ruderalvegetation ist auf den hochgradig gestörten Verkehrsbegleitflächen und Autobahnmittelstreifen besonders hoch (BRANDES 2004). Dabei konkurriert eine Vielzahl von Gefäßpflanzenarten um die hier vorhandenen neu zu besiedelnden Standorte und freien ökologischen Nischen. Insbesondere Ruderalarten stellen dabei den Großteil der Pionierbesiedler. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass es per se keine stabile urbane Flora gibt, sondern deren Zusammensetzung generell einer hohen Dynamik unterliegt (CLEMANTS & MOORE 2005). Vor allem die hochgradig diversen, artenreichen Autobahnmittelstreifen repräsentieren in der heutigen Zeit das, wofür BRANDES (1984) bereits vor langer Zeit plädierte, nämlich Vielfalt statt Einheit hinsichtlich

der Siedlungsflora zu erhalten und zu stützen und die notwendigen Rahmenbedingungen hierfür zu schaffen. Zudem verweist BRANDES (2004) auf die Tatsache, dass den Autobahnmittelstreifen und Autobahnrandern eine immer größer werdende naturschutzfachliche Bedeutung als Wuchsorte der Ruderalflora zukommt, da die „klassischen“ Ruderalstandorte durch den immer stärker werdenden Nutzungsdruck im urbanen und ländlichen Raum stark im Rückgang begriffen sind. So werden die Autobahnbegleitflächen als lineare Strukturen zunehmend wichtiger als Wuchsort und Ausbreitungsweg für die Ruderalflora.

Letzten Endes gilt es unter naturschutzfachlichen Aspekten zu diskutieren, inwiefern lineare Strukturen in der Landschaft als Wanderwege und Ausgangspunkte für biologische Invasionen eine Rolle spielen. Es ist eine lange bekannte Tatsache, dass sich insbesondere die klassischen „Problem-Neophyten“ wie *Heracleum mantegazzianum*, *Fallopia japonica* und *Impatiens glandulifera* sehr erfolgreich entlang der Fließgewässersysteme Mitteleuropas ausgebreitet und sich in den angrenzenden Auenbereichen etabliert haben, wobei von dort aus nicht selten auch eine Ausbreitung in die gewässerfernen Bereiche erfolgte. Dabei kommt man auch unweigerlich zu der Frage, ob es Möglichkeiten gibt, solche expansiven Arten in ihrer Ausbreitung zu hindern und es gilt zu eruieren, mit Hilfe welcher Strategie oder mit welchen Maßnahmen dieses Ziel erreicht werden kann. Hier lässt sich ein effektives Neophyten-Management sicherlich nur dann konzipieren, wenn in einem größeren räumlichen Kontext und nicht in kommunalen Geltungsbereichen gedacht wird. Ein erfolgreiches Zurückdrängen und Management dieser Arten erscheint nur dann vielversprechend, wenn die Maßnahmen bereits in den Oberläufen der Gewässer ansetzen, um die Quellen der Diasporenzufuhr in die Gewässerabschnitte flussabwärts zu beseitigen. Die Flucht bzw. das Entkommen aus Haltung und Kultur stellt heutzutage den wichtigsten und bedeutsamsten Einfuhrpfad für gebietsfremde Tier- und Pflanzenarten dar (vgl. PADAYACHEE et al. 2017). Die unbeabsichtigte Einschleppung von Pflanzenarten, die eine Begleiterscheinung des Transportes und des Umschlags von Gütern jeglicher Art darstellte, nimmt heutzutage auf Grund der besseren Transпорthygiene kaum noch eine Bedeutung hinsichtlich des Zustroms nichtheimischer Arten nach Mitteleuropa ein. Wogegen Umschlageplätze von Südfrüchten, Wolle und Ölfrüchten bis zur Mitte des 20. Jh. ein begehrtes Ziel der Adventivfloristen waren, sind heute größere Parkanlagen, Friedhöfe und Siedlungsgehölze für die Floristen interessanter, da hier oftmals eine Vielzahl an Verwilderungen kultivierter Arten beobachtet werden kann. Unter den Kulturflüchtern finden sich jedoch kaum Arten, welche entlang linearer Strukturen wandern. Hier lassen sich relativ wenige Beispiele finden, etwa *Ailanthus altissima* als Autobahnwanderer oder *Rubus armeniacus* als Eisenbahnstreckenwanderer. Vielmehr spielen lineare Strukturen eine Rolle für die Ausbreitung von bereits in Mitteleuropa vorhandenen Arten, welche ihre Areale mit Hilfe von Wanderkorridoren aus eigener Kraft erweitern, wie beispielsweise *Cochlearia danica*, *Draba muralis*, *Linaria repens*, *Lepidium latifolium*, *Senecio viscosus* und viele weitere Arten.

6. Fazit und Ausblick

Für eine Reihe von gebietsfremden Arten stellen lineare Strukturen wie Autobahnen, Straßen, Kanäle und Wasserstraßen sowie Eisenbahnstrecken funktionale Wanderkorridore dar, entlang derer sie sich effektiv und über größere Distanzen ausbreiten können (vgl. BRANDES 2009). Diese Strukturen fungieren häufig als erste räumlich-ökologische Trittsteinbiotope, entlang derer sich eine Linienmigration vollzieht. Aus diesem Grunde sind diese linearen Wanderkorridore nicht

nur für die Neophytenforschung und die Invasionsbiologie von besonderem Interesse, ihnen kommt auch eine ausbreitungsbiologische und chorologische und somit eine pflanzengeographische Bedeutung zu. Mittels Linienmigration ist eine Vielzahl an gebietsfremden Arten auch nach Nordrhein-Westfalen und in das Ruhrgebiet gelangt. Da ein Teil der gebietsfremden Pflanzenarten über die Verkehrsinfrastruktur und somit durch eine indirekte Einwirkung des Menschen diesen Raum erreicht haben und dadurch ihre ursprünglichen Verbreitungsgebiete z. T. beträchtlich vergrößern konnten, wird ein Großteil der gebietsfremden Arten aus der Gruppe der Akolutophyten (Eindringlinge) im Sinne von SCHROEDER (1969) gestellt, die eigenständig in diesen Raum eingewandert sind und dabei die vom Menschen geschaffenen linearen Strukturen genutzt haben.

Die hohe chorologisch-ökologische Bedeutung von linearen Verkehrsinfrastrukturen als Ausbreitungsvektor für diverse Pflanzenarten ist hinlänglich bekannt und bereits mehrfach beschrieben worden, jedoch gibt es regionale und räumlich-zeitliche Unterschiede, was das Artenspektrum und den Zeitraum des Einwanderens bestimmter gebietsfremder Arten betrifft. Für das Ruhrgebiet spielen dabei in alle Himmelsrichtungen gerichtete Migrationen eine Rolle. So gibt es Nord-Süd-gerichtete (*Cochlearia danica*, *Plantago coronopus*), Süd-Nord-gerichtete (*Geranium purpureum*, *Linaria repens*, *Potentilla recta*), West-Ost-gerichtete (*Lepidium latifolium*) als auch Ost-West-gerichtete (*Verbascum thymusifolium*, *Senecio vernalis*) Wanderbewegungen, wobei im Verlaufe der fortlaufenden weiteren Ausbreitung die Richtung auch variieren kann (z. B. bei *Bunias orientalis*; in NRW zunächst in Süd-Nord-Richtung entlang des Rheintals, darauffolgend West-Ost-Richtung ruhraufwärts und entlang des Rhein-Herne-Kanals, s. auch Verbreitungskarte bei HAEUPLER et al. 2003). Somit kann festgehalten werden, dass nicht nur das Ruhrgebiet, sondern auch darüber hinaus auch das gesamte Nordrhein-Westfalen wahrlich einen „Kreuzweg der Blumen“ darstellen, wie es von HAEUPLER (2003, 2004) in Anlehnung an das wegweisende Werk von SCHWARZ (1952) herausgestellt wurde, und beide Räume pflanzliche Zuwanderungen aus sämtlichen Himmelsrichtungen in der Vergangenheit erfahren haben und immer noch erfahren, da die anthropogen beeinflusste und durch Einwanderungsprozesse gekennzeichnete Florendynamik in diesen Räumen nach wie vor anhält.

Stellt die Linienmigration zunächst oftmals eine erste initiale Ausbreitungswelle dar, so kommt es im weiteren Verlaufe der Ausbreitung nicht selten auch zu einer flächigen, dispersen Ausbreitung der betreffenden Arten. Dies erfolgt in der Regel immer dann, wenn einzelne Arten ihre als Wanderkorridore fungierenden Linienstrukturen verlassen und sich in an diese angrenzenden Flächen ausbreiten. Einige Arten, insbesondere die halophytischen, zeigen jedoch eine enge Bindung an Autobahnen und Straßen und verlassen diese nur selten, da abseits von ihnen die förderliche Wirkung der Auftausalze nicht zum Tragen kommt, welche ihnen im Konkurrenzverhalten mit anderen Arten häufig einen entscheidenden Vorteil verschafft. Im Zuge der häufig linearen Migrationsprozessen folgenden dispersen Ausbreitung vieler gebietsfremder Arten werden, so ist zu prognostizieren, die charakteristischen Verbreitungsbilder, welche auf Verbreitungskarten deutlich die linearen Strukturen nachzeichnen (z. B. bei *Cochlearia danica*), verwischen, wenn die betreffenden Arten die Autobahnen, Eisenbahnstrecken und Fließgewässer verlassen und sich weiter expansiv im Raum ausbreiten. Dies ist bei einer Vielzahl von gebietsfremden Arten zu prognostizieren, so dass sich anhand der Interpretation von Arealkarten der ursprüngliche Ausbreitungsweg dieser Arten zusehends schwieriger rekonstruieren lassen wird.

Deutsche Städte weisen auf Grund der anthropogenen Beeinflussung in Kombination mit der natürlicherweise durch ihre bereits vor den Siedlungsaktivitäten vorhandenen floristischen Ausstattung oftmals einen höheren Artenreichtum an Gefäßpflanzen auf als das ländlich geprägte Umland (KÜHN et al. 2004). Die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen über das lineare Ausbreitungsverhalten von Pflanzenarten führen in diesem Kontext unweigerlich zu der Frage, ob über diese Ausbreitungswege Arten aus den als Einwanderungstoren zu betrachtenden Städten in die ländlich geprägten Räume abwandern und dadurch sozusagen „exportiert“ werden, wie es bei VON DER LIPPE & KOWARIK (2008) diskutiert wird. Zu beobachten sind solche aus dem Ruhrgebiet heraus ins ländliche Umfeld gerichtete Abwanderungstendenzen tatsächlich, und zwar bei *Ailanthus altissima*. Die Art tritt mittlerweile auf dem Autobahnmittelstreifen der A 43 im nördlich des Ruhrgebiet gelegenen Münsterlandes auf, wobei die Autobahn hier mitten durch ein in höchstem Maße landwirtschaftlich geprägtes Gebiet verläuft, in welchem *Ailanthus altissima* offensichtlich nirgends gepflanzt ist und daher Verwilderungen aus Kultur als Ursprung dieser Autobahnvorkommen ausgeschlossen werden können. Es bleibt abzuwarten, ob es *Ailanthus altissima* schafft, sich ausgehend von den Vorkommen auf den Autobahnmittelstreifen auch ins benachbarte Umfeld der Autobahnen auszubreiten.

Im Zuge der Floristischen Kartierung Nordrhein-Westfalens im Kartierzeitraum 2013-2017 (vgl. RAABE & VERBÜCHELN 2013) konnten von der in NRW gefährdeten Art *Artemisia absinthium* überwiegend Funde entlang des Autobahnnetzes in NRW gemacht werden (Abfrage aus der Datenbank der Floristischen Kartierung, Stand 10.03.2018, unveröff.). Autobahnmittelstreifen können als lineare Strukturen nicht nur als Trittsteinbiotope eine vernetzende Funktion einnehmen und somit auch für gefährdete einheimische oder archäophytische Arten zu deren Ausbreitung und langfristigen Erhalt beitragen, sie können darüber hinaus gar als Ersatzhabitate fungieren, wie das Beispiel *Artemisia absinthium* mit den vielen Vorkommen in Nordrhein-Westfalen an Autobahnflächen zeigt, und den quantitativen Verlust an den ursprünglichen Primärstandorten auf Grund der Beschaffenheit dieser salzbeeinflussten (Extrem)Standorte kompensieren. BRANDES (2004) trifft in diesem Zusammenhang die aus naturschutzfachlicher Sicht interessante Feststellung, dass die „klassischen“ Ruderalstellen und ihre Pflanzengesellschaften stark zurückgehen, wogegen die Autobahnränder als lineare Strukturen zunehmend wichtiger als Wuchsort und Ausbreitungsweg für die Ruderalflora werden.

Linienmigration gebietsfremder Arten entlang der Verkehrsinfrastruktur ist ein fundamentaler Aspekt bei der Analyse und Bewertung biologischer Invasionen (vgl. PADAYACHEE et al. 2017), da sie zur Ausbreitung und somit auch zur erfolgreichen Einbürgerung dieser Arten in den betreffenden Räumen beitragen kann. Oftmals sind lineare Verkehrsstrukturen durch angrenzende, ruderal geprägte und anthropogen gestörte Flächen gekennzeichnet, an denen der Konkurrenzdruck durch den Menschen herabgesetzt ist. Durch Wanderungsvorgänge werden von den betreffenden Arten solche vor allem im urban geprägten Raum reichlich vorhandenen, geeigneten und gestörten Standorte erreicht und besiedelt, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass sie dort nach ihrer Ankunft auch erfolgreich Fuß fassen. In unserer heutigen, von der Globalisierung geprägten Welt wurden lange bestehende natürliche Verbreitungsbarrieren (Gebirge, Ozeane) durch den Handel und Reiseaktivitäten des Menschen außer Kraft gesetzt, was zur Folge hatte, dass eine Vielzahl von neuen Arten aus anderen Florenregionen beabsichtigt oder unbeabsichtigt nach Mitteleuropa gelangte. Allerdings wurde es auch den bereits in Mitteleuropa vorhandenen alteingesessenen Arten durch die Schaffung von neuen, linearen Wanderkorridoren wie Ver-

kehrswegen ermöglicht, diese als Strukturen zur Ausbreitung anzunehmen und hierdurch ihre Areale beträchtlich zu vergrößern. Hier sind vor allem die Akolutohyten zu nennen, die es aus eigener Kraft geschafft haben, aus ihren ursprünglichen Verbreitungsgebieten Nordrhein-Westfalen und das Ruhrgebiet zu erreichen. Wie sich diese „Neuankömmlinge“ ökologisch verhalten bleibt abzuwarten sowie weiter zu beobachten und stellt somit auch eine wichtige Aufgabe der Floristik bzw. des botanischen Naturschutzes dar.

Seit mehr als einhundert Jahren haben Migrationsbewegungen von Pflanzen die Aufmerksamkeit der Geobotaniker auf sich gezogen (vgl. THELLUNG 1915). Es bleibt somit eine spannende Frage der Adventivfloristik, welche Arten wohl zukünftig ihren Weg über die primär für die menschliche Mobilität und wirtschaftliche Zwecke angelegte Verkehrsinfrastruktur zu uns finden werden. Sicherlich hat hinsichtlich der Neophytenflora noch keine Sättigung im Artenpool stattgefunden. Nach Beobachtungen des Verfassers breitet sich beispielsweise *Plantago maritima* aktuell in Dänemark entlang der Autobahnmittelstreifen aus (s. Abb. 7). In Ostbayern sind Vorkommen dieser Art bereits an Fernstraßen beobachtet worden (DIEWALD et al. 2017). Auch aus Nordrhein-Westfalen liegt mittlerweile ein Nachweis dieser ursprünglich an der deutschen Nord- und Ostseeküste verbreiteten halopyhtischen Art aus dem Oberbergischen Kreis von der Landstraße 414 vor (J. KNOBLAUCH in BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN 2018b). Es kann folglich zukünftig mit weiteren Zuwanderungen von Neophyten nach Mitteleuropa im Allgemeinen und ins Ruhrgebiet im Speziellen gerechnet werden. So unterliegt die Flora des Ballungsraumes Ruhrgebiet, bedingt durch den nachhaltig wirkenden anthropogenen Einfluss, einer hohen Dynamik und ist, was das vorhandene floristische Inventar betrifft, einem stetigen Wandel und fortlaufenden Veränderungen unterworfen. STARFINGER (2008) verweist darauf, dass neben dem Rückgang und dem Aussterben von Arten die Einwanderung, Ausbreitung und Etablierung von nichteinheimischen Arten einen wesentlichen Aspekt der Veränderung von Floren darstellt. Diese zu dokumentieren bleibt eine der Hauptaufgaben der Floristischen Geobotanik und der Pflanzengeographie.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie für wertvolle Anregungen und Hinweise bedanke ich mich bei Prof. Dr. HENNING HAEUPLER (Bochum). Herrn Dr. PETER KEIL (Mülheim an der Ruhr) danke ich für Hinweise zu verwilderten Vorkommen von *Ficus carica* im westlichen und mittleren Ruhrgebiet. Für die Erlaubnis, Fotomaterial verwenden zu dürfen, danke ich vielmals Herrn Dr. ARMIN JAGEL (Bochum).

Literatur und Internetquellen

- ADOLPHI, K. (1997): Anmerkungen zu *Senecio inaequidens* DC. nach einem Aufenthalt in Südafrika. – Flor. Rundbr., 31(2): 162–167.
- BFN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2018): Floraweb. – <http://www.floraweb.de> [14.02.2018]

- BIOLOGISCHE STATION WESTLICHES RUHRGEBIET (Hrsg.) (2018): Gebietsfremde Pflanzen. – <http://www.bswr.de/flora/gebietsfremde-pflanzen/index.php> [01.03.2018]
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2010): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen im Bochum-Herner Raum im Jahr 2009. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 1: 164–176.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2011a): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen im Bochum-Herner Raum (Nordrhein-Westfalen) in den Jahren 2007 und 2008. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 2: 128–143.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2011b): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen in Bochum (Nordrhein-Westfalen) und Umgebung im Jahr 2010. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 2: 144–182.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2012): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen in Bochum (Nordrhein-Westfalen) und Umgebung im Jahr 2011. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 3: 174–202.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2014): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen aus dem östlichen Ruhrgebiet im Jahr 2013. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 5: 108–129.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2016): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen aus dem östlichen Ruhrgebiet im Jahr 2015. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 7: 103–114.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2018a): Bemerkenswerte Pflanzenvorkommen aus dem östlichen Ruhrgebiet im Jahr 2017. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 9: 93–114.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2018b): Beiträge zur Flora Nordrhein-Westfalens aus dem Jahr 2017. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 9: 115–161.
- BOCHUMER BOTANISCHER VEREIN (2018c): Gesamtabbildungsverzeichnis. – http://www.botanik-bochum.de/pflanzenbilder/Senecio_venalis.htm [06.03.2018]
- BONTE, L. (1930): Beiträge zur Adventivflora des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. 1913-1927. – Verh. Naturhist. Vereins Preuss. Rheinl., 86: 141–255.
- BRANDES, D. (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. – Phytocoenologia, 11: 31–115.
- BRANDES, D. (1984): Vielfalt statt Einheit. In: KÖHLER, P. K. (Hrsg.): Naturraum Menschenlandschaft. – München: Ed. Meyster, S. 127–134.
- BRANDES, D. (1990): Die Flora der Dörfer unter besonderer Berücksichtigung von Niedersachsen. – Braunschw. naturkdl. Schr., 3(3): 569–593.
- BRANDES, D. (1993): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. – Tuxenia, 13: 415–444.
- BRANDES, D. (1996): Naturschutzaspekte bei der Denkmalpflege unter besonderer Berücksichtigung der Mauervegetation. – Ber. ANL, 20: 145–149.
- BRANDES, D. (1998): Vegetationsökologische Untersuchungen an wasserbaulich bedingten linearen Strukturen. In: BRANDES, D. (Hrsg.): Tagungsbericht des Braunschweiger Kolloquiums vom 22.-24. November 1996. – Braunschw. Geobot. Arb., 5: 185–197.

- BRANDES, D. (2003): Flora der Eisenbahnanlagen in Freiburg i. Br. – <http://www.ruderal-vegetation.de/epub> [19.02.2018]
- BRANDES, D. (2004): Exkursionsführer für die Neophytenexkursion der Botanikertagung 2004 in Braunschweig. – <http://www.opus.tu-bs.de/opus/volltexte/2004/621> [07.02.2018]
- BRANDES, D. (2005): Zur Kormophytendiversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen. – *Tuexenia*, 25: 269–284.
- BRANDES, D. (2007): Die Neophyten der Elbufer im Raum Magdeburg. – *Braunsch. naturkd. Schr.*, 7(4): 821–842.
- BRANDES, D. (2009): Autobahnen als Wuchsorte und Ausbreitungswege von Ruderal- und Adventivpflanzen. – *Braunsch. naturkd. Schr.*, 8(2): 373–394.
- BRANDES, D. & F. W. OPPERMAN (1995): Straßen, Kanäle und Bahnanlagen als lineare Strukturen in der Landschaft sowie deren Bedeutung für die Vegetation. – *Ber. d. Reinh.-Tüxenges.*, 7: 89–110.
- BRANDES, D. & C. SANDER (1995): Neophytenflora der Elbufer. – *Tuexenia*, 15: 447–472.
- BRANDES, D. & P. L. OSSIG (2017): *Rubus armeniacus* als flächenmäßig bedeutendster Neophyt der Eisenbahnanlagen in Braunschweig. – https://www.researchgate.net/publication/323265765_Rubus_armeniaceus_als_flachenmassig_bedeutendster_Neophyt_der_Eisenbahnanlagen_in_Braunschweig [20.02.2018]
- BREUNIG, T. (2000): Eine weitere Art erobert die Autobahn-Mittelstreifen – auf das Dänische Löffelkraut ist zu achten. – *Pflanzenpresse*, 1: 12.
- BREUNIG, T. (2005): Neuzuzug aus dem Norden. Das Dänische Löffelkraut ist via Autobahn auf dem Weg Richtung Süden. – *BDM-inside*, 6: 4–5.
- BUCH, C. & A. JAGEL (2011): Still-Leben Ruhrschnellweg – Eine floristisch-faunistische Kartierung der A40 in Bochum. – *Jahrb. Bochumer Bot. Ver.*, 2: 120–127.
- BÜSCHER, D., P. KEIL & G. H. LOOS (2008): Neue Ausbreitungstendenzen von primär als Eisenbahnwanderer aufgetretenen Pflanzenarten im Ruhrgebiet: Die Beispiele *Eragrostis minor*, *Geranium purpureum* und *Saxifraga tridactylites*. – *Braunsch. Geobot. Arb.*, 9: 97–106.
- BUTTLER, K. P. & R. HAND (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. – *Kochia Beih.*, 1: 1–107.
- CLEMANTS, S. E. & G. MOORE (2005): The Changing Flora of the New York Metropolitan Region. – *Urban Habitats*, 3(1): 192–210.
- DEGE, W. & W. DEGE (1980): Das Ruhrgebiet. 2. Aufl. – *Geocolleg*, 3: 1–184.
- DIEWALD, W., T. GREGOR, M. HOHLA, S. NAWRATH & G. KIRÁLY (2017): *Plantago maritima* subsp. *maritima*, ein Neubürger an ostbayerischen Fernstraßen. – *Hoppea (Denkschr. Regensb. Bot. Ges.)*, 78: 111–118.
- DOMIN, K. (1931): Geobotanická exkurse na Vysokou v Malých Karpatech. *Rozpr. 2.* – *Tr. Ces. Akad.*, 41(2): 1–13.
- DOMIN, K. (1947): Pracovní metody soustavné botaniky. – *Acta Bot. Boh.*, 17: 1–176.

- DÜLL, R. & H. KUTZELNIGG (1987): Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung. 2. Aufl. – Rheurdt: IDH-Verlag, 378 S.
- DUNKEL, F. G. (1987): Das Dänische Löffelkraut (*Cochlearia danica* L.) als Straßenrandhalophyt in der Bundesrepublik. – Flor. Rundbr., 21(1): 39.
- DUNKEL, F. G., L. MEIEROTT & D. THEISINGER (2001): *Cochlearia danica* L. erreicht Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges., 71: 159–160.
- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobot., 18: 1–258.
- FEKETE, R., A. MESTERHÁZY, O. VALKÓ & A. V. MOLNÁR (2018): A hitchhiker from the beach: the spread of the maritime halophyte *Cochlearia danica* along salted continental roads. – Preslia, 90: 23–37.
- GARVE, E. (2000): Halotolerante Pflanzenarten an salzhaltigen Rückstandshalden in und um Staßfurt. – halophila (Mitt.-Bl. FG Faun. u. Ökol. Staßfurt), 41: 12–14.
- GAUSMANN, P. (2008): Verwilderte Zierpflanzen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet. – Elektr. Aufs. Biol. Stat. Westl. Ruhrgebiet, 13.4: 1–10.
- GEHLKEN, B. & D. VOLLMUTH (2017): Verbreitung und Vergesellschaftung von *Cochlearia danica* L. in der Umgebung von Göttingen. – Flor. Rundbr., 51: 8–21.
- GEYER, H. J., G. H. LOOS & D. BÜSCHER (2008): Rezentvorkommen von Adventivpflanzen und Apophyten auf Bahnhöfen im mittleren Westfalen und ihre Ausbreitungstendenzen. – Braunschw. Geobot. Arb., 9: 177–188.
- GÖDDE, M. (1984): Zur Ökologie und pflanzensoziologischen Bindung von *Inula graveolens* (L.) DESF. in Essen. – Natur u. Heimat, 44: 101–108.
- GRIESE, D. (1998): Die viatische Migration einiger neophytischer Pflanzensippen am Beispiel norddeutscher Autobahnen. In: BRANDES, D. (Hrsg.): Tagungsbericht des Braunschweiger Kolloquiums vom 22.-24. November 1996. – Braunschw. Geobot. Arb., 5: 263–270.
- HAEUPLER, H. (2003): Das Ruhrgebiet – ein "Kreuzweg der Blumen"? In: SCHMITT, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. – Bochumer Geogr. Arb. Sonderheft, 14: 91–97.
- HAEUPLER, H. (2004): Nordrhein-Westfalen als „Kreuzweg der Blumen“. – Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges., 16: 121–130.
- HAEUPLER, H., A. JAGEL & W. SCHUMACHER (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW, Recklinghausen.
- HENTSCH, M., P. KEIL & G. H. LOOS (2005): Die floristische Bedeutung des Rhein-Herne-Kanals zwischen Duisburg-Ruhrort und Herne im westlichen und mittleren Ruhrgebiet. – Decheniana, 158: 43–54.
- HÖPPNER, H. & H. PREUSS (1926): Flora des Westfälisch-Rheinischen Industriegebiets unter Einschluß der Rheinischen Bucht. – Dortmund: Ruhfus, 381 S. (Nachdruck 1971. Duisburg: Braun).

- HÜGIN, G., J. MAZOMEIT & P. WOLFF (1995): *Geranium purpureum* – ein weit verbreiteter Neophyt auf Eisenbahnschotter in Südwestdeutschland. – Flor. Rundbr., 29(1): 37–41.
- JAGEL, A. (Hrsg.) (2004 ff.): Flora von Bochum. Eine Zusammenstellung der bisher im Stadtgebiet Bochum heimischen und verwilderten Pflanzen-Sippen. — <http://www.botanik-jagel.de/FloraBochum.html> [07.02.2018]
- JAGEL, A. (2004): Zur Situation der Flora auf Industrie- und Bahnbrachen in Bochum/Westfalen. – Florist. Rundbr., 37: 53–73.
- JAGEL, A. & P. GAUSMANN (2010): Zum Wandel der Flora von Bochum im Ruhrgebiet (Nordrhein-Westfalen) in den letzten 120 Jahren. – Jahrb. Bochumer Bot. Ver., 1: 7–53.
- JUNGHANS, Th. (2008): Zur Flora der Hauptbahnhöfe von Mannheim und Heidelberg (Baden-Württemberg). – Braunsch. Geobot. Arb., 9: 325–344.
- KASIELKE, T. & A. JAGEL (2009): Das Mauer-Felsenblümchen (*Draba muralis*) auf Bahngeländen im Ruhrgebiet. – Natur u. Heimat, 69(4): 151–158.
- KEIL, P. (1999): Ökologie der gewässerbegleitenden Agriophyten *Angelica archangelica* ssp. *littoralis*, *Bidens frondosa* und *Rorippa austriaca* im Ruhrgebiet. – Diss. Bot., 321: 1–186.
- KEIL, P. & T. VOM BERG (2001): Neubürger in der Flora von Mülheim an der Ruhr. – Mülheimer Jahrb., 57 (2002): 221–229.
- KEIL, P. & G. H. LOOS (2002): Dynamik der Ephemerophytenflora im Ruhrgebiet - unerwünschter Ausbreitungspool oder Florenbereicherung? – NeoBiota, 1: 37–49.
- KEIL, P. & G. H. LOOS (2004a): Ergasiophyten auf Industriebrachen des Ruhrgebietes. – Flor. Rundbr., 38(1-2): 101–112.
- KEIL, P. & G. H. LOOS (2004b): Ergasiophyten trees and shrubs in the Ruhrgebiet (West Germany). In: KÜHN, I. & S. KLOTZ (Eds.): Biological Invasions: Challenges for Science. – Neobiota, 3: 90.
- KEIL, P. & G. H. LOOS (2005): Non-established adventive plants in the western and central Ruhrgebiet (Northrhine-Westphalia, Germany) – a preliminary overview. – Elektr. Aufs. Biol. Stat. Westl. Ruhrgebiet, 5: 1–16.
- KEIL, P., R. FUCHS, G. H. LOOS, T. VOM BERG, P. GAUSMANN & C. BUCH (2008): New records of neophytes from the „Ruhrgebiet“, a hotspot of alien species in Germany. In: PYŠEK, P. & J. PERGL (Eds.): Book of abstracts. Neobiota: Towards a Synthesis, 5th European Conference on Biological Invasions, Praha, 23.-26.09.2008, Poster presentation: 83.
- KEIL, P., C. BUCH, C. KOWALLIK, R. KRICKE, G. H. LOOS & M. SCHLÜPMANN (2009): Living Bridge – Ergebnisse der Bestandsaufnahmen 2008. – Biologische Station Westliches Ruhrgebiet (unveröffentlicht).
- KEIL, P., C. BUCH, D. BÜSCHER, R. FUCHS, P. GAUSMANN, H. HAEUPLER, A. JAGEL, G. H. LOOS, R. KRICKE, H. KUTZELNIGG, A. SARAZIN & H. SUMSER (2010a): Artenvielfalt auf der A 40 im Ruhrgebiet. – Natur in NRW, 4/2010: 11–17.
- KEIL, P., C. BUCH & R. KRICKE (2010b): Die Herkulesstaude im westlichen Ruhrgebiet. – Natur in NRW, 2/2010: 30–34.

- KEIL, P., R. FUCHS, C. BUCH & R. SCHMITT (2010c): Echte Feigen (*Ficus carica*) in Mülheim an der Ruhr nach dem Kältewinter 2008/2009. – Decheniana, 163: 61–70.
- KEIL, P., C. BUCH, C. KOWALLIK, T. RAUTENBERG, M. SCHLÜPMANN, D. SPECHT & K. UNSELD (2014): Bericht für das Jahr 2013. – Jahresb. Biol. Stat. Westl. Ruhrgebiet, 11: 1–126.
- KOCH, M. (1996): Zur Ausbreitung des Dänischen Löffelkrauts (*Cochlearia danica* L.) als Küstensippe in das niedersächsische Binnenland. – Flor. Rundbr., 30(1): 20–23.
- KOCH, M. (1997): Kurznotiz zur südlichen Ausbreitung des Dänischen Löffelkrautes (*Cochlearia danica* L.) in Nordrhein-Westfalen. – Flor. Rundbr., 31(2): 136–138.
- KOPECKÝ, K. (1971): Der Begriff der Linienmigration der Pflanzen und seine Analyse am Beispiel des Baches Studený und der Straße in seinem Tal. – Folia Geobot. Phytotax., 6: 303–320.
- KOWARIK, I. & M. VON DER LIPPE (2008): Zu Mechanismen der Linienmigration von Pflanzen. – Braunsch. Geobot. Arb., 9: 363–375.
- KOWARIK, I. & M. VON DER LIPPE (2011): Secondary wind dispersal enhances long-distance dispersal of an invasive species in urban road corridors. – NeoBiota, 9: 49–70.
- KREMER, B. P. & K. ADOLPHI (2013): Gleisbrachen und Artenschutz. – Rhein. Heimatpfl., 50(2): 143–150.
- KÜHN, I. & S. KLOTZ (2002): Floristischer Status und gebietsfremde Arten. – Schriftenr. f. Vegetationskde., 38: 47–56.
- KÜHN, I., R. BRANDL & S. KLOTZ (2004): The flora of German cities is naturally species rich. – Evol. Ecol. Research, 6: 749–764.
- KUTTLER, W. (2013): Klimatologie. 2. Aufl. – Paderborn: Schöningh, 306 S.
- LOOS, G. H. (1998): Beobachtungen zur Migration und Standortwahl des Dreifinger-Steinbrechs (*Saxifraga tridactylites* L.). – Natur u. Heimat, 58(2): 33–38.
- MÜHLENBACH, V. (1979): Ein Beitrag zur Frühgeschichte der deutschen und österreichischen Eisenbahn-Floristik. – Bot. Jahrb. Syst., 100(3): 437–446.
- PADAYACHEE, A. L., U. M. IRLICH, K. T. FAULKNER, M. GAERTNER, S. PROCES, J. R. U. WILSON & M. ROUGET (2017): How do invasive species travel to and through urban environments? – Biol. Invasions, 9(12): 3557–3570.
- RAABE, U., D. BÜSCHER, P. FASEL, E. FOERSTER, R. GÖTTE, H. HAEUPLER, A. JAGEL, K. KAPLAN, P. KEIL, P. KULBROCK, G. H. LOOS, N. NEIKES, W. SCHUMACHER, H. SUMSER & C. VANBERG (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen – Pteridophyta et Spermatophyta – in Nordrhein-Westfalen. – In: LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 4. Fassung. – LANUV-Fachbericht, 36(1): 49–183.
- RAABE, U. & G. VERBÜCHELN (2013): Neue floristische Kartierung in Nordrhein-Westfalen. – Natur in NRW, 2/2013: 16–18.

- REGIONALVERBAND RUHR (Hrsg.) (2018): Metropole Ruhr – das neue Ruhrgebiet. Städtelandschaft mitten in Europa. – <http://www.metropoleruhr.de/land-leute/daten-fakten/lage-und-geografie.html> [26.01.2018]
- REIDL, K. (1984): Zur Verbreitung und Vergesellschaftung des Klebrigen Alant (*Inula graveolens* [L.] DESF.) in Essen. – LÖLF-Mitt., 9(3): 41–43.
- REIDL, K. (1995): Flora und Vegetation des ehemaligen Sammelbahnhofs Essen-Frintrop. – Flor. Rundbr., 29(1): 68–85.
- RUNGE, F. (1990): Die Flora Westfalens. 3. Aufl. – Münster (Westf.): Aschendorff, 689 S.
- SCHEUERMANN, R. (1930): Mittelmeerpflanzen der Güterbahnhöfe des rhein-westf. Industriegebietes. – Verh. Naturhist. Vereins Preuss. Rheinl., 86: 256–342.
- SCHNEDLER, W. & D. BÖNSEL (1989): Die großwüchsigen Melde-Arten *Atriplex micrantha* C. A. MEYER in LEDEB. (= *A. heterosperma* BUNGE), *Atriplex sagittata* BORKH. (= *A. nitens* SCHKUHR = *A. acuminata* W. & K.) und *Atriplex oblongifolia* W. & K. an den hessischen Autobahnen im Sommer 1987. – Hess. Flor. Briefe, 38(4): 50–64.
- SCHOLZ, H. (1995): Das Archäophytenproblem in neuer Sicht. – Schriftenr. f. Vegetationskde., 27: 431–439.
- SCHROEDER, F.-G. (1969): Zur Klassifikation der Anthropochoren. – Vegetatio, 16: 225–238.
- SCHWARZ, O. (1952): Thüringen, Kreuzweg der Blumen – Eine kleine Pflanzengeographie. – Jena: Urania, 244 S.
- SMETTAN, H. W. (2002): Klebriger Alant (*Dittrichia graveolens*) und Verschiedensamige Melde (*Atriplex micrantha*) am Autobahnmittelstreifen in Südbayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges., 72: 111–116.
- STARFINGER, U. (2008): Kurze methodische Anmerkungen zur Kartierung von Neophyten. – Braunschw. Geobot. Arb., 9: 435–441.
- STENGERT, M., P. PODRAZA & K. VAN DE WEYER (2008): Die Entwicklung von *Elodea nuttallii* (PLANCH.) ST. JOHN in den Ruhrstauseen unter dem Einfluss von Hochwasserereignissen im Frühjahr 2006 bzw. Sommer 2007. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2007. – Münster (Westf.): Werder, S. 225–228.
- THELLUNG, A. (1915): Pflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen. – Bot. Jb., 53 Beibl. 116: 37–66.
- VOGEL, A. & P. M. AUGART (1992): Zur Flora und Vegetation des Bundesbahnausbesserungswerkes Witten in Westfalen. – Flor. Rundbr., 26(2): 91–106.
- VON DER LIPPE, M. & I. KOWARIK (2007): Long-Distance Dispersal of Plants by Vehicles as a Driver of Plant Invasions. – Conservation Biol., 21(4): 986–996.
- VON DER LIPPE, M. & I. KOWARIK (2008): Do cities export biodiversity? Traffic as dispersal vector across urban-rural gradients. – Diversity and Distributions, 14 (1): 18–25.
- VON DER LIPPE, M., J. M. BULLOCK, I. KOWARIK, T. KNOPP & M. WICHMANN (2013): Human-Mediated Dispersal of Seeds by the Airflow of Vehicles. – PLoS ONE, 8(1): 1–10.

- WEBER, H. E. (1987): Das Dänische Löffelkraut (*Cochlearia danica* L.) dringt neuerdings ins Binnenland vor. – Natur u. Heimat, 47(2): 86–87.
- WITTIG, R. (2008): Die häufigsten spontanen Gehölzarten von Bahnhöfen des Ballungsraumes Rhein-Ruhr. – Decheniana, 161: 7–10.

Autor:

Dr. Peter Gausmann

Holper Heide 5c

D – 44629 Herne

Email: peter.gausmann@botanik-bochum.de

Folgende Seiten: Abbildungen zu

Peter Gausmann: Zur Bedeutung von linearen Raumstrukturen für das Wanderverhalten und die Ausbreitung gebietsfremder Pflanzenarten im Ruhrgebiet

Abbildungen:



Abb. 1: *Cochlearia danica*-Teppich auf dem Mittelstreifen der A 2 bei Herten (18.03.2014).



Abb. 2: *Cochlearia danica* an Straßenbahngleisen in Bochum-Hiltrop (01.04.2012).



Abb. 3: Linearer Bestand von *Lepidium latifolium* entlang einer Leitplanke des Autobahnmittelstreifens am Autobahnkreuz Herne (A 42/A 43) in Herne-Baukau (24.07.2011).



Abb. 4: An mehreren Stellen verschiedener Autobahnen im Ruhrgebiet gibt es teilweise ausgedehnte und individuenreiche Bestände von *Artemisia absinthium* an Böschungen, wie hier an der A 40 in Neunkirchen-Vluyn (21.09.2017). Die Art zeigt in NRW momentan eine auffällige Affinität zur Straßeninfrastruktur.



Abb. 5: *Atriplex micrantha* gehört rezent wohl zu den erfolgreichsten Besiedlern von Flächen an Autobahnen in Deutschland, wie hier beispielsweise an der A 40 in Bochum-Harpen (18.07.2010; Foto: A. Jagel)).



Abb. 6: *Conium maculatum* zeigt im Ruhrgebiet eine eindeutige Präferenz für Autobahnmittelstreifen, wie hier auf einem Mittelstreifen der A 448 in Bochum-Kornharpen (18.07.2010; Foto: A. Jagel).



Abb. 7: *Plantago maritima* als Straßenrandhalophyt auf einem Autobahnmittelstreifen in Kopenhagen-Zentrum, Seeland, Dänemark (13.09.2012).



Abb. 8: *Senecio vernalis* auf Schotter an einer Eisenbahnstrecke in Kamen-Westik (19.04.2009).



Abb. 9: Die invasive gebietsfremde Art *Rubus armeniacus* ist im Ruhrgebiet nicht ausschließlich auf Begleitflächen der Bahninfrastruktur beschränkt, ist dort jedoch eine der häufigsten und dominantesten Arten, oftmals vergesellschaftet mit der ebenfalls als Bahnstreckengleiter auftretenden Art *Robinia pseudoacacia*, wie hier in Bochum-Eppendorf (23.08.2016).



Abb. 10: Der Agriophyt *Angelica archangelica* ssp. *littoralis* am Ufer des Rhein-Herne-Kanals in Herne-Horsthausen (19.06.2013).



Abb.11: Der Agriophyt *Bidens frondosa* s.l. am Ufer des Rhein-Herne-Kanals in Herne-Crange (10.08.2010).



Abb. 12: Massenbestand von *Heracleum mantegazzianum* am Ruhrufer in Bochum-Dahlhausen. In Ufernähe und in Auenbereichen der Ruhr hat sich die invasive Art an vielen Stellen erfolgreich etabliert und liefert von diesen Teilpopulationen reichlich Diasporenmaterial für die weitere Ausbreitung ruhrabwärts (22.06.2006).



Abb. 13: *Ficus carica* am Ufer des Rhein-Herne-Kanals in Herne-Wanne (25.07.2011).



Abb. 14: *Verbascum lychnitis* an einem trockenwarmen Ruderalstandort einer Eisenbahnstrecke in Dortmund-Huckarde im östlichen Ruhrgebiet (02.07.2010).



Abb. 15: *Verbascum lychnitis* an einem grasigen ruderalen Straßenrand in Herne-Eickel im mittleren Ruhrgebiet (11.07.2013).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Braunschweiger Geobotanische Arbeiten](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Gausmann Peter

Artikel/Article: [Zur Bedeutung von linearen Raumstrukturen für das Wanderverhalten und die Ausbreitung gebietsfremder Pflanzenarten im Ruhrgebiet](#) The importance of linear spatial patterns for the migration behavior and spread of nonnative plant species in the Ruhr Basin 27-57