Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens

Veränderungen der Rheinuferflora im Bonner Stadtgebiet seit den 90er Jahren

Kosack, Lutz

2013

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-197321

Visual Library

Decheniana (Bonn) 166, 17–36 (2013)

Veränderungen der Rheinuferflora im Bonner Stadtgebiet seit den 90er Jahren

Changes in the flora of the Rhine Banks in the urban area of Bonn since the nineties

Lutz Kosack, Laura Fortmann, Sonja Laudan, Lucia Rütten & Bodo Maria Möseler

Kurzfassung: Flora und Vegetation an den Ufern großer Ströme unterliegen einer starken Dynamik aufgrund verschiedener Störeinflüsse, die den Lebensraum Flussufer fortwährend verändern und auf diese Weise immer wieder neue Besiedlungsmöglichkeiten schaffen. Diese Störungen sind zum einen anthropogener Art, wie etwa bauliche Eingriffe und Uferpflege, die heutzutage im Bonner Stadtgebiet vielerorts bis unmittelbar an das Ufer heranreichen. Sie führen mitunter zu intensiven strukturellen Umgestaltungen des Ufers und einer im Wesentlichen veränderten natürlichen Gewässerdynamik. Zum anderen sind selbst an solch stark überformten Flussabschnitten natürliche Einflüsse in der Lage die Ufervegetation mitzubestimmen. Hier sind vor allem die regelmäßigen Hochwasserereignisse zu nennen, die neben der Erosion unbefestigter Bereiche immer auch beträchtliche Nährstoffeinträge bedingen und große Diasporenmengen potentiellen Wuchsplätzen am Ufer zuführen.

Die vorliegende Darstellung ist das Ergebnis der Weiterführung der bereits an gleicher Stelle publizierten Bestandsaufnahmen von Hachtel et al. (1999). Es sollte überprüft werden, wie stark sich die Rheinufervegetation im Bonner Stadtgebiet innerhalb eines Jahrzehnts verändert hat. Dazu wurde im Jahr 2008 die Kartierung der Rheinufervegetation von Laudan & Rütten wiederholt, von Kosack 2011 ergänzt und ein Vergleich mit dem von Patzke & Stierwaldt (1960) erhobenen Arteninventar durchgeführt. Weiterhin ist die Konzeptionierung zukünftiger Untersuchungen der Ufervegetation Gegenstand der Untersuchungen.

Bereits zwischen den beiden aktuellen Aufnahmen zeigen sich große Unterschiede in der Artenzusammensetzung: nur 354 der 452 im Jahr 2008/11 gefundenen Arten kamen bereits 1995/98 vor. Seit 1960 sind insbesondere die Anteile an Neophyten, darunter auch invasive Arten, gestiegen. Ebenfalls ist eine leichte Zunahme thermophiler Taxa zu verzeichnen, während einige Arten der Phragmitetea verschwunden sind. Typische Stromtalarten sowie Nitrophyten zeigen hingegen eine bemerkenswerte Konstanz über den beobachteten Zeitraum. Viele der seit 1960 abgängigen Arten gelten heute in der Niederrheinischen Bucht als gefährdet.

Schlagworte: Auenvegetation, natürliche Dynamik, gefährdete Arten, Neophyten, invasive Arten, thermophile Arten, Nitrophyten

Abstract: The riparian flora and vegetation is subject to distinct dynamics because of different disturbances which constantly change habitats and create new colonization areas. On the one hand there are anthropogenic interferences like constructional interventions, which directly touch the river banks in many places in the urban area of Bonn, Germany. They may lead to intensive structural changes of the river banks and profoundly alter natural river dynamics. On the other hand even in such highly anthropogenic river sections natural impacts can influence the riparian habitats: regular flood events cause erosion and the input of nutrients as well as of a huge amount of diaspores.

The recent report is the result of the continuation of a survey published at this place by Hachtel et al. (1999). The aim was to check the floristic changes within one decade. Therefore in 2008 Laudan & Rütten repeated the inventory of the river banks within the area of Bonn. Additionally they compared their results with the older inventory of Patzke & Stierwaldt (1960).

Within the two latter inventories, conspicuous differences of the species composition are obvious: only 354 of the 452 species identified in 2008/11 were already recorded in 1995/98. Since 1960 predominantly the contingent of neophytes, invasive species among them, increased. Also a slight increase of thermophilous plant species is observable, whereas several species of the Phragmitetea disappeared. Though within the observed period typical river valley species show a remarkable constancy. In the Lower Rhine Basin a lot of the missing species are recently considered as endangered.

Keywords: riparian flora, natural dynamics, endangered species, neophytes, invasive species, thermophilous species, nitrophytes

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

1. Einleitung

Im Raum Bonn bestimmen heute – mehr als die besonderen klimatisch-geographischen Bedingungen des Untersuchungsgebietes am Rande der Niederrheinischen Bucht – anthropogene Einflüsse die Zusammensetzung von Flora und Vegetation. Bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts erfuhr die Rheinuferstruktur im Bonner Raum durch die der Errichtung von Deckwerken und in den Strom hineinragender Buhnen (Kribben) tiefgreifende Veränderungen. Etliche Eingriffe durch infrastrukturelle Baumaßnahmen, Freizeitnutzungen und weitere bauliche Aktivitäten bestimmen seitdem direkt und indirekt die Entwicklung der Rheinuferflora im Bonner Stadtgebiet (HACHTEL et al., 1999).

Aus diesem Grund stellt sich diese heute dar als ein *mixtum compositum* aus noch in Teilen erhaltener rezenter Auenvegetation und (xerotoleranter) Ruderal-, Trockenrasen- oder Felsvegetation, verbunden mit einer großen Zahl an Neophyten und Kulturfolgern, jedoch immer noch vereint mit einigen seltenen und gefährdeten Arten der Stromtäler.

Die Kartierung von HACHTEL et al. (1999) mit entsprechenden Befunden wurde zuletzt im Jahr 2008 durch LAUDAN & RÜTTEN (2009) wiederholt. Ziel dieser erneuten Untersuchung war es, mögliche Veränderungen im Artenspektrum zu ermitteln. Der Schwerpunkt des Interesses lag auf den gefährdeten sowie stromtaltypischen Arten. Besonderes Augenmerk wurde aber auch auf neophytische Sippen mit gesonderter Betrachtung der invasiven Arten, auf thermophile und nitrophytische Taxa gerichtet. In dieser Beziehung ebenfalls interessant ist ein Vergleich mit der weiter zurückliegenden Kartierung von PATZKE & STIERWALDT (1960), deren Angaben zwar räumlich weniger exakt sind als in den beiden aktuellen Arbeiten, die aber dennoch allgemeine Trendaussagen ermöglichen können.

2. Material und Methoden

In der Vegetationsperiode 2008 wurde eine floristische Kartierung der Rheinufer auf beiden Rheinseiten (R = rechtsrheinisch, L = linksrheinisch) im Bonner Raum sowie rechtsrheinisch im südlich angrenzenden Königswinterer Stadtgebiet zwischen Stromkilometer 642,5 und 659,5 durchgeführt; 2011 wurden die Kartierung von KOSACK überarbeitet und die Niedrigwasserbereiche bei günstigeren Wasserbedingungen nachkartiert. Diese Erfassung entsprach methodisch weitestgehend der Aufnahme von HACHTEL et al. (1999), welche aus den Jahren 1995 stammt und ebenfalls in einem Abstand von drei Jahren bei Niedrigwasser 1998 nachgearbeitet wurde. Es erfolgte eine rein qualitative Erfassung der in den Kartierungseinheiten (= KE) vorkommenden Arten.

Die Nomenklatur richtet sich nach BUTTLER (2012), die Bestimmung erfolgte nach ROTHMALER (2005), wobei sich für die exakte Bestimmung der *Salix*-Arten zudem LAUTENSCHLAGER (1989) als hilfreich erwies. Als Grenzen der KE wurden stromorthogonal die Markierungen der „halben und ganzen" Stromkilometer der Rheinkilometrierung definiert. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Stromkilometrierung sich an der Strommitte orientiert, so dass in Kurvenbereichen landseitig Abweichungen von den anvisierten 500 m Abständen entstehen (so ist z. B. bei km 653,5 bis 654,0 der rechte Uferabschnitt an Land nur 433 m lang). Stromparallel zum Fluss hin wurde als Grenze die (im Jahresverlauf schwankende) Wasserlinie und landseitig der erste befestigte Weg gewählt. Ein Unterschied zur Methodik von HACHTEL et al. (1999) bestand in dem Verzicht auf eine Aufnahme der Vegetation nördlich des Kemper Werths (Siegmündung), so dass im Jahr 2008 rechtsrheinisch statt 35 nur 34 KE untersucht wurden. Da das Gebiet des Graurheindorfer Hafens sowie aufgrund von Brückenbauarbeiten die unmittelbare Umgebung der Kennedy-Brücke nicht begangen werden konnten, war eine vollständige floristische Erfassung der betroffenen KE nicht möglich.

Die Einteilung des Untersuchungsgebiets in KE, die sich allein an der Stromkilometrierung orientiert, erwies sich für über die bloße Inventur der Rheinuferflora hinausgehende Untersuchungen als problematisch. Es resultieren bezüglich der Standortbedingungen zum Teil sehr heterogene KE, was in Verbindung mit den ausschließlich qualitativen Daten im Nachhinein nur begrenzt standörtliche sowie pflanzensoziologische Aussagen oder statistische Untersuchungen ermöglicht. Diesbezüglich ist bei künftigen Arbeiten vorgesehen, die Definition der KE anhand standörtlicher Gemeinsamkeiten auszuwählen, um homogene Bereiche zu erhalten, wie sie beispielsweise auch für Zeigerzahlenuntersuchungen gefordert werden (ELLENBERG et al., 1992).

Eine erste Annäherung an eine solche Einteilung wurde bereits vorgenommen (FORTMANN, 2010) und wird derzeit durch KOSACK fortgeführt.

Nachteilig bei der Einführung einer neuen Kartierungsmethodik ist jedoch die nur noch bedingte Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denjenigen der bislang erfolgten Aufnahmen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

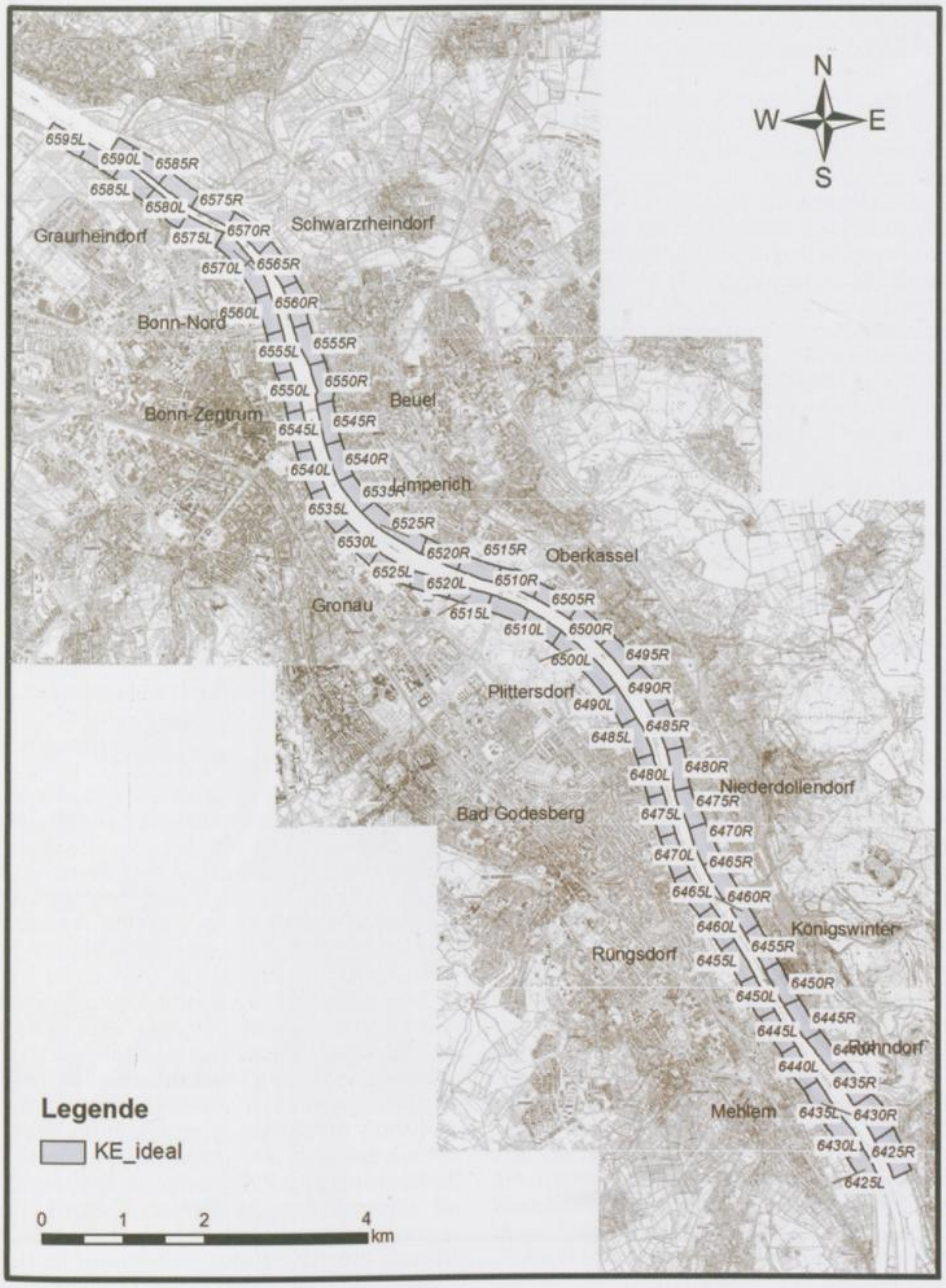

Abbildung 1. Einteilung des Kartierungsgebiets in Kartierungseinheiten (KE), benannt nach den Stromkilometern in 500 m Abschnitten (FORTMANN, 2010).

Figure 1. Division oft he mapping area into mapping units (KE) named by the rivers kilometrages based on 500 m subunits (FORTMANN, 2010).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

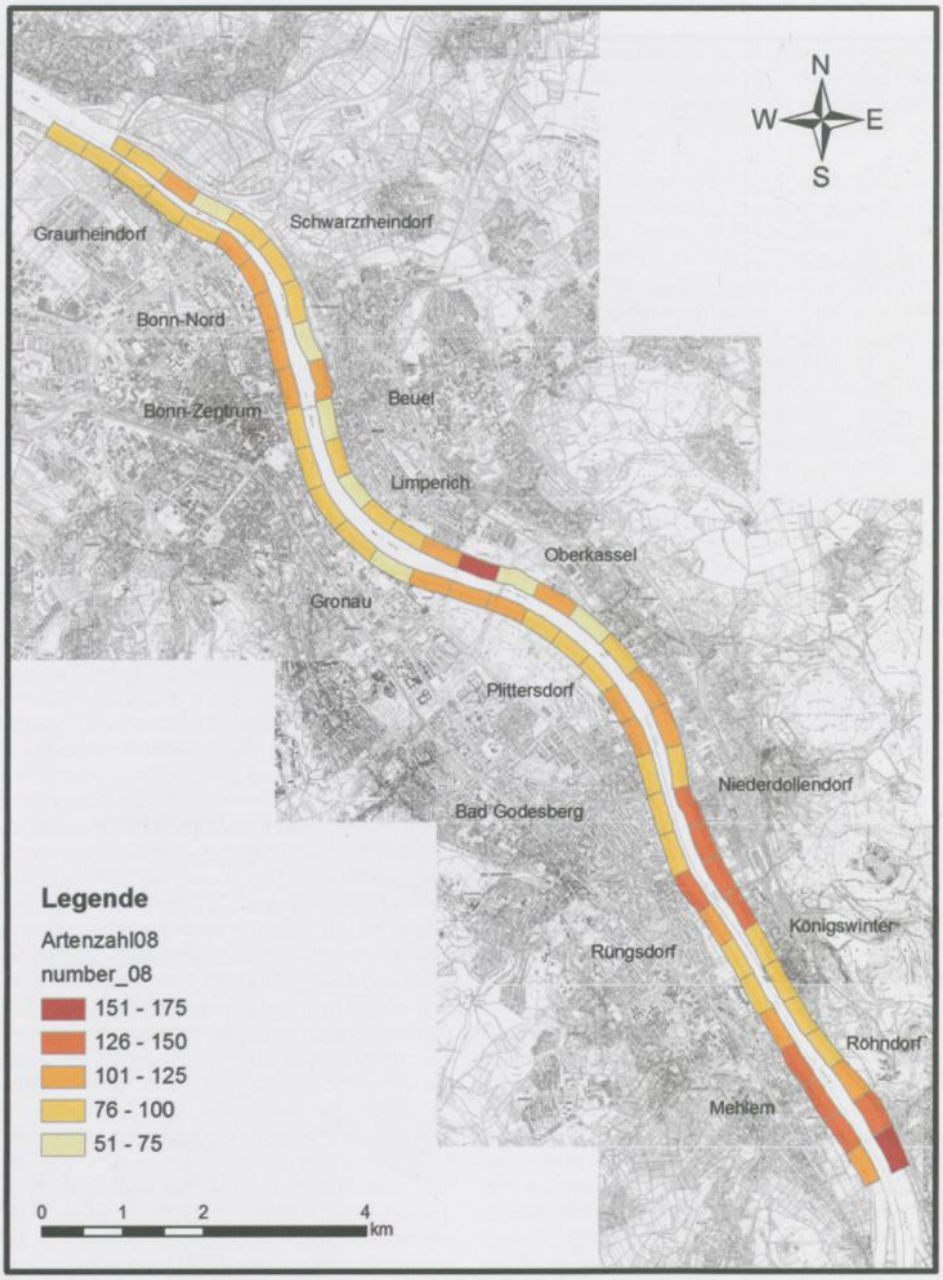

Abbildung 2. Artenzahlen im Jahr 2008 (FORTMANN, 2010).
Figure 2. Species numbers in 2008 (FORTMANN, 2010).

LAUDAN & RÜTTEN (2009) erstellten anhand der eigenen Kartierungsergebnisse sowie der Angaben von HACHTEL et al. (1999) und PATZKE & STIERWALDT (1960) eine umfangreiche Datenbank zum Vorkommen der Arten in den KE. Dabei wurde die nur eingeschränkte Verwendbar-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

keit der 1960er-Kartierung berücksichtigt. Zusätzlich wurden in diese Datenbank unter anderem folgende Artmerkmale aufgenommen: Zeigerwerte nach Ellenberg (Ellenberg et al., 1992), chorologische Angaben und syntaxonomische Zuordnung (Oberdorfer, 1990), regionale Verbreitung (Haeupler et al., 2003), Gefährdung (Raabe et al, 2010), Ludwig & Schnittler, 1996), Status und Hemerobie (Bundesamt für Naturschutz (FloraWeb), 2010).

Nicht für alle der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten lagen Zeigerwerte vor. Vereinfachend wurden daher die betroffenen Arten nicht in entsprechenden Untersuchungen (Kap. 3.7. und 3.8.) berücksichtigt. Die Angaben zu den Anteilen der Zeigerwerte beziehen sich dennoch auf die Gesamtartenzahl, was zu geringfügig niedrigeren Werten führen kann.

Die Visualisierung der Ergebnisse wurde mithilfe von ESRI ArcGIS Desktop 9.3 (ArcInfo) auf Basis der Deutschen Grundkarte 1:5.000 (DGK5) mit freundlicher Genehmigung der Stadt Bonn vorgenommen (Abb. 1).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Artenzahlen und Stetigkeiten

Artenzahlen

Im Jahr 2008/11 umfasste das gesamte Kartierungsgebiet 452 Arten, wobei es sich um 448 Blütenpflanzen, zwei Farn-Arten und zwei Schachtelhalm-Arten handelte (Moose, Flechten und Pilze wurden nicht erfasst). Von Patzke & Stierwaldt (1960) wurden 183 Arten genannt, deren Vorkommen für das Rheinufer sicher belegt ist, sowie weitere 199 Arten, deren Auftreten in den Uferbereichen nicht explizit erwähnt wurde, jedoch sehr wahrscheinlich ist. Daraus lässt sich auf eine ungefähre Zahl von 382 im Jahr 1960 am Bonner Rheinufer vorkommender Arten schließen (Laudan & Rütten, 2009). Die Untersuchungen von Hachtel et al. (1999) ergaben eine Sippenzahl von 416, wobei die Autoren selber von einer Mindestangabe sprechen, was ebenfalls die Daten von 1960 betrifft. Insofern sind folgende Auswertungen mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, können aber die prinzipiellen Entwicklungen gut wiedergeben.

2008 ließ sich für 82 Arten der Liste von Patzke & Stierwaldt kein Nachweis erbringen, dagegen konnten 152 Zugänge seit 1960 gefunden werden. Auch im Vergleich mit der erst wenige Jahre zurückliegenden Kartierung von Hachtel et al. zeigen sich große Unterschiede in der Artenzusammensetzung: Es sind immerhin 98 Zugänge und 62 Abgänge zu verzeichnen. Dies deutet auf eine ausgeprägte Dynamik (species turn over) und einen hohen Anteil an Einzelfunden hin.

Die mittlere Artenzahl pro KE lag im Jahr 2008 bei 102. Besonders fallen aufgrund ihrer überdurchschnittlich hohen Alpha-Diversität die KE 651,5R im rechtsrheinischen Rheinauenpark nördlich der Südbrücke (152 Arten) und 642,5R, die südlichste KE der rechten Rheinseite, mit 171 Arten auf (Abb. 2). Beide KE zeichnen sich durch eine hohe Heterogenität u.a. in Bezug auf Uferneigung und Beschattung aus, sind teilweise von Galeriebeständen gesäumt und weisen bei Niedrigwasser relativ breite, trocken fallende Flächen auf. Insbesondere KE 642,5R bietet aufgrund der vorhandenen Kribben vielfältige Einnischungsmöglichkeiten (Brandes 1998).

Laudan & Rütten (2009) stellen fest, dass die meisten Arten in den naturnahesten Bereichen im Süden des Gebietes auf beiden Rheinseiten (Bonn-Mehlem, Rhöndorf) sowie bei Niederdollendorf und Limperich vorkommen. Dies führen sie zum einen auf die oft große Breite der von ihnen als „naturnah" charakterisierten KE, zum anderen auf den auch in diesen Bereichen ausgeprägten anthropogenen Einfluss zurück, der eine zunehmende Ruderalisierung bewirkt und auch Neophyten gegenüber der ursprünglichen Auenvegetation begünstigt.

Sehr wenige Arten wurden u. a. in den KE 650,0R bei Oberkassel und 657,5R nördlich der Friedrich-Ebert-Brücke (58 bzw. 61 Arten) kartiert. Die Artenarmut der KE bei Oberkassel ist nicht verwunderlich, da es sich bei dieser nur um eine direkt an die Wasserlinie grenzende, von Gebüsch durchsetzte Steinschüttung handelt, bevor sich gemähte Rasenflächen unmittelbar anschließen. Die letztgenannte KE dagegen gehört zu dem unter Naturschutz stehenden Bereich zwischen Friedrich-Ebert-Brücke und Siegmündung (657,0R bis 659,0R), dessen übrige KE ebenfalls zum größten Teil unterdurchschnittliche Artenzahlen aufweisen. Diese geringen Artenzahlen sind erstaunlich, bedenkt man, dass es sich hier um einen im Vergleich mit der restlichen Kartierungsfläche infolge der Hochwasserwirkung und des relativ naturnahen Umfeld dynamischere Standorte handeln sollte.

Von Hachtel et al. (1999) wurden folgende Ufertypen unterschieden: Promenadenufer, Sandufer, Basaltpackungen (d. h. mit Wasserbausteinen gesicherte Ufer) (Abb. 3). Man könnte erwarten, dass „Promenadenufer" mit ihren steilen Mauerwerken deutlich niedrigere Artenzahlen aufweisen als „Sandufer", da sie aufgrund ihrer geringen ebenen Flächen, nur in ge-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

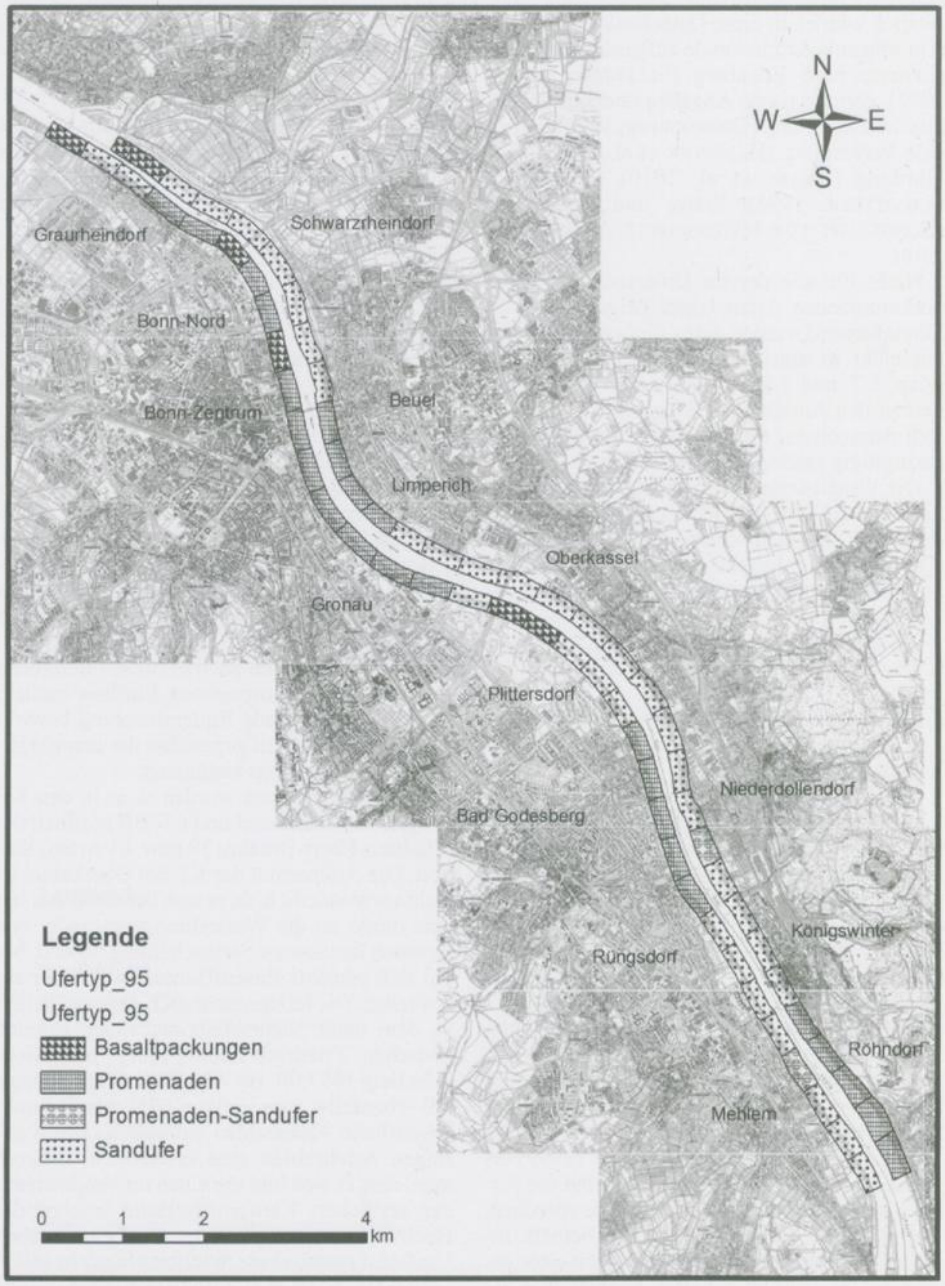

Abbildung 3. Ufertypen nach HACHTEL et al. (1999) (FORTMANN, 2010).
Figure 3. Types of river banks following Hachtel et al. (1999) (FORTMANN, 2010).

ringer Menge Substrat und damit Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit für den Wuchsraum zur Verfügung stellen können. Für einzelne Promenadenufer-KE bei Bad Godesberg, Bonn-Zentrum, Königswinter und Beuel trifft diese Annahme zwar zu, sie kann jedoch nicht durch-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 1. Arten der Stetigkeitsklasse V, ihre Frequenz und syntaxonomische Klasse.
Table 1. Species of consistency class V, their frequency and syntaxonomical class.

Arten der Stetigkeitsklasse V (56 bis 69 KE)	Frequenz	Syntax. Klasse
Populus x canadensis	66	Ohne Klassenbindung
Artemisia vulgaris s. str.	65	Artemisietea
Achillea millefolium	64	Molinio-Arrhenatheretea
Rorippa sylvestris	64	Agrostietea
Tanacetum vulgare	64	Artemisietea
Phalaris arundinaceae	63	Phragmitetea
Festuca arundinacea	62	Agrostietea
Taraxacum officinale agg.	62	Ohne Klassenbindung
Urtica dioica	62	Artemisietea
Achillea ptarmica	61	Molinio-Arrhenatheretea
Lythrum salicaria	60	Molinio-Arrhenatheretea
Solidago gigantea	60	Artemisietea
Rubus caesius	59	Artemisietea
Hypericum perforatum	58	Trifolio-Geranietea
Vicia cracca	58	Molinio-Arrhenatheretea
Conyza canadensis	57	Chenopodietea
Leontodon autumnalis	57	Molinio-Arrhenatheretea
Convolvulus arvensis	56	Agropyretea
Rumex crispus	56	Agrostietea

gängig bestätigt werden, was sich in den Mittelwerten und Medianen der Ufertypen für die Artenzahlen widerspiegelt. Dies liegt sicherlich darin begründet, dass einige als Promenadenufer eingeordnete KE keine reinen Promenadenufer sind, sondern zusätzlich andere Standorttypen auf vorgelagerten Flächen aufweisen. Insofern sind diese Ergebnisse mit einer verfeinerten Clusteranalyse der Ufertypen zu überprüfen.

Die mittlere Artenzahl pro KE hat sich seit der Kartierung von HACHTEL et al. (95 Arten) leicht erhöht. Viele der KE, die 1995/1998 eine überdurchschnittlich hohe Artenvielfalt aufwiesen, fielen auch 2008/2011 dahingehend auf.

Vor allem im Bereich der Kennedy-Brücke (Stromkilometer 654,5) jedoch konnten 2008 deutlich weniger Sippen (linksrheinisch 77 statt vormals 115 Arten, rechtsrheinisch 73 statt 88) nachgewiesen werden, was auf die Bauarbeiten zurückzuführen ist, die den Zugang zu Teilen der KE verhinderten. Der umgekehrte Effekt, nämlich der Anstieg der Artenzahl (von 77 auf 109) im Bereich der alten Zementfabrik („Bonner Bogen", Stromkilometer 650,5 rechtsrheinisch) ist ebenfalls durch Bauarbeiten zu erklären: Hier wurde an der steil zum Ufer abfallenden Böschung ein etwa fünf Meter breiter Streifen mit Erdmaterial aus der Baugrube bedeckt, was mit großer Wahrscheinlichkeit die Keimung darin enthaltener Diasporen förderte und einen geeigneten Standort für Ruderalarten darstellte. Warum die direkt benachbarte KE dagegen hohe Arteinbußen zu verzeichnen hat, ist unklar.

Stetigkeiten

2008 waren 19 Arten in mehr als 80 % der KE aufzufinden und somit der Stetigkeitsklasse V zuzuordnen (Tab. 1). Diese das Rheinufer flo-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 2. Als gefährdet in der NRB ausgewiesene Arten, die 2008 im Untersuchungsgebiet vorkamen, ihre Gefährdungskategorien: 3 = gefährdet; 2 = stark gefährdet; 1 = vom Aussterben bedroht; R = durch extreme Seltenheit gefährdet; 0 = ausgestorben oder verschollen; S = durch Schutzmaßnahmen gleich, geringer oder nicht mehr gefährdet; Einzelfunde sind grau hinterlegt, ihre Frequenz und ihre Zugehörigkeit zu den Stromtalarten.

Table 2. As „endangered" classified species (NRB) proven in 2008, their threat categories: 3 = endangered; 2 = highly endangered; 1 = in danger of extinction; R = endangered by extreme rarity; 0 = extinct or missing; S = due to protection equal, less or not longer endangered; single record are remarked with a gray background.

Artname	NRW	Gefährdungskategorie (Rote Liste NRB)	Frequenz 2008 (Anzahl KE)	Typische Auen- bzw. Stromtalart?
Acinos arvensis	3	3	1	
Agrostemma githago	0	0	1	
Allium scorodoprasum	3	3	3	x
Anthemis tinctoria	3	G	1	
Aquilegia vulgaris	3	0	2	
Aristolochia clematitis	3	3	11	
Butomus umbellatus	3	–	3	
Campanula rotundifolia	–	3	10	
Dianthus armeria	3	2	1	
Diplotaxis muralis	2	2	3	
Epilobium palustre	3	3	3	
Equisetum ramosissimum	2	2	1	
Erysimum virgatum	3	2	3	
Euphorbia palustris	2	2	1	x
Euphorbia seguieriana	2	1	1	
Falcaria vulgaris	3	x	1	
Galeopsis segetum	3	2	1	
Geranium pratense	–	3	3	x
Lactuca virosa	3	3	11	
Malva alcea	3	2	1	
Medicago falcata	3	3	14	
Myosotis ramosissima	3	–	2	
Pulicaria vulgaris	3	3	5	x
Rumex scutatus	3	3	1	
Sherardia arvensis	3	3	1	
Salvia pratensis	3S	3	1	
Silaum silaus	3	3S	8	
Silene baccifera	3	3	1	x
Stachys recta	3	2	1	
Stellaria palustris	3	1	1	
Teucrium botrys	3	-	1	
Thalictrum flavum	3	3	37	x
Thalictrum minus	2	2	1	
Ulmus glabra	3	2	6	
Ulmus minor	3	2	31	x
Veronica maritima	2	1	1	x
Veronica teucrium	3S	2	2	
Viola tricolor	3	3	1	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 3. Arten, die 2008 als gefährdet (in NRB) eingestuft sind und in mindestens einer der drei Aufnahmen für das Gebiet beschrieben wurden.

Table 3. Species in 2008 classified as „endangered" (in NRB) and at least proven in one of the three mentioned inventories.

Nr.	Art	1960	1995	2008
1	*Acinos arvensis*	ja	ja	ja
2	*Agrostemma githago*			ja
3	*Alchemilla vulgaris agg.*	?	ja	
4	*Allium oleraceum*	ja		
5	*Allium scorodoprasum*	ja	ja	ja
6	*Alyssum alyssoides*	ja		
7	*Anthemis tinctoria*	ja	ja	ja
8	*Aquilegia vulgaris*		ja	ja
9	*Aristolochia clematitis*	ja	ja	ja
10	*Artemisia absinthium*	ja		
11	*Berberis vulgaris*		ja	
12	*Betonica officinalis*	ja		
13	*Bidens cernuus*	ja		
14	*Bolboschoenus maritimus*	ja		
15	*Briza media*	ja		
16	*Bromus racemosus*	ja		
17	*Campanula rotundifolia*	ja	ja	ja
18	*Carex disticha*	ja		
19	*Carex vesicaria*	ja		
20	*Corrigiola litoralis*	ja	ja	
21	*Crepis foetida*	ja		
22	*Dianthus armeria*	?		ja
23	*Dianthus deltoides*	ja		
24	*Diplotaxis muralis*	ja	ja	ja
25	*Epilobium palustre*		ja	ja
26	*Equisetum ramosissimum*	?	ja	ja
27	*Erysimum virgatum*	(ja)	ja	ja
28	*Euphorbia seguieriana*	ja	ja	ja
29	*Euphorbia stricta*	ja		
30	*Filago arvensis*	ja		
31	*Filago germanica*	ja		
32	*Galeopsis segetum*			ja
33	*Gratiola officinalis*	(ja)	ja	
34	*Gypsophila muralis*	ja		
35	*Holandrea carvifolia*	ja		
36	*Koeleria macrantha*	ja		
37	*Lactuca virosa*			ja
38	*Leersia oryzoides*	ja		
39	*Malva alcea*	?		ja
40	*Medicago falcata*	ja	ja	ja
41	*Minuartia hybrida*	ja		
42	*Poa bulbosa*		ja	
43	*Populus nigra*	ja		
44	*Pulicaria vulgaris*	ja	ja	ja
45	*Rumex scutatus*	ja	ja	ja
46	*Salvia pratensis*	ja	ja	ja
47	*Scabiosa columbaria*	ja		
48	*Senecio sarracenicus*	ja		
49	*Sherardia arvensis*			ja
50	*Silaum silaus*	(ja)	ja	ja
51	*Silene baccifera*		ja	ja
52	*Sium latifolium*	ja		
53	*Stachys recta*	ja	ja	
54	*Stellaria palustris*	ja		ja
55	*Thalictrum flavum*	ja	ja	ja
56	*Thalictrum minus*	ja	ja	ja
57	*Trifolium fragiferum*	ja		
58	*Turritis glabra*	ja		
59	*Ulmus glabra*			ja
60	*Ulmus minor*	(ja)	ja	ja
61	*Valerianella carinata*	?	ja	
62	*Veronica agrestis*	?	ja	
63	*Veronica maritima*	ja		ja
64	*Veronica praecox*	ja		
65	*Veronica teucrium*	ja	ja	ja
66	*Viola tricolor*			ja

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ristisch prägenden Arten stammen hauptsächlich aus den Klassen der Artemisietea, Molinio-Arrhenatheretea und Agrostietea. Hingegen waren die Klassen der Phragmitetea, Chenopodietea, Agropyretea und Trifolio-Geranietea jeweils nur mit einer Art vertreten.

Medicago lupulina wurde 2008 in 52 KE (Stetigkeitsklasse IV) nachgewiesen, von HACHTEL et al. jedoch nicht am Rheinufer kartiert, während es sich bei *Trifolium campestre* genau entgegengesetzt verhält: 1995/1998 noch mit hoher Stetigkeit erwähnt, kam *T. campestre* 2008 nur in einer KE vor, was auf eine Verwechslung dieser beiden Arten im Jahr 1995/1998 schließen lässt.

3.2. Gefährdete (und seltene) Arten

Im Untersuchungsgebiet finden sich insgesamt 35 Arten, die in der Roten Liste der Gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in NRW (RAABE et al., 2010) für die Niederrheinische Bucht (= NRB) als gefährdet ausgewiesen sind (Tab. 2). Hierbei ist allerdings bei der Kornrade (*Agrostemma githago*) und der Gemeinen Akekei (*Aquilegia vulgaris*) von einer naturschutzfachlich nicht relevanten Verschleppung auszugehen, so dass mit 33 Arten der Roten Liste ca. 7 % des Gesamtarteninventars als gefährdet gelten. Allein 20 dieser Arten wurde nur in einer KE kartiert, einzelne Arten erreichten dagegen eine bemerkenswerte Stetigkeit: die Gelbe Wiesenraute (*Thalictrum flavum*) und die Feld-Ulme (*Ulmus minor*) (jeweils Stetigkeitsklasse III). Insgesamt acht gefährdete Sippen, die im Jahr 2008 nachgewiesen wurden, gehören zu den typischen Stromtalarten.

1995/98 konnten nur 28 (6 % des Gesamtarteninventars) heute in der NRB als gefährdet eingestufter Sippen gefunden werden, während es im Jahr 1960 noch 51 Arten (13 %) waren.

Nur 17 der insgesamt 66 in den drei Aufnahmen kartierten heute gefährdeten Arten wurden in allen Untersuchungen nachgewiesen (Tab. 3). Der Wandel in der Artenzusammensetzung der Rote-Liste-Arten seit 1995/1998 ist vor allem auf Einzelfunde zurückzuführen, die für die naturschutzfachliche Bewertung der Flora des Rheinufers von geringer Bedeutung sind.

Unter den Abgängen seit 1960 finden sich viele Feuchte- bzw. Überschwemmungszeiger sowie Zeiger für Wechselfeuchte, aber auch Arten mit hohen Temperaturzahlen, die auf starke Besonnung angewiesen sind. Am Oberrhein ist nach HÜGIN (1981) deren Verschwinden auf einen „deutlichen Rückgang der periodischen hohen und das Ausbleiben der regelmäßigen tiefen Wasserstände zurückzuführen". Außerdem hat die Beschattung des Ufers durch aufkommende Gebüsche und Einzelgehölze im Laufe der Jahre zugenommen.

Tabelle 4. Anzahl der Arten in den syntaxonomischen Klassen in den verschiedenen Kartierungen.

Table 4. Number of species of specific syntaxonomical classes within different mapping projects.

Syntaxonomische Klasse	1960	1995	2008
Artemisietea	58	56	63
Chenopodietea	28	35	41
Festuco-Brometea	17	11	15
Molinio-Arrhenatheretea	44	33	41
Querco-Fagetea	28	33	41
Sedo-Scleranthetea	18	15	18
Trifolio-Geranietea	11	9	11
Epilobietea	5	5	4
Bidentetea	13	9	9
Agropyretea	10	10	9
Agrostietea	15	12	14
Plantaginetea	5	7	7
Phragmitetea	24	11	13
Secalietea	5	6	8
Salicetea	2	6	7
Andere Klassen	18	14	16
Ohne Klassenbindung	81	144	135
Summe	382	416	452

3.3. Syntaxonomische Zuordnung

Rund 70 % der 2008 gefundenen Arten lassen sich eindeutig einer syntaxonomischen Klasse zuordnen. Davon entfallen die meisten Arten (ca. 60 % der Gesamtartenzahl) auf die Artemisietea, Chenopodietea, Molinio-Arrhenatheretea und Querco-Fagetea.

Den für Auenstandorte typischen Agrostietea, Phragmitetea, Bidentetea und Salicetea können insgesamt lediglich 43 Sippen zugeordnet werden, was nur etwa 10 % der berücksichtigten Arten entspricht, während es bei den Aufnahmen von PATZKE & STIERWALDT (1960) noch 14 % waren (Tab. 4). Seitdem zeigten sich wesentliche Abnahmen der Artenzahlen vor allem in der Klasse der Phragmitetea (- 11Arten).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 5. Stromtalarten in den verschiedenen Kartierungen.
Table 5. Riparian species within different mapping projects.

	Stromtalarten 1960/ 2008		Zugänge 1960–2008		Abgänge 1960–2008
1	*Allium scorodoprasum*	1	*Althaea officinalis*	1	*Arctium tomentosum*
2	*Alopecurus geniculatus*	2	*Barbarea stricta*	2	*Corrigiola litoralis*
3	*Barbarea vulgaris*	3	*Chenopodium ficifolium*	3	*Gratiola officinalis*
4	*Brassica nigra*	4	*Euphorbia palustris*	4	*Leersia oryzoides*
5	*Carduus crispus*	5	*Geranium pratense*	5	*Senecio sarracenicus*
6	*Chaerophyllum bulbosum*	6	*Rorippa austriaca*	6	*Sium latifolium*
7	*Cruciata laevipes*	7	*Rorippa x anceps*	7	*Trifolium fragiferum*
8	*Cuscuta europaea*	8	*Rumex thyrsiflorus*		
9	*Cuscuta lupuliformis*	9	*Salix viminalis*		
10	*Eryngium campestre*	10	*Silene baccifera*		
11	*Erysimum cheiranthoides*	11	*Verbascum phlomoides*		
12	*Erysimum virgatum*				
13	*Euphorbia esula*				
14	*Festuca arundinacea*				
15	*Ficaria verna*				
16	*Inula britannica*				
17	*Melilotus altissimus*				
18	*Poa palustris*				
19	*Potentilla supina*				
20	*Pulicaria vulgaris*				
21	*Rorippa amphibia*				
22	*Rumex hydrolapathum*				
23	*Rumex palustris*				
24	*Saponaria officinalis*				
25	*Symphyotrichum x salignum*				
26	*Tanacetum vulgare*				
27	*Thalictrum flavum*				
28	*Thalictrum minus*				
29	*Veronica maritima*				

Vor allem haben die Klassen der Chenopodietea und Querco-Fagetea eine Zunahme der Artenzahlen erfahren (jeweils + 13 Arten), die bereits 1995 erkennbar war. Besonders auffällig ist das vermehrte Vorkommen von Arten, die keiner Klasse zugeordnet werden können, was sich durch die zunehmende Zahl an Neophyten sowie Kultur- und Gartenflüchtlingen erklären lässt.

3.4 Stromtalarten

Der Anteil der Stromtalarten (aus OBERDORFER (1990)) an der Gesamtartenzahl unterschied sich bei den drei herangezogenen Kartierungen kaum. Insgesamt fanden sich bei PATZKE & STIERWALDT 36 Stromtalarten (9,4 %), 1995 wurden 32 (7,7 %) typische Arten der Stromtäler im Gebiet kartiert und 2008 waren es mit 40 Sippen 8,8 % des Gesamtarteninventars (Tab. 5).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

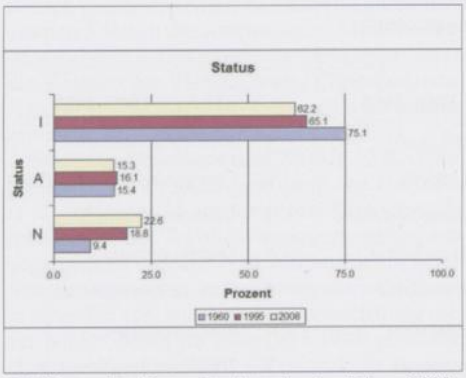

Abbildung 4. Status der Arten in den Jahren 2008, 1995 und 1960 (I= Indigene Art; A = Archäophyt; N = Neophyt).

Figure 4. Status of species Arten in 2008, 1995 und 1960 (I = indigenous species; A = Archaeophyt; N = Neophyt).

Auch die qualitative Zusammensetzung dieser Artengruppe blieb über die Jahre recht konstant: Immerhin 27 Stromtalarten konnten in allen drei Aufnahmen am Rheinufer nachgewiesen werden. Unter den im Jahr 2008 kartierten Stromtalarten fanden sich acht Arten, die in der Roten Liste der NRB vertreten sind (Tab. 2).

Seit 1960 sind elf Zugänge zu verzeichnen. Unter den Zugängen zwischen 1960 und 1995 findet sich *S. viminalis*, die von PATZKE & STIERWALDT erstaunlicherweise nur für die Sieg erwähnt wird, nicht aber für den Rhein. *Salix x rubens* wurde bei den Kartierungen 1995 und 2008 nicht differenziert, stellt sich bei der Nachkartierung 2011 aber als häufig heraus. Sieben typische Stromtalarten konnten nach 1960 nicht mehr am Rhein nachgewiesen werden. Das Verschwinden der mittlerweile in vielen Teilen Deutschlands vom Aussterben bedrohten *Populus nigra* ist durch die Anpflanzung des robusten und hochwüchsigen Hybriden *Populus x canadensis* zu erklären.

Die nitrophytische und längere Überflutungen tolerierende Art *Symphyotrichum x salignum* ist eine Kreuzung aus *Symphyotrichum lanceolatum* und *Symphyotrichum novi-belgii*, die seit dem 18. Jahrhundert zerstreut verwildert und als eigene Form in Staudenfluren und an Ufern eingebürgert ist. Sie kommt in den Aufnahmen von 2008 in 51 KE vor. Da die Astern 1995 nicht über die Artengruppe (*Symphyotrichum novi-belgii* agg.) hinaus bestimmt wurden, die Art jedoch auch von PATZKE & STIERWALDT für das Gebiet erwähnt ist, liegt die Vermutung nahe, dass es sich auch 1995 um *Symphyotrichum x salignum* handelte.

Es ist nachvollziehbar, dass einige Promenadenufer (von Bonn-Zentrum bis zur Gronau sowie von Beuel bis Limperich und bei Oberkassel) deutlich weniger typische Stromtalarten beherbergen als Bereiche mit ansatzweise intakter Hydrodynamik.

3.5. Status und Neophyten

Die meisten (63 %) der 2008 im Gebiet kartierten Arten sind einheimisch. Neophyten sind mit einem Anteil von etwa 23 % vertreten und übertreffen somit noch die Archaeophyten mit 14 %, was nicht verwundert, sind Flussauen doch seit jeher für ihren Reichtum an neophytischen Arten bekannt (SCHMITZ & LÖSCH, 2005). Unter den Einzelfunden gibt es zahlreiche Zier- und Nutzpflanzen wie z. B. *Cucurbita maxima*, *Solanum tuberosum* und *Tulipa gesneriana*, deren Vorkommen auf das Abladen von Gartenabfällen in Ufernähe zurückzuführen ist.

Der Hauptanteil der 2008 kartierten Neophyten stammt aus Nordamerika. Neben der klimatischen Gunst des Bonner Raumes könnte ein Zusammenhang zwischen der Einwanderungsgeschichte und der Lage des Untersuchungsgebietes im Westen Deutschlands angenommen werden, da die aus der neuen Welt stammenden Pflanzen vermutlich zunächst in den westlich gelegenen Häfen und Landesteilen auftauchen (SCHMITZ & LÖSCH, 2005). Auffallend ist der geringe Anteil europäischer und afrikanischer Arten.

Die Anteile einheimischer, archaeophytischer und neophytischer Sippen, die in den beiden jüngeren Kartierungen festgestellt wurden, unterscheiden sich kaum (Abb. 4). Stellt man dagegen den Vergleich mit der Aufnahme von PATZKE & STIERWALDT (1960) an, zeigt sich eine stetige Abnahme des Anteils einheimischer Arten bei konstantem Anteil archaeophytischer Sippen, während die Anzahl der Neophyten im Gebiet seitdem deutlich angestiegen ist: Waren 1960 9,4 % der kartierten Sippen (d. h. 36 Arten) neophytisch, hat deren Anteil bis 1995 stark zugenommen (18,8 %, d. h. 78 Arten). 2008 sind es bereits 22,6 % (d. h. 102 Arten) des derzeitigen Gesamtarteninventars. 30 der von PATZKE & STIERWALDT am Rheinufer nachgewiesenen 36 Neophyten haben sich bis heute am Rheinufer gehalten (Tab. 6). Es wird in Zukunft in Zusammenhang mit dem aktuellen Klimatrend eine weitere Etablierung verschiedener Neophytenarten abzuwarten sein (SCHMITZ & LÖSCH, 2005).

Einige neophytische Arten, insbesondere die als invasiv beschriebenen (Kap. 3.6), zeigten ei-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 6. Neophytische Arten in den verschiedenen Kartierungen.
Table 6. Neophytic species within different mapping projects.

Neophyten 1960/1995/2008	Neophyten 1995 und 2008	Neophyten nur 2008
1 *Berteroa incana*	1 *Acer negundo*	1 *Alcea rosea*
2 *Bidens frondosa*	2 *Acer saccharinum*	2 *Ambrosia artemisiifolia*
3 *Brassica nigra*	3 *Aesculus hippocastanum*	3 *Artemisia verlotiorum*
4 *Bunias orientalis*	4 *Ailanthus altiissimus*	4 *Atriplex micrantha*
5 *Cuscuta gronovii*	5 Amaranthus agg.	5 *Avena sativa*
6 *Cymbalaria muralis*	6 *Amaranthus emarginatus*	6 *Calendula officinalis*
7 *Cynodon dactylon*	7 *Amelanchier lamarckii*	7 *Carthamus tinctorius*
8 *Datura stramonium*	8 *Armoracia rusticana*	8 *Catalpa bignonioides*
9 *Diplotaxis muralis*	9 *Brassica napus*	9 *Chaenomeles japonica*
10 *Diplotaxis tenuifolia*	10 *Buddleja davidii*	10 *Chenopodium strictum*
11 *Echinops sphaerocephalus*	11 *Cotoneaster horizontalis*	11 *Cornus alba*
12 *Erigeron annuus*	12 *Cucurbita pepo*	12 *Crataegus crus-galli*
13 *Erigeron canadensis*	13 *Eragrostis minor*	13 *Deutzia scabra*
14 *Fallopia japonica*	14 *Helianthus annuus*	14 *Dianthus giganteus*
15 *Galinsoga parviflora*	15 *Heracleum mantegazzianum*	15 *Dysphania ambrosioides*
16 *Galinsoga quadriratiata*	16 *Juncus tenuis*	16 *Fallopia baldschuanica*
17 *Geranium pyrenaicum*	17 *Linum usitatissimum*	17 *Geranium nodosum*
18 *Helianthus tuberosus*	18 *Mahonia aquifolium*	18 *Hemerocallis fulva*
19 *Impatiens glandulifera*	19 *Malus domestica*	19 *Laburnum anagyroides*
20 *Impatiens parviflora*	20 *Oxalis stricta*	20 *Lepidium latifolium*
21 *Lepidium draba*	21 *Parthenocissus inserta*	21 *Mentha spicata*
22 *Matricaria discoidea*	22 *Parthenocissus tricuspidata*	22 *Morus alba*
23 *Medicago x varia*	23 *Phalaris canariensis*	23 *Oxalis corniculata*
24 *Oenothera biennis* agg.	24 *Platanus x hispanica*	24 *Persicaria pennsylvanica*
25 *Panicum miliaceum*	25 *Populus x canadensis*	25 *Physalis peruviana*
26 *Robinia pseudoacacia*	26 *Quercus rubra*	26 *Pterocarya fraxinifolia*
27 *Solidago canadensis*	27 *Rosa rugosa*	27 *Salix x sepulchralis*
28 *Veronica filiformis*	28 *Senecio inaequidens*	28 *Sisymbrium irio*
29 *Veronica persica*	29 *Setaria italica*	29 *Solanum sarrochoides*
30 *Vicia sativa*	30 *Solanum lycopersicum*	30 *Sorghum bicolor*
	31 *Solidago gigantea*	31 *Symphyotrichum lanceolatum* agg.
	32 *Sorbus intermedia*	32 *Syringa vulgaris*
	33 *Symphoricarpos albus*	33 *Tropaeolomum majus*
	34 *Symphyotrichum novi-belgii* agg.	34 *Verberna rigida*
	35 *Triticum aestivum*	35 *Vicia grandiflora*
	36 *Xanthium saccharatum*	36 *Zea mays*

Nur 1960 aufgetreten	*Nur 1995 aufgetreten*
1 *Acorus calamus*	1 *Antirrhinum majus*
2 *Bromus racemosus*	2 *Cucurbita maxima*
3 *Coriandrum sativum*	3 *Ficus carica*
4 *Gernium rotundifolum*	4 *Lathyrus latifolius*
5 *Helianthus decapetalus*	5 *Lycium chinense*
6 *Mentha x rotundifolia*	6 *Philadelphus coronarius*
	7 *Pseudofumaria lutea*
	8 *Pyracantha coccinea*
	9 *Salix matsuana 'tortuosa'*
	10 *Tilia x euchlora*
	11 *Tulipa x gesneriana*
	12 *Viola odorata*

ne deutliche Frequenzsteigerung seit der Kartierung von HACHTEL et al. Die Problematik der auch in den vorliegenden Untersuchungen erkennbaren starken Zunahme von *Erigeron canadensis* (Frequenzsteigerung von 41 auf 57 KE seit 1995/1998) wird in der Literatur viel diskutiert. Die Art zählt bezüglich ihrer flächenmäßigen Verbreitung zu den erfolgreichsten Ne-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 7. Arten, die 1995 und/oder 2008 im Kartierungsgebiet vorkamen und vom Internet-Service „Neoflora" des BfN derzeit als invasive oder potentiell invasive Pflanzenarten in Deutschland gelistet werden.

Table 7. Species proven in 1995 and/or in 2008 in the mapping area and classified as „invasive" or „potential invasiv" species in Germany (Internet service "Neoflora", BfN).

Artname	1995/1998	2008	Frequenz 2008
Acer negundo (Eschen-Ahorn)	ja	ja	51
Ailanthus altissimaa (Götterbaum)	ja	ja	14
Ambrosia artemisiifolia (Beifußblättrige Ambrosie)	nein	ja	1
Buddleja davidii (Schmetterlingsstrauch)	ja	ja	4
Bunias orientalis (Orientalisches Zackenschötchen)	ja	ja	8
Fallopia japonica (Gewöhnlicher Japan-Knöterich)	ja	ja	16
Helianthus tuberosus (Topinambur)	ja	ja	23
Heracleum mantegazzianum (Riesen-Bärenklau)	ja	ja	5
Impatiens glandulifera (Drüsiges Springkraut)	ja	ja	11
Impatiens parviflora (Kleines Springkraut)	ja	ja	3
Populus x *canadensis* (Bastard-Pappel)	ja	ja	66
Quercus rubra (Rot-Eiche)	ja	ja	1
Robinia pseudoacacia (Robinie)	ja	ja	42
Rosa rugosa (Kartoffel-Rose)	ja	ja	8
Senecio inaequidens (Schmalblättriges Greiskraut)	ja	ja	37
Solidago canadensis (Kanadische Goldrute)	ja	ja	15
Solidago gigantea (Späte Goldrute)	ja	ja	60

ophyten und kommt in 88,3 % aller Messtischblätter (bezogen auf die alten Bundesländer) vor (BRANDES, 2005). Sie findet in offenen, gestörten Bidentetea-Gesellschaften der Flussufer gute Etablierungsmöglichkeiten, da diese Standorte durch Nährstoffreichtum und Konkurrenzarmut charakterisiert sind (BRANDES, 2004).

Anders stellt sich die Situation in Bezug auf die Populationsentwicklung der Arten *Xanthium saccharatum* (Zucker-Spitzklette) und *Bidens frondosa* (Schwarzfrüchtiger Zweizahn) dar: Die nordamerikanische Zucker-Spitzklette siedelt selten und unbeständig in Ufer-Unkrautgesellschaften. Die Art ist von PATZKE & STIERWALDT nicht für das Gebiet erwähnt. 1995 konnte sie in 52 Kartierungsabschnitten nachgewiesen werden, 2008 wurde sie lediglich noch in 28 naturnäheren, flachen Uferbereichen gefunden und kommt auf Promenadenstandorten nicht mehr vor. Die ebenfalls aus Nordamerika stammende *Bidens frondosa* siedelt auf den bei niedrigen Wasserständen frei fallenden Bereichen, fruchtet als kurzlebiger Erstbesiedler fast regelmäßig und bildet, wenn ihre Wuchsplätze erst gegen Sommerende auftauchen, bis zum ersten Frost vielfach noch fertile Zwergformen (LOHMEYER & SUKOPP, 1992). Bereits 1960 von PATZKE & STIERWALDT für den Rhein belegt, fand sich die Art 1995 in 51 KE, während sie 2008 nur noch 22 Mal kartiert werden konnte. Dieser starke Rückgang könnte auf die relativ hohen Wasserstände im Sommer 2008 zurückzuführen sein, so dass sich keine geeigneten Wuchsplätze für *Bidens frondosa* ausbilden konnten. Allerdings konnte auch bei der Nachkartierung bei niedrigeren Wasserständen 2011 *Bidens frondosa* nicht in höheren Frequenzen nachgewiesen werden.

Im Durchschnitt enthielten die KE im Jahr 2008 15 neophytische Arten. Mehr als 15 wurden im Jahr 2008 in immerhin 31 KE der 69 KE des Untersuchungsgebiets nachgewiesen. Längere zusammenhängende Bereiche mit solch hohen Neophytenzahlen sind vom Bonner Norden bis ins Zentrum und auf der rechten Rheinseite mit nur wenigen Unterbrechungen von Limperich bis zur südlichen Grenze des Kartierungsgebiets zu beobachten. Eine Konzentration neophytischer Arten zeigt sich auch bei Mehlem. Besonders hohe Neophytenzahlen (zwischen 21 und 27) wurden in sieben KE nachgewiesen, die gleichzeitig überdurchschnittlich hohe Gesamtartenzahlen aufwiesen. Es handelt sich hierbei zum einen um KE mit recht heterogenen Standortbedingungen durch das Vorhandensein von Kribben, unterschiedlichen Substraten und

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Lichtverhältnissen), zum anderen sind auch eine an Grünland (Wiese) angrenzende KE (658,0R) und ein reines Promenadenufer (655,0L) vertreten. Nach LAUDAN & RÜTTEN (2009) ist den KE mit hohen Neophytenzahlen gemeinsam, dass sie vor allem besonnte Bereiche mit Flachufern und bei niedrigen Wasserständen frei fallenden Kies- und Sandbänken beinhalten, welche die Einnischung einer größeren Anzahl von Neophyten ermöglichen (BRANDES, 2004). D. h., je heterogener eine Fläche, desto mehr Arten kann sie potenziell einen Lebensraum bieten.

Die KE mit wenigen (sechs bis zehn) Neophyten sind vor allem auf der linken Rheinseite (Graurheindorf mit meist schmalen, homogenen Ufern, Gronau mit stark versiegelten Promenadenufern, Rheinauenpark bei Plittersdorf) zu finden.

3.6. Invasive Arten

Neophyten werden häufig als „Störzeiger" betrachtet und als Indikator für anthropogene Eingriffe gewertet. Dennoch sind aus der Sicht des Artenschutzes „alle wildlebenden Arten […] ohne Rücksicht auf den Zeitpunkt der Einbürgerung und die Besiedlung von naturnahen oder anthropogen veränderten Standorten" schützenswert. „Entscheidend sollte allein der Nachweis der Etablierung einer Art in unserer Flora sein." (WOLFF-STRAUB et al., 1999). Auch in den vegetationskundlichen Leitbildern für die Ufer- und Auenvegetation des Rheins in Nordrhein-Westfalen des LUA NRW (2003) werden Neophyten „als Bestandteil der vegetationskundlichen Leitbilder betrachtet". „Aus Naturschutzsicht sind Neophyten [nur dann] problematisch, wenn sie andere Arten oder Lebensräume gefährden, Naturhaushaltsfunktionen beeinträchtigen oder das Landschaftsbild unerwünscht verändern" ((BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (FLORAWEB: NEOFLORA), 2010), d.h. wenn es sich um nach naturschutzfachlicher Definition „invasive Arten" handelt (KLINGENSTEIN, 2004). Daher sollen letztere hier nochmals gesondert ausführlicher vorgestellt werden.

Von HACHTEL et al. werden 16, von LAUDAN & RÜTTEN 17 invasive (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (FLORAWEB: NEOFLORA), 2010) im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (Tab. 7).

Die ostasiatische Pionierpflanze *Fallopia japonica* ist zerstreut verwildert und an Ufern häufig völlig eingebürgert. Bereits 1960 für das Rheinufer erwähnt, hat die Frequenz der Art trotz ihrer großen Konkurrenzstärke aufgrund ihrer beschattenden Wirkung (LOHMEYER & SUKOPP, 1992) seit 1995 nur leicht von 12 auf 16 KE zugenommen. Dies ist vermutlich damit zu begründen, dass die bis über zwei Meter hohen Pflanzen von der Stadt Bonn regelmäßig zurück geschnitten werden.

Der als Zierbaum aus Nordamerika eingeführte nitrophytische Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) findet sich gelegentlich verwildert in Auenwäldern. 1960 von PATZKE & STIERWALDT noch nicht am Rheinufer nachgewiesen, kam er 1995 bereits in 44 KE vor und wurde 2008 sogar in 51 KE gefunden, was angesichts der Einschätzung HARLOWS (1996) als aggressivste Ahornart nicht verwundert.

Auch der im Rheinland heute weit verbreitete, eingebürgerte Neophyt (ADOLPHI, 1995) *Senecio inaequidens*, das aus Süd-Afrika stammende Schmalblättrige Greiskraut, wurde erst durch HACHTEL et al. (1999) für das Untersuchungsgebiet erwähnt (in 17 KE). 2008 hatte die Art ihre Verbreitung schon auf 37 KE ausgedehnt, wobei die Schwerpunkte ihres Vorkommens in den Promenadenbereichen liegen, wo sie sich in ruderalen Gesellschaften auf trockenen Böden ausbreitet.

Im Jahr 2008 kamen pro KE zwischen drei und zehn invasive Arten vor, so dass aufgrund dieser geringen Unterschiede keine Konzentrationen auf bestimmte Bereiche deutlich werden konnten. An diesem Punkt werden zukünftig quantitative Ergebnisse genauere Aussagen ermöglichen.

3.7. Thermophile Arten

Als thermophile Arten werden im Folgenden Arten mit einer Temperaturzahl T über sechs (Wärmezeiger nach ELLENBERG et al., 1992) bezeichnet. Von PATZKE & STIERWALDT wurden 38 thermophile Arten am Rheinufer nachgewiesen, was 9,9 % des damaligen Gesamtarteninventars entspricht. Bis 1995/98 erhöhte sich die Anzahl auf 58 Wärmezeiger (14,1 %), 2008 waren es 65 Arten (14,4 %). Ebenso verhält es sich mit der durchschnittlichen Wärmezeigeranzahl pro KE, die seit 1995 leicht von sechs auf sieben angestiegen ist.

Man hätte in einem wärmebegünstigten Gebiet wie dem Rheintal höhere Anteile Wärme liebender Arten vermuten können, jedoch muss bedacht werden, dass diese Werte keine Aussage über die Artmächtigkeit erlauben und nur die Arten mit $T > 6$ erfasst wurden. Die Häufigkeitsverteilung der Temperaturzahlen im Jahr 2008 zeigt dem milden Klima entsprechend die zu erwartende starke Verengung des Spektrums auf die Werte 5 bis 7, die nach ELLENBERG (1992)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

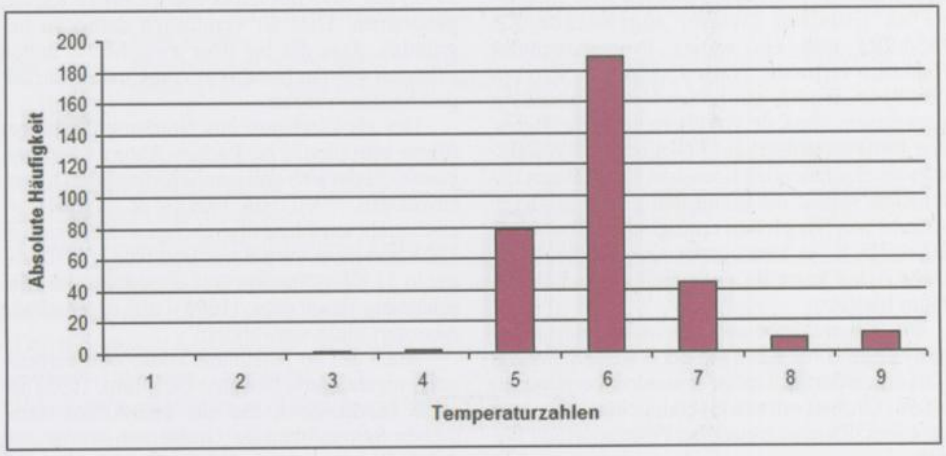

Abbildung 5. Häufigkeitsverteilung der Temperaturzahlen der Arten nach ELLENBERG et al. (1992) im Jahr 2008.

Figure 5. Frequency distribution of the temperature value (ELLENBERG et al., 1992) in 2008.

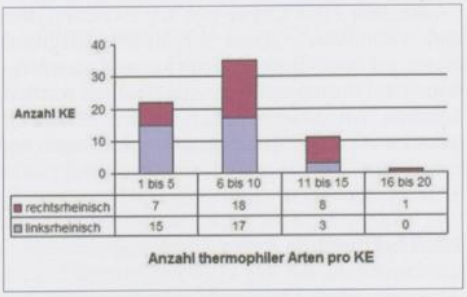

Abbildung 6. Verteilung der Wärmezeiger auf das rechte und linke Rheinufer.

Figure 6. Distribution of thermophytic species on the both river banks

Mäßigwärme- bis Wärmezeiger charakterisieren (Abb. 5).

25 thermophile Sippen wurden in allen drei Aufnahmen am Ufer kartiert (Tab. 8). Darunter sind auch mehrere gefährdete Arten wie Osterluzei (*Aristolochia clematitis*), bei der sogar eine deutliche Frequenzsteigerung von fünf rechtsrheinischen KE im Jahr 1995 auf elf auch linksrheinische KE im Jahr 2008 beobachtet werden konnte

32 % der KE enthalten nicht mehr als 5 Wärmezeigerarten. Diese KE sind hauptsächlich auf der linken Rheinseite zu finden. Der nächst höheren Kategorie (6 bis 10 Wärmezeiger) gehören die meisten KE (51 %) an, wobei hier beide Rheinseiten etwa in gleicher Häufigkeit vertreten sind. Anzahlen über zehn werden überwiegend rechtsrheinisch erreicht (Abb. 6). Besonders sticht die KE 651,5R bei Oberkassel heraus: Sie erreicht mit 18 thermophilen Arten pro KE die höchste Anzahl dieser Arten im Jahr 2008. Es handelt sich bei dieser KE um ein flaches, südwestexponiertes Kiesufer mit galerieartigem Baumbestand. LAUDAN & RÜTTEN (2009) erklären die größere Präsenz thermophiler Arten am rechten Ufer mit dessen stärkerer Sonnenexposition. Weitestgehend gestützt wird diese Annahme durch die von LAUDAN & RÜTTEN erhobenen Besonnungsdaten, die jedoch für spätere Untersuchungen weiter verfeinert werden sollten (s. FORTMANN, 2010). Neben dem direkten Einfluss der Sonneneinstrahlung in Abhängigkeit von Beschattung durch Bauten und Bewuchs sowie der Exposition, haben höchstwahrscheinlich einige weitere, die Wärmeverteilung im Untersuchungsgebiet beeinflussende Faktoren Auswirkungen auf das Vorkommen thermophiler Arten. Zu nennen wären hier beispielsweise die Neigung des Ufers, die Nähe zu Bebauung und deren Dichte und Wärmeabstrahlung, Windgeschwindigkeiten und Evaporationsprozesse (SUKOPP, 2004). Auch unterschiedliche Wärmespeichereffekte der Substrate und Uferbefestigungen in den KE und an diese angrenzend könnten zumindest einen kleinräumigen Effekt auf die umgebende Lufttemperatur haben.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 8. Thermophyten in den verschiedenen Kartierungen.
Table 8. Thermophytes within different mapping projects.

Thermophile Arten 1960 / 2008	Zugänge 1960–2008	Abgänge 1960–2008
1 *Aristolochia clematitis*	1 *Alcea rosea*	1 *Allium vineale*
2 *Brassica nigra*	2 *Ailanthus altissima*	2 *Crepis foetida*
3 *Castanea sativa*	3 *Althaea officinalis*	3 *Filago arvensis*
4 *Cymbalaria muralis*	4 *Ambrosia artemisiifolia*	4 *Filago germanica*
5 *Cynodon dactylon*	5 *Atriplex oblongifolia*	5 *Geranium rotundifolium*
6 *Digitaria sanguinalis*	6 *Brassica oleracea*	6 *Gratiola officinalis*
7 *Diplotaxis muralis*	7 *Buddleja davidii*	7 *Holandrea carvifolia*
8 *Diplotaxis tenuifolia*	8 *Calendula officinalis*	8 *Minuartia hybrida*
9 *Echinochloa crus-galli*	9 *Carthamus tinctorius*	9 *Petrorhagia prolifera*
10 *Echinops sphaerocephalus*	10 *Chenopodium ficifolium*	10 *Pseudofumaria lutea*
11 *Eryngium campestre*	11 *Chenopodium strictum*	11 *Sagina apetala*
12 *Euphorbia seguieriana*	12 *Cucurbita pepo*	12 *Senecio sarracenicus*
13 *Falcaria vulgaris*	13 *Equisetum ramosissimum*	13 *Veronica praecox*
14 *Helianthus tuberosus*	14 *Eragrostis minor*	
15 *Hordeum murinum*	15 *Helianthus annuus*	
16 *Impatiens glandulifera*	16 *Iberis amara*	
17 *Isatis tinctoria*	17 *Juglans regia*	
18 *Lactuca serriola*	18 *Laburnum anagyroides*	
19 *Lepidium draba*	19 *Lactuca virosa*	
20 *Lepidium graminifolium*	20 *Mahonia aquifolium*	
21 *Panicum miliaceum*	21 *Melissa officinalis*	
22 *Parietaria judaica*	22 *Morus alba*	
23 *Potentilla supina*	23 *Oxalis corniculata*	
24 *Rumex palustris*	24 *Petrorhagia saxifraga*	
25 *Ulmus minor*	25 *Platanus x hispanica*	
	26 *Populus alba*	
	27 *Portulaca oleracea*	
	28 *Rorippa austriaca*	
	29 *Rumex thyrsiflorus*	
	30 *Senecio inaequidens*	
	31 *Setaria italica*	
	32 *Setaria pumila*	
	33 *Silene armeria*	
	34 *Sisymbrium irio*	
	35 *Sorghum bicolor*	
	36 *Syringa vulgaris*	
	37 *Veronica catenata*	
	38 *Vicia grandiflora*	
	39 *Vulpia myuros*	
	40 *Zea mays*	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

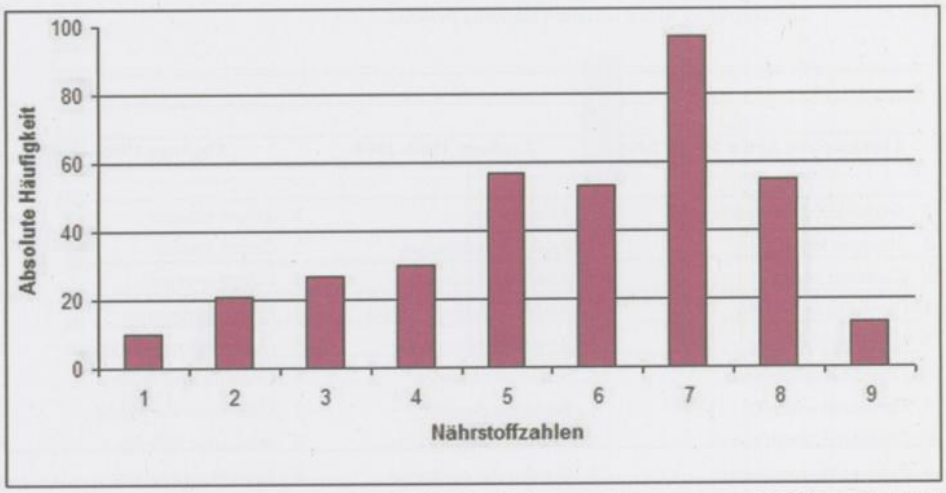

Abbildung 7. Häufigkeitsverteilung der Nährstoffzahlen der Arten nach ELLENBERG et al. (1992) im Jahr 2008.
Figure 7. Frequency distribution of the species N-value (ELLENBERG et al., 1992) in 2008.

3.8. Nitrophyten

Als Nitrophyten bezeichnen wir die Arten, denen nach ELLENBERG et al. (1992) eine Nährstoffzahl N von größer sechs zugewiesen wurde.

Demnach weisen sowohl die Artenliste von PATZKE & STIERWALDT, als auch diejenige von HACHTEL et al. 139 bzw. 147 nitrophytische Arten auf, was etwa 36 % bzw. 35 % des Gesamtarteninventars entspricht. 2008 enthielten die Aufnahmen 165 Nährstoffzeiger (37 %). Solch hohe Anteile sind für das Untersuchungsgebiet aufgrund der in einigen KE noch wirksam werdenden Nährstoffeinträge durch periodische Hochwasserereignisse nicht verwunderlich.

Auf zumindest kleinräumig heterogene Bedingungen in Bezug auf die Nährstoffversorgung weist die Häufigkeitsverteilung der ELLENBERGschen N-Zahlen der im Jahr 2008 kartierten Arten hin: Das gesamte Zeigerzahlspektrum von den „Magerkeitszeigern" (N 1) bis zu Sippen, die als „an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert" (N 9) beschrieben werden (ELLENBERG, 1992, S. 17f, 69), ist durch Arten des Untersuchungsgebiets vertreten. Das Gros der Arten aus 2008 (71 %), für die Zeigerwertangaben verfügbar waren, zeigt jedoch N-Zahlen zwischen 5 und 8 (annähernd rechtsschiefe Verteilung, Abb. 7).

Immerhin 114 der Nitrophyten wurden in allen drei Aufnahmen kartiert, wohingegen 19 Arten, die 1960 für den Rhein erwähnt wurden, weder 1995 noch 2008 im Gebiet nachgewiesen werden konnten. Dies gilt beispielsweise für die gefährdete Stromtalart *Senecio sarracenicus* (Fluss-Greiskraut), die vor 1960 für den vermutlich zur damaligen Zeit weniger anthropogen überformten, heute den Rheinauenpark einschließenden Bereich „zwischen Bonn und Plittersdorf" genannt ist (PATZKE & STIERWALDT 1960, S. 141).

Seit 1960 sind 46 Zugänge nitrophytischer Arten zu verzeichnen, zu denen auch die Art *Cardamine impatiens* (Spring-Schaumkraut) gehört, die erstaunlicherweise von PATZKE & STIERWALDT (1960, S. 127) als „wahrscheinlich ausgestorben" vermerkt ist. Sowohl 1995 als auch 2008 wurde sie in insgesamt 16 bzw. 28 KE gefunden.

Die mittlere Anzahl an Nährstoffzeigern pro KE ist seit 1995 von 39 auf 44 im Jahr 2008 gestiegen, wobei in keiner KE weniger als 20 solcher Taxa gefunden wurden. Die maximale Anzahl lag bei 77 nitrophytischen Arten pro KE, was in einer rechtsrheinischen KE mit Kribben an der Südgrenze des Kartierungsgebiets erreicht wurde. Unter anderem in vier KE südlich von Niederdollendorf, die sich bis ins Königswinterer Stadtgebiet erstrecken, wurden ebenfalls noch recht hohe Anzahlen an Nährstoffzeigern festgestellt, drei von diesen beinhalten Kribben. Längere zusammenhängende Uferabschnitte mit besonders wenigen (bis zu 30) nitrophytischen

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Arten zeigen sich an den Promenadenufern zwischen Bonn-Zentrum und der Gronau sowie zwischen Beuel-Zentrum und Limperich. Erklären lässt sich diese Verteilung anhand verschiedener Standortfaktoren, die sich letztendlich alle auf die Menge des auf den Flächen verbleibenden nährstoffreichen Sedimenteintrags durch Hochwasserereignisse auswirken. Begünstigt wird eine Anreicherung der Sedimente durch eine geringere Uferneigung, gedrosselte Fließgeschwindigkeit (Gleithänge und Buhnenfelder), speicherfähige Substrate und durch den das Angespül zurückhaltenden Bewuchs. Diese Bedingungen sind eher an den „naturnäheren" Flachufern des Untersuchungsgebiets und Kribben aufweisenden KE gegeben, weniger hingegen an direkt an die Wasserlinie grenzenden Steinschüttungen oder Promenaden, die nur geringe Sedimentmengen abfangen können. Die positiven Effekte der Kribben auf die Nährstoffanreicherung, welche neben einer gewissen Strömungsberuhigung auch auf den teilweise vorhandenen Bewuchs zurückzuführen sein können, zeigen sich recht deutlich: Mit zunehmender Anzahl an Nährstoffzeigern pro KE steigt auch der Anteil der Kribben enthaltenden KE. Auf der rechten Rheinseite, welche stärker sonnenexponiert ist, sind im Durchschnitt etwas höhere Anzahlen an Nährstoffzeigern vorhanden. Man könnte vermuten, dass diese Arten vermehrt in besonders besonnten und damit wärmeren Bereichen vorkommen, da eine Temperaturerhöhung die Mineralisierung organisch gebundener Nährstoffe zu pflanzenverfügbaren Verbindungen beschleunigt. Bei genauer Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den durch LAUDAN & RÜTTEN erhobenen Besonnungsdaten und dem Vorkommen der Stickstoffzeiger sowie Magerkeitszeiger (FORTMANN 2010, S. 72ff) konnte dies jedoch nicht bestätigt werden.

4. Fazit

Die Flora der Rheinufer im Stadtbereich von Bonn zeigt eine erstaunliche Artenvielfalt, sowohl hinsichtlich der bloßen Artenzahl, als auch aus standörtlich-ökosystemarer Sicht. Elemente der ehemaligen Auenlandschaft sind ebenso anzutreffen, wie etablierte und episodisch in Erscheinung tretende Neophyten. Auch an den ganz überwiegend vom Menschen stark überprägten heutigen Rheinufern sind eine Reihe von Arten gleichermaßen interessante wie signifikante Indikatoren der jeweiligen standörtlichen Verhältnisse.

Deshalb werden durch wiederholte Inventuren der Rheinuferflora die Bestandsdynamik analysiert und die standörtliche Einnischung neophytischer Arten dokumentiert.

Von Interesse ist die Kennzeichnung charakteristischer Vegetationstypen an mehr oder weniger stark hemeroben Flussufern.

Für zukünftige Arbeiten von KOSACK ist vor der Erfassung der Arten eine vorab durchgeführte abiotische Differenzierung der Ufer in abiotischen Clustertypen vorgesehen. Es stellte sich in den bisherigen Untersuchungen heraus, dass die pauschalen Abschnitte von 500 m teilweise verschiedene Ufertypen beinhalten, so dass die Ergebnisse nicht genügend klar interpretiert werden können. Eine vorgeschaltete Clusteranalyse der Ufertypen würde diesbezüglich ein deutlicheres Bild ergeben. Hierdurch werden schärfere Aussagen hinsichtlich der Bedeutung der standörtlichen Parameter für die Ufervegetation in stark anthropogen überformten Bereichen und die Bedeutung der Ufer für den botanischen Artenschutz erwartet.

Mittels quantitativer Vegetationsaufnahmen sind diese Aussagen weiter zu konkretisieren. Erste Ergebnisse haben, bezogen auf das Untere Mittelreintal zwischen Bonn und Koblenz, gezeigt, dass einem qualitativen Neophytenanteil von sogar 26 % ein quantitativer Anteil von 25 % gegenübersteht. Mittels regionaliserter Zeigerwerte, syntaxonomischer Untersuchungen und multivariater Statistik sind derzeit Arbeiten im Gange, von welchen ein tieferes Verständnis der Vegetation anthropogen überprägter Rheinufer erwartet wird.

Danksagung

MONIKA HACHTEL und KLAUS WEDDELING wiesen uns auf Fundorte besonderer Arten hin und gaben hilfreiche Ratschläge zur Durchführung der Kartierung. Herr I. GORRISSEN teilte uns wertvolle Informationen zu seltenen und besonderen Arten am Rheinufer und an der Siegmündung mit. Herr G. BLOME vom Kataster- und Vermessungsamt der Stadt Bonn stellte uns die unser Untersuchungsgebiet umfassenden topografischen Karten sowie eine Übersichtskarte des Gebietes in digitaler Form zur Verfügung. Von der Stadt Bonn erhielten wir die DGK5 in digitaler Form zur Verwendung in der modellhaften GIS-Darstellung. Frau A. ARENZ vom Amt für Umwelt, Verbraucherschutz und lokale Agenda erteilte uns die Betretungserlaubnis sowie eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung zur Entnahme von Pflanzen der besonders geschützten Arten im Naturschutzgebiet „Siegmündung".

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Literatur

ADOLPHI, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbaupflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes, in: NARDUS (Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften), Band 2., 1.Aufl., Martina Galunder-Verlag (Wiehl), 272 S.

BRANDES, D. (1998): Vegetationsökologische Untersuchungen an wasserbaulich bedingten linearen Strukturen, in: Brandes, D. (Hrsg.): Vegetationsökologie von Habitatinseln und linearen Strukturen. Tagungsbericht des Braunschweiger Kolloquiums vom 22.–24. November 1996. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten (Braunschweig) **5**, 185–197.

BRANDES, D (2004): Neophyten in Bidentetea-Gesellschaften – working group for vegetation ecology, Institute of Plant Biology; TU Braunschweig, URL: http://www.ruderal-vegetation.de/epub/

BRANDES, D. (2005): Neophyten und Biodiversität – Abhandlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (Braunschweig) **54**, 25–37.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (FLORAWEB), INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE DER TU BERLIN & AG NEOBIOTA: NeoFlora – Invasive gebietsfremde Pflanzen in Deutschland; www.floraweb.de/neoflora/naturschutz.html [8.5.2010]; www.floraweb.de/neoflora/handbuch.html [8.5.2010].

BUTTLER K.-P. (2012): Florenliste – 4. Version http://www.kp-buttler.de/florenliste/index.htm, 12.12.2012.

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 2. Aufl., Scripta Geobotanica, Verlag Erich Goltze (Göttingen) **18**, 262 S.

FORTMANN, L. (2010): Aufbau eines Geoinformationssystems im Rahmen der floristisch-vegetationskundlichen Untersuchungen der Bonner Rheinufer – Bachelorarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität (Bonn), 107 S.

HACHTEL, M., WEDDELING, K. & MÖSELER, B. M. (1999): Flora und Vegetation der Rheinufer bei Bonn. – Decheniana (Bonn) **152**, 65–81.

HARLOW, W.M., HARRER, E.S., HARDIN, J.W. & WHITE, F.M. (1996): Textbook of dendrology, McGraw-Hill Series in Forest Ressources, 8. Ed., McGraw-Hill-Verlag, New York, NY, 534 S.

HAEUPLER, H., JÄGEL, A., SCHUMACHER, W. (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen – Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW (Recklinghausen) 616 S.

HÜGIN, G. (1981): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintals – ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau. – Landschaft und Stadt, Verlag Eugen Ulmer (Stuttgart) **13 (2)**, 78–91.

KLINGENSTEIN, F. (2004): Neophyten aus Sicht des Naturschutzes auf Bundesebene. in: Neophyten in Schleswig-Holstein: Problem oder Bereicherung? – Schriftenreihe LANU SH – Natur (Kiel) **10**, 21–32.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (2003): Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzabschnitte für die Ufer- und Auenvegetation des Rheins in Nordrhein-Westfalen; Merkblätter Nr. 40.

LAUDAN, S. & RÜTTEN, L. (2009): Zur Biodiversität der Rheinuferflora im Bonner Stadtgebiet – Diplomarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität (Bonn), 129 S.

LAUTENSCHLAGER, E. (1989): Die Weiden der Schweiz und angrenzender Gebiete – Bestimmungsschlüssel und Artbeschreibungen für die Gattung Salix. – Birkhäuser Verlag (Basel), 136 S.

LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. – Schriftenreihe für Vegetationskunde (Bonn), **25**, 185 S.

LUDWIG & SCHNITTLER (1996): Rote Liste der Pflanzen Deutschlands – Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz; URL: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/RoteListePflanzen.pdf [20.06.2010].

OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 6. Auflage – Verlag Eugen Ulmer (Stuttgart), 1050 S.

PATZKE, E. & STIERWALDT, K. (1960): Die Flora des Messtischblattes Bonn. – Decheniana (Bonn) **113 (1)**, 113–142.

RAABE, U. et al. (2010): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) in Nordrhein-Westfalen. 4. Fassung – Hrsg.: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV).

ROTHMALER, W. (2005): Exkursionsflora von Deutschland, Band 4., Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 10. Auflage. – Gustav Fischer Verlag, Jena.

SCHMITZ, U. & LÖSCH, R. (2005): Neophyten und C4-Pflanzen in der Auenvegetation des Niederrheins. – Decheniana (Bonn), **158**, 55–77.

SUKOPP, H. (2004): Human-caused impact on preserved vegetation – Landscape and Urban Planning. – Elsevier B.V. **68 (4)**, 347–355.

Anschrift der Autoren:
LUTZ KOSACK , LAURA FORTMANN, SONJA LAUDAN, LUCIA RÜTTEN, Priv.-Doz. Dr. BODO MARIA MÖSELER, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz – Pflanzenernährung – AG Vegetationsökologie, Karlrobert-Kreitenstr.13, D-53115 Bonn

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: 166

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: Veränderungen der Rheinuferflora im Bonner Stadtgebiet seit den 90er Jahren 17-36