

Phytodiversität jüngerer Verkehrswege

Phytodiversity of recent transport infrastructure

DIETMAR BRANDES

Abstract

In historical times the system of waterways was overlaid only by historical courses (Dietwege, Heerwege, long distance trails of flocks, later also causeways). Nowadays overlaying nets of traffic systems like roads, motorways, railway tracks and inland waterways facilitate the spreading of ruderal plants and invaders. The “globalization” results also in a till now unknown exchange of species. Migration phenomena happen very quickly along linear structures. Traffic areas can be very rich in species even on small areas. E.g. railway systems can be seen as “hot spots” with respect to the diversity of cormophytes. Inner-city railway fallow grounds are important as a refugium for low competitors on poor nutrient soils. It is to assume that also the micro evolution is speeding up at such places. But detailed investigations are very seldom.

A change of the ruderal vegetation happened nearly unnoticed. In the mean while in Central Europe the largest connected ruderal areas are to be found along traffic systems. Besides all floristic differences between road edges and railway stations resp. inland harbours, the grassland matrices of the slopes of roads, motorways, railway tracks and channels are very similar to each other. Actually inner-city railway fallow lands and the whole roadsides are characterized by a high phytodiversity and a high nature protection value.

Remark: This paper is the slightly modified version of an oral presentation of a survey lecture on the meeting „Landnutzungssysteme und pflanzliche Biodiversität“ at the university of Jena in May 2011. Unfortunately the publication of the proceedings is however delayed till now (more than 10 years). Therefore the presentation from 2011 is published here updated to some extent (approximately 2013).

Einleitung

Verkehrswege erscheinen auf den ersten Blick sehr vegetationsfeindlich, bei genauerer Betrachtung können sie jedoch überraschend artenreich sein. In diesem Beitrag soll die Phytodiversität der Autobahnen und Straßen, der Bahnhöfe und Eisenbahntrassen sowie der Binnenhäfen diskutiert werden; Kanäle, schiffbare Flüsse sowie Flughäfen können aus Zeitgründen dagegen hier nicht berücksichtigt werden.

Eisenbahnanlagen

Schon wenige Jahre nach Eröffnung der ersten Eisenbahnlinie auf dem europäischen Kontinent wurden die Hinweise auf Funde von Pflanzenarten entlang von Eisenbahnlinien publiziert; etwa 50 Jahre später erschien bereits eine Veröffentlichung mit einem so wegweisenden Titel wie „Die Eisenbahn als Verbreitungsmittel der Pflanzen“ (HOLLER 1883). Einen ersten Höhepunkt erreichte die Eisenbahnfloristik in den 1930er Jahren; nach einem kriegsbedingten Einbruch begann dann in den 1960er Jahren die Erforschung des unerwünschten Pflanzen-Aufwuchses auf Eisenbahngelände, anschließend auch die intensive floristische und pflanzensoziologische Bearbeitung der Eisenbahnanlagen mit dem Schwerpunkt auf Güterbahnhöfen. Die botanischen Aspekte der Eisenbahnanlagen haben also eine Forschungstradition von fast 140 Jahren. Bis 2010 wurden allein in Deutschland mehr als 200 Arbeiten zur Eisenbahnflora veröffentlicht, von denen

etwa die Hälfte erst nach 1990 erschien. In den letzten 10 Jahren wurden zahlreiche Arbeiten über die Eisenbahnflora der anderen Länder Mitteleuropas (mit einem Schwerpunkt auf Polen) publiziert.

Zahlreiche Pflanzenarten wurden in Mitteleuropa über das Eisenbahnnetz ausgebreitet, so z. B. *Amaranthus albus*, *Amaranthus retroflexus*, *Bassia scoparia* subsp. *densiflora*, *Eragrostis minor*, *Geranium robertianum* subsp. *purpureum*, *Matricaria discoidea*, *Salsola kali* subsp. *tragus*, *Saxifraga tridactylites* oder *Senecio inaequidens*. Diese oft als „ferroviatische“ Migration bezeichnete Ausbreitungsweise ist eine Sonderform der Linienmigration. Ausbreitung und dauerhafte Etablierung müssen jedoch deutlich voneinander getrennt werden: So sind die Etablierungserfolge der einzelnen Arten sehr unterschiedlich. Die wohl ältesten und erfolgreichsten Beispiele auch gerade bezüglich der flächenmäßigen Ausbreitung sind *Eragrostis minor* und *Matricaria discoidea*: So ist *Matricaria discoidea* derzeit der flächenmäßig verbreitetste Neophyt (vgl. KOWARIK 2010, Tab. 75). *Eragrostis minor* wurde bereits im 19. Jahrhundert als Eisenbahnwanderer eingestuft und hat inzwischen längst auch viele Kleinstädte und Dörfer – auch ohne Eisenbahnanschluss – erreicht. Die Ausbreitung „in der Fläche“ wurde durch verstärkte Verwendung von Kleinpflaster im Rahmen von Stadtsanierungen zumindest gefördert, vielleicht sogar auf diese Weise stark beschleunigt. *Senecio inaequidens* - aus Südafrika stammend - ist ein Beispiel für rasante Ausbreitung nach einer langen Lag-Phase über große Entfernungen sowohl entlang von Eisenbahnlinien als auch entlang von Autobahnen und etwas später auch von Bundesstraßen. Bislang besiedelt die Art urban-industrielle Habitats, sie wird aber zunehmend auch auf Alluvionen der Flüsse gefunden. *Kochia densiflora* sei als Beispiel für eine Art angeführt, die ab 1990 vorübergehend eine rasche Ausbreitung aus dem mitteldeutschen Raum nach Niedersachsen zeigte, deren Populationen jedoch zumeist wieder zusammengebrochen sind. *Saxifraga tridactylites* sei schließlich als Beispiel einer indigenen Art genannt, die sogar gebietsweise als gefährdet eingestuft wurde. Etwa von 1975 bis 1985 hat sich diese Art über das gesamte Eisenbahnnetz in Deutschland ausgebreitet. Treibende Kraft hierfür war die Verschleppung mit Gleisschotter bzw. die Ausbreitung der Samen bei der Schotterreinigung. *Saxifraga tridactylites* ist längst wieder der Sprung in Habitats außerhalb der Eisenbahnanlagen gelungen, so dass man von einer (unbeabsichtigten) Erhaltungs- bzw. Vermehrungskultur auf Eisenbahngelände mit anschließender weiterer Ausbreitungsphase sprechen könnte.

Viele Arten wurden nur über einen definierten Zeitraum und einem spezifischen Vektor eingeführt: So benannte JAUCH (1938) 814 Taxa als „Südfruchtbegleiter“, die bis zum 2. Weltkrieg durch das zum Frostschutz verwendete süditalienische Heu mit Südfrucht-Importen auf deutsche und schweizerische Güterbahnhöfe gelangten, dort auskeimten und „lebend beobachtet wurden“. Inzwischen sind die meisten von ihnen längst wieder verschwunden, sofern sie nicht einen neuen Vektor gefunden haben.

Bahnhöfe und andere Betriebsflächen der Bahn gehören in Mitteleuropa längst zu den artenreichsten Habitats, die wir kennen. Trotz des erheblichen Rückbaus der Eisenbahn umfasst das Schienennetz derzeit ca. 38.400 km. Allein in Deutschland wurden auf Bahnhöfen mehr als 1.000 Gefäßpflanzenarten wildwachsend angetroffen.

Abb. 1 veranschaulicht in einem einfachen Modell die Ausbreitung von Pflanzenarten von Bahnhöfen [oder Binnenhäfen]:

Gerade Bahnhofsbrachen haben derzeit wichtige Refugialfunktionen für lichtbedürftige Magerkeitszeiger, die sie jedoch vermutlich bald infolge des Rückbaus innerstädtischer Eisenbahnareale und ihres Umbaus zu Wohn- und Gewerbequartieren, aber auch durch Änderungen im Transportwesen (weniger Transporte von Schüttgütern sowie langfristig abnehmendes Transportvolumen auf der Schiene) verlieren werden. Es treten allerdings immer wieder unerwartete Entwicklungen auf; so wird in jüngster Zeit der Farnbestand in feuchten Mauerfugen zerfallender Backsteingebäude auf Bahnhofsgelände zunehmend interessanter (vgl. WITTIG 2002). Bahnbrachen leisten einen großen Beitrag zur Biodiversität des Ökosystems Stadt. Auf den

brachliegenden Bahnarealen der Stadt Wien konnte SCHINNINGER (2008) 102 gefährdete Pflanzenarten (19,8 %) nachweisen. Sie wies ausdrücklich auf die Vernetzung der einzelnen Brachflächen hin, was zusammen mit dem Struktureichtum eine wesentliche Voraussetzung für eine artenreiche Tierwelt ist.

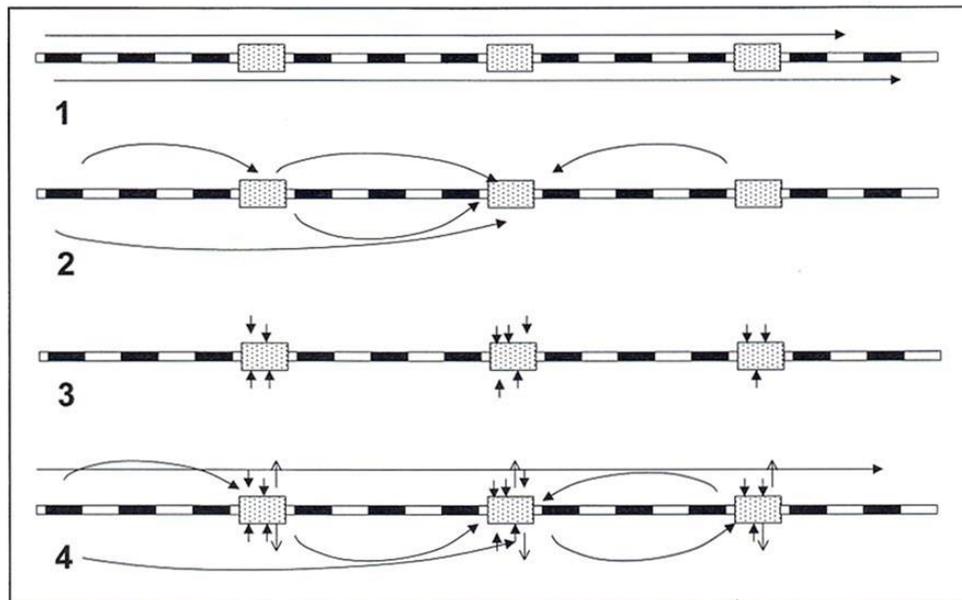


Abb.1: Modell für die Ausbreitung von Pflanzenarten entlang von Eisenbahnstrecken (nach BRANDES 2005a)  Bahnhof .

- (1) Nur relativ wenige Arten wandern kontinuierlich entlang der Bahnstrecken; zu ihnen gehören sowohl substratspezifische Arten, die mit den beim Trassenbau verwendeten Substraten ausgebreitet werden, aber auch einzelne Arten, die anschließend infolge des Verkehrs durch Transportverlust und/oder Verwirbelung der Diasporen migrieren, so z. B. *Coryza canadensis* oder *Solidago canadensis*. Dieser Ausbreitungsweg ist relativ gering, da offene und damit ausreichend konkurrenzarme Lebensräume entlang der freien Strecken nur in geringem Maß zur Verfügung stehen.
- (2) Die meisten Pflanzenarten werden vielmehr sprunghaft von Umschlagplatz zu Umschlagplatz ausgebreitet; hierbei können Bahnhöfe übersprungen werden und die Ausbreitungsrichtung kann sich auch umkehren. In belegten Einzelfällen spielen die Ausbreitung mit Baumaterialien und die Reinigung des Gleisschotter ebenso eine Rolle wie die Verschleppung von Diasporen mit Brems sand.
- (3) Seit ca. 20 Jahren spielt Nahausbreitung durch Rabattenbepflanzungen sowie insbesondere mit Gartenabfällen auf innerstädtischen Eisenbahnanlagen eine zunehmend größere Rolle.
- (4) Die Kombination dieser Ausbreitungsschritte (4) nähert sich der Realität an, wobei auch die Funktion der Bahnhöfe für eine Ausbreitung in das Umland berücksichtigt wird.

Wichtige Quellen für Neophyten auf innerstädtischen Eisenbahnflächen sind heutzutage angrenzende Gärten sowie wild abgelagerter Gartenabfall, während die Rolle des schienengebundenen Transports an Bedeutung verloren hat.

Tab. 1: Phytodiversität von ausgewählten Eisenbahnanlagen.

Stadt	Bahnanlage	Artenzahl	Literatur
Braunschweig	Gesamtes Bahngelände	711	BRANDES (2005a)
Karlsruhe	Mehrere Bf. im Stadtgebiet	521	VOGEL (1996)
Frankfurt	Hauptbahnhof + Güterbahnhof	450	BÖNSEL et al. (2000)
Hannover	19 Bahnhöfe	441	FEDER (1990)
Stuttgart	Güterbahnhof	407	KREH (1960)
Stuttgart	Hauptbahnhof	400	BRÄUNICKE et al. (1997)
Essen	Sammelbahnhof Essen-Frintrop	289	REIDL (1995)
Witten	Ausbesserungswerk	272	VOGEL & AUGART (1992)

Worin bestehen die ökologischen und floristischen Unterschiede zwischen Bahnhöfen einerseits und den Böschungen der freien Strecke? Die Bahnhöfe bieten große Flächen von skelettreichen, humusarmen und sich leicht erwärmenden Substraten, die durch Unkrautbekämpfung offengehalten werden. Damit bieten sie für präadaptierte Arten aus (sommer)wärmeren Gebieten gute Lebensbedingungen. Bahnhöfe stellen zudem ein „normiertes Mosaik“ aus unterschiedlichen Mikrohabitaten dar, das zusammen mit der unterschiedlichen Nutzungs- und Pflegeintensität einzelner Bereiche sowie dem Diasporeneinput durch Verlade-tätigkeit wesentliche Grundlagen für die hohe Biodiversität darstellt. Die Böschungsvegetation der freien Eisenbahnstrecke ist dagegen denen von Straßen- und Autobahnböschungen überraschend ähnlich. Hier bilden Grünlandgesellschaften jeweils eine Matrix, in die mesophile Ruderalpflanzen eingelagert sind. Die Sukzession führt in der Regel zu ruderalen Gebüschern. Neigungs- und Expositionsunterschiede differenzieren ebenso wie Grundwassernähe. Insgesamt bestehen jedoch überraschende Ähnlichkeiten von Eisenbahn-, Straßen- und Grabenböschungen in der Agrarlandschaft, wie OPPERMANN (1998) sehr deutlich zeigen konnte.

Der Höhenverbreitung von Eisenbahnpflanzen wurde in Mitteleuropa bislang nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt (vgl. z. B. BRANDES 1993). Durch Auswertung verschiedener Datensätze sollten sich interessante Erkenntnisse zur Migration und vor allem zu ihrer Klimabhängigkeit gewinnen lassen.

Straßenbahnen, die auf weitgehend getrennten Schienensystemen betrieben werden, bieten interessante Vergleichsmöglichkeiten, insbesondere bei anderer Spurweite (BRANDES 2005 c).

In strukturarmen Landschaften kommt stillgelegten Eisenbahntrassen naturschutzfachliche Relevanz zu, wobei insbesondere hohe und südexponierte Böschungen als Lebensraum für thermophile Organismen interessant sein können. Stillgelegten Eisenbahntrassen kommt darüber hinaus in mehreren Ländern Europas eine erhebliche Bedeutung als Radweg und/oder Wanderweg zu, so z. B. auch das Braunschweiger Ringgleis. Aufsehenerregend sind z.B. die Umgestaltungen „High Line“ in New York oder die jetzige „Promenade Plantée“ in Paris zu Parkanlagen, oder die Parkanlagen mit integrierten Sukzessionsflächen auf ehemaligen Güterbahnhöfen in Berlin (Park am Gleisdreieck, Natur-Park Schöneberger Südgelände).

Binnenhäfen

Binnenhäfen können eine hohe Artenzahl aufweisen, wobei der Anteil der Adventiven beachtlich ist. Die Arten- und Gesellschaftsinventare hängen ab von den umgeschlagenen Gütern (insbesondere von der Vielfalt landwirtschaftlicher Produkte), von der geografischen Lage des Hafens sowie von Größe und Alter seiner Brachflächen. Binnenhäfen stellen Sonderhabitate dar, die kaum mit der unmittelbaren Umgebung

kommunizieren: Sie sind Orte des erstmaligen Auftretens von Neophyten, sie tragen jedoch kaum zur Ausbreitung gebietsfremder Arten in die [unmittelbare] Umgebung entlang der Fluss- und Kanalufer bei; selbst entlang von Straßenrändern werden nur wenige Arten direkt von Binnenhäfen ausgebreitet.

Wie STRICKER (1962) am Beispiel des sog. Leipziger Hafens zeigen konnte, ist eine Anbindung an überregionale Wasserwege keine notwendige Voraussetzung für eine „hafenspezifische“ Ruderal- und Adventiflora, wichtiger sind viel mehr Volumen und Diversität des Umschlags. Ein Teil der Neophyten verschwindet nach Nutzungsaufgabe rasch, da offensichtlich keine [längerlebige] Samenbank aufgebaut wird. Im Prinzip sind die Unterschiede zu großen Güterbahnhöfen offensichtlich gering, da sich die Flussnähe höchstens bei Überschwemmungsereignissen auf das Ausbreitungsgeschehen auswirkt.

Am Beispiel der Binnenhäfen der Elbe konnte gezeigt werden, dass die spontane Vegetation der (temporären) Brachen je nach Alter, Störungsregime und Diasporengelalt der Substrate aus verschiedenen Gesellschaften der ruderalen Verbände Salsolion, Sisymbriion, Dauco-Melilotion und Convolvulo-Agropyriion besteht (BRANDES 2005b u. 2010). In den zumeist kleinen Binnenhäfen der Elbe wurden 414 Gefäßpflanzenarten gefunden, davon immerhin 119 Neophyten (28,7 %) und 87 Archäophyten (21,0 %). Bei Einbeziehung der Hamburger Häfen erhöht sich die Artenzahl auf 487 Arten, die Anzahl der Neophyten steigt sogar auf 165 Arten (33,9 %). Charakteristisch ist das Auftreten der Salsolion-Arten: *Bassia scoparia*, *Corispermum leptopterum*, *Psyllium arenarium* sowie *Salsola kali* subsp. *tragus*. Beachtlich ist auch das regelmäßige Auftreten zahlreicher Sisymbriion-Arten (einschließlich übergreifender Kennarten der Sisymbrietalia): *Atriplex micrantha*, *Atriplex oblongifolia*, *Atriplex sagittata*, *Atriplex tatarica*, *Bromus sterilis*, *Bromus tectorum*, *Conyza canadensis*, *Iva xanthifolia*, *Lactuca serriola*, *Sisymbrium altissimum*, *Sisymbrium loesellii*, *Tripleurospermum perforatum*. JEHLIK publizierte 2013 eine umfangreiche Monographie zur „Vegetation und Flora der Flusshäfen Mitteleuropas“, in der für 62 untersuchte Häfen immerhin 1255 Gefäßpflanzen und 94 Vegetationseinheiten nachgewiesen werden konnten, wobei aber nur das Elbe-System (mit Moldau) und die Donau (incl. Ungarn), nicht aber Rhein, Neckar, Main oder Oder untersucht wurden.

Zur Phytodiversität von Schifffahrtskanälen bzw. Kanalböschungen liegen nur wenige Angaben vor. HENTSCH et al. (2005) konnten in einem 30 km langen Abschnitt des Rhein-Herne-Kanals immerhin 635 Pflanzensippen nachweisen, wobei sowohl die bemerkenswerte Makrophyten-Flora des Gewässers als auch die Bedeutung der Böschungen für die Linienmigration hervorgehoben werden.

Straßen und Autobahnen

Das heutige Straßennetz entstand in mehreren Etappen; mit hoher Wahrscheinlichkeit sind die Verläufe mancher „Heerstraßen“ und „Dietwege“ vorgeschichtlich, also sehr alt. Als erste planmäßig angelegte, ausgebaute und unterhaltene Straßen können die römischen Straßen in den Teilen Deutschlands gelten, die zum römischen Imperium gehörten. Nach dessen Zusammenbruch kam die Pflege der Straßen allerdings völlig zum Erliegen. Im ausgehenden Mittelalter und in der frühen Neuzeit wurden Handelswege für den Warenaustausch zwischen den Städten notwendig. Diese Straßen waren nur in Ausnahmefällen befestigt, so dass die Fuhrwerke tiefe Spuren hinterließen. Waren diese zu tief ausgefahren (oder ausgetreten), so umfuhr man die betreffende Stelle. Auf diese Weise charakterisierte ein breites Bündel von Spuren den Verlauf einer Straße (eindrucksvolle Beispiele zeigen BONN & POSCHLOD 1998, KÜSTER 2013). Etwa ab 1800 entstanden „Chausseen“ in Mitteleuropa nach französischen Vorbildern. Sie hatten einen festen Straßenkörper, der oft mit Kopfsteinpflaster versehen war. Oft wurde zur Schonung der Pferde ein fahrbahnbegleitender und nur wenig befestigter „Sommerweg“ angelegt, der sich in manchen Gebieten bis in jüngste Zeit bei wenig genutzten Straßen erhalten hat. Zur Fixierung des Straßenverlaufs, also um ein Ausweichen der Gespanne in das benachbarte Ackerland zu vermeiden, wurden beiderseits der Fahrbahn tiefe Gräben angelegt

(KÜSTER 2013). Zwischen Straße und Graben wurden in der Folgezeit Bäume gepflanzt, deren Artenauswahl das Wuchspotenzial der jeweiligen Landschaft sehr gut widerspiegelte (TÜXEN, pers. Mitt.).

Die Länge des Straßennetzes in Deutschland beträgt etwa 230.000 km, hiervon umfassen die Autobahnen etwa 13.200 km. Geobotanische Aspekte von Autobahnen werden seit mehr als 70 Jahren erforscht, also etwa so lange wie es Autobahnen gibt. Die wichtigsten Forschungsthemen sind (in chronologischer Abfolge):

- Standortgemäße Bepflanzung auf pflanzensoziologischer Grundlage
- Entwicklung von Ansaat-Mischungen für die Böschungsbegrünung
- Grünlandvegetation der Randstreifen
- Vernetzung (was eigentlich vernetzen die Randstreifen?)
- Ausbreitung von gebietsfremden Arten (Biologische Invasionen)

Der Lebensraum der Wiesen wurde erst durch den Menschen geschaffen und ist somit relativ jung. Die Wiesenarten stammen z. T. aus Regionen mit natürlichem Grünland, zum erheblichen Teil sind sie hybridogenen Ursprungs, manche Wiesenpflanzen montan/subalpiner Lagen stammen schließlich aus tiefer gelegenen Wäldern, sie werden erst in der montanen Stufe zu Wiesenarten. Zahlreiche Wiesenpflanzen haben sich im Rahmen ihrer Anpassung an unterschiedliche Ökotypen entwickelt. Da viele Wiesenpflanzen keine oder nur kurzlebige Diasporenbanken aufbauen, zeigen selbst begrünende Flächen oft Dominanzbestände mit geringem Artenreichtum. Die intensiven Einsaaten an Straßenrändern erfolgten sicher erst im 20. Jahrhundert. Nach ELLENBERG & LEUSCHNER (2010) sind die heute vorzufindenden Kombinationen im Straßenbegleitgrün selten älter als 30 bis 40 Jahre. Die Grünflächen an Straßenrändern („Straßenrand“-Arrhenathereten) unterscheiden sich von den traditionellen Glatthaferwiesen durch das Fehlen bzw. Zurücktreten einiger Mähwiesenarten sowie durch häufiges Auftreten bestimmter Ruderalpflanzen (vgl. z. B. STOTTELE 1994). SCHMIDT & al. (1998) fanden, dass „selbst in den Brachen an Glatthafer-Straßenböschungen die Diversität, der Anteil an Kräutern und typischen Grünlandarten insgesamt höher als auf vielen Flächen des heute vorherrschenden Intensivgrünlandes“ ist. Ihren Untersuchungen nach reicht ein- bis zweimaliges Mulchen im Jahr aus, um den Arten der Glatthaferwiesen am Straßenrand ein dauerhaftes Überleben zu sichern. Dynamische Aspekte des Naturschutzes sollten generell stärker berücksichtigt werden als Erhaltungsmaßnahmen für bestimmte Grünlandgesellschaften.

Seit etwa 20 – 30 Jahren werden Autobahnen und Schnellstraßen wegen der Änderungen im Transportwesen als Migrationsrouten für gebietsfremde Arten sowie als Ruderalstandorte zunehmend interessanter. So wird auch *Arrhenatherum elatius*, das wichtigste Gras unserer Straßenränder, von JÄGER (2005) als Archäophyt eingestuft, der allerdings möglicherweise in Teilen [Südwest-] Deutschlands einheimisch ist.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden in Mitteleuropa zahlreiche Pflanzengesellschaften von den Straßenrändern beschrieben, die aus Mangel an Charakterarten zum Teil als Basal- und Derivatgesellschaften aufgefasst wurden (vgl. KOPECKÝ 1978, KOPECKÝ & HEJNY 1978, BRANDES 1988), ein Ansatz der leider nur selten weiterverfolgt wurde. Er ermöglicht jedoch, solche Pflanzenbestände in das System nachvollziehbar einzuordnen, sie also weder außen vor zu lassen noch mit Zwang einzuordnen. Ein weiterer Vorteil ist, dass diese deduktive Methode Änderungen aufgrund von Sukzessionen oder Nutzungsänderungen rasch nachvollziehen kann. Auch die Biotop- bzw. Habitatschlüssel, die heute oft angewendet werden, können nicht zu dieser Detaillierung führen.

Ein wichtiges Phänomen des Straßennetzes ist die viatische Migration als Sonderfall der Linienmigration (KOPECKÝ 1971). Gut untersuchte Beispiele für die Ausbreitung von Pflanzenarten entlang von Straßen sind *Atriplex micrantha*, *Atriplex sagittata* oder *Senecio inaequidens* (z. B. GRIESE 1996 u. 1998, WERNER et al. 1991). *Atriplex micrantha* bildete vor ca. 10 Jahren an Baustellen der Autobahn A2 die größten homogenen

Sisymbrietalia-Gesellschaften in Deutschland, wobei ihre Einzelbestände oft eine Größe von 10 ha (!) aufwiesen. Bezeichnenderweise wurden sie nur wenig beachtet und hinterließen in der vegetationskundlichen Literatur kaum Spuren. Von den zahlreichen Arten, deren Ausbreitung in den letzten Jahren entlang des Autobahnnetzes erfolgte, gehören vor allem *Cochlearia danica* und *Dittrichia graveolens*. Andere Arten wie *Artemisia tournefortiana* (BRANDES 2007), *Atriplex tatarica* oder *Dipsacus strigosus* konnten sich bislang nur in eng begrenzten Regionen entlang der Autobahnen etablieren.

Weniger beachtet wurden Straßenränder als Lebensräume für Ackerunkräuter und Ruderalpflanzen. Allein wegen der Flächengröße stellen sie heute für die Ruderalvegetation den wohl wichtigsten Lebensraum dar, weil die klassische Dorfvegetation weitgehend verschwunden ist und das Störungsregime in modernen Industrieanlagen zu hoch ist. Unmittelbar an den Fahrbahnkanten häufen sich kurzlebige Pflanzenarten. Bei Stichproben wurden an Autobahnrändern bislang 73 Therophyten nachgewiesen; vermutlich sind es jedoch wesentlich mehr. Als wichtigste Arten seien hier genannt:

<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Papaver argemone</i>
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Papaver dubium</i>
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Atriplex micrantha</i>	<i>Polygonum aviculare</i> agg.
<i>Atriplex prostrata</i>	<i>Secale cereale</i>
<i>Atriplex sagittata</i>	<i>Senecio vernalis</i>
<i>Atriplex tatarica</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Brassica napus</i>	<i>Sisymbrium altissimum</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Sisymbrium loeselii</i>
<i>Conyza canadensis</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Dittrichia graveolens</i>	<i>Spergularia rubra</i>
<i>Eragrostis multicaulis</i>	<i>Spergularia salina</i>
<i>Lactuca serriola</i>	<i>Tripleurospermum perforatum</i>
<i>Lepidium ruderales</i>	<i>Triticum aestivum</i> .

Dittrichia graveolens kann als Beispiel für rasante Ausbreitung über große Strecken innerhalb weniger Jahre gelten.

An Autobahnrändern konzentrieren sich Vorkommen von bienen (bzw. kurzlebig hapaxanthen) Arten in auffälliger Weise. Insgesamt wurden ca. 50 biene Arten an Autobahnen gefunden, wobei es sich öfter um die größten derzeit bekannten Populationen in Deutschland handelt:

<i>Alcea rosea</i>	<i>Lunaria annua</i>
<i>Arctium lappa</i>	<i>Melilotus albus</i>
<i>Arctium minus</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Arctium nemorosum</i>	<i>Oenothera biennis</i>
<i>Arctium tomentosum</i>	<i>Oenothera glazioviana</i>
<i>Artemisia tournefortiana</i>	<i>Onopordum acanthium</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Reseda lutea</i>
<i>Carduus acanthoides</i>	<i>Reseda luteola</i>
<i>Carduus nutans</i>	<i>Tragopogon pratensis</i>
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	<i>Verbascum blattaria</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Verbascum densiflorum</i>
<i>Conium maculatum</i>	<i>Verbascum hibernicum</i>
<i>Crepis biennis</i>	<i>Verbascum phlomooides</i>
<i>Dipsacus fullonum</i>	<i>Verbascum speciosum</i>
<i>Dipsacus strigosus</i>	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Echium vulgare</i>	u. v. a.
<i>Erigeron annuus</i>	

In direktem Kontakt zu Magerrasenflächen treten natürlich auch Magerrasenarten quasi als Relikte an den Böschungen auf. Die kritische Überprüfung der postulierten Vernetzungsfunktion von Straßenrändern ergab, dass sie weder „stepping stones“ für wenig bewegliche Arten unserer Magerrasen- oder Waldflora darstellen noch als Ersatzstandorte für gefährdete Pflanzengesellschaften der naturnahen Vegetation fungieren (BRANDES 1998). Straßenränder vernetzen zunächst einmal Straßenränder miteinander – nicht mehr und nicht weniger. Dessen ungeachtet sind sie wegen ihres großen Artenreichtums und oft überraschender Artenkombinationen wichtige Habitate.

Systematische Untersuchungen über die spezifische Straßenrandvegetation liegen leider nur in wenigen Regionen vor, so dass hier nur eine grobe Skizzierung gegeben werden kann. Grundsätzlich gilt die Hypothese: je trockener, desto lückiger wird die Vegetation. Entsprechend treten mehr thermophile und/oder trockenheitsertragende Arten der Ruderalvegetation und der (Halb-)Trockenrasen auf. Im mitteldeutschen Trockengebiet, der trockensten Region Deutschlands, häufen sich die Vorkommen von:

<i>Althaea officinalis</i>	<i>Eryngium campestre</i>
<i>Artemisa absinthium</i>	<i>Falcaria vulgaris</i>
<i>Artemisia tournefortiana</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>
<i>Atriplex tatarica</i>	<i>Lavatera thuringiaca</i>
<i>Carduus acanthoides</i>	<i>Lepidium latifolium</i>
<i>Conium maculatum</i>	<i>Salvia nemorosa</i>
<i>Cichorium intybus</i> (schwache Häufung)	<i>Sisymbrium loeselii</i>
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	

Bezeichnend für die Straßen und Autobahnen im Trockengebiet sind weniger die Vorkommen einzelner Arten als vielmehr das häufige gemeinsame Auftreten. Auf Trockengebiete beschränkt sind allerdings nur *Atriplex tatarica*, *Lavatera thuringiaca*, *Althaea officinalis* (natürlich abgesehen von primären Salzstellen vor allem in Küstennähe), *Salvia nemorosa* und *Eryngium campestre* finden sich nur im Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes. Arten wie z. B. *Artemisia absinthium* oder *Conium maculatum* breiten sich neuerdings an Autobahnen im Ruhrgebiet aus. Ebenso werden *Galium verum*, *Picris hieracioides* und wohl auch *Salvia pratensis* zunehmend häufiger. Für *Galium verum* und *Salvia pratensis* wird die Bindung an Wuchsregionen durch häufige Einsaat allerdings zunehmend relativiert.

In inneralpinen Trockengebieten häufen sich auf steilen und abrutschenden Anschnitten von Straßen auffällig *Campanula spicata*, *Echium vulgare*, *Laserpitium latifolium*, *Onobrychis*, *Oxytropis pilosa*, *Seseli libanotes*, *Teucrium montanum*, *Verbascum chaixii* subsp. *austriacum*, *Verbascum hibernitis*. An Straßen- und Autobahnrandern im pannonischen Ostösterreich werden *Berteroa incana*, *Carduus acanthoides* und *Salvia nemorosa* auffallend häufig.

Über Transportvorgänge an Straßen haben SCHMIDT (1989) sowie KOWARIK & VON DER LIPPE (2008) gearbeitet; weitere Untersuchungen wären zum Verständnis der Mechanismen jedoch unbedingt hilfreich. Nach heutigem Kenntnisstand fördern die folgenden Prozesse die Ausbreitung von Pflanzenarten an Straßen und Autobahnen:

- Transport ganzer Samenbanken mit dem Erdreich im Verlauf von Bauarbeiten.
- Transport in Reifenprofilen sowie an den Fahrzeugen anhaftend.
- Transport mit den Wirbelschleppen von Autos.
- Transport mit Mäh- bzw. Erntefahrzeugen.
- Abschieben bzw. Abfräsen der Fahrbahnrande (Begünstigung von Therophyten!).
- Transport entlang von Lärmschutzwänden bzw. direkt von deren Bepflanzungen ausgehend.

Austauschvorgänge zwischen den Randstreifen von Straßen und der Umgebung wurden bislang kaum untersucht, erscheinen jedoch sehr wichtig. Entlang von Autobahnen und Schnellstraßen ist oft eine rasante

Ausbreitung einzelner Arten zu beobachten. Wie lange aber dauert es, bis diese „schnellen“ Arten (z. B. *Cochlearia danica*, *Dittrichia graveolens*, *Senecio inaequidens*) über das Netz der Bundes- und Landesstraßen auch alle straßenferneren potentiellen Wuchsorte erobern? Offensichtlich erfolgt die Ausbreitung in die Fläche zumeist mit großer Verzögerung. Was sind die Ursachen, werden sie durch die Straßenstrukturen und deren Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen gesteuert, sind es ökologische und/oder populationsbiologische Phänomene?

RINGENBERG (2000) kam in seiner „Liste der wichtigsten kultivierten Pflanzenarten Norddeutschlands“ zu folgender relativierender Einschätzung: „Vor diesem Hintergrund ist zu bezweifeln, ob es überhaupt noch genetisch autochtone Pflanzensippen der heimischen Arten gibt, die in der nachfolgenden Liste aufgeführt sind. Ob die in der naturschutzfachlichen Diskussion geforderte Verwendung heimischer Herkünfte für naturnahe Pflanzungen realistisch ist oder nicht vielmehr generell eine Höherbewertung eigendynamisch entstandener Pflanzenbestände angezeigt ist, soll an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden.“ Die Salztoleranz der einheimischen Gehölze ist nur sehr gering. Die größte Salzverträglichkeit dürfte *Alnus glutinosa* aufweisen, die von ELLENBERG (in ELLENBERG & LEUSCHNER 2010) für das Binnenland mit der Salzzahl 1 eingestuft wurde. Nach MEYER (1982: Tab. 36) ertragen die folgenden Gehölze Bodenversalzung mehr oder minder:

<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Alnus cordata</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Sophora japonica</i>
<i>Eleagnus angustifolia</i>	<i>Tilia x euclora</i> ‘Pallida’
<i>Gleditsia triacanthos</i> ‘Inermis’	<i>Ulmus pumila</i> var. ‘arborea’
<i>Platanus x acerifolia</i>	

Aufgrund der häufigen Verwendung von *Rosa rugosa*, *Caragana arborescens*, *Colutea arborescens*, *Eleagnus angustifolia*, *Lycium barbarum*, *Ribes aureum* und *Symphoricarpos rivularis* zur Bepflanzung von Autobahnmittelstreifen muss bei diesen Arten zumindest von einer erheblichen Toleranz gegen auftausalzhaltiges Spritzwasser ausgegangen werden. Sortimentkataloge von Baumschulen nennen zahlreiche weitere bodensalzverträgliche Gehölzarten, unter denen auch einige einheimische Gehölze wie *Acer campestre*, *Acer platanoides* oder *Acer pseudoplatanus* sind. Als Besonderheit des Straßenstandortes unterliegen die Chloridkonzentrationen stärkeren Schwankungen im Jahresverlauf. Möglicherweise süßt der Boden auch relativ schnell während der Vegetationsperiode wieder aus, worauf eigene Einzelmessungen hindeuten. Von den synanthropen Sträuchern dringt *Lycium barbarum* am weitesten in den Randbereich der sekundären Binnensalzstellen vor; bei Freilandversuchen zur Begrünung von Kalirückstandshalden in Nordthüringen (HEINZE, FIEDLER & LIEBMANN 1984) zeigten *Hippophae rhamnoides* und *Eleagnus angustifolia* die besten Erfolge. Beide Arten sind denn auch im mitteldeutschen Trockengebiet an Autobahnen (z. B. A 9, A 14) gepflanzt. Ebenso sieht man zumindest dort häufiger Tamarisken (*Tamarix* spec.)

Wenig untersucht ist auch die Artenzusammensetzung von Alleen. So scheinen nach eigenen, aber unsystematischen Beobachtungen z. B. Geophyten wie *Allium carinatum*, *Allium scorodoprasium*, *Gagea pratensis*, *Ornithogalum angustifolium*, *Ornithogalum umbellatum*, oder *Tulipa sylvestris*. unter dem mechanischen Schutz bzw. im Halbschatten von Alleebäumen zu finden zu sein. Vermutlich sind das gebietsweise letzte Refugien in der intensiv genutzten Agrarlandschaft.

Welche Rolle spielen eigentlich Lärmschutzwände für die Ausbreitung von Pflanzenarten? Begünstigen sie die Linienmigration und erschweren sie zugleich die Ausbreitung in die Fläche? Zumindest für *Atriplex micrantha* gibt es Einzelbeobachtungen, dass Lärmschutzwände die Ausbreitung in die Umgebung verhindern bzw. extrem verlangsamen.

Im Fall von *Tanacetum vulgare* kann häufig die Einwanderung ausgehend von Straßenrändern in Acker- und Wiesenbrachen beobachtet werden. Manche Evidenzen für Vernetzungshypothesen stellen nach sorgfältig-

tiger Analyse vielmehr Belege für Reliktorkommen an Straßenrändern dar, so z. B. im Fall von *Armeria maritima* subsp. *elongata* an Straßenrändern im norddeutschen Flachland (KALLEN, pers. Mitt.). Insgesamt liegen zu diesem Themenfeld einzelne (mitunter sogar anekdotische) Beobachtungen vor, experimentelle Untersuchungen und Langzeit-Monitoring sind noch die Ausnahme.

Mulden und Gräben, die nur bei starken Regenfällen (oder bei Tauwetter) Wasser führen, sind relativ häufig, während tiefe Entwässerungsgräben meist ihren Ursprung in landwirtschaftlichen Nutzflächen haben, um dann straßenparallel zu verlaufen. Straßengräben weisen oft neben dominantem *Rubus caesius* die Arten *Carduus crispus*, *Cirsium vulgare*, *Cirsium arvense* und *Urtica dioica* auf. Auch Regenwasserrückhaltebecken sind hier zu erwähnen. Wegen schlechter Zugänglichkeit sind sie alle kaum untersucht, wobei sie vermutlich nur relativ triviale Arten enthalten, zu denen unter anderem zählen:

<i>Armoracia rusticana</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Cahystegia sepium</i>	<i>Rubus caesius</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Typha latifolia</i>
<i>Lythrum salicaria</i>	

Selten finden sich hingegen *Euphorbia palustris*, *Pulicaria dysenterica*, *Ranunculus flammula* subsp. *flammula* und *Sonchus palustris* in Straßengräben im Tiefland.

Auch innerstädtische Straßen weisen eine überraschende Phytodiversität auf, immerhin können sie in einer Stadt ca. 350 bis 400 Arten beherbergen; es wurden bislang jedoch nur wenige Untersuchungen publiziert (z. B. LANGER 1994, SUKOPP & LANGER 2005).

Fazit

In der historischen Kulturlandschaft wurde das Netz der Gewässer nur von einem Wegenetz (Dietwege, Heerwege, Fernwanderwege von Herden, später auch Chausseen) überlagert. Heute erleichtern mehrere übereinander liegende Netze von Verkehrsanlagen wie Straßen, Autobahnen, Eisenbahntrassen und Kanäle die Ausbreitung von Ruderalpflanzen und Invasoren. Die „Globalisierung“ führt zu einem bislang ungeahnten Austausch auch von Pflanzenarten. Migrationsphänomene verlaufen an den linearen Strukturen besonders schnell. Verkehrsanlagen können bereits auf kleiner Fläche sehr artenreich sein, so stellen Eisenbahnanlagen durchaus „Hotspots“ der Kormophytendiversität dar. Innerstädtische Eisenbahnbrachen stellen darüber hinaus wichtige Refugien für konkurrenzschwache Magerkeitszeiger dar. Vermutlich wird auch die Mikroevolution an vielen Stellen beschleunigt; detaillierte Untersuchungen liegen jedoch kaum vor.

Fast unbemerkt hat sich ein Wandel der Ruderalvegetation vollzogen; inzwischen finden sich an den Verkehrsanlagen die größten zusammenhängenden Ruderalflächen in Mitteleuropa. Trotz aller floristischen Unterschiede zwischen Straßenrändern und Bahnhöfen bzw. Häfen sind die Grünland-Matrices der Böschungen von Straßen, Autobahnen, Eisenbahntrassen und Binnenwasserstraßen außerhalb von Siedlungen einander erstaunlich ähnlich. Derzeit zeichnen sich innerstädtische Eisenbahnbrachen durch hohe Phytodiversität und hohen Naturschutzwert ebenso aus wie die Gesamtheit der Straßenränder.

Nachbemerkung:

Es handelt sich um eine geringfügig weiterte Fassung eines zur Tagung „Landnutzungssysteme und pflanzliche Biodiversität“ an der Universität Jena im Mai 2011 eingeladenen Übersichtsvortrags zum Thema „Phytodiversität jüngerer Verkehrswege“. Da sich die Herausgabe des Tagungsbandes entgegen der Ankündigung auf der Homepage (<https://www.lanu.uni-jena.de/Tagungsband.html>) inzwischen leider um mehr als 10 Jahre verzögert hat, wird der Vortrag (Stand von 2013) hier etwas aktualisiert in der ursprünglichen Form publiziert.

Literatur

- BÖNSEL, D., A. MALTEN, S. WAGNER & G. ZIZKA (2000): Flora, Fauna und Biootypen von Haupt- und Güterbahnhof in Frankfurt am Main. – Kl. Senkenberg-Reihe, 38: 63 S + 57 S. Anh.
- BONN, S. & P. POSCHLOD (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. – Wiesbaden, 404 S.
- BRÄUNICKE, M., J. TRAUTNER & H. RECK (1997): Städtebauprojekt Stuttgart 21, Bestandsaufnahme und Bewertung für Belange des Arten- und Biotopschutzes. – In: Landeshauptstadt Stuttgart, Untersuchungen z. Umwelt „Stuttgart 21“, 5: 1-154.
- BRANDES, D. (1988): Die Vegetation gemähter Straßenränder im östlichen Niedersachsen. – Tuexenia, 8: 181-194.
- Brandes, D. (1993): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. – Tuexenia, 13: 415-444.
- BRANDES, D. (2005a): Kormophytendiversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen. – Tuexenia, 25: 269-284.
- BRANDES, D. (2005b): Flora und Vegetation der Elbe-Binnenhäfen in Deutschland: Ausbreitungszentren oder Habitatinseln? <http://www.ruderal-vegetation.de/epub/elbhafen.pdf>
- BRANDES, D. (2005c): Die Flora der Stadtbahn von Braunschweig: Stadtbahnen als einfaches Modell für die Besiedlung eines isolierten Bahnnetzes durch Pflanzen. - <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-200511080100-346>
- BRANDES, D. (2007): *Artemisia tournefortiana* Reichenb. als neue Autobahn-Pflanze. – <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00021461>
- BRANDES, D. (2010): Flora der Binnenhäfen an der Elbe in Deutschland in den Jahren 2003 – 2005. http://www.ruderal-vegetation.de/epub/tabelle_elbhaefen.pdf
- ELLENBERG, H. & C. LEUSCHNER (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Aufl. – Stuttgart. XXII, 1333 S.
- FEDER, J. (1990): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Hannovers. – Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover, 132: 123-149.
- GRIESE, D. (1996): Zur Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. an Autobahnen in Nordostdeutschland. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften, 5: 193-204.
- GRIESE, D. (1998): Die viatische Migration einiger neophytischer Pflanzensippen am Beispiel norddeutscher Autobahnen. – In: BRANDES, D. (Hrsg.): Vegetationsökologie von Habitatinseln und linearen Strukturen. – Braunschweig. S. 263-270 (Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, 5.)
- HENTSCH, M., P. KEIL & G. H. LOOS (2005): Die floristische Bedeutung des Rhein-Herne-Kanals zwischen Duisburg-Ruhrort und Herne im westlichen Ruhrgebiet. – Decheniana, 158: 43-54.
- HOLLER (1883): Die Eisenbahn als Verbreitungsmittel von Pflanzen, beleuchtet an Funden aus der Flora von Augsburg. – Flora, 68: 197-205.
- JÄGER, E. J. (2011): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Grundband. Begr. von W. ROTHMALER. 20. Aufl. – Heidelberg. 930 S.
- JAUCH, F. (1938): Fremdpflanzen auf den Karlsruher Güterbahnhöfen. – Beiträge zur Naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland, 3: 76-147.
- JEHLIK, V. (2013): Die Vegetation und Flora der Flusshäfen Mitteleuropas. – Praha, 542 S.
- KALLEN, H. W. (1995): pers. Mitteilung.
- KOPECKÝ, K. (1971): Der Begriff der Liniemigration der Pflanzen und seine Analyse am Beispiel des Baches Studený und der Straße in seinem Tal. – Folia Geobotanica & Phytotaxonomica, 6: 303-320.
- KOPECKÝ, K. (1978): Die straßenbegleitenden Rasengesellschaften im Gebirge Orlické hory und seinem Vorlande. – Praha. 258 S. (Vegetace ČSSR, 10.)
- KOPECKÝ, K. & S. HEJNY (1978): Die Anwendung der „deduktiven Methode syntaxonomischer Klassifikation“ bei der Bearbeitung der straßenbegleitenden Pflanzengesellschaften Nordböhmens. – Vegetatio, 36: 43-51.

- KOWARIK, I. (2010): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Stuttgart. 492 S.
- KOWARIK, I. & M. V. D. LIPPE (2008): Zu Mechanismen der Linienmigration von Pflanzen. – In: Evers, C. (Hrsg.): Dynamik der synanthropen Vegetation. – Braunschweig 2008. (Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, 9.)
- KREH, W. (1960): Die Pflanzenwelt des Güterbahnhofs in ihrer Abhängigkeit von Technik und Verkehr. – Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft. N. F., 8: 86-109.
- KÜSTER (2013): Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. 4. Aufl., Jubiläumsedition 2013. – München. 447 S.
- LANGER, A. (1994): Flora und Vegetation städtischer Straßen am Beispiel Berlins. – Berlin IX, 199 S. (Landschaftsentwicklung u. Umweltforschung, Sonderh. S 10.)
- OPPERMANN, F. W. (1998): Die Bedeutung von linearen Strukturen und Landschaftskorridoren für Flora und Vegetation in der Agrarlandschaft.- Dissertation TU Braunschweig. – Berlin, Stuttgart. X, 214 S. (Dissertationes Botanicae, 298.)
- REIDL, K. (1995): Flora und Vegetation des ehemaligen Sammelbahnhofs Essen-Frintrop. – Floristische Rundbriefe, 68-85.
- SCHINNINGER, I. (2008): Die Bedeutung brachliegender Bahnareale als Lebensraum für Pflanzen am Beispiel der Stadt Wien. – In: EVERS, C. (Hrsg.): Dynamik der synanthropen Vegetation. – Braunschweig. S. 393-404. (Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, 9.)
- SCHMIDT, W. (1989): Plant dispersal by motor cars. – Vegetatio, 80: 147-152.
- SCHMIDT, W., B. LAMBERTZ & R. MEDERAKE (1998): Straßenböschungen als Ersatzstandorte für Glatthaferwiesen? Erfahrungen aus zehnjährigen Dauerflächenuntersuchungen. -In: BRANDES, D. (Hrsg.): Vegetationsökologie von Habitatsinseln und linearen Strukturen. – Braunschweig, S. 199-220. (Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, 5.)
- STOTTELE, T. (1994): Vegetation und Flora am Straßennetz westdeutscher Landschaften: Standorte, Naturschutzwerte, Pflege. – Stuttgart. 300 S. (Dissertationes Botanicae, 248).
- STRICKER, W. (1962): Das Leipziger Hafengelände: Einwanderungsort seltener und fremder Pflanzenarten. – Sächsische Heimatblätter, 8: 464-473.
- SUKOPP, H. & A. LANGER (2005): Flora viaria: die Steglitzer Grunewaldstraße 1938/2002. – Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg, 138: 5-9.
- VOGEL, P. (1996): Bemerkenswerte Pflanzenfunde auf den Bahnanlagen der Deutschen Bundesbahn im Stadtgebiet von Karlsruhe. – Caroleina, 54: 37-44.
- Vogel, P. & P. M. AUGART (1992): Zur Flora und Vegetation des Bundesbahn-Ausbesserungswerkes Witten in Westfalen. – Floristische Rundbriefe, 26: 91-106.
- WERNER, D., T. ROCKENBACH & M.-L. HÖLSCHER (1991): Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonderer Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. – Tuexenia, 11: 73-107.
- WITTIG, R. (2002): Ferns in a new role as frequent constituent of railway flora in Central Europe. - Flora, 197: 341-350.
- TÜXEN, R.: persönliche Mitteilung (1978).

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Dietmar Brandes, Arbeitsgruppe für Vegetationsökologie,
Institut für Pflanzenbiologie der Technischen Universität Braunschweig
38023 Braunschweig
d.brandes@tu-braunschweig.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Brandes Dietmar

Artikel/Article: [Phytodiversität jüngerer Verkehrswege – Phytodiversity of recent transport infrastructure 135-146](#)