

Flußufer als Untersuchungsobjekte der Geobotanik und der Biogeographie - Versuch eines Fragenkatalogs

DIETMAR BRANDES

Abstract

River-banks are presented as investigation subjects for geobotany, vegetation ecology and biogeography. The actual state of the art is discussed, problems and deficits within the investigations are pointed out.

A spot-test method for recording the diversity of vegetation in linear systems is shown. At the same time these spot-test methods meet the requirements for long-time monitoring. Methodical problems when mapping the riparian flora are discussed as well as the influence of water pollution and embankments. According to the actual knowledge riverbanks in settlements show high biodiversity.

Great attention is paid to dynamics of the riparian flora, especially to spreading phenomena of plant species along river banks. Alterations to the riparian vegetation caused by alien plants are discussed as well as the spreading of C_4 species along river-banks. Problems within the synsystematics of riparian plant communities are dealt with as well as the necessity of enhanced investigations with respect to population biology of key species. At least genetical implications to ecological respectively spatial isolation of riparian plants are mentioned.

1. Einführung

Flußtäler sind seit langem als Wanderwege von Flora und Fauna bekannt. Trotzdem hat sich die Biogeographie in jüngerer Zeit erstaunlich wenig mit ihnen beschäftigt, zumindest, was den botanischen Aspekt anbetrifft. Wo es schon nicht möglich ist, die postglazialen Wande-

rungen der Pflanzen in ihren Einzelheiten aufzuklären, sollte uns die Beobachtung und Erfassung rezenter Wanderungen doch um so mehr interessieren.

Flußauen gehören in weiten Teilen Europas zu den am stärksten bedrohten Lebensräumen, was vor allem für die Auenwälder gilt. Flußtäler, und hier insbesondere die Durchbruchstäler in collin-submontanen Lagen, sind als besonders artenreich bekannt; sie besitzen eine erhebliche Bedeutung für die Erhaltung der Biodiversität.

Der folgende Versuch eines Fragenkatalogs beschränkt sich auf die Ufervegetation, auf das eigentliche Thema unseres Kolloquiums, und dies am Beispiel von Mitteleuropa. Das Schwergewicht liegt auf der Diskussion der Verhältnisse im Tiefland bzw. im Mittelgebirge. Mit dem Fragenkatalog soll vor allem auf offene Probleme aufmerksam gemacht, auf Forschungsdefizite hingewiesen und zu weiteren Arbeiten angeregt werden. Die durchaus andersartigen Verhältnisse der Oberläufe von Alpenflüssen werden im Beitrag von MÜLLER & SCHARM (1996) dargestellt.

2. Erfassung des Arteninventars der Flußufer

Obwohl eine Fülle von Beobachtungsmaterial vorliegt, sind bislang die folgenden Fragen für die allermeisten Flüsse nicht zu beantworten:

- Wie groß ist das Arteninventar der Ufer?
- Wie pausen sich Vegetation und Nutzung der angrenzenden Flächen durch?
- Wie wirken sich Gewässerverschmutzung einerseits und Uferverbauung andererseits auf die Uferflora aus?
- Wie groß sind die Unterschiede im Arteninventar zwischen den verschiedenen Abschnitten ein und desselben Flusses?
- Wie sind die Unterschiede im Arteninventar von Flüssen im selben bzw. in verschiedenen Stromsystemen?
- Werden die Uferfloren [vergleichbarer] Flüsse im Unterlauf einander ähnlicher als im Oberlauf?

Am Beispiel des Flußsystems der Oker (Abb. 1) soll unsere in Braunschweig entwickelte Methode zur Untersuchung linearer Strukturen, also auch der Flußufer, dargestellt werden.

Es handelt sich um ein Stichprobenverfahren, das es ermöglicht, innerhalb weniger Jahre die Uferflora von größeren Flüssen bzw. Flußsystemen zu erfassen. Ziel ist, die zeitliche Unschärfe der Erhebung so gering wie möglich zu halten. Die Länge der möglichst gleichmäßig über den Fluß verteilten Untersuchungsabschnitte beträgt einheitlich 50 m, die Breite richtet sich nach der Ufergestalt; hiermit wird letztlich der "Gewässerrandstreifen", wie ihn z.B. das Niedersächsische Wassergesetz definiert, erfaßt.

Bei kleineren Flüssen wird ein Untersuchungsabschnitt pro Kilometer ausgewählt, bei großen Flüssen muß je nach der zur Verfügung stehenden Zeit eventuell ein weiterer Abstand gewählt werden.

Nach unserer Erfahrung werden mit dieser Stichprobenmethode ca. 85-90 % des Arteninventars der betreffenden Flußufer erfaßt. Die weitere Vervollständigung erfolgt durch gezielte Kartierung weiterer Abschnitte sowie durch Auswertung aller Geländenotizen, die beim Anlaufen der Probestellen bzw. beim Abgehen der Ufer anfallen (Fließschema vgl. Abb. 2).

Auf diese Weise ist es erstmals möglich, Aussagen über das Arteninventar von Flußsystemen zu machen (Tab. 1). Insgesamt finden sich im Okersystem mindestens 698 Arten, wobei die Übereinstimmung im Arteninventar zwischen den etwas größeren Flüssen deutlich höher liegt. Nach den bisher vorliegenden Daten sind die Ufer der Mittel- und Unterläufe großer Flüsse bzw. Ströme dagegen wesentlich artenärmer (z.B. BRANDES & SANDER 1995a; OPPERMANN 1996). Für das gesamte Wesersystem schätzen wir die Uferflora auf mindestens 950 Arten.

Die Uferflora eines Flußes wird sicherlich nicht von der Quelle bis zur Mündung gleich sein. Gibt es einen kontinuierlichen Wechsel, oder lassen sich mehr oder minder homogene Abschnitte ausgliedern? Die Datensätze ermöglichen sowohl eine Verarbeitung entsprechend der klassischen Tabellenmethode mit Hilfe von "Leitarten" für die einzelnen Abschnitte als auch eine Clusteranalyse. Als Leitarten werden solche Arten definiert, die in einem Abschnitt Frequenzen von mehr als 60 % (Frequenzklasse IV oder V) erreichen, ansonsten aber fehlen bzw. eine zumindest um zwei Klassen niedrige Frequenz erreichen. Beide Methoden führen bei den bisher untersuchten Flüssen zu einer praktisch identischen Gliederung der Flußabschnitte.

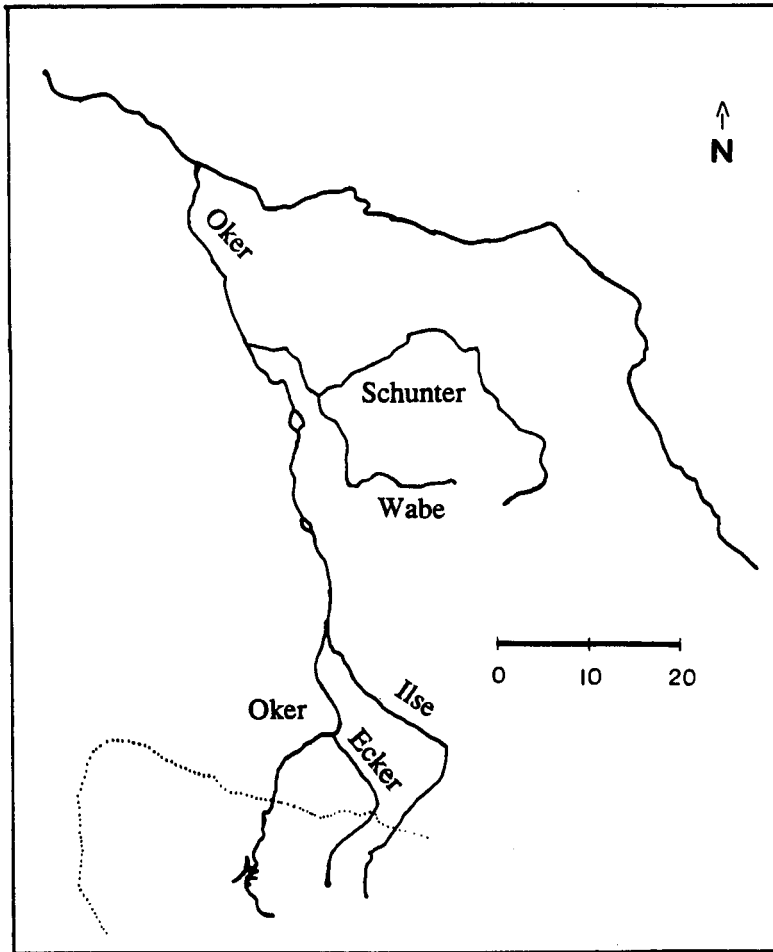


Abb. 1: Flußsystem der Oker.

Tab. 1.: Artenzahlen der Uferflora im Okersystem.

Fluß	Länge [km]	Artenzahl	Gemeinsame Arten mit der Oker	Präsenzgemeinschaftskoeffizient
Oker	125	546	[546]	[100 %]
Ecker*	19	255	229 (89,8 %)	40,0 %
Ilse	42	380	332 (87,4 %)	55,9 %
Schunter	57	420	336 (80,0 %)	53,3 %
Wabe	28	367	296 (80,7 %)	48,0 %

* ab Talsperre

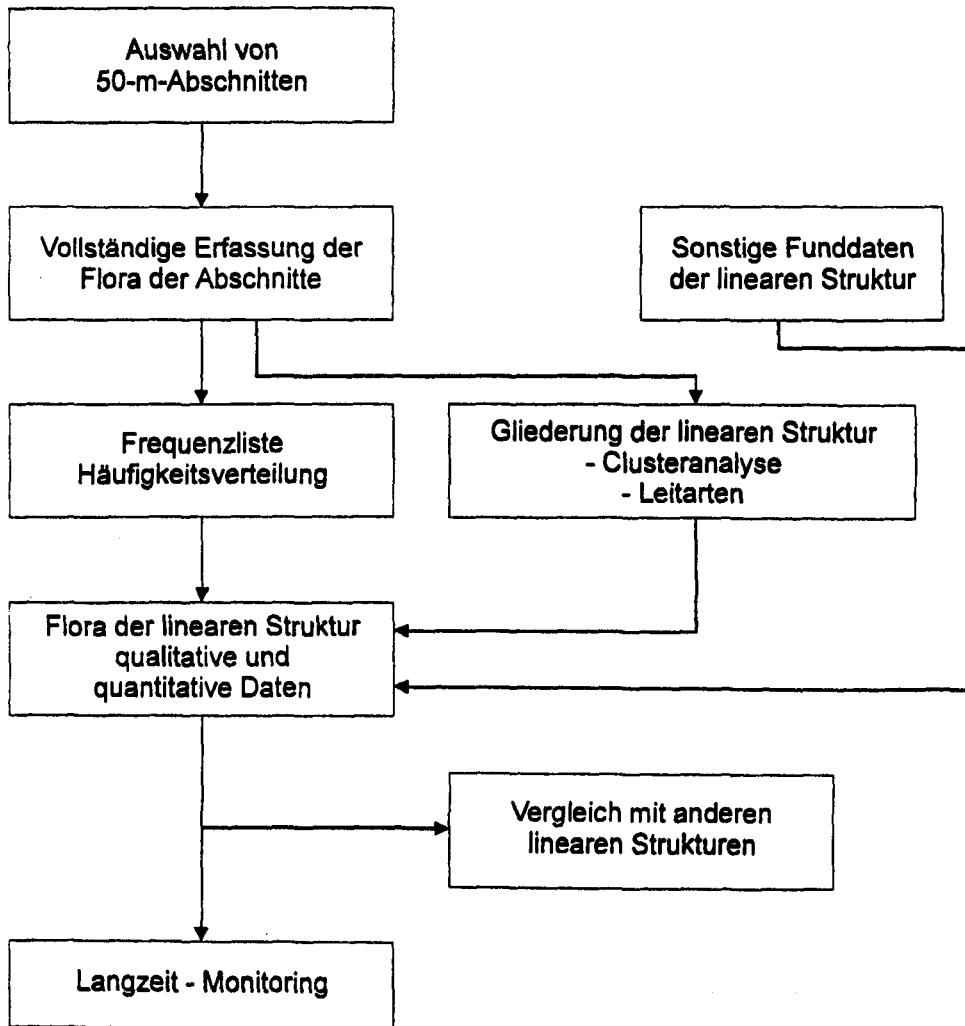


Abb. 2: Fließschema zur Erfassung linearer Strukturen.

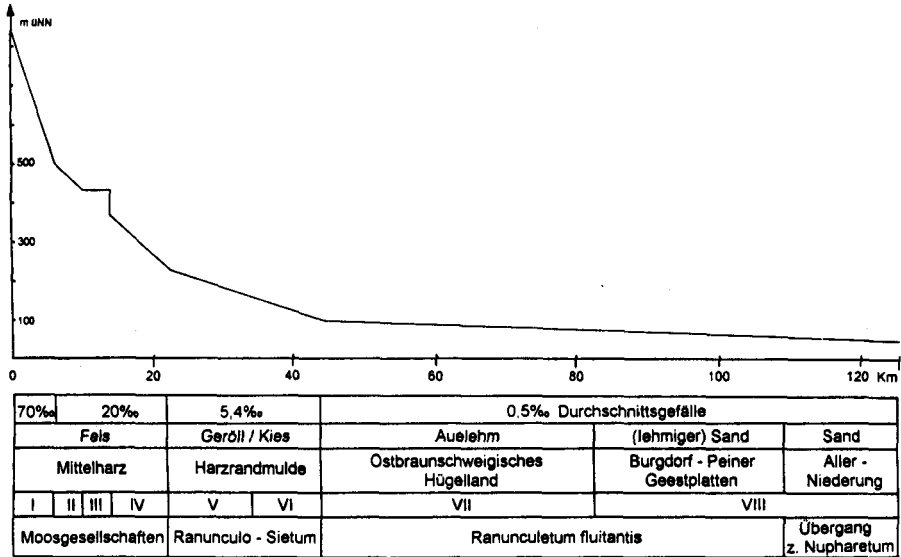


Abb. 3: Koinzidenzen zwischen Uferabschnitten der Oker, die mit Hilfe von Leitarten definiert wurden, und der naturräumlichen Gliederung [aus OPPERMAN & BRANDES (1993), verändert und ergänzt nach WEBER-OLDECOP (1969)].

Tab. 2: Leitarten der Uferabschnitte der Oker.

Abschnitt:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Vaccinium myrtillus</i>	V	.	.	II	.	.	.	.
<i>Dryopteris dilatata</i>	IV	.	.	II	.	.	.	.
<i>Calamagrostis villosa</i>	IV	.	.	I	.	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	IV	.	.	I	.	.	.	.
<i>Geranium sylvaticum</i>	.	V	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum bistorta</i>	.	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	.	IV	.	II	.	.	.	.
<i>Poa chaixii</i>	.	IV	.	I	.	.	.	.
<i>Phyteuma spicatum</i>	I	V	.	II	.	.	.	.
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	I	V	.	I	.	.	.	.
<i>Chelidonium majus</i>	.	IV	.	.	.	.	I	I
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	II	V	.	.	.	I	I	I
<i>Ranunculus ficaria</i>	I	IV	.	.	.	II	I	I
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	V	.	I	I	.	II	I
<i>Lupinus communis</i>	.	V	II	.	.	II	I	I
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	.	.	V	.	.	.	.	.
<i>Spergularia rubra</i>	.	.	IV	.	.	.	.	.
<i>Juncus filiformis</i>	.	.	IV	.	.	.	.	.
<i>Carex ovalis</i>	.	.	V	I	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	V	.	.	.	I	I
<i>Alopecurus aequalis</i>	.	.	V	.	.	.	.	.
<i>Galium uliginosum</i>	.	.	IV	.	.	.	I	I
<i>Rorippa palustris</i>	.	.	V	.	I	.	I	I
<i>Rumex crispus</i>	.	.	V	.	.	.	I	I
<i>Polygonum persicaria</i>	.	.	V	I	.	.	I	I
<i>Senecio viscosus</i>	.	II	IV	.	II	I	.	I
<i>Polygonum lupathifolium</i>	.	.	V	.	.	.	II	II
<i>Cardamine amara</i>	.	.	.	V	II	II	.	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	II	.	IV	.	.	.	.
<i>Carex remota</i>	I	II	II	IV	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	I	II	.	V	.	II	I	I
<i>Silene vulgaris</i>	.	II	.	I	IV	II	.	.
<i>Armeria halleri</i>	.	.	.	IV	I	.	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	II	.	.	V	III	.	I
<i>Impatiens glandulifera</i>	.	.	.	I	I	IV	.	.
<i>Menha aquatica</i>	.	.	.	.	II	IV	II	I
<i>Viola tricolor</i>	.	II	.	.	I	IV	II	I
<i>Veronica hederifolia</i>	.	.	.	.	.	V	II	I
<i>Solidago gigantea</i>	.	.	.	I	.	IV	II	I
<i>Papaver rhoeas</i>	.	.	.	.	II	I	IV	.
<i>Angelica archangelica</i>	.	.	.	.	.	.	.	V
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	I	IV
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	.	.	II	IV
<i>Atriplex prostrata</i> agg.	.	.	.	.	.	III	.	V

Die Methode konnte inzwischen mit Erfolg auf andere Flüsse angewendet werden, so z.B. auf die Weser (BRANDES & OPPERMANN 1994; OPPERMANN 1996), auf die Mittelelbe (SANDER 1996) und auf die Rur (KASPEREK 1996).

3. Gewässerufer in Siedlungen

Innerstädtische Flußufer wurden bislang von der ökologischen Forschung ziemlich vernachlässigt, vermutlich wegen ihrer Naturferne. Diese ist im Kontext der Stadtvegetation aber nur relativ: in dicht bebauten Stadtgebieten zählen Gewässerufer oft zu den artenreichsten Habitaten - trotz aller Baumaßnahmen. Es gibt einige frühe, geradezu als klassisch zu bezeichnende Ansätze; so untersuchte BÉGUINOT bereits 1901 die Uferflora des Tiber in Rom; ANZALONE (1986) wiederholte die Untersuchungen gut 80 Jahre später und konnte über 800 Arten nachweisen. In Berlin wurde der dramatische Rückgang des Schilfröhrichts an den Havelseen untersucht (SUKOPP & KUNICK 1969; SUKOPP & MARKSTEIN 1981).

Mit 311 Gefäßpflanzenarten fanden wir in Braunschweig immerhin fast ein Drittel der aktuellen Gefäßpflanzenflora der Stadt an den Okerufern (GROTE & BRANDES 1991). Allein in 10 eingemeindeten Dörfern des Braunschweiger Stadtgebietes fanden sich 224 Arten an den Ufern von Bächen und kleinen Flüssen. Ufermauern bzw. Uferpflasterungen können ebenfalls interessante Lebensräume darstellen (LOHMEYER 1981; BRANDES & SANDER 1995b). Wie alle anderen Mauern stellen sie artifizielle Habitate dar, die nur von einem Teil der Flora besiedelt werden können. Die Wasserversorgung ist in ihren Fugen im allgemeinen besser als in denjenigen anderer Stützmauern, wobei langandauernde Hochwässer das Artenspektrum allerdings wieder reduzieren können. Der Bewuchs von Ufermauern zeigt deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von Neigung, Fugenbreite und Erhaltungszustand der Mauer, worauf hier jedoch nicht weiter eingegangen werden kann. Neben der vergleichenden Erfassung des Arten- und Gesellschaftsinventars sind die folgenden Fragen von Interesse:

- Gibt es für Ufermauern charakteristische Arten bzw. Pflanzengesellschaften?
- Haben Ufermauern eine Bedeutung für die Erhaltung der Biodiversität der Flußufer?
- Gibt es Unterschiede zwischen der Vegetation von Ufermauern an kleinen Flüssen und derjenigen an großen Strömen?
- Stellen die Ufermauern "Trittsteine", möglicherweise sogar "Sprungbretter" für Neophyten dar?

Entsprechendes gilt auch für ländliche Siedlungen. In 11 ausgewählten Dörfern der Harzrandmulde fanden sich mit 280 Arten immerhin 50,8 % der insgesamt vorhandenen Gefäßpflanzen an Gewässerufeln, davon 245 Arten an Bachufeln (STEUBE & BRANDES 1994). Wenn die Pflanzengesellschaften der Ufer auch zumeist nur kleinflächig und/oder fragmentarisch ausgebildet sind, so konnten doch immerhin 5 Bidentetea- und 4 Sparganio-Glycerion-Gesellschaften nachgewiesen werden, von denen die Vorkommen des Catabrosetum aquaticae durchaus von überregionalem Interesse sind.

4. Dynamik und Konstanz der Uferflora

Unser oben skizziertes Verfahren stellt die Grundlage für ein Langzeitmonitoring dar. Allein an den Ufern des Okersystems wurden mehr als 250 Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. Mit Hilfe von Wiederholungskartierungen sollte es möglich sein, Ausbreitungsphänomene besser erkennen und beschreiben zu können. Für die Linienmigration von Pflanzen sind Flußtäler von großer Bedeutung, hier insbesondere Ufer und Terrassenkanten sowie heute auch Verkehrsanlagen.

4.1. Stromtalpflanzen

Seit den Arbeiten von ASCHERSON (1864) und LOEW (1879) ist die Bindung gewisser Pflanzenarten an Stromtäler in ihren Grundzügen bekannt, ebenso die Bedeutung der Urstromtäler als Wanderwege der Flora. Bis heute sind in Mitteleuropa nach OBERDORFER (1994) und anderen Autoren von Florenwerken etwa 90 Arten als Stromtalpflanzen eingestuft; hinzu kommt eine Reihe sehr seltener, auf wenige Flußtäler beschränkte Arten sowie eine größere Anzahl von Taxa mit regionaler Bindung an Stromtäler. Insgesamt mögen es etwa 5 % unserer Flora sein, die schon einmal als Stromtalpflanzen bezeichnet wurden.

Kriterium für die Klassifizierung als Stromtalpflanze ist die Bindung ihrer aktuellen Vorkommen an Flußläufe und Stromtäler, nur dieses ist an Hand von Raster-Verbreitungskarten überprüfbar. Insofern wird mit Ungeduld auf das Erscheinen des ostdeutschen Verbreitungsatlas gewartet. Man wird nur so zu einer differenzierten Einteilung nach abgestufter Bindung an Stromtäler kommen, wozu unbedingt auch die Verhältnisse des polnischen Flachlands mit einzubeziehen sind. Für die niedersächsische Elbtalung haben ZACHARIAS & GARVE (1996) durch sorgfältige Analyse der Verbreitungskarten ein differenziertes Bild der Bindung der Pflanzen an Stromtäler erarbeitet.

Die Vorkommen vieler Stromtalpflanzen häufen sich eher an Altwässern oder an alten Seitenarmen als an rezenten Flußufern. Offene Fragen sind:

- Viele der Stromtalpflanzen zeigen kontinentale Verbreitung. Wie ist ihr soziologischer Anschluß im Kernbereich ihres Areals?
- Gibt es Arten, die überall auf Stromtäler beschränkt sind?
- Gibt es Unterschiede im Gesellschaftsanschluß der Stromtalpflanzen in den einzelnen Stromsystemen?
- Warum können sich aktuell nur wenige Stromtalpflanzen ausbreiten?

4.2. Gebirgsschwemmlinge

Unser Wissen über Gebirgsschwemmlinge basiert wohl immer noch auf der klassischen Arbeit von WALAS (1938) vom Dunajec in Südpolen. Es besteht Bedarf an Detailuntersuchungen im Bereich einzelner Gebirgsflüsse, ebenso an der gezielten Auswertung der diversen Florenkartierungen Mitteleuropas. In den kiesigen Auen der Harzflüsse treten u.a. die folgenden Arten als Gebirgsschwemmlinge auf:

Armeria halleri

Cardaminopsis halleri

Chaerophyllum hirsutum

Mimulus guttatus

Minuartia verna ssp. hercynica

4.3. Neophyten

Es gibt inzwischen eine umfangreiche Literatur, die sich zumeist mit einzelnen, oft nur gebietsweise dominanten Neophyten beschäftigt. Die wichtigsten Fragen scheinen mir zu sein:

- Wo und auf welche Art erfolgt der Neophyteneintrag?
- Welches sind die Hauptquellen?

- Können sich die Neophyten aus eigener Kraft bei Ausbleiben des Diasporennachschubs halten, d.h. sind sie als Agriophyten zu betrachten?

Hauptquelle für die Ausbreitung der neophytischen Arten ist die Gartenkultur; nach LOHMEYER & SUKOPP (1992) wurden ca. 12 000 Arten nach Deutschland eingeführt. Die Ausbreitung gerade der oft als bedrohlich empfundenen hochwüchsigen *Reynoutria*-, *Aster*- und *Solidago*-Sippen geht von Gärten aus bzw. erfolgt mit Gartenabfällen. Gleiches gilt auch für *Heracleum mantegazzianum* sowie für die zu Unrecht als bedrohlich eingestufte *Impatiens glandulifera*. Der Eintrag erfolgt vor allem über kleine Flüsse und Bäche, zumeist noch im Oberlauf der Flüsse, wie Untersuchungen an der Weser (BRANDES & OPPERMAN 1994) und an der Elbe (BRANDES & SANDER 1995a) zeigen.

- Sind die Flußufer nun eher als "Kehrichtplätze", an denen zufällig alle möglichen Diasporen zusammengespült werden, oder aber als Ausbreitungszentren von Neophyten zu betrachten?

Nach unserem bisherigen Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, daß von allen Arten, die im Bereich von Siedlungen (vgl. Kap. 3) an Flußufer gelangen, sich nur ein sehr kleiner Teil flußabwärts der Siedlungen an den Ufern etablieren kann.

- Wandern die Arten nun wirklich [zumeist flußabwärts], oder erfolgt der Eintrag der Diasporen vielmehr an verschiedenen Stellen des Ufers und erweckt nur den Eindruck einer "geschlossenen" Wanderung?

Diese Frage ist nur durch gezielte Kartierungen mit mehrfachen Wiederholungen bzw. durch Anlage von Dauerbeobachtungsflächen zu klären; zur Methodenkritik vgl. KASPEREK (1996).

- Wie verändern die Neophyten die Ufervegetation?
- Was sind die negativen Folgen?

Generell scheint die Gefährdung der einheimischen Vegetation, die von den Neophyten ausgeht (ausgehen soll), oft zu wenig differenziert dargestellt zu sein, wenn auch nicht verkannt wird, daß gerade in den unteren Mittelgebirgsregionen das Eindringen einzelner Neophyten besorgniserregend ist. Hierbei handelt es sich aber nur um wenige Arten, insbesondere um *Polygonum cuspidatum* [= *Reynoutria japonica*], gebietsweise auch um *Heracleum mantegazzianum*. In subkontinental getönten Sandgebieten verläuft die Etablierung

von *Reynoutria*-, *Solidago*- und *Rudbeckia*-Arten sehr zögerlich, wenn überhaupt (vgl. BRANDES & SANDER 1995a; NEZADAL & BAUER 1996). Vermutlich werden sie in diesen Gebieten nie solche Dominanzbestände wie etwa an kleinen Mittelgebirgsflüssen aufbauen können.

5. Beteiligung von C₄-Pflanzen an der Ufervegetation

Bei C₄-Pflanzen findet sich eine dem Calvin-Cyclus vorgeschaltete CO₂-Fixierung, die sie gegenüber den C₃-Pflanzen in solchen Gebieten, in denen die CO₂-Konzentration der begrenzende Faktor ist, überlegen sein läßt. Dies ist der Fall bei Standorten mit hohen Lichtintensitäten, hohen Temperaturen, Salinität und zumindest zeitweiligem Wassermangel. Von Natur aus finden sich nur sehr wenige C₄-Pflanzen in der Flora Mitteleuropas, auf Sonderstandorten breiten sie sich zunehmend aus. An den Ufern der Elbe fanden sich 1993 immerhin die folgenden C₄-Arten:

<i>Amaranthus albus</i>	<i>Echinochloa muricata</i>
<i>Amaranthus bouchonii</i>	<i>Eragrostis cilianensis</i>
<i>Amaranthus emarginatus</i>	<i>Eragrostis minor</i>
<i>Amaranthus powellii</i>	<i>Panicum capillare</i>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Atriplex tatarica</i>	<i>Setaria italica</i>
<i>Digitaria ischaemum</i>	<i>Setaria pumila</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	

Vermutlich ist auch die neu beschriebene *Eragrostis albensis* (SCHOLZ 1995) eine C₄-Pflanze. Einige weitere C₄-Pflanzenarten finden sich in den Häfen von Magdeburg und Hamburg, so daß mehr als ein Drittel der in Deutschland wachsenden C₄-Pflanzen an den Ufern der Elbe oder in deren Häfen vorkommt (BRANDES & SANDER 1995a).

Das weitere Verhalten von C₄-Pflanzenarten in Mitteleuropa sollte genau beobachtet werden, auch im Hinblick auf deren mögliche Eignung als Bioindikatoren. Hierfür ist ein Langzeitmonitoring an Flußufern, auf Äckern und Verkehrsanlagen notwendig. Großer Nachholbedarf besteht bei ökophysiologischen Untersuchungen, um zu klären, ob und in welchem Ausmaß die C₄-Pflanzen an ihrem mitteleuropäischen Standort wirklich den C₄-Weg der Photosynthese beschreiten (BRANDES 1995).

Fluß	Länge	Anzahl C ₄ -Pflanzen
obere und mittlere Elbe	582 km	17
Lago Maggiore (Ticino)	100 km	14
obere und mittlere Weser	359 km	2
Oker	125 km	1
Ilse	42 km	0

Tab. 3: C₄-Pflanzenarten an Flußufern in Mitteleuropa.

6. Syntaxonomie der Uferpflanzengesellschaften

Die Pflanzengesellschaften mitteleuropäischer Flußauen sind im Prinzip beschrieben und katalogisiert. Dies ist die Grundlage für Detailanalysen der Phänologie, der Vegetationszonierung am Ufer sowie von Sukzessionsuntersuchungen. Forschungsbedarf besteht z.B. auch bei der Vergesellschaftung von Stromtalpflanzen.

- Eignen sich die zumeist nur punktuell vorkommenden Stromtalpflanzen wirklich zur Abgrenzung der beiden Verbände *Senecion fluviatilis* und *Convolvulion sepium*? [TÜXEN verwendete beide Syntaxa offensichtlich synonym.]
- Wie unterscheidet sich das Vegetationsinventar der rezenten Flußufer von demjenigen Ufer der Altwässer?

An Flußauen wurden von TÜXEN (1978) die grundlegenden Vorstellungen zur Synsoziologie entwickelt. Diese Ansätze wurden insbesondere von SCHWABE (z.B. 1987) aufgegriffen und weiterentwickelt. Leider fehlt bis heute für die meisten Flußtäler selbst eine einfache Auflistung aller Pflanzengesellschaften.

7. Populationsbiologische und experimentelle Ansätze

How does it work? oder: wie funktioniert nun eigentlich die Vegetation am Flußufer? Wir können leider keinen Fluß "neu" erschaffen, um anschließend die Initialbesiedlung der Ufer unter quasi natürlichen Bedingungen zu studieren. Vielmehr sind wir bislang auf die Auswertung von zahlreichen Einzelbeobachtungen angewiesen und schließen aus dem räumlichen Nebeneinander auf das zeitliche Nacheinander. Kurz gesagt, wir befinden uns noch im Stadium des Indizienprozesses.

Gründliche populationsbiologische Studien an Arten der Flußufer sind noch immer rar. Hier wären etwa die Arbeiten von KÖCK (1988) über *Bidens frondosa*, von BELDE (1996) über *Xanthium albinum* oder von M. MÜLLER (1996) über *Artemisia annua* zu nennen. Sicher kann man aus der Kombination von populationsbiologischen Untersuchungen allein noch kein ausreichendes Verständnis des Vegetationsprozesses gewinnen. Aufbauend auf diesen Untersuchungen können jedoch weiterführende Hypothesen und Fragestellungen entwickelt werden, die dann mit Hilfe von Geländebeobachtungen und/oder weiteren Experimenten überprüft werden können.

Gerade zu solchen Experimenten soll ausdrücklich angeregt bzw. ermuntert werden. So eignen sich die Bühnen unserer großen Flüsse nicht nur als Dauerbeobachtungsflächen, sondern auch als Experimentierflächen. So können etwa bestimmte Arten herausgenommen werden, um deren Wiedereinwanderung zu studieren. Ebenso sollten Verpflanzungsexperimente von anderen Uferabschnitten zu wertvollen Ergebnissen führen.

Besonders interessant ist das Studium der Pionierbesiedlung auf Kies-, Sand- oder Schlammflächen, die bei sommerlichem Niedrigwasser trockenfallen. Hier stellen sich sofort die Fragen nach Diasporeneintrag und Samenbank. Die experimentelle Durchführung ist allerdings schwierig, zumal an größeren Flüssen. MÜLLER & SCHARM (1996) konnten am Beispiel der Alpenflüsse zeigen, daß deutliche Unterschiede in den Samenbanken von "Pioniervegetation" und "Überschwemmungsvegetation" bestehen. Nach gelegentlich zu lesender Meinung ist die Samenbank an Flußufeln auch deshalb eher klein, weil kaum Tiere zum Einarbeiten der Diasporen in den Boden zur Verfügung stehen. Auch hier kommt zweifellos den Dauerflächenuntersuchungen eine ganz wichtige Aufgabe zu.

8. Genetische und evolutionsbiologische Fragen

Fließgewässer gelten in der ökologischen Literatur zwar als vernetzte Strukturen par excellence, zugleich ist aber zu beachten, daß die einzelnen Stromsysteme voneinander weitgehend

isoliert sind, läßt man einmal Kanäle und Straßen außer acht. Längerfristige räumliche und/oder ökologische Isolation ist aber eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Neubildung von Sippen. Auswirkungen dieser Isolation sind an der Elbe offensichtlich die als neoendemisch eingestuften Taxa *Xanthium albinum* ssp. *albinum* und *Eragrostis albensis* (SCHOLZ 1995), möglicherweise auch weitere. Für die beiden genannten Sippen wird übrigens vermutet, daß sie von Neophyten abstammen.

Sehr aufschlußreich wären deshalb vergleichende Isozymmuster- bzw. Fingerprintanalysen an Stromtalpflanzen aus verschiedenen Flußsystemen, da diese Arten bereits wesentlich länger als etwa die Neophyten im Gebiet sind und die räumliche Isolation ebenfalls wesentlich länger wirkt.

9. Zusammenfassung

Flußufer werden als Untersuchungsobjekte der Geobotanik, Vegetationsökologie und Biogeographie dargestellt. Es wird der aktuelle Stand der Forschung diskutiert, wobei mit Hilfe eines Fragenkataloges vor allem auf offene Probleme aufmerksam gemacht und auf Forschungsdefizite hingewiesen wird.

Am Beispiel des Flußsystems der Oker wird ein Stichprobenverfahren zur Erfassung des Arteninventars von linearen Systemen dargestellt. Dies schafft zugleich die Voraussetzungen für ein Langzeitmonitoring. Methodische Probleme bei der Kartierung der Uferflora werden ebenso diskutiert wie die Einflüsse von Gewässerverschmutzung und Uferverbauung. Nach bisherigem Kenntnisstand gehören Gewässerufer in Siedlungen zu den besonders artenreichen Habitaten, weswegen auf ihre Bedeutung zur Erhaltung der Biodiversität hingewiesen wird. Große Aufmerksamkeit wird der Dynamik und Konstanz der Uferflora gewidmet, insbesondere Ausbreitungsphänomenen bei Stromtalpflanzen, Gebirgsschwemmlingen und Neophyten. Veränderungen der Ufervegetation durch Neophyten werden diskutiert, ebenso die Ausbreitung von C₄-Pflanzen an Flußufern.

Auf Probleme der Synsystematik von uferbegleitenden Pflanzengesellschaften wird ebenso eingegangen wie auf die Notwendigkeit verstärkter populationsbiologischer Untersuchungen von Schlüsselarten. Schließlich wird auf genetische und evolutionsbiologische Auswirkungen der ökologischen bzw. räumlichen Isolation von Uferpflanzen eingegangen.

10. Literatur

- ANZALONE, B. (1986): La flora vascolare spontanea delle rive del Tevere e suoi affluenti entro Roma. - Ann. Bot. (Roma), 44, Suppl. 4: 1-46.
- ASCHERSON, P. (1864): Verh. Botan. Ver. Prov. Brandenburg, 6: S. XII ff. [zit. nach LOEW (1879)].
- BÉGUINOT, A. (1901): La flora dei depositi alluvionali del fiume Tevere. - Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s. 8: 238-315.
- BELDE, M. (1996): Untersuchungen zur Populationsdynamik von *Xanthium albinum* an der Mittelelbe bei Magdeburg. - Braunsch. Geobot. Arb., 4: 59-69.
- BRANDES, D. (1995.1996): Breiten sich die C₄-Pflanzen in Mitteleuropa aus? - Schr.Reihe Vegetationskunde, 27 [Sukopp-Festschrift]: 365-372.
- BRANDES, D. & F.W. OPPERMAN (1994): Die Uferflora der oberen Weser. - Braunsch. naturkd. Schr., 4: 575-607.
- BRANDES, D. & C. SANDER (1995a): Neophytenflora der Elbufer. - Tuexenia, 15: 447-472.
- BRANDES, D. & C. SANDER (1995b): Die Vegetation von Ufermauern und Uferpflasterungen an der Elbe. - Braunsch. naturkd. Schr., 4: 899-912.
- GROTE, S. & D. BRANDES (1991): Die Flora innerstädtischer Flußufer - dargestellt am Beispiel der Okerufer in Braunschweig. - Braunsch. naturkd. Schr., 3: 905-926.
- KASPEREK, G. (1996): Zur Uferflora der Eifel-Rur (Nordrhein-Westfalen). - Braunsch. Geobot. Arb., 4: 155-179.
- KÖCK, U.-V. (1988): Ökologische Aspekte der Ausbreitung von *Bidens frondosa* L. in Mitteleuropa. Verdrängt er *Bidens tripartita* L. ? - Flora, 180: 177-190.
- KOPECKÝ, K. (1967): Methoden und Ziele der Pflanzenverbreitungsanalyse an Flußufern [tschech.]. - Preslia, 39: 421-431.
- LOEW, E. (1879): Über Perioden und Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande. - Linnaea, 8: 512-660.

LOHMEYER, W. (1981): Über die Flora und Vegetation der dem Uferschutz dienenden Bruchsteinmauern, -pflaster und -schüttungen am nördlichen Oberrhein. - Natur u. Landschaft, 56: 253-260.

LOHMEYER, W. & H. SUKOPP (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. - Schr.Reihe Vegetationskunde, 25: 185 S.

MÜLLER, M. (1996): Populationsbiologie von *Artemisia annua* L. - Braunsch. Geobot. Arb., 4: 71-83.

MÜLLER, N. & S. SCHARM (1996): Zur Ökologie der Vegetation von Flußauen. - Braunsch. Geobot. Arb., 4: 269-295.

NEZADAL, W. & M. BAUER (1996): Der Einfluß von Neophyten auf die uferbegleitende Vegetation an Fließgewässern in Mittelfranken. - Braunsch. Geobot. Arb., 4: 243-258.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl. - Stuttgart. 1050 S.

OPPERMANN, F.W. (1996): Die Uferflora der Weser. - Braunsch. Geobot. Arb., 4: 133-154.

OPPERMANN, F.W. & D. BRANDES (1993): Die Uferflora der Oker. - Braunsch. naturkd. Schr., 4: 381-414.

SCHOLZ, H. (1995): *Eragrostis albensis* (Vortrag auf dem Brandenburgischen Botanikertag am 1.7.1995 in Lenzen).

SCHWABE, A. (1987): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. - Diss. Botanicae, 102: VIII, 368 S.

STEUBE, U. & D. BRANDES (1994): Artenreichtum und Vegetationsinventar dörflicher Gewässerufer dargestellt an Beispielen aus dem nördlichen Harzvorland (Sachsen-Anhalt). - Braunsch. naturkd. Schr., 4: 609-624.

SUKOPP, H. & W. KUNICK (1969): Die Ufervegetation der Berliner Havel. - Natur u. Landschaft, 44: 287-292.

SUKOPP, H. & B. MARKSTEIN (1981): Veränderungen von Röhrichtbeständen und -pflanzen als Indikatoren von Gewässernutzungen, dargestellt am Beispiel der Havel in Berlin (West). - *Limnologica*, 13: 459-471.

TÜXEN, R. (1978): Versuch zur Sigma-Syntaxonomie mitteleuropäischer Flußtal-Gesellschaften. -In: TÜXEN, R. (Edit.): *Ber. Int. Sympos. Int. Veg.kde. Rinteln 1977*. - Vaduz. S. 273-283.

WALAS, J. (1938): Wanderungen der Gebirgspflanzen längs der Tatra-Flüsse. - *Bull. Acad. Polon., Cl. Sci. Math.-Nat., Sér. B* (1938): 59-80.

WEBER-OLDECOP, D.W. (1969): *Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen*. - Diss. TU Hannover. 172 S.

ZACHARIAS, D. & E. GARVE (1996): Verbreitung und Häufigkeit von Stromtalpflanzen im ehemaligen Amt Neuhaus (Mittelelbe, Lkr. Lüneburg). - *Braunsch. Geobot. Arb.*, 4: 35-58.

Prof. Dr. Dietmar Brandes
Botanisches Institut und Botanischer Garten
Arbeitsgruppe für Geobotanik und Biologie höherer Pflanzen
Gaußstraße 7
D-38023 Braunschweig