

Justus-Liebig-Universität Gießen

Institut für Pflanzenökologie

UNTERSUCHUNGEN ZUR AUSBREITUNG VON
NEOPHYTEN AN FLUSSUFERN UND DEREN
ABHÄNGIGKEIT VON ANTHROPOGENEN
STANDORTVERÄNDERUNGEN,
AM BEISPIEL VON RUR UND INDE BEI JÜLICH
(NORDRHEIN-WESTFALEN)

Diplomarbeit am Fachbereich Biologie

vorgelegt von

Gerwin Kasperek

Gießen, im Februar 1993

Vorbemerkung

Das vorliegende Dokument (PDF-Datei) ist eine unveränderte elektronische Version meiner Diplomarbeit "Untersuchungen zur Ausbreitung von Neophyten an Flußufern und deren Abhängigkeit von anthropogenen Standortveränderungen, am Beispiel von Rur und Inde bei Jülich (Nordrhein-Westfalen)", ursprünglich vorgelegt im Februar 1993. Das Dokument entstand durch Scannen eines Originalausdrucks mit anschließender OCR-Behandlung. Hinzugefügt wurde lediglich diese Vorbemerkung sowie eine englischsprachige Übersetzung der Zusammenfassung.

Beim Zitieren des elektronischen Dokuments sollte der folgende, langfristig stabile Identifier verwendet werden: **urn:nbn:de:hebis:30:3-237133** (Um das elektronische Dokument in einem Webbrowser aufzurufen, kann der folgende URL eingegeben werden, der den von der Deutschen Nationalbibliothek betriebenen Resolver anspricht: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:hebis:30:3-237133>).

In inhaltlicher Hinsicht ist anzumerken:

Zur umfassenderen Beurteilung des anthropogenen Einflusses und seiner Konsequenzen wäre die Betrachtung der gesamten Uferflora, also nicht nur der Neophyten, sinnvoll gewesen. Die Berechnung eines sogenannten Neophyten-Index stellt sicherlich eine Vereinfachung dar, die in dieser Form nicht unkritisch weiterverfolgt werden sollte; der methodische Ansatz wäre vielmehr im Hinblick auf die Anteile von anthropochoren Arten an der Gesamflora weiterzuentwickeln.

Jedoch erscheint es mir auch aus heutiger Sicht sinnvoll, die Arbeit als eine Dokumentation der im Jahr 1992 gegebenen geobotanischen Verhältnisse und des damaligen Ausbreitungsstandes der behandelten Neophyten in elektronischer Form allgemein zugänglich zu machen.

Urheberrechtlicher Hinweis:



Dieses Werk steht unter einer Creative Commons-Lizenz der Variante Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung 3.0 Deutschland.

Gerwin Kasperek, Frankfurt am Main, im Januar 2012

Summary

Studies on the spread of neophytic species on river banks and their dependence on anthropogenic changes of site conditions in the example of the Rur and Inde rivers near Jülich (North Rhine-Westphalia, Germany)

In the summer of 1992, the river bank vegetation of sections of the Rur and its tributary the Inde (Lower Rhine Basin, North Rhine-Westphalia) underwent a phytosociological study and the local distribution of neophytes was recorded with a specially-developed method of fine mapping.

The vegetation along the Rur comprises of two subsections of natural or semi-natural plant species in good formation; extensive communities of Convolvuletalia, Phragmition and Sparganio-Glycerion, Bidention and Salicion purpureae occur here. The remaining sections of the Rur and also the Inde are channelised and characterised by relatively intensely managed, botanically poor banks.

A total of 60 kilometres of river bank was patrolled and roughly 30 neophytic taxa were recorded; 15 taxa were selected and systematically mapped. Distribution maps for approximately one dozen of the neophytes that were common in the investigated area were created and discussed.

In parallel to the fine mapping of neophytes, various forms of anthropogenic changes in site conditions were recorded from the sites and also from written sources, in order to find indications of correlations with the expansion of neophytes.

In a review of relevant literature, there were two groups of hypotheses about what type of anthropogenic influences especially favours the spread of neophytes on rivers: some authors consider direct physical interference on the shoreline, such as channelisation and floodplain forest clearing, whereas others suggest chemical pollution of river water to be the main factor. However, these hypotheses were formulated on a weak basis, because the data used was from mapping undertaken on too small a scale and/or of too few cases of individual neophytes were considered.

Therefore, in addition to fine mapping, an attempt was made in this study to develop a new methodological approach to synthetically analyse the magnitude of neophyte presence amongst the vegetation of a particular river section.

A "Neophyte Index" was calculated as an index of neophyte abundance; it is always related to a specific section of river and is determined by the total number and frequency of neophyte taxa found in that section. The use of the Neophyte Index as a synthetic expression of floristic changes enables broad comparison with data on anthropogenic changes of site conditions. The problems with such schematic calculations are discussed; all statements regarding the results had to be followed by the required critical interpretation.

The issue of the status of neophyte populations (especially their degree of naturalisation) played an important role in the study; it was also essential to know the current phase of the immigration of a neophyte in the survey area. Occurrences with a random nature, so casual or outpost-like populations, permit only limited ecological statements. Therefore, not all neophytes found were equally suitable for the calculation of a Neophyte Index. In addition to field observations, extensive analysis of the literature was required to assess these issues. As a result, taxon-based histories of spread were reconstructed and also the current distribution and status in the study area were determined. Eight neophytes were determined to be suitable to be included in the Neophyte Index calculation.

Significant differences in the Neophyte Index for different river sections were revealed: for the lower region of the Rur, downstream from the confluence with the Inde and especially for the Inde itself, there were significantly higher Neophyte Indices as for the upper region of the Rur.

Contrary to frequent, general statements in the literature, there was no apparent connection between the channelisation condition of a river section and its abundance of neophytes; some almost natural, meandering sections of the Rur were considerably richer in neophytes than other, regulated sections.

A connection between the shading of the bank by woods and neophyte abundance was just as difficult to establish. The entire upper region of the Rur was relatively poor in neophytes, despite less shade.

There is, however, a very striking coincidence between the Neophyte Index and the water quality of river sections; the Inde is significantly polluted – mainly by industrial effluents – whereas the Rur, upstream of the confluence with the Inde, shows less pollution. A clear dependence of the neophyte spread on water pollution has been suggested in the literature by some authors, but never proven by accurate mapping in suitable study areas.

The coincidence between water pollution and neophyte abundance demonstrated here must, however, be interpreted with caution; other factors of unknown significance supervene. The industrial area in the catchment area of the Inde – upstream of the study sections – could perhaps play a role as an introduction area or expansion centre of neophytes. Additionally, the data cannot rule out the influence of the hydrological regime on the spread of neophytes.

Finally, the specific site factors such as water supply and substrate, with respect to their still largely unknown modification by anthropogenic influences, are discussed.

[This summary is a translation of the chapter “Zusammenfassung” and was not a part of the original thesis.]

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
2. GRUNDLAGEN	4
2.1. Neulinge in unserer Flora: Neophyten	4
2.1.1. Klassifizierung der Anthropochoren	5
2.2. Neophyten an den Ufern mitteleuropäischer Flüsse	8
2.3. Die ungelöste Frage nach den wesentlichen Störfaktoren	11
2.4. Probleme bei der Beurteilung der Rolle von Neophyten	14
2.5. Die zu untersuchende Fragestellung	16
3. UNTERSUCHUNGSGEBIET	17
3.1. Überblick	17
3.2. Naturräumliche Zugehörigkeit	17
3.3. Hydrologie der untersuchten Fließgewässer	19
3.3.1. Ausbaumaßnahmen im Untersuchungsgebiet	19
3.3.2. Veränderungen des Abflußregimes	21
3.3.3. Weitere Kennzeichen	26
4. METHODEN	27
4.1. Vegetationskundliche Untersuchungen	27
4.2. Zur Abgrenzung von "Ufer" und "Ufervegetation"	29
4.3. Kartierung von Neophyten	30
4.3.1. Kartierungsabschnitte	32
4.3.2. Quantitative Erfassung von Neophyten-Vorkommen	34
4.3.3. Besondere Probleme der Kartierungsmethode	37
4.4. Der Neophyten-Index	38
4.5. Rekonstruktion der Einwanderungsgeschichte von Neophyten	42
4.6. Der Bestockungsgrad	45
5. ERGEBNISSE	47
5.1. Ausbauzustand	47
5.2. Die Ufervegetation der Rur	49
5.2.1. Beschreibung der Vegetationseinheiten	49
5.2.2. Zur Zonierung der Ufervegetation	63
5.3. Ausbreitung und heutige Verbreitung von Neophyten im Untersuchungsgebiet	64

5.3.1. <i>Impatiens glandulifera</i> ROYLE	67
5.3.2. <i>Reynoutria japonica</i> HOUTT.	72
5.3.3. <i>Reynoutria sachalinensis</i> (F.R.SCHMIDT) NAKAI	75
5.3.4. <i>Solidago canadensis</i> L.	76
5.3.5. <i>Solidago gigantea</i> AIT.	79
5.3.6. <i>Aster x versicolor</i> WILLD.	80
5.3.7. <i>Helianthus tuberosus</i> L.	81
5.3.8. <i>Hesperis matronalis</i> L.	82
5.3.9. <i>Bidens frondosa</i> L.	85
5.3.10. <i>Bidens connata</i> MÜHLENB.	87
5.3.11. <i>Epilobium adenocaulon</i> HAUSSKN.	88
5.3.12. <i>Senecio inaequidens</i> DC.	90
5.3.13. <i>Galinsoga ciliata</i> (RAFN.) BLAKE	92
5.3.14. <i>Acorus calamus</i> L.	95
5.3.15. <i>Mimulus guttatus</i> FISCH. ex DC.	97
5.3.16. <i>Foeniculum vulgare</i> MILL.	98
5.3.17. <i>Lycopersicon esculentum</i> MILL.	100
5.3.18. <i>Geranium pyrenaicum</i> BURM. f.	101
5.3.19. <i>Elodea canadensis</i> MICHX.	101
5.3.20. <i>Elodea nuttallii</i> (PLANCH.) ST. JOHN	102
5.3.21. <i>Heracleum mantegazzianum</i> SOMM. et LEV.	102
5.3.22. <i>Symphytum x uplandicum</i> NYMAN	103
5.3.23. Sonstige Neophyten	104
5.4. Zur Veränderung der Uferflora im oberen Bereich der Rur	105
5.5. Neophyten-Index (NI)	107
5.6. Bestockungsgrad	111
5.7. Gewässergüte	113
6. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	118
6.1. Zur Eignung des Untersuchungsgebiets	118
6.2. Zur Aussagekraft des Neophyten-Index	118
6.3. Neophyten-Index und anthropogene Standortveränderungen	119
6.4. Entfernung zu potentiellen Ausbreitungszentren	123
6.5. Schlußbetrachtung	124
7. ZUSAMMENFASSUNG	125
8. LITERATURVERZEICHNIS	127
9. ANHANG	138

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 1: Kennwerte des Abflußverhaltens von Rur und Inde	25
Tab. 2: Bewertungschema zum Bestockungsgrad	46
Tab. 3: Gliederung der Klasse Artemisietea	50
Tab. 4: Vegetationstabelle Convolvuletalia	51
Tab. 5: Vegetationstabelle Aegopodion	53
Tab. 6: Vegetationstabelle Phragmition	55
Tab. 7: Vegetationstabelle Glycerio-Sparganion	57
Tab. 8: Vegetationstabelle Bidention	59
Tab. 9: Vegetationstabelle Agrostietea	60
Tab. 10: Vegetationstabelle Lemnetea	62
Tab. 11: Übersicht über die nachgewiesenen Neophyten	65
Tab. 12: Übersicht über Nennungen von Neophyten in der Literatur	66
Tab. 13: Vergleich der Uferflora 1962 und 1992	106
Tab. 14: Neophyten-Index der Kartierungsabschnitte	108
Tab. 15: Varianten der Neophyten-Index-Berechnung	111
Tab. 16: Gewässergüte von Rur und Inde	114
Tab. 17: Lage und Begrenzung der Kartierungsabschnitte und Bereiche	Anhang
Tab. 18: NI_z der Kartierungsabschnitte	Anhang
Tab. 19: NI_{zU} der Kartierungsabschnitte	Anhang
Tab. 20: NI_U der Kartierungsabschnitte	Anhang

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 1: Übersicht zur Klassifizierung der Anthropochoren	4
Abb. 2: Naturnaher Bereich der Rur im NSG "Rurauenwald/Indemündung"	20
Abb. 3: Naturnahe Strecke der Rur im NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich"	20
Abb. 4: Regulierter Bereich der Rur	23
Abb. 5: Regulierter Unterlauf der Inde	23
Abb. 6: Schema der methodischen Schritte	28
Abb. 7: Insel aus jungen Hochflutsedimenten	48
Abb. 8: Uferanriss mit vorgelagerter Reihe aus Blocksteinen	48
Abb. 9: <i>Impatiens glandulifera</i> nach einem Hochwasser im Frühsommer	71
Abb. 10: <i>Reynoutria japonica</i> in einer Hochstaudenflur nach Beweidung	74

VERZEICHNIS DER KARTEN

Karte 1: Ausbauzustand und -alter der kartierten Abschnitte von Rur und Inde	22
Karte 2: Verbreitung von <i>Impatiens glandulifera</i>	68
Karte 3: Verbreitung von <i>Reynoutria japonica</i>	73
Karte 4: Verbreitung von <i>Solidago canadensis</i>	77
Karte 5: Verbreitung von <i>Solidago gigantea</i>	78
Karte 6: Verbreitung von <i>Hesperis matronalis</i>	84
Karte 7: Verbreitung von <i>Bidens frondosa</i>	86
Karte 8: Verbreitung von <i>Epilobium adenocaulon</i>	89
Karte 9: Verbreitung von <i>Senecio inaequidens</i>	91
Karte 10: Verbreitung von <i>Galinsoga ciliata</i>	93
Karte 11: Verbreitung von <i>Acorus calamus</i>	96
Karte 12: Verbreitung von <i>Foeniculum vulgare</i>	99
Karte 13: Mittlerer Neophyten-Index der Bereiche	109
Karte 14: Bestockungsgrad der Kartierungsabschnitte	112
Karte 15: Gewässergüte (Mittel aus dem Zeitraum 1981-1989)	115
Karte 16: Verbreitung von <i>Scrophularia auriculata</i>	Anhang
Karte 17: Verbreitung von <i>Scrophularia umbrosa</i>	Anhang
Karte 18: Verbreitung von <i>Epilobium hirsutum</i>	Anhang
Karte 19: Verbreitung von <i>Petasites hybridus</i>	Anhang

1. EINLEITUNG

Der Wandel in Flora und Vegetation, der sich unter dem Einfluß des Menschen vollzieht, ist das übergeordnete Themenfeld, in das sich die vorliegende Untersuchung einfügt. Die Veränderungen der Flora, also des gesamten Artenbestandes in einem bestimmten Gebiet, sind dabei durch zwei gegenläufige Tendenzen charakterisiert.

Zum einen ist ein bedeutender Anteil der Gesamtflora Deutschlands durch direkte oder indirekte menschliche Einwirkung bedroht oder sogar ausgestorben. Die Gesamtzahl der Individuen und der Einzelpopulationen solcher Arten sinkt, und ihr Verbreitungsgebiet schrumpft zusammen.

Zum anderen aber hat der Mensch - gewollt oder ungewollt - vielen Pflanzenarten eine Vergrößerung ihres Lebensraumes ermöglicht: diese Arten breiten sich aus, indem sie ihre Individuenzahlen erhöhen und neue Wuchsorte besiedeln. Einheimische Arten können sich ausbreiten, indem sie beispielsweise neue Standorttypen innerhalb ihres Heimatgebiets besiedeln; fremdländische Arten können in für sie neue Gebiete einwandern; in diesem Zusammenhang wurde häufig sogar von "Invasionen" gesprochen (ELTON 1958). Dieser Aspekt des Florenwandels steht in der vorliegenden Arbeit im Vordergrund.

In dem Fall der fremdländischen Pflanzen hat die Mitwirkung des Menschen bei Ausbreitungsprozessen wiederum verschiedene Aspekte: wichtig ist einerseits, daß der Mensch die Pflanzen - bzw. ihre Ausbreitungseinheiten - über geographische Barrieren hinweg transportiert, die diese Arten alleine nicht hätte überwinden können. Aber auch auf andere Weise begünstigt er die Besiedlung neuer Gebiete: die Fremdlinge können vor allem deshalb leichter eindringen, weil der Mensch die natürliche Vegetation im Zielgebiet zerstört und durch eine weniger komplexe und weniger stabile Pflanzendecke ersetzt hat. Kleinflächig hat es Störstellen auch schon vor dem Eingreifen des Menschen gegeben.

Aber außer mäßig gestörten Standorten, die es ähnlich auch schon in der natürlichen Landschaft gab, schafft der Mensch auch Standorte, die in der ursprünglichen Naturlandschaft gar nicht vorhanden gewesen waren: für diese neuen, "anthropogenen" Standorte kann es gar keine einheimische Pflanzengemeinschaft geben, die sich optimal auf die dort herrschenden Bedingungen eingestellt hätte. Es entsteht eine Art biologisches Vakuum, denn die sich neu bildenden Lebensgemeinschaften sind zunächst ungesättigt. Hier werden die Karten neu gemischt, und fremdländische Arten haben im wesentlichen die gleichen Chancen wie einheimische Arten, sich eine ökologische Nische in diesen neuen Lebensgemeinschaften zu erobern.

Der Anteil florenfremder Pflanzenarten ist allgemein in dicht geschlossenen natürlichen Vegetationstypen - etwa in Wäldern - gering, auf in irgendeiner Weise gestörten Standorten aber deutlich größer (MEUSEL 1943; KOWARIK & SUKOPP 1986; FISCHER 1988). Ein Beispiel für einen gestörten Standort sind die Flußufer: zur mechanischen Einwirkung durch Hochwasser, Uferanrisse oder Überdeckung mit Sedimenten kommen chemische Einflüsse wie Ablagerung nährstoffreichen Materials u.ä.. Zu diesen natürlichen Störfaktoren kommen anthropogene Einflüsse hinzu: in vielfältiger Weise wurden Flüsse und Bäche begradigt oder umgeleitet, ihre Ufer befestigt, der Uferwald gerodet und das Wasser verschmutzt. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß sich an Flußufern auffällig viele florenfremde Pflanzen finden. KREH (1951) war sogar "versucht, von einer 'amerikanischen Korbblütlerinvasion' zu sprechen", weil gerade diese Gruppe sich an mitteleuropäischen Flüssen besonders ausbreitet. Die Flora und Vegetation von Flußufern wurde als Gegenstand der vorliegenden Arbeit gewählt.

Die Ausbreitung von Pflanzenarten wird als ein Indikator für die Störung ursprünglicher natürlicher Gleichgewichte betrachtet (etwa bei SUKOPP 1962). Es ist jedoch häufig nicht möglich, diese Störungen genau zu erfassen oder die Bedeutung einzelner Störfaktoren zu bewerten, da sie normalerweise nicht isoliert betrachtet werden können - ein Grundproblem ökologischer Freilandforschung. Gerade im Falle der Flußufer gibt es gegensätzliche Hypothesen darüber, was die entscheidenden Störfaktoren seien, die die Ausbreitung fremder Arten fördern. Durch die Wahl eines geeigneten Untersuchungsgebiets und durch Berücksichtigung vielfältiger Faktoren und Methoden können dennoch Erkenntnisse darüber gewonnen werden, was die Ausbreitung der Fremdlinge besonders fördert. In dieser Arbeit soll es im wesentlichen um die Faktoren Gewässerverschmutzung und Fluß-Ausbaumaßnahmen gehen, weil man diesen am häufigsten eine Förderung von Neophyten zuschreibt; doch es werden auch andere Faktoren zu berücksichtigen sein.

Die Erforschung der Ausbreitung von Pflanzen hat neben ihrer allgemeinen geobotanischen und ökologischen Bedeutung verschiedene anwendungsbezogene Aspekte. Wenn fremde Arten unter sich oder zusammen mit einheimischen Arten unter den veränderten Bedingungen neue Lebensgemeinschaften bilden, so bilden sich auch neue ökologische Gleichgewichte heraus. Diese sind meistens weniger stabil als die ursprünglich vorhandenen (SUKOPP 1962); teilweise aber erfüllen solche neuen Gesellschaften an neuartigen Standorten protektive Funktionen im Naturhaushalt besser als einheimische Arten und Gesellschaften (KOWARIK & SUKOPP 1986). Dadurch erlangen die neuartigen Standorte und Lebensgemeinschaften Bedeutung für planungsrelevante Konzepte wie die "potentielle natürliche Vegetation" (KOWARIK 1987).

Es kann durch die Ausbreitung von "aggressiven" Pflanzenarten jedoch auch zu deutlichen Schädigungen im Naturhaushalt kommen, z.B. zum Aussterben von einheimischen Arten oder zu verstärkter Bodenerosion (SCHWABE & KRATOCHWIL 1991);

aber auch für den Menschen können solche Ausbreitungen wirtschaftliche Nachteile bedeuten, etwa wenn aggressive Unkräuter eingeschleppt werden. Deshalb ist es sowohl aus ökologischen wie auch aus ökonomischen Gründen wichtig, die Veränderungen durch sich ausbreitende Pflanzen zu beobachten und die Gesetzmäßigkeiten dieser Prozesse zu durchleuchten.

Besondere Bedeutung könnten die Erfahrungen mit den ökologischen Konsequenzen solcher Ausbreitungsprozesse im Zusammenhang mit jüngsten rasanten Entwicklungen auf dem Gebiet der Biotechnologie gewinnen: die Freisetzung gentechnisch veränderter Lebewesen ist letztendlich ein Vorgang, der der Einbringung von fremdländischen Arten, die vorher in einem bestimmten Gebiet nicht vorhanden waren, analog ist. Die seit Jahrhunderten stattfindende Einführung von nicht heimischen Pflanzenarten kann als lange Folge von Freisetzungsexperimenten interpretiert werden (KOWARIK 1991).

2. GRUNDLAGEN

2.1. Neulinge in unserer Flora: Neophyten

Die Umstände, unter denen eine Pflanzenart sich ausbreitet, können verschiedenartig sein; auch ihr Verhalten in dem für sie neuen Gebiet kann von Fall zu Fall unterschiedlich sein. Die große Zahl der Anthropochoren, also der gebietsfremden Sippen, die sich infolge der Tätigkeit des Menschen in ein Gebiet ausbreiten konnte, kann auf verschiedene Weisen in einzelne Gruppen eingeteilt werden. Es wurden mehrere Systeme der Klassifizierung aufgestellt, die nicht miteinander vereinbar sind und eine fast unüberschaubare Vielfalt von klassifizierenden Begriffen nach sich zogen; sie erinnern durch häufige Synonymie und Homonymie an Probleme der botanischen Nomenklatur, und ZIZKA (1985) versah die Begriffe deshalb sogar mit Autorenangabe, um Mißverständnisse zu vermeiden, z.B. "*Neophyten* (RIKLI 1903) KREH (1957)".

Für ökologische Betrachtungen erscheinen besonders drei Einteilungsprinzipien wichtig. SCHROEDER (1969) hat dies ausführlich dargelegt und gegenüber anderen Autoren betont, daß diese drei Prinzipien voneinander unabhängig betrachtet werden sollten, um ein überschaubares, eindeutiges System der Klassifikation zu erhalten. Seine Einteilung wurde in Mitteleuropa von den meisten Autoren übernommen; dem durch SCHROEDER festgelegten System soll auch in der vorliegenden Arbeit weitgehend gefolgt werden.

Vegetationskundliche Gruppierung	Grund-einteilung	Fester Platz in			Kein fester Platz in der Vegetation,	
		ursprünglicher Vegetation	potentieller natürlicher, aber nicht in ursprüngl. Veget.	aktueller, aber nicht in potent. natürl. Vegetation	aber wildwachsend vorkommend	nur kultiviert vorkommend
		I. Idiochorophyten Einheimische	II. Agriophyten Neuheimische	III. Epökophyten Kulturabhängige	IV. Ephemerophyten Unbeständige	V. Ergasiophyten Kultivierte
Abweichende Zusammenfassungen		Idiochoren	Anthropochoren			
		Ansässige			Fremde	
		Einheimische	Eingebürgerte			
		Adventive				Kultivierte
		Wildwachsende				
Gruppierung nach der Einwandlungszeit	vor Eingreifen des Menschen	1. Idiochorophyten				
	in „prähistorischer“ Zeit		2. Archäophyten - Altadventive			
	in „historischer“ Zeit		3. Neophyten - Neuadventive			
Gruppierung nach der Einwandlungsweise	ohne Einfluss des Menschen	A. Idiochorophyten				
	selbständig eingewandert		B. Akolutophyten - Eindringlinge			
	unabsichtlich vom Menschen eingebracht		C. Xenophyten - Eingeschleppte			
	als Kulturpflanze eingeführt, jetzt auch wildwachsend		D. Ergasiophyten - Verwilderte			

Abb. 1: Übersicht zur Einteilung der Anthropochoren (aus SCHROEDER 1969)

Die angedeuteten drei Prinzipien der Einteilung sind der Grad der Einbürgerung, der Zeitpunkt der Einwanderung sowie die Einführungsweise der Anthropochoren (Abb. 1). Diese Prinzipien werden im folgenden unter dem Aspekt ihrer Bedeutung für die vorliegende Fragestellung kurz dargestellt, und Beispiele von Flußufem werden - soweit möglich - angeführt.

2.1.1. Klassifizierung der Anthropochoren

- Klassifizierung nach dem Grad der Einbürgerung

Der Grad der Einbürgerung ist ein vegetationskundliches Kriterium und beschreibt den Erfolg des Eindringens und Sich-Behauptens in vorhandener Vegetation. Er ist von der Fähigkeit einer Sippe abhängig, "sich den am früher nicht bewohnten Ort herrschenden abiotischen und biotischen Standortfaktoren gegenüber zu behaupten" (SCHROEDER 1974: 72). Es werden fünf Kategorien unterschieden, die im Hinblick auf Flußufer von unterschiedlicher Bedeutung sind.

- I - **Idiochorophyten** (Einheimische); sie werden hier nicht näher behandelt.
- II - **Agriophyten** (Neuheimische): sie sind mit Hilfe des Menschen eingewandert, haben sich aber einen festen Platz auch in natürlichen Pflanzengesellschaften erobert; würde der menschliche Einfluß aufhören, so blieben sie dennoch Bestandteil der Vegetation. Einige der Pflanzengesellschaften der Flußufer konnten sich infolge Rodung von Auenwäldern und anderen anthropogenen Eingriffen flächenmäßig ausdehnen. Aber dennoch sind sie alle auch fester Bestandteil der "ursprünglichen" und der heutigen "potentiellen" natürlichen Vegetation. Die an den Flußufem eingebürgerten fremdländischen Pflanzen sind daher in der Regel als Agriophyten einzustufen (Bsp.: *Impatiens glandulifera*).
Bislang ungeklärte Probleme der theoretischen Konzepte von "natürlicher Vegetation" wurden von KOWARIK (1987) diskutiert; er stellt auch dar, inwiefern sich die "potentielle natürliche Vegetation" durch Agriophyten verändert.
- III - **Epökophyten** (Kulturabhängige): diese Gruppe der Anthropochoren hat zwar aus eigener Kraft einen festen Platz in der aktuellen wildwachsenden Vegetation erobert, jedoch nur in naturferneren, anthropogenen Pflanzengesellschaften, wie etwa auf Äckern. Deshalb würden die Epökophyten mit dem Verschwinden menschlicher Einflüsse ebenso verschwinden. Sie sind an Flußufem nur in geringem Maße zu erwarten, bzw. nur an solchen Stellen, wo der Mensch die Standortbedingungen stärker verändert hat.
- IV - **Ephemerophyten** (Unbeständige): sie können nur dann regelmäßig auftreten, wenn ihre Verbreitungseinheiten regelmäßig immer wieder eingebracht werden; aus eigener Kraft, ohne anhaltende Mithilfe des Menschen, können sie sich nicht in der Vegetation behaupten.
Wegen der Möglichkeit des Diasporen-Transports mit dem fließenden Wasser muß in Bereichen lückiger Ufervegetation mit Unbeständigen gerechnet werden; allerdings müssen hierfür am Gewässer oberhalb der untersuchten Strecke Orte vorhanden sein, wo der Mensch regelmäßig Diasporen einführt oder z.B. durch Anpflanzung deren Produktion ermöglicht (Bsp.: *Lycopersicon esculentum*).
- V - **Ergasiophyten** (Kultivierte): diese Sippen kommen nur als angepflanzte Individuen vor. An Flußufem ist auch fern von Siedlungen ein Auftreten kultivierter Pflanzen

nicht auszuschließen, beispielsweise wenn bei "Ufergestaltungs-" oder "Biotoppflege-Maßnahmen" Pflanzungen vorgenommen wurden.

"Eingebürgert" ist eine Sippe, wenn sie der Kategorie II oder III angehört. Zu beachten ist allerdings, daß der Prozeß der Einbürgerung einer Sippe häufig verschiedene Stadien durchläuft, die jeweils verschieden zu klassifizieren wären: vorläufig nur als unbeständig bezeichnete Vorkommen können sich direkt einbürgern, und ebenso können unbeständige Vorposten, die wieder verschwinden, eine spätere Einbürgerung ankündigen. Oft folgt erst auf eine "latente Phase" mit zögernder und zumindest teilweise unbeständiger Besiedlung die eigentliche "explosive Phase", die schließlich zur Ausfüllung des potentiell-synanthropen Areals führt (JÄGER 1988; FISCHER 1988; vgl. beispielsweise über das Auftreten von *Senecio inaequidens* im Rheinland GERSTBERGER 1978). Der Grad der Einbürgerung einer bestimmten Sippe kann sich deshalb sowohl im Laufe der Zeit verändern, als auch regional oder lokal verschieden sein.

- Klassifizierung nach der Einwanderungszeit

Bei der Einteilung der Anthropochoren nach der Einwanderungszeit werden zwei Gruppen unterschieden:

- 1 - **Archäophyten** (Altadventive) wanderten unter Mitwirkung des Menschen bereits in vorgeschichtlicher Zeit ein; manche Autoren setzen als Grenze das Datum 1500 (z.B. SUKOPP 1976).
In den natürlichen Pflanzengesellschaften der Ufervegetation finden sich kaum Pflanzen, die als Archäophyten einzustufen wären, oder bei denen dies nachweisbar wäre (zum Problem der Erkennung von Archäophyten SCHROEDER 1969: 230).
- 2 - **Neophyten** (Neuadventive) dagegen wanderten in "geschichtlicher" Zeit ein; ihre Einwanderung ist durch direkte Nachrichten belegt, oder mit Sicherheit erst nach ca. 1500 erfolgt.
Die Mehrheit der an Flußufern eingewanderten Anthropochoren stammt aus Amerika und kann schon aus diesem Grunde erst nach 1492 in Europa angekommen sein. Auch viele andere Anthropochoren der Flußufer kommen aus weit entfernten Gebieten. Oft liegen die Heimatgebiete, genauso wie Mitteleuropa, in der warm-gemäßigten Klimazone (Nordamerika, Ostasien; Bsp.: *Solidago spp.*).

Die Flußufer-Neophyten sind der eigentliche Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Da die verschiedenen Prinzipien der Klassifizierung der Anthropochoren nach SCHROEDER voneinander getrennt zu betrachten sind, umfaßt der Begriff Flußufer-Neophyten folglich Pflanzen, die jeweils verschiedenen Kategorien der beiden anderen Einteilungsprinzipien angehören können: sowohl eingebürgerte als auch unbeständige Sippen, und parallel dazu sowohl unabsichtlich Eingeschleppte als auch verwilderte Kulturpflanzen (s.u.) können Flußufer-Neophyten sein!

Der Begriff Neophyt enthält weiterhin keinerlei Wertung bezüglich der Lebensform, den ökologischen Ansprüchen oder anderen Kriterien, auch wenn der "typische" Flußufer-Neophyt häufig als stickstoffliebende, raschwüchsige und unduldsame Staude gesehen wird.

- Klassifizierung nach der Einführungsweise

Das dritte wichtige Einteilungsprinzip SCHROEDERS ist dasjenige der Einführungsweise; es unterscheidet drei Gruppen.

- A - **Akolutophyten** (Eindringlinge): sie konnten aus eigener Kraft einwandern, nachdem der Mensch für sie geeignete Standorte geschaffen hatte. Es mußte kein Diasporenttransport durch den Menschen stattfinden.
Von den Flußufem ist dem Verfasser kein Beispiel eines solchen Eindringlings bekannt.
- B - **Xenophyten** (Eingeschleppte): ihre Verbreitungseinheiten wurden vom Menschen unbeabsichtigt eingeführt.
Solche Pflanzen sind an den Flußufem häufiger zu finden; es sind meistens im Vergleich mit der folgenden Gruppe eher unauffällige Arten (Bsp.: *Epilobium adenocaulon*).
- C - **Ergasiophytophyten** (Verwilderte): sie wurden absichtlich eingeführt und kultiviert, und konnten sich dann von den Orten der Kultivierung ausgehend aus eigener Kraft ausbreiten.
Auch sie stellen einen großen Anteil der Neophyten, die an Flußufem bekannt sind. Gerade die ursprünglich als Zierpflanzen kultivierten Sippen sind meistens sehr auffällig und treten teilweise aspektbildend an den Flußufem auf (Bsp.: *Helianthus tuberosus*).

Die Verwendung der dargestellten Kategorien ermöglicht es theoretisch, kurze und präzise Angaben zum "Status", d.h. zur "eventuellen Abhängigkeit des Vorkommens einer Sippe von Einflüssen des Menschen" zu machen (SCHROEDER 1974: 71). Bei der praktischen Anwendung können sich jedoch verschiedene Probleme ergeben.

Die Beantwortung von einigen der aufgeworfenen Fragen ist nur durch mehr oder weniger umfangreiche Literaturstudien oder durch langjährige Geländeuntersuchungen möglich, nicht jedoch bei einmaliger Begehung des Gebiets erkennbar. Für floristische Kartierungen wurde deshalb ein vereinfachtes System mit insgesamt nur fünf Statuskategorien geschaffen, die eine direkte Beurteilung im Gelände ermöglichen sollen (SCHROEDER 1974, 1976). Dort werden pragmatische Kriterien angegeben, wie die Unbeständigkeit oder die Einbürgerung einer Art erkannt werden kann.

Inzwischen ist aber klargeworden, daß auch dieses System in der praktischen Feldarbeit keine wirklich befriedigenden Ergebnisse erbringt, und eine erneute Diskussion über diese Problematik beginnt derzeit. Wichtige Vorschläge liefert BERGMEIER (1991). Unter anderem nimmt er die Schwierigkeiten bei der Beurteilung von Einzelfällen im Gelände zum Ausgangspunkt dafür, die sippenbezogenen Systeme SCHROEDERS durch ein Konzept zu ersetzen, das sich auf konkrete Pflanzenvorkommen bezieht (es soll dann nicht mehr der Status der *Sippe* im Kartierungsfeld allgemein beurteilt werden - also der Status aller ihrer Bestände bzw. desjenigen der den höchsten Einbürgerungsgrad erreicht hat -, sondern der Status der wirklich direkt beobachteten *Vorkommen*). Der Begriff des "Vorkommens" wird jedoch meines Erachtens in recht verschiedenartiger Weise gebraucht (vgl. etwa die Verwendung in HEGI als Begriff für die Standortansprüche und das

soziologische Verhalten einer Sippe). Mit "*dem Vorkommen* einer Pflanze an einem Fluß" etwa kann sowohl ein einzelner Bestand, als auch mehrere voneinander isolierte Bestände, als auch ein lückenloses Auftreten entlang der gesamten Uferstrecke gemeint sein. Der Begriff erscheint deshalb für die Definition von Statuskategorien nicht gut geeignet. Der Verfasser verwendet im folgenden bei der Diskussion von Statusfragen auch den Begriff "Population" i.e.S.: nach REMMERT (1989: 131) bezeichnet er eine Gruppe von Individuen, zwischen denen ein regelmäßiger genetischer Austausch erfolgt - die also so nahe beieinander stehen, daß zwischen ihnen regelmäßig und nicht nur zufällig Pollen übertragen wird. Hierdurch kann in einigen Fällen präziser formuliert werden.

Dem vereinfachten Klassifizierungssystem der floristischen Kartierungen (SCHROEDER 1974) sowie den Vorschlägen von BERGMEIER (1991) wird hier nicht umfassend gefolgt, da die vorliegende Arbeit auch Literaturlauswertungen umfaßt und damit andere Voraussetzungen zur Statusbeurteilung vorliegen. Die Bedeutung einer vorkommensbezogenen statt sippenbezogenen Betrachtungsweise tritt jedoch auch bei meiner Arbeit zutage und wird deshalb im Kontext konkreter Fälle diskutiert (Kap. 5.3.).

2.2. Neophyten an den Ufern mitteleuropäischer Flüsse

Schon Mitte des vorigen Jahrhunderts erkannte HOFFMANN die überragende Bedeutung von Flüssen und Tälern für die Wanderung von Pflanzen und für die Deutung ihrer Verbreitungsbilder (HOFFMANN 1852). Aufgrund der seit dieser Zeit verstärkt einsetzenden Einwanderung von Neophyten waren die "Wanderwege der Flora in Stromtälern" (TÜXEN 1950) Gegenstand zahlreicher geobotanischer Untersuchungen.

Nach SUKOPP (1972: 120) kommt "etwa die Hälfte aller mitteleuropäischen Agriophyten" an Binnengewässern vor, nämlich 55 von 113 Arten. Für das gehäufte Auftreten und die Wanderung von Neophyten in Flußtälern und besonders an großen Strömen können eine Reihe von begünstigenden Faktoren genannt werden:

- Zunächst liegen die Orte der Einschleppung, Einführung oder Kultivierung florenfremder Pflanzen häufig an Flüssen. Ganz allgemein spielen hier Städte bzw. industrielle Ballungsräume eine Rolle; besonders reich ist die Adventivflora von Häfen oder Bahnhöfen, oder allgemeiner von Orten intensiven Verkehrs und Warenumschlags, weil hier unbeabsichtigte Einschleppungen häufig sind.
- Täler weisen aufgrund ihrer zumindest relativen Tieflage eine besondere Klimagunst auf: höhere Temperaturen und geringere Frostgefahr kommen besonders Einwanderern aus wärmeren Gebieten zugute.

- Zumindest solchen Arten, die sich hydrochor verbreiten, bietet der Fluß beste Bedingungen zur raschen Wanderung; aber auch zoochor verbreitete Arten können, z.B. aufgrund des Wanderverhaltens von Vögeln, eine charakteristische Verbreitung entlang großer Täler zeigen (HOFFMANN 1879: 9).
- Das Vegetationsgefüge der Flußauen ist durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet und weist auch natürlicherweise viele ruderal beeinflusste, mehr oder weniger lückige Standorte auf.
- Anthropogene Standortveränderungen sind an Flüssen und Strömen in besonders hohem Maße erfolgt. Angefangen mit der Nutzung der Täler als vor- und frühgeschichtliche Siedlungs- und Durchzugsräume, über die Bodenveränderungen durch Ablagerung der Auenlehme infolge der mittelalterlichen Rodungen in den Mittelgebirgen, bis hin zu typisch neuzeitlichen Störungen reichen die menschlichen Einflüsse; letztere umfassen vor allem Flußbegradigungen und Veränderungen des Abflußgeschehens sowie vielfältige Gewässerverschmutzungen.

Der letzte Punkt wird im Zentrum dieser Arbeit stehen, denn die Rolle einzelner anthropogener Einflüsse liegt noch weitgehend im Dunkeln, und weitere Untersuchungen sind deshalb notwendig, um die Bedeutung der Ausbreitung von Neophyten als Anzeiger gestörter Lebensgemeinschaften zu erhellen.

Unter den verschiedenen Vegetationseinheiten der Flußufer sind die nitrophilen Hochstaudenfluren eine bevorzugte Wahlheimat von Neophyten. In einer von SUKOPP (1976) veröffentlichten Liste der Agriophyten an mitteleuropäischen Binnengewässern werden allein für diese Vegetationseinheiten 21 Arten aufgeführt. Herausragende Beispiele aus dem Flußgebiet des Rheins wurden von LOHMEYER (1969, 1971a, 1971b) zusammengestellt; der Autor verwies dabei auf viele verwilderte Zierpflanzen. Diese auffälligen, hochwüchsigen Stauden wurden häufig als die "typischen" Flußufer-Neophyten behandelt, beispielsweise die Knollen-Sonnenblume, oder verschiedene Arten von Astem oder Goldruten. Auch wurden mehrere neue Pflanzengesellschaften beschrieben, die von Neophyten dominiert werden (KOPECKY 1967); ihre Berechtigung ist aber noch umstritten. Neophytische Ausbreitung an Flußufern in jüngster Zeit wurde beispielsweise von WEBER (1987) für *Angelica archangelica* geschildert.

Den auffälligen florenfremden Hochstauden stehen andere Neophyten gegenüber, die unterhalb der Zone der Hochstauden sommerlich trockenfallende Schlammfluren oder Kleinstandorte an Uferabbrüchen besiedeln; diese Gruppe besteht vorwiegend aus relativ unauffälligen Xenophyten und umfaßte in der Liste von SUKOPP (1976) immerhin 14 Arten. Sie wurden in zusammenfassenden Berichten über Ufer-Neophyten oftmals nicht beachtet, werden aber in die vorliegende Untersuchung mit einbezogen; denn auch sie können grundsätzlich durch ihr Auftreten ökologische Aussagen über den Standort ermög-

lichen. Es handelt sich bei diesen "kleinen" Ufer-Neophyten teilweise um Arten, die standörtliche Schwerpunkte abseits der Ufer aufweisen, etwa als kurzlebige Ruderalpflanzen; dennoch gibt es nicht wenige solche Arten, die sehr regelmäßig die Ufer besiedeln.

Auf mögliche Gefahren durch die Ausbreitung besonders der hochwüchsigen Neophyten an Flußufern wurde immer wieder hingewiesen. Einige Arten expandieren derart aggressiv, daß sie die einheimische Ufervegetation völlig oder weitgehend verdrängen. Dadurch können längere Uferstrecken floristisch und strukturell verarmen: im Schwarzwald verdrängt der unduldsame *Reynoutria japonica* die einheimische Vegetation - vor allem an Gebirgsbächen - auf teilweise kilometerlangen Strecken (HEGI III/1 1981, SCHWABE 1987). Auch *Helianthus tuberosus* zeichnet sich durch die Bildung sehr unduldsamer Bestände aus (LOHMEYER 1971a). Dem steht gegenüber, daß einige Neophyten durchaus eine Bereicherung der einheimischen Vegetation darstellen können: SCHWABE & KRATOCHWIL (1991) weisen für *Impatiens glandulifera* darauf hin, daß die Art gebietsweise hohe ökologische Bedeutung als Hummelblume hat; weiterhin betrachten die Autoren "Arten, die sich kleinflächig deckend in die Ufervegetation eingepaßt haben", als biologische Bereicherung.

Gefahren können aber auch für wasserwirtschaftliche Belange entstehen, so etwa betreffend die Stabilität der Ufer. Ein bekanntes Beispiel hierfür sind die Knollen des Topinambur (*Helianthus tuberosus*); früher wurde er wegen diesen nährstoffreichen Speicherorganen vom Menschen angebaut, heute graben Nagetiere die Knollen der an Flußufern verwilderten Pflanzen aus und reißen so Lücken in die schützende Vegetationsdecke. Auch *Reynoutria japonica* soll nur in geringem Maße den Boden festhalten können (SCHWABE & KRATOCHWIL 1991: 20).

Andererseits sollen beispielsweise die wenig biegsamen Stengel dieser Pflanze die Fließgeschwindigkeit senken und damit die Sedimentation und die Aufhöhung der Ufer fördern (vgl. LOHMEYER 1971a: 168); Unterspülungen können die Folge sein.

Ob diese negativen Konsequenzen tatsächlich solche Ausmaße annehmen, daß an eine Bekämpfung der betreffenden Flußufer-Neophyten gedacht werden muß, sei dahingestellt. Sinnvolle Bekämpfungsmaßnahmen würden zudem eine genauere Kenntnis derjenigen Faktoren voraussetzen, die die Ausbreitung der Neophyten begünstigen. Wie im folgenden gezeigt werden soll, gibt es diesbezüglich deutliche Meinungsverschiedenheiten; und eventuell spielen hier zusätzlich zu den häufig genannten Faktoren weitere Einflüsse eine Rolle, die sich einer Beeinflussung mit dem Ziel der Bekämpfung von Neophyten entziehen.

2.3. Die ungelöste Frage nach den wesentlichen Störfaktoren

Das häufige Auftreten von Neophyten an den Ufern von Flüssen und Bächen ist also seit langem bekannt, und auch Zusammenhänge zwischen dieser Häufung von Anthropochoren und anthropogenen Standortveränderungen wurden immer wieder diskutiert. Dabei gehen die Meinungen über entscheidende Einflüsse jedoch auseinander, und Untersuchungen, die diese Zusammenhänge gezielt betrachten, sind selten. Sicherlich darf auch nicht von Ursachen im Sinne monokausaler Beziehungen gesprochen werden; es geht vielmehr um menschliche Einflüsse, die die Ausbreitung von Neophyten fördern.

Die in der Literatur geäußerten Ansichten über die wesentlichen Eingriffe, die den Neophytenreichtum von Flußufem fördern, lassen sich grob in zwei Gruppen einordnen:

- Einige Autoren messen den Ausbaumaßnahmen, wie der Regulierung oder Kanalisierung von Flüssen, der Vernichtung der natürlichen Ufervegetation oder ähnlichem die größte Bedeutung bei. Diese Einflüsse könnte man insgesamt als primär mechanische Eingriffe direkt am Standort bezeichnen, auch wenn sie natürlich ebenso zu langfristigen chemischen oder sonstwie gearteten Veränderungen des Standorts führen können.
- Andere Autoren dagegen stellen den Einfluß der Eutrophierung und Verschmutzung der Gewässer in den Vordergrund, also einen Eingriff chemischer Art, der nicht direkt am Standort erfolgt. Für die schwimmende und untergetauchte Fließgewässervegetation ist der wesentliche Einfluß von Gewässerbelastungen hinreichend bewiesen (KÖHLER & ZELTNER 1974; GRUBE 1975; WEYER 1990), über die Beeinflussung der amphibischen oder terrestrischen Ufervegetation jedoch liegen vergleichsweise wenige Erkenntnisse vor.

Weitere Formen von Standortveränderungen lassen sich hier nicht zwanglos einordnen, wie z.B. Veränderungen der Überflutungsdauer oder -häufigkeit durch Regulation der Wasserführung, wie sie beispielsweise durch Talsperren an den Oberläufen erfolgt. Solche Faktoren wurden bisher nur selten und meistens nur am Rande behandelt, und eventuell wird ihre Bedeutung unterschätzt.

Auffallend ist bei der Sichtung von diesbezüglichen Veröffentlichungen weiterhin, daß häufig nur jeweils eine der dargestellten Faktorengruppen betrachtet wird. Eine genauere Beschreibung oder Quantifizierung der anthropogenen Störungen an Flußufem findet sich nirgendwo in der mir bekannten Literatur. Vielmehr erfolgt eine Beurteilung von Faktoren vermutlich oft nach der persönlichen Erfahrung der Verfasser, ohne daß eine nachvollziehbare, vielleicht sogar quantitative Analyse erfolgt; Interessant ist in diesem Zusammenhang sicherlich eine sog. "Koinzidenzanalyse" zu den Beziehungen zwischen Gewässerausbau und Neophytenreichtum (SCHWABE & KRATOCHWIL 1991: 24), die

von den Autoren jedoch nicht erläutert oder über Literaturhinweise belegt wird; es werden lediglich angebliche Ergebnisse erwähnt. Erschwert wird die kritische Würdigung der in der Literatur dargestellten Erkenntnisse aber auch dadurch, daß Kartierungen von Neophyten-Vorkommen meistens nur in relativ grobem Maßstab durchgeführt wurden (z.B. RÜDENAUER et al. 1974); damit ist eine direkte Vergleichbarkeit mit anthropogenen Standortveränderungen bisher kaum gegeben.

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die Behandlung dieser Problematik in der Literatur gegeben, unter Einhaltung der oben getroffenen Gruppierung in Autoren, die vorwiegend entweder wasserbauliche oder aber gewässerchemische Einflüsse betrachten.

KOPECKY führte eine größere Anzahl von Untersuchungen über die Ufervegetation an tschechoslowakischen Wasserläufen durch (KOPECKY 1967, 1968, 1969). Im Rahmen der Beschreibung einer flußbegleitenden Neophytengesellschaft diskutierte er "eine auffallende zeitliche Korrelation zwischen der Intensivierung der wasserwirtschaftlichen Tätigkeit und der massenhaften Ausbreitung hochwüchsiger flußbegleitender Neophyten" (KOPECKY 1967: 159). Er sieht jedoch nicht nur eine zeitliche Koinzidenz, sondern auch eine ursächliche Abhängigkeit: die Schnelligkeit der Ausbreitung hänge "in erster Linie von der gesamten Intensivierung der wirtschaftlichen Tätigkeit ab, die mit der Vernichtung der natürlichen Ufergesellschaften verbunden war (Regulierungen, Rodung der Auenwälder usw.)". Bedeutsam für die schnelle Ausbreitung der Neophyten sei vor allem die künstliche Destruktion, "die oft eine durchdringende Änderung der ökologischen Bedingungen an einer bestimmten Flußstrecke verursacht." (KOPECKY l.c.: 161).

Auch MEUSEL (1978: 20) berichtet in den Anmerkungen seiner "Vergleichenden Chorologie" über *Impatiens glandulifera*, es bilde "besonders nach Destruktionen infolge wasserwirtschaftlicher Maßnahmen oft zusammen mit anderen Neophyten subruderaler Saum- und Schleiergesellschaften, kann aber auch in naturnahe Aue-Vegetationstypen eindringen".

RÜDENAUER et al. (1974: 74) fanden es "auffallend, wie stark etwa *Helianthus* sich an den Flüssen breit gemacht hat, deren Ufer zuvor kanalisiert wurden (Neckar und Rems). Dagegen tritt sie an der (nicht kanalisierten) Enz deutlich zurück und beschränkt sich auf Abschnitte in Siedlungsnähe oder neben Brücken". Demgegenüber erschien es den Autoren zweifelhaft, ob "die Ausbreitung im Flußuferbereich mit der Wasserverschmutzung zusammenhängt". Ohne Belege zu liefern, stellen die Autoren fest, daß "die Verbreitung im Detail nicht mit der Eutrophierung oder Verschmutzung des Flusses" übereinstimme.

Auch für die Ausbreitung von *Solidago*-Arten wurden Parallelen mit direkten anthropogenen Störungen gesehen; sie verwilderten nach MEUSEL & JÄGER (1992: 59) zunächst in "gestörten Flußauenstandorten". Es wird aber gelegentlich auch eine umgekehrte Abhängigkeit postuliert, nämlich daß sie naturnähere Flußläufe gegenüber ausgebauten bevorzugten: "die Besetzung des Neckartales wird dort, wo der Mensch das Ufer nicht korrigiert und betoniert, weiter schreiten", meinte KREH (1951: 69), und auch HEGI (VI/3, 1979) berichtete, *Solidago gigantea* sei stellenweise "durch Flußregulierungen wieder zurückgegangen".

SCHWABE (1987) untersuchte die Ufervegetation der meisten Fließgewässer des Schwarzwaldes. *Solidago* tritt demnach auch dort an den ausgebauten Flußstrecken zurück. Entgegengesetzt soll sich aber beispielsweise *Impatiens glandulifera* verhalten: "wie bei anderen zur Dominanz neigenden Neophyten (...), zeigen sich Schwerpunkte im Bereich ausgebauter oder sonst im Uferbereich gestörter Flußabschnitte." (SCHWABE l.c.: 103). Auch *Reynoutria japonica* hätte sich "praktisch nur dort etablieren können, wo durch Flußausbau und sonstige Störungen die Ufervegetation lückig und gehölzfrei war" (SCHWABE l.c.: 108).

SCHWABE & KRATOCHWIL (1991: 26) postulierten gar: "Allgemein gibt es in Südwestdeutschland bis zu Höhenlagen von etwa 700 m ü. M. eine Koinzidenz zwischen Gewässerausbau und Neophytenreichtum". Eine oben schon erwähnte "Koinzidenzanalyse"

soll "auch für den Schwarzwald" gezeigt haben, "daß Neophyten hier an ausgebauten Flußufern ihren Schwerpunkt haben." Diese Aussagen sind insofern mit einem Fragezeichen zu versehen, als Begriffe und Methoden unklar bleiben und weitere Faktoren, so vor allem der Gewässerchemismus, scheinbar nicht ausreichend berücksichtigt wurden.

Zusammenhänge zwischen dem Chemismus von Flußwasser oder Sedimenten und der Ufervegetation sind schon dadurch angedeutet, daß viele Ufergesellschaften als nitrophil gelten, so etwa alle Gesellschaften der *Convulvulatalia* und *Bidentetea* (OBERDORFER 1983a). KNAPP (1982) untersuchte die Eignung der Ufervegetation als Bioindikator für die Wasserqualität, er stellte jedoch noch keine Bezüge zur Neophyten-Problematik her.

Zusammenhänge mit der Ausbreitung von Neophyten scheinen vor allem im Falle einer Versalzung deutlich zu werden; die Salzvegetation an der durch Abwässer der Kaliindustrie stark belasteten Werra (Hessen/Thüringen) wurde beispielsweise von LADWIG (1965) beschrieben. Salztolerante Arten, die anderswo in Deutschland einheimisch sind (z.B. an der Küste oder an binnenländischen Salzstellen), verhalten sich an der Werra neophytisch, und neophytische Arten von anderen Kontinenten treten hinzu.

EISENHUT (1968) betrachtete "Pflanzen als Kennzeichen der Flußverschmutzung"; er vermutete Zusammenhänge zwischen der Verschmutzung der Rems (Baden-Württemberg) und der Ausbreitung einer amerikanischen *Helianthus*-Art, sah aber "auch äußere Einflüsse wie Uferbefestigung, Flußbauten und dergl. eine Rolle" spielen.

LOHMEYER (1971a) betrachtete mehrere Neophyten an Flußufern und konstatierte, sie hätten sich "vor allem entlang den durch Fäkalien, Waschmittelrückstände und sonstige stickstoff- und phosphorreiche Abfallprodukte stark verschmutzten und eutrophierten Fließgewässern" breitgemacht.

SEYBOLD (1976: 24) hält die Gewässer-Eutrophierung für möglicherweise wichtig, denn deswegen "haben sich ja auch die Verhältnisse der einheimischen Arten untereinander verschoben, wie die enorme Ausdehnung der Großen Brennessel (*Urtica dioica*) in diesem Bereich" zeige. Es kommen nach seiner Ansicht aber noch weitere Gründe hinzu, wie die Regulierung und Kanalisierung der Flüsse u.a.. Er läßt die Frage deshalb offen.

Auch in anderen Arbeiten wird betont, daß es sich um ungeklärte Fragen handelt und damit eindeutige Aussagen über die Bedeutung einzelner Faktoren nicht möglich wären. SCHNEDLER (1991: 36), der eine Vielzahl von anthropogenen Eingriffen aus beiden Gruppen aufzählt, warnt vor vereinfachenden Betrachtungsweisen: "die 'Renaturierung von Fließgewässern' geht von der Illusion aus, den ehemaligen Zustand wieder herstellen zu können. In Realität werden erneute Standortveränderungen vorgenommen, die wiederum mit der Ausbreitung von Arten verbunden sein werden."

MEUSEL & JÄGER (1992: 58) sehen die Ausbreitung der amerikanischen Asteraccen-Hochstauden "durch Entwaldung und Eutrophierung nur teilweise erklärt" und fragen: "warum sind gerade an diesen Standorten amerikanische Neophyten der europäischen Flora ebenbürtig oder überlegen?"

In der dem Verfasser bekannten Literatur deutet sich allerdings insgesamt ein tendenzielles Vorherrschen von Vertretern der erstgenannten Hypothese an: daß Ausbaumaßnahmen und direkte Störungen den wesentlichsten Einfluß auf die Ausbreitungschancen von Neophyten hätten.

2.4. Probleme bei der Beurteilung der Rolle von Neophyten

Im Vorstehenden war häufig von "den Neophyten" die Rede, als ob es sich dabei um eine ökologisch homogene Gruppe handele; dies ist jedoch nur begrenzt der Fall.

Neophytische Sippen zeigen teilweise zueinander gegensätzliche Verhaltensweisen. Während für die meistens Neophyten eine Bevorzugung von anthropogen gestörten Standorten tatsächlich charakteristisch ist, gibt es auch Fälle des Eindringens in weniger gestörte Vegetationstypen; bekannt ist hierfür *Impatiens parviflora*, das sich in mitteleuropäischen Laubwäldern eingebürgert hat.

Auch für die Gruppe der Flußufer-Neophyten ergeben sich aus der Literatur Hinweise, die ein teilweise entgegengesetztes Verhalten einzelner Sippen nahelegen; für *Solidago*-Arten wurden solche Aussagen bereits oben zitiert.

Auch diese Befunde sind jedoch nicht unumstritten: Die Ausbreitung von *Impatiens parviflora* wurde als Anzeichen für die anthropogene Störung selbst der siedlungsfernen Wälder durch Eutrophierung gewertet (vgl. JÄGER 1988: 120). Die Unsicherheit aller bisherigen Aussagen über die Bedeutung einzelner Störfaktoren in der Ufervegetation wurde bereits belegt.

Die Kenntnis der ökologischen Gesetze, die diesen Vorgängen zugrundeliegen, ist sehr begrenzt, und schon allein deswegen erscheint eine ausschließlich auf einzelne Sippen bezogene Betrachtung als nicht möglich. Sinnvoll erscheint es dem Verfasser, innerhalb einer in sich geschlossenen Untersuchung durch aufmerksame Interpretation von Beobachtungen nach ergänzenden Hinweisen zu suchen, ob sich einzelne Sippen anders verhalten als die Mehrzahl der typischen, störungszeigenden Neophyten.

Als gesicherte Erkenntnis muß gelten, daß die Mehrzahl aller Neophyten anthropogene Standorte ausschließlich oder zumindest bevorzugt besiedelt, so daß ihre Häufung auf diesen Standorten eine Bioindikation der anthropogenen Einflüsse darstellt (SUKOPP 1962).

Eine erklärende Hypothese zu diesem Phänomen lieferte TÜXEN beispielsweise in dem Satz: "Natürliche Dauer-Gesellschaften zeichnen sich durch eine bemerkenswerte Festigkeit ihres Gefüges aus, das nicht leicht neue gesellschaftsfremde Arten eindringen läßt." (TÜXEN 1950: 52). Dabei rechnet der Autor auch nitrophile Saumgesellschaften zu den Dauergesellschaften (TÜXEN 1967: 433).

Geringfügig anders, aber mit gleichem Hintergrund ist die folgende Aussage über das Wesen der pflanzlichen Lebensgemeinschaften zu sehen: "In eine intakte Pflanzengesellschaft kann keine weitere Pflanzenart eindringen" (SCHNEDLER 1991: 34); in ihr sind alle ökologischen Nischen besetzt, die Lebensgemeinschaft ist damit "gesättigt".

Neophyten oder andere gesellschaftsfremde Arten bilden demzufolge eine ökologische Gruppe, die - zumindest hypothetisch - pauschal als "Störungszeiger" betrachtet werden kann. Auch wenn angenommen wird, daß viele Ufergesellschaften natürlicherweise durch

ihren mehr oder weniger ruderalen Charakter "in ihrem Gefüge etwas beweglicher" sind und deshalb weitere Arten eher aufnehmen können (TÜXEN 1950: 52f), kann das die Häufung von gesellschaftsfremden Arten wohl nicht annähernd allein erklären; insbesondere müßte man dann erwarten, daß naturnahe Flußstrecken aufgrund der deutlich höheren Uferdynamik auch mehr Neophyten aufweisen als kanalisierte Strecken. Dies widerspricht jedoch den allermeisten der bisher publizierten Beobachtungen.

Anders ausgedrückt: die ruderalen Flußufergesellschaften unterscheiden sich von geschlossenen Dauergesellschaften wohl durch einen geringeren Grad der "Sättigung"; jedoch dürfte dieses zweifelsohne nicht mit dem "Sättigungsdefizit" gänzlich neu geschaffener anthropogener Standorte vergleichbar sein. Damit könnten die Flußufer als natürlicher Standort betrachtet werden, der bei fehlender menschlicher Standortbeeinflussung zwar nicht neophytenfrei wäre, aber doch fest in der Hand einheimischer Pflanzen und ihrer Lebensgemeinschaften bliebe. Ein deutlich wachsender Anteil von Neophyten an den Flußufern kann dann als Anzeiger anthropogener Störungen gewertet werden.

Es wird also in der vorliegenden Arbeit davon ausgegangen, daß eine "pauschale" Betrachtung der Neophyten als Anzeiger anthropogener Einflüsse auch in ruderalen Ufergesellschaften möglich und sinnvoll ist, um grundlegende Zusammenhänge zu beleuchten. Wie SUKOPP (1962: 200) gerade mit Blick auf die Flußtäler bemerkte, "zeigen die Neophyten jene Standorte auf, an denen die Veränderungen des Landschaftshaushaltes durch menschliche Eingriffe am größten sind."

2.5. Die zu untersuchende Fragestellung

Die Zusammenhänge zwischen der Ausbreitung von Neophyten und anthropogenen Standortveränderungen sollen durch eine Fein-Kartierung analysiert werden. Dabei sollen parallel zur aktuellen Verbreitung von Neophyten im wesentlichen - aber nicht ausschließlich - zwei Typen anthropogener Störungen erfaßt werden: der Ausbau von Fließgewässern sowie die chemische Gewässerbelastung.

Es wird davon ausgegangen, daß die Daten, die bisher zu Aussagen über die Neophyten-Problematik an Flußufeln herangezogen wurden, im wesentlichen auf zu kleinmaßstäbigen Kartierungen und auf zu spezieller Betrachtung einzelner neophytischer Arten beruhen. Wesentlicher Bestandteil der vorliegenden Arbeit muß die Entwicklung geeigneter Methoden sein: zum einen ist eine Methode zur großmaßstäbigen Kartierung von Neophyten-Vorkommen entlang von Flüssen notwendig; zum anderen soll die Bedeutung, die Neophyten insgesamt in der Vegetation eines bestimmten Flußabschnitts haben, synthetisch analysiert werden.

Eine wichtige Rolle bei den Untersuchungen spielt die Frage des Status von Neophyten-Vorkommen; wesentlich ist auch die Kenntnis der aktuellen Phase der Einwanderung eines Neophyten in das Untersuchungsgebiet. Neben Beobachtungen im Gelände sind hierzu umfangreiche Auswertungen der Literatur notwendig.

Als Ergebnis sollen also zunächst artbezogen Erkenntnisse gewonnen werden, die dann zur Betrachtung der Gesamtbedeutung der Neophyten an einzelnen Flußabschnitten synthetisiert werden. Diese Gesamtbedeutung - ausgedrückt in einem "Neophyten-Index" -, kann für konkrete Fließgewässer-Abschnitte mit anthropogenen Standortveränderungen verglichen werden.

Am Beispiel von Fließgewässern der Niederrheinischen Bucht sollte nun überprüft werden, inwieweit die in der Literatur getroffenen Aussagen zur Neophyten-Problematik bestätigt oder ergänzt werden können.

3. UNTERSUCHUNGSGEBIET

3.1. Überblick

Die Rur und ihr Nebenfluß Inde entspringen im belgischen Teil des niederschlagsreichen Hohen Venn. Sie gehören zum Einzugsgebiet der Maas, der sie mit nordöstlicher bis nordwestlicher Fließrichtung zueilen. Die Rur ist 207 km lang, ihr Einzugsgebiet umfaßt insgesamt 2339 km² (DEUTSCHES GEWÄSSERKUNDL. JAHRBUCH 1987). Zum Einzugsgebiet der etwa 40 km langen Inde gehören davon 352 km² (HOFFMANN 1978).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Rur zwischen Düren und Linnich untersucht; dies entspricht in etwa dem Bereich von km 65 bis km 40 oberhalb ihrer Mündung in die Maas (im niederländischen Roermond). Die Stadt Jülich liegt etwa in der Mitte des untersuchten Abschnittes, 55 km oberhalb der Mündung (Karte 1). Des weiteren wurde die Inde zwischen Inden und ihrer Mündung in die Rur bei Jülich erfaßt, d.h. die letzten fünf Kilometer ihres Unterlaufs. Diese Abschnitte liegen in der Niederrheinischen Bucht (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland).

Das Untersuchungsgebiet wird von den Topographischen Karten TK 1:25.000, Blätter 5003 (Linnich), 5004 (Jülich) und 5104 (Düren) abgedeckt. Es liegt etwa auf halber Strecke zwischen Köln und Aachen.

3.2. Naturräumliche Zugehörigkeit

Die Niederrheinische Bucht (55) stößt als Teil eines großen tektonischen Senkungsgebietes in das Mittelrheinische Bergland vor (PAFFEN 1962). Das Untersuchungsgebiet liegt im westlichen Flügel dieser Bucht; ihre südliche Grenze wird hier streckenweise vom markanten Nordabfall der Eifel gebildet, wo die Rur oberhalb Kreuzau die nach ihr benannte Rureifel (282) verläßt. Weiter westlich bildet das Vennvorland (56) einen sanfteren Übergang zwischen Gebirge und Flachland; in diesem Bereich verläßt die Inde bei Eschweiler das Aachener Hügelland (561).

Die westliche Niederrheinische Bucht umfaßt die Zülpicher Börde (553) sowie nordwestlich anschließend die Jülicher Börde (554) und fällt von etwa 200 m ü. NN am Gebirgsfuß nordwärts sanft auf etwa 60 m ü. NN ab. Reliefbestimmend sind die flach gelagerten eiszeitlichen Schotter der Rhein-Maas-Hauptterrasse, die eine riesige Ausdehnung besitzt und in der Niederrheinischen Bucht von bis zu 20 m mächtigen Lößdecken überlagert ist.

Mehrere der Täler, die diese Lößplatten zerschneiden, sind durch Bruchschollen-Bildung in SO-NW-Richtung tektonisch vorgezeichnet, so auch das Rur-Tal innerhalb des Untersuchungsgebiets: es verläuft am Rand der schrägstehenden Rurscholle zur nordöstlich anschließenden, weniger stark eingesenkten Erftscholle - vor dem sog. "Rurrand", der im Gelände auf der rechten, nordöstlichen Talseite deutlich erkennbar ist (KÜNSTER 1967).

Die Rurniederung kann aufgrund der Zugehörigkeit zu Zülpicher bzw. Jülicher Börde aufgeteilt werden in die Dürener Rurniederung (553.4) und die Jülich-Linnicher Rurniederung (554.30), jedoch entsprechen sich die naturräumlichen Gegebenheiten weitgehend (GLÄSSER 1978, hiernach auch die folgenden Ausführungen). Die Breite dieser Alluvialzone schwankt etwa zwischen zwei und fünf Kilometern, randlich wird sie durch deutliche Terrassenkanten begrenzt. Die im allgemeinen kalkfreien Auenlehme sind meistens über einem Meter mächtig und enthalten besonders in der Nähe des ehemaligen Flußbettes eine bedeutende Sandkomponente, während im Randbereich angeschwemmte Lößlehme auftreten können. Der ursprünglich deutlich höhere Grundwasserspiegel ist infolge der Flußregulierung auf teilweise 3-4 m abgesunken (GLÄSSER l.c.: 39).

Das untere Indetal (554.31) unterscheidet sich außer durch seine geringere Breite naturräumlich kaum von der Rurniederung. Insgesamt ist das untersuchte Gebiet damit landschaftlich relativ homogen.

Klimatisch ist das Untersuchungsgebiet zum einen durch eine relative Niederschlagsarmut gekennzeichnet; durch die Lage im Regenschatten der Ardennen/Westeifel bleiben die jährlichen Niederschläge nach KÜNSTER (1967) unter 650 mm. Zum anderen sind die thermischen Verhältnisse infolge der geringen Meereshöhe und der subatlantischen Tönung des Makroklimas relativ mild und ausgeglichen. Für Jülich gibt GLÄSSER (1978: 40) als mittlere jährliche Temperatur 9,4 °C an (Januarmittel +1,6 °C, Julimittel 17,0 °C). Für die betrachteten Fragestellungen sind auch die klimatischen Verhältnisse an den Oberläufen von Bedeutung; sie wirken sich auf die Hydrologie von Mittel- und Unterläufen aus (s.u.).

Die heute vorherrschenden Landnutzungsformen in der Rurniederung zwischen Düren und Linnich sind Ackerbau und Grünlandwirtschaft (v.a. Weiden). Charakteristisch für den Bereich unterhalb Jülich ist der sog. "Rur-Driesch"; dabei handelt es sich eine traditionelle Form der Doppelnutzung von Viehweiden, die regelmäßig mit Hybridpappeln bepflanzt sind, und so aus der Ferne den Eindruck lichter Pappelforsten erwecken (BOBERFELD & SEEMER 1986). Durch das Naturschutzgebiet "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" soll unter anderem diese landschaftsprägende Nutzungsform erhalten werden.

Wälder sind nur kleinflächig in die Rurniederung eingestreut; die letzten noch erhaltenen großflächigen Auwaldbereiche sind südlich von Jülich im Naturschutzgebiet "Rurauenwald/Indemündung" zu finden.

3.3. Hydrologie der untersuchten Fließgewässer

Die hydrologischen Verhältnisse der Fließgewässer im Untersuchungsgebiet sind durch wasserbauliche und andere Maßnahmen des Menschen gegenüber den ursprünglichen Gegebenheiten stark verändert worden. Die wesentlichen Einflüsse sind dabei die Regelung des Abflußgeschehens durch den Bau von Talsperren am Oberlauf sowie der Ausbau der Flußstrecken im Mittel- bzw. Unterlauf.

3.3.1. Ausbaumaßnahmen im Untersuchungsgebiet

Bereits in früheren Jahrhunderten wurden vereinzelt und immer nur punktuell Ufersicherungs- und Begradigungsmaßnahmen durchgeführt (HANSEN 1992); an einigen Stellen wurden schon seit dem Mittelalter Wehre errichtet, um große Mühlgräben ableiten zu können - die sog. "Mühlenteiche", die für die Jülicher Gegend charakteristisch sind (KÜNSTER 1967).

Größere Regulierungs- und Eindeichungsmaßnahmen waren aber bis zum Ende des 2. Weltkrieges an der Rur lediglich in den innerstädtischen Bereichen von Düren, Jülich und Linnich erfolgt (WERMELSKIRCHEN 1975, vgl. auch PERWITZ 1971). Danach begann der planmäßige Ausbau der Rur unterhalb von Düren; eingeteilt in einzelne Bauabschnitte, wurde der Fluß begradigt und mit einem "leistungsfähigeren" Profil versehen, durch Wehre gestaut und teilweise eingedeicht; die Ufer wurden durch technische und ingenieurbiologische Maßnahmen befestigt. Ziel des Ausbaus der Rur waren im wesentlichen der Hochwasserschutz sowie die Melioration und Gewinnung landwirtschaftlicher Nutzflächen (WERMELSKIRCHEN 1963).

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über zwölf der damaligen Bauabschnitte der Rur; die Ausbaumaßnahmen erfolgten sukzessive zwischen 1948 und 1975 (WERMELSKIRCHEN 1975). Die Karte 1 zeigt, in welcher Periode die einzelnen Abschnitte des Untersuchungsgebiets ausgebaut wurden. Zu vermerken ist dabei, daß in einzelnen Abschnitten auch vor dem planmäßigen Ausbau der Nachkriegszeit schon Veränderungen erfolgt waren. Die Stadt Jülich beispielsweise wurde bereits 1806 durch Deiche gegen Hochwasser geschützt (WEYRICH 1938).

Nachdem der größte Teil des Rurverlaufs bereits reguliert war, konnten Bedenken des Naturschutzes schließlich den Ausbau der zwei letzten natürlichen Flußstrecken verhindern; diese Abschnitte sind heute durch Naturschutzgebiete gesichert: die Bereiche "Rurauenwald/Indemündung" (südlich Jülich, Abb. 2) und "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" (Abb. 3).



Abb. 2: Naturnaher Bereich der Rur im NSG "Rurauenwald/Indemündung" (Abschnitt 17). Ständige Verlagerungen und Gabelungen des Flußlaufes ergeben eine nahezu undurchdringliche Auenlandschaft mit Altwasserbereichen, Kiesbänken und Kolken sowie Inseln verschiedenster Größe.



Abb. 3: Naturnahe Fließstrecke der Rur im NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" (Abschnitt 28). In ausgeprägten Mäandern durchläuft die Rur weite Driesch-Flächen. Weidengebüsche und Auwald-Reste treten jedoch nur kleinflächig auf.

Die ausgebauten Abschnitte haben einen leicht geschwungenen Verlauf mit großen Radien (Abb. 4). Das Flußbett weist ein trapezförmiges Normprofil auf; an die flache Uferböschung schließt sich ein meistens 3,5 m breiter Arbeitsstreifen an, der der Gewässerunterhaltung dient (vgl. WERMELSKIRCHEN 1963). Die Ufersicherung erfolgte zunächst nur durch sog. Lebendverbau mit Faschinen, Weidenstecklingen u.ä.; später ging man zu Schüttungen aus Bruchsteinen am Fuß und am unteren Teil der Böschungen über, die allerdings infolge Überschlammung und Begrünung bereits nach wenigen Jahren nicht mehr sichtbar sind (WERMELSKIRCHEN 1975). An der Rur bestehen innerhalb des Untersuchungsgebiets zwölf Wehre mit festen Überfallkanten; die älteren davon sind als Steilabstürze ausgeführt, jüngere dagegen als Sohlgleiten (d.h. als lange flache Rampen aus Bruchsteinen).

Der Ausbau der unteren Inde erfolgte zwischen 1957 und 1965 (BLUMENTHAL 1966). Wegen der hier "besonders starken Unterschiede zwischen gewöhnlicher Wasserführung und höchstem Hochwasser" (vgl. Tab. 1) wurde ein "Doppelquerschnitt" - gegliedert in Niedrigwasserbett und Hochwasserbett - geschaffen (BLUMENTHAL l.c.: 50f), der dem Inde-Lauf ein besonders naturfernes, kanalartiges Aussehen verleiht. Zwischen den Deichen sind keinerlei Gehölze zu finden (Abb. 5). Abgesehen davon wurden auch an der unteren Inde Techniken des Lebendverbaus und später Steinschüttungen angewendet, und auch hier finden sich regelmäßig Wehre als Steilabstürze oder Sohlgleiten.

Im untersuchten Abschnitt der Rur beträgt das Gesamtgefälle auf einer Strecke von knapp 25 km ca. 50 m, d.h. im Mittel ca. 2 m/km; ähnlich sind die Gefällsverhältnisse an der Inde (vgl. den Längsschnitt der Rur und ihrer Nebenflüsse in KIRSCH 1965). In den ausgebauten Abschnitten werden diese Niveauunterschiede jedoch größtenteils durch Sohlrampen und Wehre überwunden, so daß geringe Fließgeschwindigkeiten bzw. Stau im Oberwasser der Querwerke vorherrschen. An der Inde beträgt nach BLUMENTHAL (1966) das Gefälle zwischen den Sohlabstürzen maximal 1,2 m/km.

3.3.2. Veränderungen des Abflußregimes

Ursprünglich waren die untersuchten Fließgewässer durch ein W-pluviales Abflußregime (nach GRIMM 1968a,b) charakterisiert: ausgeprägten Winterhochwässern stand eine relativ geringe Wasserführung im Sommer gegenüber (KELLER 1979). In einzelnen Jahren konnte es aber auch zu Sommerhochwässern kommen. Winterliche Retention der Niederschläge durch Schneedecken spielt keine wesentliche Rolle. Die Gesteinsbeschaffenheit im Bereich des Oberlaufs der Rur erlaubt nur in geringem Maße eine Versickerung der hohen Nieder-

Karte 1:

AUSBAUZUSTAND UND -ALTER

der kartierten Abschnitte von Rur und Inde

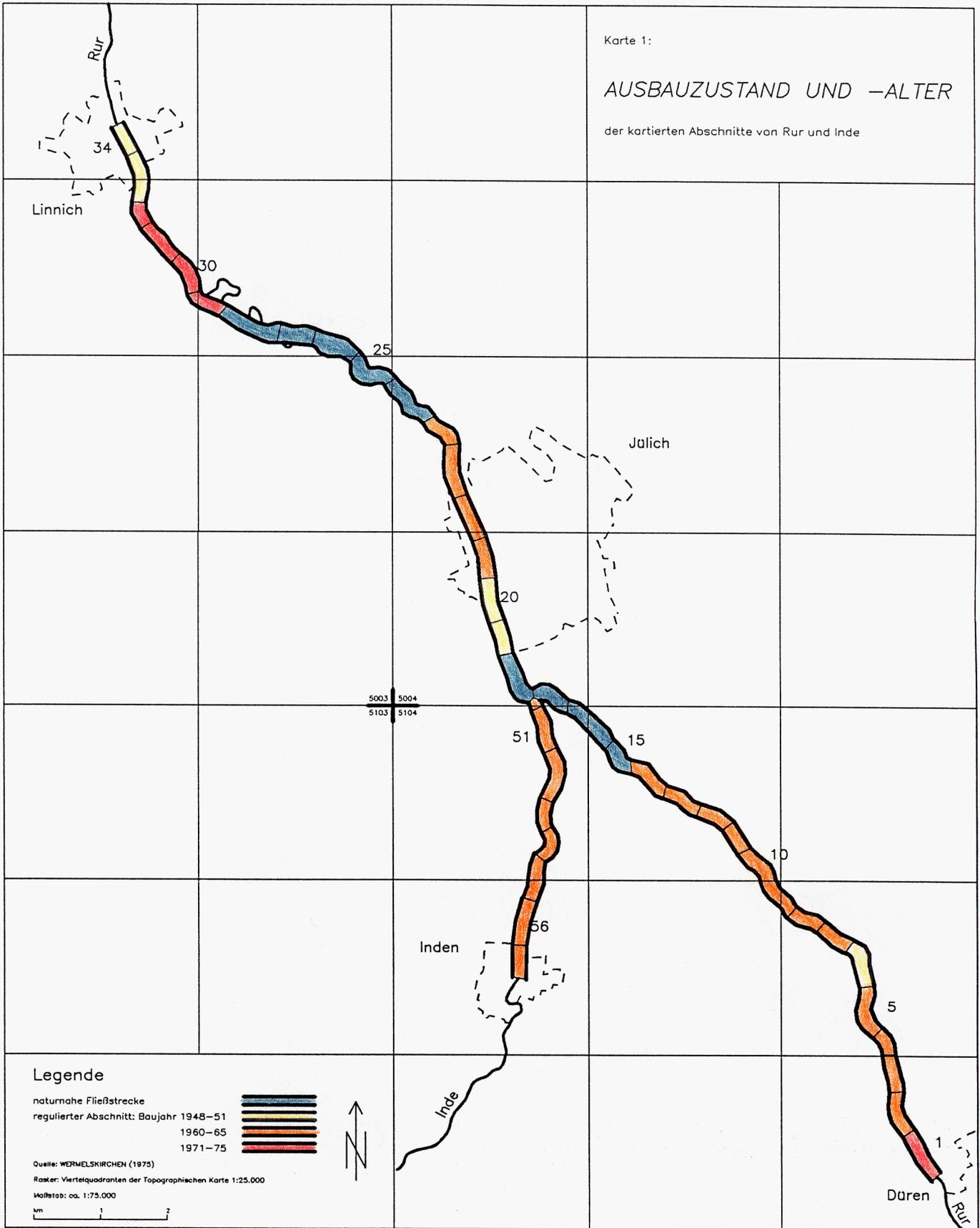




Abb. 4: Regulierter Bereich der Rur beim "Pierer Wald" (Abschnitt 8). Die Ufer sind mit Pflanzungen von Einzelgehölzen und Gehölzgruppen bestockt, teilweise auch mit Korbweiden-Reihen; darauf folgt ein häufig gemähter sog. Arbeitsstreifen (rechts im Bild), bzw. ein Spazier- und Radweg (links).

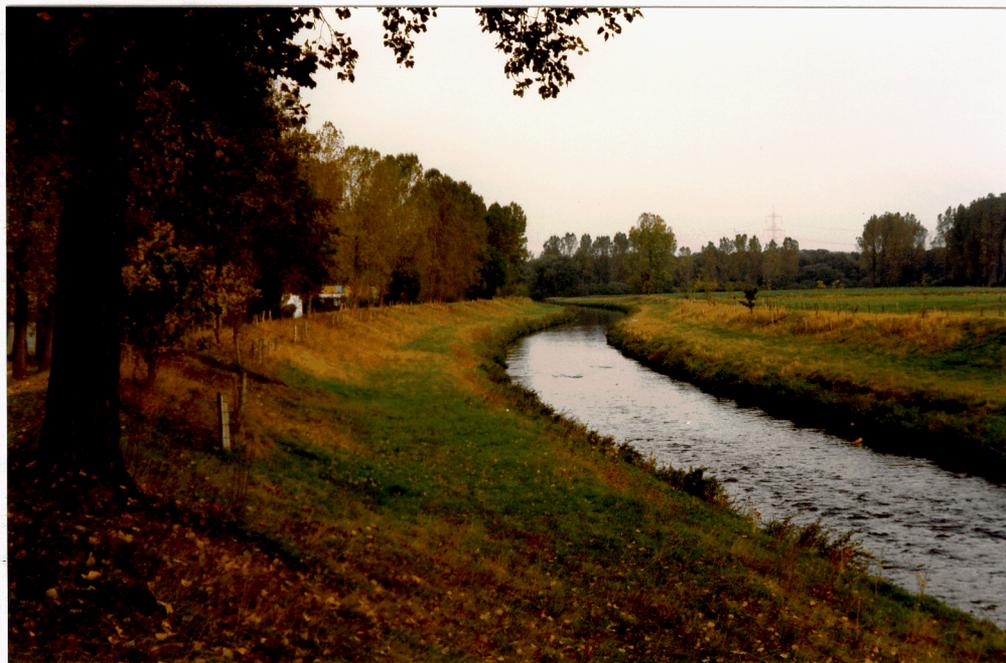


Abb. 5: Regulierter Unterlauf der Inde bei Kirchberg (Abschnitt 51). Durch die beidseitigen Deiche gegen Winterhochwässer entsteht ein Doppelprofil; zwischen den Deichen werden keinerlei Gehölze geduldet.

schläge, die im Quellgebiet 1400 mm/Jahr erreichen können; zusammen mit dem hohen mittleren Gefälle von 7 m/km ergeben sich dadurch Verhältnisse, die der Rur einen Titel als "gefährlicher Hochwasserfluß" einbrachten (KÜNSTER 1967). Nach GALLMANN (1965: 10) haben auch Entwässerungsmaßnahmen in den Mooren des Hohen Venn die unregelmäßige Wasserführung der Rur mitverursacht.

Das Abflußgeschehen der Rur ist jedoch vor allem durch den Bau von insgesamt sieben Talsperren am Oberlauf in der Rureifel grundlegend verändert worden (HOFFMANN 1978; KÜNSTER 1967: 9). Dieses "Talsperrensystem Nordeifel" wurde bereits seit 1905 schrittweise verwirklicht. Durch Erhöhung der Rurtalsperre Schwammenauel 1958 entstand der größte Stausee der alten Bundesrepublik.

Ziele des Talsperrenbaus an der Rur waren nicht nur Hochwasserschutz und Elektrizitätsgewinnung, sondern auch die Erhöhung der Wasserführung im Sommer, da der Wasserverbrauch von Gewerbe und Industrie an der mittleren Rur bei sommerlicher Niedrigwasserführung häufig nicht gedeckt werden konnte und es zu empfindlichem Wassermangel kam. Durch eine Verbundwirtschaft wird über die Talsperren am Rur-Oberlauf auch der Aachener Raum mit Wasser versorgt.

Die "Regelwasserführung" der Rur ab dem untersten Staubecken in Obermaubach (ca. 10 km oberhalb Düren) beträgt 9 m³/s; die natürlichen Schwankungen der Wasserführung sind damit weitgehend beseitigt.

Die Rur wurde deshalb als das wohl am besten ausgebaute und wirtschaftlich bestausgenutzte Flußsystem dieser Größenordnung in ganz Europa bezeichnet (vgl. GLÄSSER 1960: 53, GALLMANN 1965: 11).

Die Wasserführung der Inde schwankt jedoch wesentlich stärker; durch die kleine Dreilägerbach-Talsperre und die erst 1978 errichtete Wehebach-Talsperre wird nur ein kleiner Teil ihres Einzugsgebietes kontrolliert (BLUMENTHAL 1966, HOFFMANN 1978).

Konkrete Daten über das Abflußverhalten der untersuchten Fließgewässer ergeben sich vor allem durch die hydrographischen Pegel Zerkall (Rur), Jülich-Stadion (Rur) und Eschweiler (Inde). Dabei ist zu beachten, daß nur der Pegel Jülich-Stadion innerhalb des engeren Untersuchungsgebiets liegt, die anderen beiden befinden sich jeweils oberhalb davon. Einige wichtige Kennwerte sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Trotz der Abflußregulierung, die über die meiste Zeit des Jahres eine relativ gleichmäßige Wasserführung bewirkt, kam es an der Rur oberhalb der Indemündung auch in den letzten Jahren immer wieder zu markanten Hochwasser-Ereignissen. Bei der durch Talsperren nur wenig beeinflussten Inde sind die relativen Unterschiede zwischen durchschnittlichen und extremen Abflußwerten jedoch wesentlich höher. Bei einem mittleren Abfluß (MQ) von 2,83 m³/s liegen die mittleren Hochwasser-Abflußwerte (MHQ) beim 16-fachen, also bei 45,7 m³/s; das Spitzenhochwasser (HQ) erreichte sogar 89,6 m³/s (DEUTSCHES GEWÄSSERKUNDLICHES JAHRBUCH 1988: 263).

Tab. 1: Kennwerte des Abflußverhaltens von Rur und Inde

	Inde ¹		Rur-Oberlauf ²		Rur-Mittellauf ³	
	abs. [m ³ /s]	relativ	abs. [m ³ /s]	relativ	abs. [m ³ /s]	relativ
Meßperiode ⁴	1967-1988 (22a)		1961-1987 (27a)		1973-1988 (16a)	
NQ	0,46	0,16	2,25	0,18	5,11	0,31
MNQ	0,75	0,27	4,40	0,35	8,13	0,49
MQ	2,83	1	12,4	1	16,6	1
MHQ	45,7	16,15	45,8	3,69	86,2	5,19
HQ	89,6	31,66	120	9,67	157	9,46
früheres Ver- hältnis MQ/HQ ⁵	1 : 40		-		1 : 20	

¹ Pegel Eschweiler-Kläranlage (ca. 8 Flußkilometer oberhalb Inden)

² Pegel Zerkall (ca. 15 Flußkilometer oberhalb Düren)

³ Pegel Jülich-Stadion (unterhalb der Indemündung)

⁴ ein gewässerkundliches "Abflußjahr" umfaßt jeweils die Monate November (des Vorjahres) bis Oktober

⁵ ältere Angabe aus BLUMENTHAL (1966: 51): "Unterschied zwischen gewöhnlicher Wasserführung und höchstem Hochwasser", ohne Bezug auf konkrete Pegel

Quelle: Deutsches Gewässerkundl. Jahrbuch 1987, 1988; BLUMENTHAL (1966); eigene Berechnungen.

Die Wasserführung der Rur schwankt aber unterhalb der Indemündung nicht wesentlich stärker als oberhalb, offenbar weil die absolute Wasserführung der Inde gegenüber derjenigen der Rur nur verhältnismäßig gering ist. Nach KÜNSTER (1967: 33) eilen außerdem die Hochwasserwellen der Inde denen der oberen Rur um durchschnittlich fünf Stunden voraus, so daß es nicht zu einer besonders markanten Aufsummierung kommt.

Am Pegel Jülich-Stadion fallen innerhalb der Periode 1973 bis 1988 die zehn Hochwasser-Extremwerte sämtlich in die 80er Jahre (DEUTSCHES GEWÄSSERKUNDLICHES JAHRBUCH 1988: 258), so daß eine allmähliche Zunahme der Hochwassergefahr nicht auszuschließen ist. Der Spitzenwert des Abflusses (HQ) für die o.g. Periode wurde am 27.05.83 mit 157 m³/s erreicht (Durchschnittlicher Mittlerer Abfluß MQ: 16,6 m³/s, Mittlerer Hochwasserabfluß MHQ: 86,2 m³/s). KÜNSTER (1967: 33) nennt für den Zeitraum 1897-1960 einige Abflußdaten einer "Pegelstelle Jülich", die mit dem o.g., relativ jungen Pegel wohl nicht identisch ist; das höchste Hochwasser soll einen Abfluß von 520 m³/s gehabt haben.

3.3.3. Weitere Kennzeichen

Das Ausmaß der früheren Überschwemmungsgebiete ist wegen fehlender Daten nicht eindeutig rekonstruierbar. Anhaltspunkte liefert aber KÜNSTER (1967: 33f); danach überschwemmt früher jährlich auftretende Winterhochwasser an der Rur "von Kreuzau bis zur Indemündung einen bis zu 1 km breiten Streifen", und dauerten durchschnittlich nicht länger als zwei Tage. Durch die Eindeichung der Strecke bis Schophoven dürften derartige Überschwemmungen heute sehr selten sein. In der Indeniederung betrug die mittlere Überschwemmungsbreite vor dem hochwasserfreien Ausbau 400-500 m. Genaue Aussagen sind jedoch nicht nur für die früheren, sondern auch für die aktuellen Verhältnisse schwierig.

Bezüglich des Gewässerchemismus lassen sich im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Verhältnisse in verschiedenen Bereichen erwarten.

Aufgrund der geologischen Bedingungen in den Einzugsgebieten sind sowohl Rur als auch Inde natürlicherweise durch weiches, kalkarmes Wasser charakterisiert (KÜNSTER 1967: 37). Die anthropogenen Belastungen durch häusliche und gewerbliche Abwässer aber sind für die Inde deutlich höher, da sie eine dichtbesiedelte Industrieregion durchfließt, während die Rur erst wenig oberhalb des Untersuchungsgebiets die walddreiche und recht dünn besiedelte Eifel verlassen hat und dementsprechend geringer belastet ist.

4. METHODEN

Für die Untersuchung verschiedener Teilaspekte der formulierten Fragestellung fehlten geeignete Methoden; die Entwicklung spezieller Arbeitsweisen, die teilweise auf ähnliche Ansätze zurückgreifen und diese abwandeln konnten, nimmt deshalb im folgenden breiten Raum ein.

Die Komplexität der Fragestellung erforderte die Zuhilfenahme relativ verschiedenartiger Methoden, zu denen sowohl Freilanduntersuchungen gehörten als auch recherchierende und mathematische Arbeitsweisen. Einen Überblick über den Ablauf der Untersuchungen und das Ineinandergreifen der angewandten Methoden vermittelt Abb. 6.

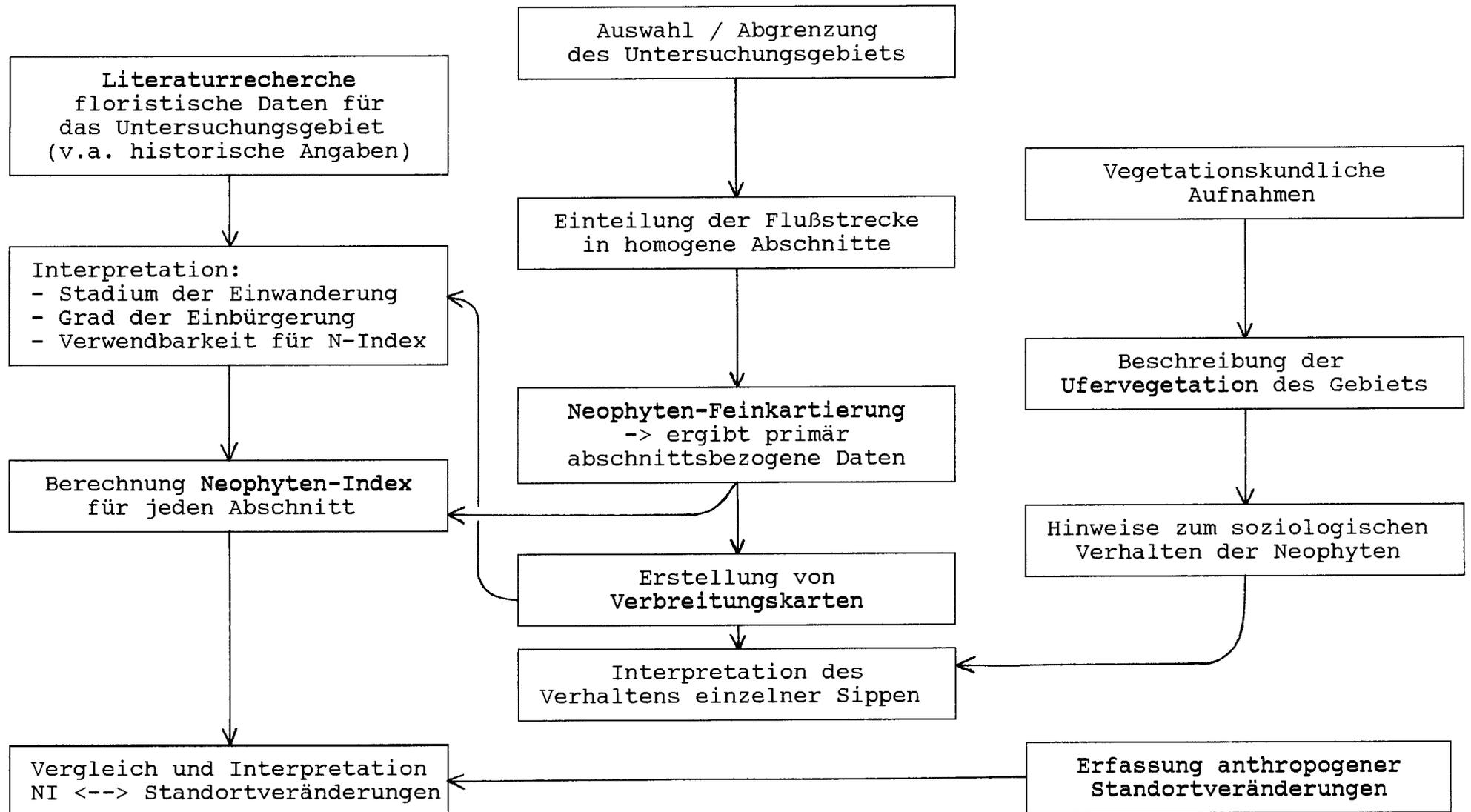
Es kamen im Gelände sowohl vegetationskundliche als auch floristische Methoden zur Anwendung; Standortuntersuchungen mit apparativem Aufwand mußten jedoch unterbleiben. Standortverändernde Eingriffe wurden durch Beobachtung im Gelände und durch Auswertung hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Literatur erschlossen. Umfangreiche Literaturarbeit war besonders zur Statusbeurteilung von Neophyten notwendig. Verschiedene Berechnungen wurden mit Hilfe von elektronischer Datenverarbeitung durchgeführt.

4.1. Vegetationskundliche Untersuchungen

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Vegetationseinheiten der Flußufer wurden mit der Methodik der Pflanzensoziologie (BRAUN-BLANQUET 1964) durch Vegetationsaufnahmen erfaßt und diese in Tabellen verarbeitet. Dabei mußte auf die Auswahl der Aufnahmeflächen besonderer Wert gelegt werden, da dicht aufeinander folgende Vegetationszonen mit Überlagerungen und enger Verzahnung von Pflanzengesellschaften an Flußufern häufig auftreten; man spricht hier von Zwillingsgesellschaften (TÜXEN & LOHMEYER 1962; DIERSCHKE 1984a). Für kleinere Flüsse mit geringen Schwankungen des Wasserstandes gab KOPECKY (1969: 332) eine "diffuse Zonation" der Ufervegetation als charakteristisch an. Großer Wert mußte deshalb auf die Suche nach geeigneten Aufnahmeflächen gelegt werden. Da die Vegetationsdifferenzierung am deutlichsten von der Höhe über der Mittelwasserlinie abhängt, sind relativ flache Uferbereiche am aussichtsreichsten, denn nur hier finden sich flächig ausgebildete, standörtlich und floristisch recht einheitliche Bestände.

Besonders berücksichtigt wurden bei den vegetationskundlichen Untersuchungen die nitrophilen ruderalen Staudenfluren der Klasse Artemisietea, da sie sowohl die verbreitetsten Vegetationseinheiten der Ufer im Untersuchungsgebiet darstellen, als auch die bevorzugte Wahlheimat einer großen Anzahl von Neophyten sind.

Abb. 6: SCHEMA DER ANGEWENDETEN METHODEN



4.2. Zur Abgrenzung von "Ufer" und "Ufervegetation"

Das Ufer eines Flusses ist normalerweise nicht eine einfache Linie, an der Wasser an trockenen Erdboden grenzt, sondern vielmehr eine nicht immer eindeutig definierbare Übergangszone; ihre Ausdehnung ist einerseits von den Schwankungen des Wasserstandes und andererseits von der Neigung der Uferböschung abhängig. Auf die Schwierigkeiten bei der Definition des Ufers aus vegetationskundlicher Sicht wies BITTMANN (1961) hin; er bezeichnete als "Ufervegetation" im typischen Falle alle Pflanzenbestände, die den Bereich zwischen dem unter Wasser liegenden "Uferfuß" und der "Böschungskante" besiedeln. Der für die Vegetation wesentliche Standortfaktor ist dabei die Überschwemmung, und aufgrund der zeitlichen und örtlichen Unterschiede der Wasserbedeckung tritt eine zonale Gliederung auf. Diese geomorphologische und hydrologische Kennzeichnung ist jedoch mit Feldmethoden meistens nicht möglich. BITTMANN (l.c.) beschreibt deshalb komplexe Verfahren, die letztendlich eine vergleichende graphische Darstellung von Wasserstands-bewegung und Ufervegetation an bestimmten Profilen ermöglichen. Auch KRAUSE (1982) stellte Zusammenhänge zwischen gewässerkundlichen Daten und der Vegetationszonierung am typischen Querprofil der Aue heraus; er vermied jedoch eine Definition des eigentlichen Ufers.

Diese Methoden kamen hier nicht in Betracht; vielmehr mußte eine pragmatische Begrenzung des "Ufers" gefunden werden, die die durchgängige Bearbeitung größerer Uferstrecken ermöglicht. Außerdem sollten in der vorliegenden Arbeit nur die Bereiche ab der Mittelwasserlinie aufwärts berücksichtigt werden. Im Untersuchungsgebiet ist die sommerliche Mittelwasserlinie als Vegetationsgrenze überall deutlich ausgebildet, so daß sie als Fixpunkt dienen kann; das ist an anderen Flüssen nicht immer der Fall. Ich verwende den Begriff "Ufer" mit folgender Bedeutung, die im Gelände eine direkte Anwendung erlaubt:

Das Ufer umfaßt nach oben denjenigen Bereich, der entweder leicht kenntlich durch Vegetationseinheiten der Ordnung *Convolvuletalia* (Tab. 3) abgrenzbar ist, oder der zumindest nicht intensiv genutzt oder bewirtschaftet wird (d.h. beispielsweise, er wird nicht regelmäßig gemäht und ist nicht versiegelt). Dabei wird ein Bereich betrachtet, der horizontal max. 5 m breit ist und sich vertikal maximal 2 m über den Mittelwasserspiegel erhebt. Nach unten endet das Ufer in der Röhrichtzone im Bereich der Mittelwasserlinie.

Nennenswerte Steilufer treten im Untersuchungsgebiet nicht auf, und der Übergang zu Bereichen, die nach BITTMANN (l.c.) nicht mehr zum Ufer zu rechnen sind, erfolgt deshalb erst in größerer Entfernung von der Mittelwasserlinie; mein Uferbegriff ist daher in Bezug auf das spezielle Gebiet vergleichsweise eng gefaßt. Ich klammere teilweise Bereiche aus, die noch ufertypische Vegetation aufweisen, und damit umgehe ich

gleichzeitig das Problem der nicht-linienhaften Abgrenzbarkeit, das auch OBERDORFER (1983a: 148) für die Bestände der *Convolvuletalia* beschreibt. Nur auf diese Weise können bei vertretbarem Arbeitsaufwand reproduzierbare Ergebnisse erbracht werden.

KOPECKY (1969) entwarf zur feineren Untergliederung von Uferstandorten ein System, das auf drei Klassifizierungsprinzipien beruht; es gehen die vertikale Gliederung des Ufers, die Amplitude der Wasserstandsschwankungen und die Intensität der Wasserbewegung ein. Auch seine Vorschläge erfordern aber letztendlich längerfristige Beobachtungen, bzw. die Untereinheiten des Ufers sind nur indirekt über die Vegetation selbst abgrenzbar; für mein Untersuchungsziel ist eine exakte Feingliederung der Ufer nicht relevant.

Zur Beleuchtung des soziologischen Verhaltens einiger Neophyten wurden teilweise auch außerhalb des so definierten Uferbereiches Vegetationsaufnahmen angefertigt.

4.3. Kartierung von Neophyten

Da bereits im Vorfeld klar wurde, daß die ausgebauten Flußabschnitte deutlich strukturärmer sind und daß die für naturnahe Bereiche typischen Ufergesellschaften hier nur kleinflächig oder fragmentarisch ausgebildet sind bzw. ganz fehlen, kam eine großmaßstäbliche vegetationskundliche Kartierung "neophytenhaltiger" Gesellschaften nicht in Frage. Der Versuch des Vergleichs zwischen einzelnen Abschnitten wäre wenig aussichtsreich, jedoch sehr arbeitsaufwendig gewesen. Es bot sich hier vielmehr eine floristische Kartierung von Neophyten an. Sie sollte zunächst für einzelne Abschnitte Daten über einzelne Neophyten erbringen; in einem nächsten Schritt sollten diese Daten dann zu einer Gesamtaussage über die Bedeutung von Neophyten in der Ufervegetation des einzelnen Abschnitts verarbeitet werden, dem "Neophyten-Index" (s.u.).

Während die Untersuchung von flächenhaften Pflanzenvorkommen eine größere Anzahl von standardisierten Methoden und Darstellungsweisen in sehr verschiedenen Maßstabbereichen kennt (z.B. Rasterkartierungen; Mikroarten, etwa bei KONOLD 1984), existiert für die Verbreitungsanalyse von Pflanzen entlang linearer Strukturen, wie Fließgewässer sie darstellen, keine allgemein anwendbare Methode. Es ist jedoch eine Vielzahl von verschiedenen, dem jeweiligen Zweck angepaßten Methoden entwickelt worden, nicht zuletzt am Beispiel von Flüssen. Teilweise steht dabei nicht die Verbreitung einzelner Sippen im Mittelpunkt des Interesses, sondern die Erfassung von Vegetationseinheiten, oder eine ökologische Bewertung von Gewässern; es ergeben sich jedoch weitgehende methodische Parallelen.

KRAUSE (1975) stützt seine Karten der Verbreitung zweier Neophyten entlang der Fulda auf mehr oder weniger zufällig ausgewählte stichprobenartige Beobachtungspunkte im Abstand von wenigen Kilometern. Derselbe Verfasser untersuchte 1988 die Verbreitung

einiger Neophyten an der Ahr, indem er stichprobenartig an Streckenabschnitten von jeweils 100 m Länge den Neophyten-Besatz aufnahm (KRAUSE 1990). Als durchschnittlichen Abstand der Probestrecken voneinander wählte er hier etwa ein Kilometer.

Ähnlich verfahren WEYER et al. (1990) und WAHRENBURG et al. (1991), die die submers Makrophytenvegetation des Einzugsgebietes der Rur untersuchten. Dabei wurden in möglichst gleichmäßigem Abstand gelegene Brücken (hier jeweils wenige km voneinander entfernt) über das zu untersuchende Gewässer angefahren und dort 10-50 m lange Abschnitte exemplarisch untersucht. Diese Methode lehnt sich an WIEGLEB (1984) an. WEYER (1990) ergänzte sie nach Bedarf durch zusätzliche repräsentative Untersuchungsabschnitte, offensichtlich dort, wo der Abstand der Brücken voneinander zu groß war. Die kartographische Darstellung erfolgte hier wie auch bei KRAUSE mit Hilfe von Punktkarten ohne Verwendung eines Rasters.

SCHNEDLER & BÖNSEL (1989, 1990) untersuchten die Verbreitung mehrerer salztoleranter Atriplex-Arten entlang der hessischen Autobahnen, indem sie die Fundorte durch die jeweiligen Autobahnkilometer bezeichneten. Da das gesamte hessische Autobahnnetz abgefahren wurde, geht diese Methodik über die oben geschilderten selektiven Kartierungen hinaus. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte durch zwei Typen von Verbreitungskarten: gröbere Rasterkarten (auf 1/16tel-Meßtischblatt-Basis), die auch Vorkommen absceits der besonders interessierenden linearen Strukturen umfaßt, sowie feinmaschigere Rasterkarten mit Grundfeldern der ungefähren Größe 1,3 x 1,3 km, und nur Vorkommen an Autobahnen enthaltend. Es zeigte sich, daß durch fortschreitende Verkleinerung der Rasterfeldgröße auch lineare Verbreitungsbilder relativ anschaulich dargestellt werden können.

Insgesamt liegen den geschilderten Methoden vorwiegend Fragestellungen mit kleinmaßstäbiger Betrachtungsweise zugrunde (Maßstab der kartographischen Darstellungen kleiner als 1:500.000; des weiteren handelt es sich, mit Ausnahme der letzten Arbeit, um selektive Untersuchungen von möglichst repräsentativen Teilbereichen.

Zu beachten ist weiterhin, daß bei diesen Darstellungen - wie auch bei den flächendeckenden Rasterkarten, die durch eine Vielzahl von floristischen Kartierungsprojekten in jüngerer Zeit entstanden sind - keine Aussagen über Häufigkeiten oder Populationsgrößen gemacht werden; damit sinkt unter anderem auch ihre Verwertbarkeit zur Beurteilung von Veränderungen dieser Parameter innerhalb kleiner Gebiete. Obwohl durch verschiedene Signaturen in den Karten eine zeitliche Differenzierung von Funddaten vorgenommen werden kann, wird dadurch sowohl die negative Bestandsentwicklung bedrohter Pflanzenarten, als auch die Ausbreitung von Neophyten nur andeutungsweise deutlich. Ein Einzelbestand einer Pflanze in einem Grundfeld ergibt, sobald dieser Einzelbestand als eingebürgert gilt, die gleiche Signatur in der Karte wie zahlreiche Bestände, die auf gleich großer Rastergrundfläche Millionen von Individuen umfassen.

In der vorliegenden Arbeit sollte der Versuch unternommen werden, in relativ großmaßstäblicher Betrachtung möglichst lückenlos Daten entlang linearer Strukturen zu erheben; außerdem sollten in möglichst praktikabler Form Angaben über Häufigkeit und Bestandsgrößen innerhalb einer Kartierungseinheit erzielt werden. Dazu werden die Untersuchungsstrecken zunächst in einzelne Abschnitte unterteilt und dann jeweils für diese Abschnitte verschiedene Parameter zu Neophyten-Beständen erfaßt. Diese Arbeitsweise ist

gegenüber den bisherigen Untersuchungen (soweit sie dem Verfasser im Rahmen umfangreicher Literaturrecherchen bekannt wurden) wesentlich stärker quantitativ orientiert. Hierdurch wird zunächst eine größere Aussagesicherheit der gewonnenen Verbreitungsbilder erzielt, des weiteren sind aber auch quantitative Aussagen über Bestandsentwicklungen und zumindest qualitative Korrelierungen mit standortverändernden Faktoren möglich. Die so gewonnenen Daten sind für eventuelle Vergleichsuntersuchungen zu späteren Zeitpunkten in zweierlei Weise verwertbar: zunächst sehr direkt, wenn diese auf die konkrete Bestandsentwicklung der erfassten Neophyten im Untersuchungsgebiet abzielen. Aber auch eher indirekt liegt der Wert der Datenerhebung darin, daß wegen der zugrundeliegenden gründlichen Durchforschung des Untersuchungsgebiets ein vergleichsweise sicherer Nachweis des Fehlens bestimmter Neophyten zum Zeitpunkt der Untersuchung erbracht werden kann; dies ist durch Methoden, die sich vorwiegend auf Stichproben gründen, nur sehr begrenzt möglich.

4.3.1. Kartierungsabschnitte

Die zu untersuchenden Fließgewässer wurden zunächst in Teilabschnitte untergliedert, die in sich möglichst homogen sind bezüglich derjenigen Faktoren, die eventuell einen Einfluß auf die Ufervegetation haben. Dies sind im wesentlichen:

- der Ausbauzustand
- die Gehölzbestockung des Ufers
- die Gewässerverschmutzung (d.h. innerhalb des Kartierungsabschnitts sollten sich keine größeren Einleitungen oder Zuflüsse befinden)
- die relative Lage zu Wehren in den ausgebauten Abschnitten (Oberwasser/Unterwasser)
- die ans unmittelbare Ufer angrenzenden Nutzungsformen und Vegetationstypen

Bezüglich des Abflußregimes ist die Homogenität auf kurzen Strecken immer gegeben.

Kein Abschnitt sollte eine bestimmte Mindestlänge unterschreiten, um Effekte im Sinne einer Arten-Areal-Kurve gering zu halten (vgl. das "Mindestareal" für Vegetationsaufnahmen). In zu langen Abschnitten dagegen ist keine hinreichend genaue Erfassung mehr möglich. Die Abschnitte sollten sich in ihrer Länge möglichst wenig unterscheiden bzw. im Idealfall gleich lang sein, auch um die Anschaulichkeit von Kartendarstellungen zu erhöhen. Die Gesamtzahl der zu kartierenden Abschnitte schließlich sollte durch den leistbaren Arbeitsaufwand limitiert sein.

Die Sichtung von Kartenmaterial und eine Anzahl von Vorexkursionen ergab eine Einteilung in 43 Flußabschnitte (vgl. Tab. 17, im Anhang D), für die jeweils linkes und rechtes Ufer getrennt bearbeitet wurden; diese Trennung ist aus arbeitstechnischen Gründen notwendig und erhöht gleichzeitig die Aussageschärfe. Außerdem mußte in drei Fällen eine weitere Untergliederung einer Uferseite erfolgen, um die Homogenität zu gewährleisten. Somit wurden 89 einzelne Abschnitte, im folgenden Kartierungsabschnitte genannt, bearbeitet. Ihre durchschnittliche Länge betrug etwas über 600 Meter. Die insgesamt kartierte Uferstrecke beträgt knapp 60 Kilometer.

Die Flußabschnitte lassen sich bezüglich ihres Ausbauzustandes zu sieben Bereichen gruppieren, die später die Beschreibung und Zusammenfassung von Ergebnissen erleichtern sollten (vgl. auch Tab. 17):

-
- | | |
|----------|---|
| 1. Rur: | Oberer regulierten Bereich (ab Düren-Hoven) |
| 2. | NSG "Rurauenwald/Indemündung" oberhalb Indemündung |
| 3. | NSG "Rurauenwald/Indemündung" unterhalb Indemündung |
| 4. | Regulierter Bereich bei Jülich |
| 5. | NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" |
| 6. | Unterer regulierter Bereich (bis Linnich) |
| 7. Inde: | Unterlauf ab Inden |
-

Es wurde ein Aufnahmeformular für die Kartierungsabschnitte entwickelt, sowie eines für die Flußabschnitte, welches Informationen enthält, die beide Seiten (=Kartierungsabschnitte) betreffen. Für jeden Kartierungsabschnitt wurden neben Kopfdaten (Abschnittsnummer, Datum der Aufnahme, etc.) Daten über das Vorkommen von Neophyten sowie über Faktoren erhoben, die deren Vorkommen und die Ufervegetation eventuell beeinflussen (vgl. Anhang E). Es wurde zunächst die Erfassung von mehr Parametern vorgesehen, als später ausgewertet werden konnten; denn erst im Laufe der Kartierung würden sich tatsächlich wichtige Faktoren herauskristallisieren. Soweit möglich, wurden numerische Daten bzw. Skalen bevorzugt, um statistische Auswertungen und elektronische Datenverarbeitung zu erleichtern.

Der Bogen für die Flußabschnitte - also für Informationen, die beide Ufer betreffen - enthält außer den Kopfdaten vor allem Angaben über den Ausbauzustand sowie eine Profilskizze. Ein Beispiel für ein derartiges Formular zur Gewässerbeschreibung gibt DVWK (1984: 173f.); die zahlreichen dort aufgeführten Merkmale sind jedoch vorwiegend von wasserbaulichem Interesse und mit einfachen Feldmethoden nicht erfassbar. Dagegen sind die Aufnahmebögen zur "Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern" (LÖLF 1985) zwar stärker biologisch orientiert, aber für den vorliegenden Zweck bei weitem zu detailliert. Deshalb wird hier nur eine reduzierte Anzahl von Merkmalen berücksichtigt.

Der Bogen für die Kartierungsabschnitte enthält nach den Kopfdaten zunächst geomorphologische Angaben zum Ufer, z.B. Uferneigung, Angaben zu Uferanrissen u.ä.; häufig wird für Angaben eine Skala von 0 bis 3 vorgegeben, die eine Differenzierung der Häufigkeit einzelner Phänomene erlaubt, so etwa 0 für "nicht vorhanden" oder 3 für "durchgängig vorhanden". Auch die Breite des "nicht bewirtschafteten Uferstreifens" wird notiert; hiermit ist im Fall der ausgebauten Abschnitte derjenige meist hochstaudenreiche Bereich gemeint, der zwischen der Uferlinie und dem sog. "Arbeitsstreifen" liegt (vgl. Kap. 3.3.1.); dieser wird mehrmals im Jahr gemäht, aber auch der "nicht bewirtschaftete Uferstreifen" wird auf größeren Strecken von Zeit zu Zeit gemäht. Insofern wurde hier eine nicht ganz exakte Bezeichnung gewählt.

Es folgen im Kartierungsbogen Angaben zu angrenzenden Nutzungen sowie zur eigentlichen Ufervegetation; die Einteilung erfolgt auf der Basis grober Formationstypen und unter Berücksichtigung von Anpflanzungen. Bei den im Hinblick auf Neophyten wichtigen Hochstaudenfluren und auch bei den Röhrichten wird noch zwischen flächig ausgebildeten Beständen und den viel häufigeren schmalen Säumen unterschieden.

Als zentraler Teil folgt dann eine Liste der zu erwartenden Neophyten, in die quantitative Parameter sowie Bemerkungen, etwa zum Status des Vorkommens, einzutragen sind. Die Arbeit mit einer Liste ausgewählter Neophyten effektiviert die Suche im Gelände, da mit einem Blick übersehen werden kann, nach welcher Art vielleicht noch gesucht werden muß; ähnlich verfuhr SCHÖNFELDER (1973). Die Zusammenstellung der in der Liste enthaltenen und damit systematisch erfaßten Neophyten erfolgte im wesentlichen aufgrund von Beobachtungen auf Vorexkursionen. Im folgenden sollen die angewendeten Erfassungsmethoden bezüglich der Häufigkeit und des Dominanzverhaltens der Neophyten dargestellt werden.

4.3.2. Quantitative Erfassung von Neophyten-Vorkommen

KOHLER & ZELTNER (1974) sowie KOHLER & SCHIELE (1985) verwendeten eine fünfstufige Schätzskala zur floristischen Kartierung an Flußabschnitten, in die Individuenzahlen und "Pflanzenmasse" eingingen; für die Umsetzung in Verbreitungskarten reduzierten sie die Skala auf drei Stufen. Gegenstand ihrer Untersuchungen waren submerse Makrophyten.

Über die dort verwendeten Bezeichnungen (selten, zerstreut, häufig usw.) hinaus sollten in der vorliegenden Arbeit möglichst objektive Kriterien zur mengenmäßigen Beschreibung der Vorkommen von Neophyten zur Anwendung kommen. Die Vorkommen der berücksichtigten Neophyten in einem Kartierungsabschnitt wurden deshalb durch zwei Parameter

erfaßt: die "Häufigkeit" und die "Dominanz". Die "Häufigkeit" stellt die geschätzte Quantität der Vorkommen - bezogen auf den gesamten Kartierungsabschnitt - in einer dreistufigen Skala dar; eine Zählung ist in den meisten Fällen nicht möglich, doch sollen kleine Bestände durch weitere Angaben unter Bemerkungen beschrieben werden. Es bedeuten:

- 1 - nur an einer oder an wenigen (bis maximal 5), voneinander entfernten Stellen vorkommend; wenn gehäuft in größeren Populationen auftretend, dann nur auf weniger als einem Viertel der gesamten Abschnittslänge
- 2 - mit über 5 verschiedenen Fundstellen, oder wenn gehäuft in größeren Populationen auftretend, dann auf einem Viertel bis maximal drei Vierteln der Abschnittslänge
- 3 - auf mindestens drei Vierteln der gesamten Abschnittslänge in mehr oder weniger großen Populationen (bzw. einer einzigen zusammenhängenden Population) vorkommend.

Außerdem wurde für jede angetroffene Neophyten-Art ein "Dominanz"-Wert in ebenfalls dreistufiger Skala erfaßt, der den bei Neophyten oft hervorgehobenen "Verdrängungseffekt" auf die einheimische Uferflora für den jeweiligen Kartierungsabschnitt quantifizieren soll. Es werden dabei die konkreten Vorkommen des Neophyten und ihre direkte Umgebung betrachtet; bei geringer Häufigkeit im Gesamtabschnitt ist es sinnlos, eine Verdrängungswirkung bezogen auf den gesamten Abschnitt beurteilen zu wollen.

- 1 - einzelne oder wenige Individuen, oder kleine Herden oder Trupps fügen sich in die Ufervegetation ein, ohne eine größere Rolle zu spielen (beispielsweise typisch für *Hesperis matronalis*)
- 2 - eine höhere Anzahl von Individuen oder Sprossen spielt in der Ufervegetation eine größere Rolle; d.h. sie erreicht in gedachten Aufnahmeflächen Deckungswerte von über 25%, ohne jedoch andere Arten völlig zu verdrängen. Nicht selten tritt dieser Fall z.B. bei *Impatiens glandulifera* auf; diese Art ist in den Aufnahmen der Tabelle 4 mehrfach mit Deckungsgraden von 3 oder 4 vertreten)
- 3 - die Art wirkt stark verdrängend, und an ihrem Wuchsort ist nur noch wenigen der ursprünglich vorhandenen Arten ein Auskommen möglich (beispielsweise die typischen dichten *Reynoutria*-Herden).

SCHWABE & KRATOCHWIL (1991) unterschieden zum Dominanzverhalten fünf "funktionelle Typen". In diese Einteilung gehen jedoch auch die Ausbreitungstendenzen bezogen auf die gesamte Aue ein, so daß sie auf die vorliegende Untersuchung nicht übertragbar ist.

Eine neunteilige Skala zur Einstufung der Dominanz entwickelten auch ELLENBERG et al. (1991: 76); sie bezieht sich auf das durchschnittliche Häufungsverhalten der Sippe an den Orten ihres Vorkommens in Mitteleuropa, und unterscheidet sich somit von der hier verwendeten Skala, mit der jedes konkrete Vorkommen einzeln bewertet werden soll.

Die Datenerfassung erfolgte durch kontinuierliches Abgehen der Ufer. Sinnvollerweise wird jede Neophyten-Art sofort angestrichen, wenn sie im Abschnitt zum ersten Male erblickt wird; nachdem der gesamte Abschnitt begangen wurde, werden die oben genannten Parameter - eventuell unterstützt durch erläuternde Notizen - festgehalten, sowie die Daten zu den weiteren relevanten Faktoren notiert.

Die graphische Darstellungen der Verbreitung von Neophyten sowie der räumlichen Differenzierung weiterer Faktoren erfolgen in Form einer Kartenskizze des untersuchten Gebietes, wobei der linienhaften Signatur der Fließgewässer in den Verbreitungskarten der Neophyten beiderseitig eine Bandsignatur angelagert ist. Die Differenzierung der Bandsignatur drückt die Häufigkeit des Auftretens im jeweiligen Kartierungsabschnitt aus. Verbreitungskarten ähnlichen Inhalts finden sich etwa bei KOPECKY (1967) oder bei KOHLER & SCHIELE (1985), jedoch ohne eine Differenzierung der beiden Uferseiten. Ein Beispiel für kleinmaßstäbige Karten der Verbreitung von sog. Stromtalpflanzen findet sich etwa bei MEUSEL (1943: 58).

4.3.3. Besondere Probleme der Kartierungsmethode

Und soll es sein und muß es sein,
da hilft kein Zieren und Flennen:
Greif in die Nesseln frisch hinein,
so werden sie dich nicht brennen.
Friedrich Wilhelm Weber

Die Begehbarkeit der Flußufer ist nicht in allen Abschnitten gleichermaßen gewährleistet; vielmehr besteht wegen der Unwegsamkeit naturnaher Auenlandschaften die Gefahr, das Vorkommen von zu kartierenden Arten hier mit größerer Wahrscheinlichkeit zu übersehen als in kanalisiertem Abschnitten; so würde man Daten erhalten, die eventuell ein Zurücktreten der kartierten Arten in naturnahen Bereichen vortäuschen, was jedoch tatsächlich nur auf Beobachtungslücken beruht.

Um diese Gefahr zu reduzieren, ist in naturnahen Bereichen ein Mehrfaches an Aufwand notwendig; da ein kontinuierliches Abgehen der direkten Uferbereiche wegen umgestürzter Bäume, dichten Gebüsches oder breiter Altwasserbereiche hier oft nicht möglich ist, muß der Kartierer in möglichst kurzen Abständen immer wieder von rückwärtigen Bereichen aus ans Ufer vorstoßen, um sich ein Bild der Situation zu machen.

Die in naturnahen Flußstrecken recht häufig zu findenden Inseln konnten nicht begangen werden. Die tatsächlich begehbaren "festen" Ufer gegenüber diesen Inseln konnten in allen Fällen als ausreichend repräsentativ für den jeweiligen Flußabschnitt betrachtet werden.

Der geeignetste Erhebungszeitraum unter der gesteckten Zielsetzung ist relativ gut einzugrenzen, da sowohl die meisten Vegetationseinheiten der Ufer, als auch die meisten der berücksichtigten Neophyten ihre optimale Entwicklung erst im Spätsommer erreichen; Probleme aufgrund besonderen phänologischen Verhaltens und damit eingeschränkter Beobachtbarkeit in dieser Jahreszeit ergeben sich nur bei wenigen Sippen und in tolerierbarem Maße: *Hesperis matronalis* blüht vor allem von Mai bis Juli, jedoch sind die fruchtenden Pflanzen noch lange ansprechbar, und es fanden sich auch späterblühende Exemplare und im Untersuchungsjahr auffällig oft Nachblüten an bereits fruchtenden Exemplaren. *Aster*- und *Helianthus*-Arten müssen aufgrund ihrer späten Blüte (ab August oder gar September) eventuell vegetativ auf Gattungsniveau angesprochen, bzw. ihr Fundort im Herbst noch einmal aufgesucht werden.

Alle anderen Arten sind im Hoch- bzw. Spätsommer problemlos zu beobachten, da sie dann entweder ihre Hauptwachstums- oder Hauptblütephase haben, oder über die ganze Vegetationsperiode - eventuell in mehreren Generationen - in ansprechbaren Zuständen vorhanden sind.

Abgesehen von Einzelbeobachtungen in den vorangegangenen oder folgenden Monaten erfolgte die systematische Kartierung der Neophyten im August 1992.

4.4. Der Neophyten-Index

Die Rolle, die Neophyten an einem bestimmten Uferabschnitt spielen, kann durch subjektives Urteilen ohne definierte Kriterien nicht nachvollziehbar beschrieben werden. Dies ist schon bei der Betrachtung einzelner Sippen schwierig, und bei der synthetischen Bewertung der Bedeutung aller Neophyten an einem Abschnitt wohl unmöglich. Der manchmal auch im Zusammenhang mit Ufervegetation verwendete Begriff "Neophytenreichtum" (z.B. bei SCHWABE & KRATOCHWIL 1991) läßt zwar an etwas Zählbares denken, doch wird er von keinem derjenigen Autoren, die ihn verwenden, auch nur ansatzweise definiert. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, die Bedeutung von Neophyten in der Ufervegetation der einzelnen Kartierungsabschnitte durch numerische Werte auszudrücken. Dabei muß jedoch immer bewußt bleiben, daß eine derart schematische Herangehensweise keineswegs ökologische Zusammenhänge genau widerspiegeln, sondern nur Hinweise liefern kann.

Bei der Analyse von durch den Menschen veränderten Floren wurden bereits mehrfach Artenzahlen oder mathematisch berechnete Werte zur Beurteilung des anthropogenen Einflusses eingesetzt; dabei wurden aber vorwiegend größere Gebiete betrachtet, die mit einem wenige hundert Meter langen Uferabschnitt nicht vergleichbar sind. Auch umfassen diese größeren Gebiete meistens eine Vielzahl verschiedenartiger Standorte, nicht aber speziell einen einzigen Standort(komplex) wie etwa die Flußufer. Das vorrangige Untersuchungsobjekt waren Städte, da hier die anthropogenen Einflüsse besonders umfassend sind.

Am bekanntesten ist hier sicherlich das System der Hemerobiestufen nach SUKOPP (1972; vgl. auch BLUME & SUKOPP 1976); dabei wird der prozentuale Anteil der Neophyten an der gesamten Artenzahl der Gefäßpflanzen zur Bestimmung der Intensität des menschlichen Einflusses herangezogen. Der Hemerobicgrad ist der Grad der "Wirkungen des menschlichen Einflusses". "Polyhemerobe Standorte" beispielsweise, zu denen etwa Müllkippen oder Abraumhalden zu rechnen wären, sind demnach durch Neophyten-Anteile von deutlich über 20% (bis hin zu 80%) charakterisiert.

Weitere Ansätze stammen von KORNAS (1978). Er berechnete für zehn polnische Städte numerische Indizes aus Daten über anthropochore Pflanzenarten:

- sein "index of the extent of human impact ('index of synanthropization')" entspricht der Gesamtanzahl der eingebürgerten anthropochoren Arten, also etwa den Gruppen II und III nach SCHROEDER 1969,
- der "index of modernization" ergibt sich aus dem Verhältnis der seit etwa 1500 eingebürgerten Arten zu den bereits davor eingebürgerten Arten, also ungefähr dem Quotienten der SCHROEDER'schen Kategorien 3/2,
- der "index of instability" entspricht der Gesamtanzahl der nicht eingebürgerten, also unbeständigen anthropochoren Arten, d.h. ungefähr der Gruppe IV.

Außer Stadtfloren analysierte er auf diese Weise auch die Floren einzelner Standort(komplex)e, nämlich Häfen und Eisenbahnlinien (KORNAS l.c.: 393). Er arbeitete dabei aber in deutlich kleinerem Maßstab als es für die vorliegende Fragestellung sinnvoll ist; obwohl er keine Angaben über die Größe der jeweiligen Untersuchungsflächen machte, kann aus den hohen Zahlen anthropochorer Sippen auf die Betrachtung größerer Flächen geschlossen werden.

Schwierigkeiten bei der Übertragung der von KORNAS definierten Indices könnten sich aus der Verwendung eines Klassifizierungssystems der Anthropochoren ergeben, daß von demjenigen von SCHROEDER (1968) abweicht.

Ein Beispiel für eine schon relativ großmaßstäbige Bewertung des Neophytenreichtums lieferte WITTIG (1981); er kartierte die Verbreitung einer vorher festgelegten Auswahl von Neophyten im Fichtelgebirge auf der Basis von Viertelquadranten der Meßtischblätter. Dann verwendete er die Anzahl der tatsächlich pro Viertelquadrant gefundenen Arten als Maß der "Neophytenarmut".

An solche Ansätze anknüpfend mußte in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen werden, einen noch feineren, am speziellen Untersuchungsziel orientierten Maßstab zu entwerfen. Die Rolle, die Neophyten in der Ufervegetation eines Kartierungsabschnitts spielen, also der Neophytenreichtum des Kartierungsabschnitts, kann im wesentlichen durch die Anzahl der dort nachgewiesenen Sippen sowie durch deren Häufigkeit beschrieben werden. Diese beiden Parameter sollen deshalb in die Berechnung eines im folgenden Neophyten-Index genannten Zahlenwertes eingehen. Folgende Berechnungsweise erwies sich als einfach durchführbar und führte zu plausiblen Ergebnissen:

$$\mathbf{NI = Häufigkeit S_1 + Häufigkeit S_2 + \dots + Häufigkeit S_n}$$

wobei: NI= Neophyten-Index für einen Kartierungsabschnitt

S_1 = neophytisch Sippe 1

n = Gesamtzahl der im Untersuchungsgebiet berücksichtigten neophytischen Sippen

Das Nicht-Vorhandensein einer Sippe in einem Kartierungsabschnitt wird durch die Häufigkeit 0 ausgedrückt. Da der kleinstmögliche Wert der Häufigkeit für eine nachgewiesene Sippe als 1 festgesetzt ist, wird hierdurch gleichzeitig das Vorhandensein per se ausgedrückt; eine Multiplikation von Häufigkeitswert und einem bestimmten Wert für das Vorhandensein der Sippe kann damit entfallen. Die Gesamtzahl der im Kartierungsabschnitt nachgewiesenen Neophyten geht durch die Gesamtzahl der Häufigkeitswerte > 0 in den Neophyten-Index ein.

Folgende Beispiele erläutern das gewählte Verfahren:

- kommen beispielsweise in einem Kartierungsabschnitt zwei Arten vor, und zwar eine Art mit Häufigkeit 3 und eine weitere mit Häufigkeit 1, so ergibt sich ein Neophyten-Index von 4.
- ein Neophyt, der auf der gesamten Strecke fast lückenlos vorkommt, erhält das gleiche Gewicht wie drei Sippen, die jeweils nur kleine Vorkommen haben.
- unter der Annahme, daß z.B. fünf verschiedene Sippen an einem Kartierungsabschnitt auftreten, und zwar jeweils regelmäßig und dicht (jeweils mit Häufigkeit 3), ergäbe sich ein Neophyten-Index von 15; dies entspräche einem wirklich neophytenreichen Uferabschnitt. Eine exakte Definierung von Kategorien wie "neophytenreich" oder "-arm" muß aber zunächst unterbleiben, da keine Vergleichszahlen von realen Beispielen vorliegen.

Ein einfacherer Weg wäre es zwar, lediglich die Anzahl der im Kartierungsabschnitt angetroffenen neophytischen Arten festzustellen; jedoch würden dann eher zufällig auftretende Einzelpflanzen genauso hoch bewertet werden wie eine Population, die das Ufer auf ganzer Länge des Abschnittes besetzt hat, was ihrer ökologischen Bedeutung sicherlich nicht gerecht würde. Um zu beurteilen, inwiefern die Berücksichtigung der Häufigkeit die Aussagekraft gegenüber einer einfachen Zählung der an einem Kartierungsabschnitt nachgewiesenen Sippen erhöht, wird parallel zur Berechnung des Neophyten-Index auch diese einfache Zählung durchgeführt.

Nicht alle beobachteten neophytischen Sippen sind jedoch gleichermaßen geeignet, in derartige Berechnungen einzugehen. Grundvoraussetzung ist zunächst natürlich, daß auf alle berücksichtigten Sippen in allen Kartierungsabschnitten gleichermaßen geachtet wurde. Zufallsbeobachtungen von Neophyten, die nicht in der Liste enthalten waren und deshalb nicht in allen Kartierungsabschnitt systematisch gesucht wurden, sind unbrauchbar; denn es muß verstärkt damit gerechnet werden, Pflanzen übersehen zu haben, wenn man nicht gezielt nach ihnen gesucht hat.

Auch die Verwendbarkeit der systematisch kartierten Neophyten für die Berechnungen ist nicht automatisch gegeben. Vorkommen mit zufälligem Charakter erlauben nur begrenzt ökologische Aussagen. Beim unbeständigen Auftreten von Pflanzen spielen tendenziell die Nähe zu Diasporen-Quellen eine größere und die ökologischen Bedingungen am Standort selbst eine geringere Rolle als bei dauerhaften Pflanzenvorkommen. Es muß damit gerechnet werden, daß die betreffende Sippe der Gesamtheit der Standortsfaktoren nicht angepaßt ist, weshalb sie sich an dem betreffenden Ort nicht auf Dauer halten kann. Die der betreffenden Sippe zugeschriebenen Standortansprüche - z.B.: als Nitrophyt gut nährstoffversorgte Böden zu bevorzugen - kann nicht zu Aussagen über denjenigen Standort herangezogen werden, an dem zufällig ein Einzelindividuum oder eine kurzlebige Population der Sippe auftritt. Unbeständige Vorkommen müssen deshalb eventuell aus den Berechnungen ausgeklammert und stattdessen nur eingebürgerte Vorkommen berücksichtigt werden.

Weiterhin können Fehlbewertungen auftreten, wenn ein sich einbürgernder Neophyt das Untersuchungsgebiet zum Zeitpunkt der Kartierung nicht vollständig erobert hat, aber noch in Ausbreitung begriffen ist. Sein Fehlen in Teilbereichen kann dann nicht auf ökologische Unterschiede innerhalb des Untersuchungsgebiets zurückgeführt werden, sondern beruht eventuell lediglich auf der Zufälligkeit des Beobachtungs-Zeitpunktes. Wenn mehrere Orte gleiche Standortbedingungen aufweisen, aber nur teilweise besiedelt sind, dann kann das Vorkommen der Art an nur einem der Orte vortäuschen, daß hier andere Standortbedingungen herrschten.

Erst das letztlich von der Art entsprechend ihren ökologischen Ansprüchen vollständig ausgefüllte Areal erlaubt auch Rückschlüsse auf die räumliche Verteilung von Standortbedingungen. Deshalb müssen solche Neophyten unberücksichtigt bleiben, die im Untersuchungsgebiet und seiner Umgebung nur einzelne vorpostenartige Vorkommen besitzen, oder die Teilbereiche innerhalb des Untersuchungsgebiets noch nicht erreicht haben.

Die aktuelle Phase des Einwanderungsprozesses innerhalb des Untersuchungsgebietes kann jedoch - analog dem Status eines Einzelvorkommens - aus Geländebeobachtungen einer Vegetationsperiode allein nur mit großer Unsicherheit bestimmt werden. Als objektive Datenbasis kann im Gelände nur die aktuelle Verbreitung einer Art erfaßt werden; die Interpretation des Verbreitungsbildes muß aber weitere geobotanische Hinweise berücksichtigen. Um hier zu brauchbaren Aussagen zu gelangen, ist es notwendig, die Geschichte der Ausbreitung des Neophyten aus Literaturquellen zu rekonstruieren. Auch wenn für das Untersuchungsgebiet selbst keine Daten vorliegen, ist durch Angaben aus benachbarten Gebieten oder durch Angaben für größere Regionen, die das Untersuchungsgebiet einschließen, eine Rekonstruktion mit hinreichender Aussage-sicherheit möglich.

Um die Bedeutung solcher Unsicherheiten für die ökologische Gesamtaussage der Untersuchung einschätzen zu können, sollte parallel ein Neophyten-Index unter Berücksichtigung auch der unbeständigen oder vorpostenartigen Populationen berechnet werden. Für die in Kap. 4.3.1. festgelegten Bereiche aus jeweils mehreren Kartierungsabschnitten wurden in einem weiteren Auswertungsschritt mittlere Neophyten-Indices berechnet - sofern sich jeweils innerhalb dieser Bereiche ein relativ einheitliches Bild mit nur geringen Schwankungen des Neophyten-Index ergab. Dadurch wurde ein besserer Überblick in der tabellarischen und kartographischen Darstellung erreicht.

4.5. Rekonstruktion der Einwanderungsgeschichte von Neophyten

Die Einwanderungsgeschichte von Neophyten in Europa ist in vielen Fällen in ihren großräumigen Zügen gut rekonstruiert und in der Literatur belegt (z.B. WAGENITZ in HEGI VI/3 1979 über *Bidens frondosa*). Insbesondere wenn nicht publizierte Quellen verwendet werden - beispielsweise Herbarien, die oft die wertvollsten Daten ergeben, ist der Aufwand derartiger Untersuchungen jedoch beträchtlich. Das Ergebnis besteht im günstigsten Fall zunächst aus der Nennung von Erstfunden und der Beschreibung ihrer jeweiligen Bedeutung als Zentren der Ausbreitung; es können Hauptwanderwege herausgearbeitet und die Ausbreitung in ihrem räumlichen und zeitlichen Verlauf verfolgt werden, und bei vorsichtiger Interpretation des ökologischen Verhaltens einer Art können eventuell Prognosen über die Ausbreitung in bisher noch nicht von ihr besiedelte Gebiete gestellt werden (JÄGER 1988).

Grundsätzlich schwieriger als ein großräumiger Überblick über die Ausbreitung von Neophyten gestaltet sich jedoch eine Rekonstruktion für kleinere Gebiete, denn es wäre hierzu eine entsprechend höhere geographische Dichte von Fundortangaben notwendig; bei Betrachtung kleiner Gebiete muß davon ausgegangen werden, daß oft wenige oder überhaupt keine verwertbaren Daten existieren, bzw. daß nur Vermutungen aufgrund der Interpretation lückenhafter Daten möglich sind.

Im Vorgriff auf später anzuführende Ergebnisse sei bereits hier erwähnt, daß das Untersuchungsgebiet zu den botanisch bisher relativ wenig bearbeiteten Gebieten zu rechnen ist; floristische Angaben in Veröffentlichungen über den Niederrhein konzentrieren sich stark auf die Umgebung größerer Städte, etwa Aachen oder Köln, und der Schwerpunkt des Interesses an Uferflora und -vegetation liegt auf den benachbarten Rheinufern, wo gerade auch Neophyten in eindrucksvollere Zahl und exotischerer Artenzusammensetzung auftreten als an kleineren Flüssen, wie Rur und Inde sie darstellen (siehe etwa BONTES "Beiträge zur Adventivflora des Niederrheins 1909-1912" (1916), oder die Bibliographien zur botanischen Literatur des Rheinlandes, zusammengestellt in KUTZELNIGG & FRIEDRICH 1981).

Der Verfasser mußte sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit deshalb im wesentlichen auf die noch recht allgemeinen Angaben der im folgenden aufgeführten Florenwerke beschränken. Die Größe ihres Geltungsbereichs übertrifft das relativ kleine Untersuchungsgebiet teilweise weit; teilweise sind sie jedoch regional stärker begrenzt und damit potentiell aufschlußreicher. Es wurden sämtliche Werke ausgewertet, die das Untersuchungsgebiet einschließen und dem Verfasser bekannt wurden, und zwar soweit sie Gebiete von der Größenordnung der ehemaligen Rheinprovinz (bzw. heutiger Bundesländer) oder kleiner umfassen; Ausnahmen sind jedoch WIRTGENs Prodomus der Flora der preussischen Rheinlande (1842, ein Vorläufer von WIRTGEN (1857)), sowie einige ältere

Auflagen von unten genannten Werken wie BACH (1873, vgl. BACH 1879). Auch DRECKERs "Schul-Flora des Regierungsbezirkes Aachen" (1890) wurde nicht ausgewertet, da sie keine Fundortangaben enthält. Florenwerke, die dem Untersuchungsgebiet nahegelegene Gegenden behandeln, wurden teilweise mit berücksichtigt. In zwei Ausnahmefällen behandeln Floren sogar nur einen Teil des Untersuchungsgebietes.

Die ausgewerteten Floren werden im folgenden kurz vorgestellt; sie werden im Ergebnisteil mit Hilfe der in Klammern angefügten Abkürzungen zitiert, damit eventuelle Aufzählungen übersichtlich bleiben.

BROCKMÜLLER (1839): Flora Juliacensis (= Br.1839)

Behandelt den damaligen Kreis Jülich, der in etwa der nördlichen Hälfte des heutigen Kreises Düren entspricht (vgl. KÜNSTER 1967, dort noch die ehemalige Umgrenzung der beiden Altkreise); damit bleiben die südlichen Bereiche des Untersuchungsgebietes ausgespart. Die Flora besteht aus einer Aufzählung von Arten und macht (mit sehr wenigen Ausnahmen) nur Angaben über deren eventuelle medizinische oder ökonomische Nutzung; eine kritische Würdigung liefert MOLL 1992.

KALTENBACH (1845): Flora des Aachener Beckens (= K.1845)

Berücksichtigt lediglich die nähere Umgebung von Aachen (insgesamt ca. eine Quadratmeile); diese liegt jedoch nur etwa 30 km von Jülich entfernt.

WIRTGEN (1857): Flora der preussischen Rheinprovinz und d. zunächst angrenzenden Gegenden (= W.1857)

Die erste umfassende Flora mit größerem Geltungsbereich: die Rheinprovinz umfaßte in etwa alle linksrheinischen deutschen Gebiete mit Ausnahme der Pfalz und Rheinhessens, sowie nördlich von Koblenz einen breiten Streifen des rechtsrheinischen Gebietes; sie wurde aus den Regierungsbezirken Kleve, Düsseldorf, Aachen, Köln, Koblenz und Trier gebildet. Wirtgens Flora enthält eine Fülle von Kenntnissen über Verbreitung und kritische Sippen, die wohl von keiner der folgenden Floren des 19. Jahrhunderts wesentlich erweitert werden konnte.

LÖHR (1860): Botanischer Führer zur Flora von Köln (= L.1860)

Umfaßt die weitere Umgebung von Köln bis ins Gebiet der Erft hinein, die etwa 20 km weiter östlich mehr oder weniger parallel zur Rur verläuft. Für viele Arten werden Fundorte vorwiegend in der näheren Umgebung von Köln genannt.

HILDEBRAND (1866): Flora von Bonn (= H.1866)

Berücksichtigt nur Streifen von etwa einer Meile Breite beiderseits des Rheins, soweit die Orte von Bonn in Tagesexkursionen zu Fuß erreichbar sind.

FOERSTER (1878): Flora Excursoria des Regierungsbezirkes Aachen sowie der angrenzenden Gebiete (= F.1878)

Der Regierungsbezirk Aachen umfaßte den nordwestlichen Teil der Rheinprovinz mit u.a. den Kreisen Düren und Jülich; die Flora nennt bei bemerkenswerten Sippen Fundorte.

BACH (1879): Taschenbuch der rheinpreußischen Flora und der zunächst angrenzenden Gegenden, 2. verbesserte Auflage (= B.1879)

Enthält nur knappe Angaben über Verbreitung und Häufigkeit, bei selteneren Sippen werden einige wenige Fundorte angeführt.

BACH (1899): Dr. M. Bachs Flora der Rheinprovinz und der angrenzenden Länder (= B.1899)

Gegenüber BACH (1879) wurden zusätzliche Kultur- und Zierpflanzen aufgenommen und Fundortangaben vermehrt.

HÖPPNER (1907): Flora des Niederrheins (= H.1907)

Behandelt das Gebiet nördlich einer gedachten Linie von Düsseldorf über Mönchengladbach bis zur holländischen Grenze, schließt das Untersuchungsgebiet also aus.

HÖPPNER (1909): Flora des Niederrheins (= H.1909)

Das behandelte Gebiet wurde gegenüber H.1907 bedeutend erweitert und schließt nun das Untersuchungsgebiet ein: es wird umgrenzt "... im Süden durch eine Linie von der holländischen Grenze über Aachen, Euskirchen bis Bonn ...". Ähnlich knappe Angaben wie bei BACH.

HÖPPNER & PREUSS (1926): Flora des rheinisch-westfälischen Industriegebietes unter Einschluß der Rheinischen Bucht (= HP.1926)

Dieses Standardwerk ging aus HÖPPNERs Flora des Niederrheins durch Aktualisierung und Einschluß des von PREUSS bearbeiteten Westfalen hervor. Es enthält eine Vielzahl von

Fundortangaben, die häufig aus persönlichen Beobachtungen und Bestätigungen älterer Angaben durch die Verfasser stammen.

- LAVEN & THYSSEN (1959): Flora des Köln-Bonner Wandergebietes, 2. Aufl. (= LT.1959)
Die Westgrenze dieser Flora wird in etwa von der Linie Müstereifel - Euskirchen - Grevenbroich gebildet, so daß das behandelte Gebiet bis etwa 20 km an Jülich heranreicht. Die Fundortangaben bei selteneren Arten sind sehr zahlreich. Zu diesem Werk erschienen später Nachträge aus dem Nachlaß von P. THYSSEN (ROCHE & ROTH 1975), die ebenfalls gesichtet und unter demselben Kürzel zitiert werden.
- deLANGHE et al. (1967): Flore de la Belgique, du Nord de la France et des régions voisines (= dL.1967)
Das Florengebiet wird in etwa zehn naturräumliche Einheiten gegliedert, für diese werden differenzierte Häufigkeits- und teilweise Fundortangaben geliefert. Es werden westliche Randgebiete Deutschlands mitberücksichtigt, insbesondere Hohes Venn und Teile der Eifel.
- RUNGE (1972): Die Flora Westfalens (= R.1972)
Es handelt sich um eine Aufzählung der Sippen Westfalens ohne Bestimmungsschlüssel, die durch genauere Angaben über Verbreitung und Arealveränderungen auch über das Gebiet hinaus sehr wertvoll ist. Die 3. Auflage (RUNGE 1990) macht bezüglich der hier behandelten Neophyten nur unwesentlich geänderte Angaben und wird deshalb nicht berücksichtigt.
- ROMPAEY & DELVOSALLE (1979): Atlas de la flore belge et luxem-bourgeoise, 2^{me} édition (= A.1979)
Dieser Verbreitungsatlas enthält Rasterkarten für Belgien, Luxemburg und die unmittelbaren Grenzgebiete, wobei nur der Oberlauf der Rur (also ohne das Untersuchungsgebiet) erfaßt wurde. Ein Rasterfeld entspricht 4 x 4 km, die Angaben sind damit deutlich feiner als etwa im "BRD-Atlas" (HAEUPLER & SCHOENFELDER 1989, Raster dort etwa 12 x 12 km).
- deLANGHE et al. (1983): Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines (= dL.1983)
Gegenüber dL.1967 ist diese "neue Flora" wesentlich aktualisiert worden, deshalb liefert der Vergleich der beiden Ausgaben interessante Hinweise.
- WOLFF-STRAUB et al. (1988): Florenliste von Nordrhein-Westfalen, 2. Aufl. (= F.1988)
Differenziert nach den sechs Großlandschaften Nordrhein-Westfalens werden Status, Gefährdungsgrad, Vergesellschaftung und weitere Informationen über alle bekannten Arten tabellarisch aufgelistet; somit wird auch ihre Verbreitung in Nordrhein-Westfalen grob skizziert. Das Untersuchungsgebiet liegt in der Großlandschaft II "Niederrheinische Bucht".
- MOLL (1992): Flora Juliacensis 1992 (= M.1992)
Behandelt das selbe Gebiet wie Br.1839 und zieht Vergleiche mit diesem; es werden jedoch außer einer alphabetischen Auflistung der Arten, Kürzeln zur allgemeinen Häufigkeit und teilweise zum Status keine weiteren Angaben gemacht

Neben diesen systematisch umfassenden Florenwerken können speziellere Veröffentlichungen weitere Hinweise liefern; derartige Veröffentlichungen werden jeweils dann angeführt, wenn die betreffende Sippe, über die sie Aussagen machen, behandelt wird.

Einige wertvolle Hinweise aus jüngerer Zeit ergaben sich aus Daten der Floristischen Kartierung der Bundesrepublik Deutschland, die freundlicherweise von Herrn Wilfried MOLL, Jülich, mitgeteilt wurden.

Bei der Suche nach historischen Verbreitungsangaben muß natürlich besondere Sorgfalt auf die teilweise zahlreichen Synonyme heute gebräuchlicher Namen gelegt werden. In der angefügten Artenliste werden die in älteren Floren häufigen Synonyme der beobachteten Sippen genannt.

Veröffentlichungen, die größere Gebiete, wie etwa ganz Deutschland oder Mitteleuropa, behandeln und dabei im wesentlichen nur stark verallgemeinerte Aussagen treffen, wie etwa die Exkursionsfloren von ROTHMALER oder OBERDORFER, sollten für Interpretationen von Arealveränderungen im lokalen Rahmen nur mit größter Vorsicht eingesetzt werden;

nach Möglichkeit wird auf hier getroffene allgemeine Bemerkungen (etwa "in Ausbreitung begriffen") nicht zurückgegriffen, da gerade hier die Maßstäblichkeit der Betrachtungsweise eine wesentliche Rolle spielt (vgl. auch Kap. 5.3.5.). Auch die Angaben in ELLENBERG et al. (1991) zur "Änderungstendenz" bezüglich der Häufigkeiten von mitteleuropäischen Pflanzen werden nur mit Vorbehalt zitiert.

4.6. Der Bestockungsgrad

Die Beschattung der Ufer, wie sie in natürlichen Flußauen weitgehend gegeben ist, wird häufig als beschränkender Faktor für die Ausbreitung von Neophyten genannt (LOHMEYER 1969: 273; ELLENBERG 1986: 371); teilweise wurde eine Erhöhung der Beschattung zur Bekämpfung von Neophyten auch aus wasserwirtschaftlichen Gründen oder gar als naturschützerisches Entwicklungsziel formuliert (vgl. SCHWABE & KRATOCHWIL 1991). Daher soll dieser Beschattungseffekt analysiert und versuchsweise quantifiziert werden. Eine hierzu verwendbare Methodik existiert jedoch bisher nicht.

Einen Schritt in diese Richtung stellen die "Bestockungstypen" bei SCHWABE (1987: 26f.) dar. Die Autorin unterscheidet fünf Typen:

- geschlossener Waldbestand: a) einseitig, oder b) beidseitig,
- Galeriewald,
- geringe Bestockung (Gehölzdeckung < 25%), und
- fehlende Bestockung (Gehölzdeckung am Ufer < 5%).

Diese Typen sind jedoch nicht auf die in der hier vorliegenden Arbeit untersuchten Ufer übertragbar, weil andere Fragestellungen zugrundeliegen.

SCHWABE (l.c.: 32) untersuchte stichprobenartig homogene Gewässerabschnitte von 150 bis 200 m Länge; an der auf weite Strecken kontinuierlich kartierten Rur jedoch wechseln selbst innerhalb so kurzer Abschnitte die Verhältnisse teilweise sehr stark. Wären Veränderungen der Bestockung zum Kriterium der Abgrenzung von Kartierungsabschnitten gemacht worden, so wäre die Zahl der auf gleicher Gesamtstrecke zu kartierenden Abschnitte gewaltig angestiegen. Weiterhin wird die an der Rur häufige Situation mit Gehölzpflanzungen mittlerer Dichte durch die genannten Kategorien nicht ausreichend erfaßt. Insgesamt handelt es sich bei SCHWABE (l.c.) vorwiegend um Fließgewässer, die kleiner sind die in der vorliegenden Arbeit untersuchten; wohl vor allem wegen der geringen Gewässerbreite betrachtet SCHWABE auch die gegenüberliegenden Ufer als Einheit, was bei Rur und Inde nicht sinnvoll erscheint.

Um nun trotz des bisherigen Fehlens einer geeigneten Methode zu einer Bewertung der Bestockung zu gelangen, sollten die im Aufnahmebogen erfaßten Daten zur Ufervegetation

in eine einfache, numerische Form überführt werden; diese wird im folgenden "Bestockungsgrad" genannt. Dazu mußte die Vielfalt der im Gelände erfaßten Kategorien durch eine schematische Bewertung ihres jeweiligen Beschattungseffektes vergleichbar gemacht werden. Es wurde hierzu ein Punkteschema erstellt, dessen Wertungen aus den Erfahrungen im Gelände resultierten. Hierbei war ein subjektiver Faktor nicht auszuschließen, und die Genauigkeit dieses Verfahrens dürfte deutlich geringer sein als bei einer Schätzung der Gehölzdeckung nach pflanzensoziologischem Vorbild; eine solche war jedoch bei Kartierungsabschnitten von mehreren Hunderten von Metern nicht durchführbar.

Tabelle 2 zeigt das angewendete Bewertungsschema, das die Beschattungswirkung der Ufervegetation ausdrückt:

Ufervegetation	Häufigkeit		
	3	2	1
naturnaher Auwald	5	3	1
Gehölzsaum	4	2	1
Forst	4	2	1
junge Weidenreihen	4	2	1
Driesch	3	2	1
Weidengebüsch	3	2	1
einzelne Ufergehölze	2	1	1
keine Gehölze vorhanden	0	0	0

Die "Häufigkeit" drückt hier die Längenausdehnung des jeweiligen Typs der Ufervegetation im Kartierungsabschnitt aus. Zusätzlich wird die Beschattung durch an das Ufer angrenzenden Forst oder Driesch mit 1 Punkt bewertet, wenn der Bestand auf längerer Strecke max. 5m vom Ufer entfernt beginnt.

Der Bestockungsgrad des Gesamtabschnitts ergibt sich aus der Summe der Punkte für die in Teilabschnitten angetroffenen Vegetationstypen. Ein Ermessensspielraum für Sonderfälle ermöglicht Abzug oder Zugabe eines weiteren Punktes. Ein Kartierungsabschnitt kann maximal den Bestockungsgrad 6 erreichen, nämlich dann, wenn entlang der gesamten Strecke ein geschlossener Auwaldbestand ohne nennenswerte Lücken stockt. Sehr lückenhafte Gehölzpflanzungen an ausgebauten Flußabschnitten müssen beispielsweise mit 1 bewertet werden.

Wichtig ist jedoch: die Ergebnisse dieser schematisierenden Bewertung können ist nur bei Berücksichtigung von weiteren, nicht mathematisch faßbaren Aspekten sinnvoll interpretiert werden. Betont werden soll auch, daß die floristische Zusammensetzung der Gehölzbestockung hier nicht berücksichtigt wird; es wird einzig der Faktor des Schattenwurfs betrachtet.

5. ERGEBNISSE

5.1. Ausbauzustand

Die Ausbaumaßnahmen an Rur und Inde wurden bereits in dem grundlegenden Kapitel über das Untersuchungsgebiet dargestellt. Die Informationen aus der Literatur können aber aufgrund der Geländeaufnahmen an einigen Punkten ergänzt werden.

Trotz des umfangreichen Talsperrensystems am Oberlauf kommt es an der mittleren Rur auch oberhalb der Mündung der hochwasserreichen Inde zu bedeutenden Hochwasserereignissen, wie es bereits HOESCH (1959) voraussah. In den späten achtziger Jahren brach die Rur östlich von Merken (Abschnitte 2/3) aus dem kanalisiertem Bett aus und verlagerte ihren Lauf in Richtung auf die Hochwasserdeiche. Gleichzeitig wurden in diesem Bereich in größerem Maße Hochflutsedimente abgelagert. Erneute Ausbaumaßnahmen wurden durchgeführt, bei denen man jedoch unterhalb des Wehres W2 zwei Inseln im Flußbett beließ, die aus eben jenen Hochflutsedimenten bestehen (Abb. 7); die Uferböschungen der erneut regulierten Rur sind hier deutlich steiler als beim ursprünglichen Ausbauprofil.

Unterhalb der Wehre haben sich in charakteristisch wiederkehrender Weise Uferanrisse gebildet; durch die erhöhte Fließgeschwindigkeit an den Wehren in Verbindung mit starkem Abfluß bei Hochwasser kann die erosive Wirkung so stark zunehmen, daß auch mit Blockstein-Schüttungen gesicherte Ufer angerissen werden. Dies ist sowohl an den Sohlabstürzen als auch an den Sohlgleiten zu beobachten. Besonders bei ehemals durch Blocksteine gesichertem Ufer können Stillwasserbereiche entstehen, weil Feinmaterial abtransportiert wird, während die schweren Blocksteine quasi als Zeugen des ehemaligen Uferverlaufs absacken und liegenbleiben, und zwar etwa auf dem Niveau der Mittelwasserlinie, unterhalb derer keine Erosion des Feinmaterials mehr stattfindet (Abb. 8).

Langfristig betrachtet würde es bei ausgebauten Fließgewässern zu einer Rückentwicklung in Richtung auf einen naturnäheren Gewässerverlauf kommen, wenn nicht immer wieder Maßnahmen der Gewässerunterhaltung ergriffen würden. An den untersuchten Abschnitten von Rur und Inde haben sich bisher jedoch keine wesentlichen Veränderungen ergeben, die den stark anthropogenen Gesamtcharakter der regulierten Strecken abschwächen könnten.

Über etwaige kleinere Ufersicherungsmaßnahmen, die punktuell bei Uferanrissen ergriffen würden, liegen keine Informationen vor.



Abb. 7: Insel aus jungen Hochflutsedimenten in der Rur bei Merken (Abschnitt 3). In diesem Bereich brach der Fluß aus dem regulierten Bett aus, drohte die Winterhochwasser-Deiche anzugreifen; er wurde dann unter Erhaltung der Inseln zurückverlegt. Im Hintergrund eine Sohlrampe mit Blocksteinen.



Abb. 8: Uferanriss mit vorgelagerter Reihe aus Blocksteinen, die ehemals zur Ufersicherung angeschüttet worden waren; in den Bereichen relativ geringer Wasserbewegung kann sich ein Röhrichtstreifen ausbilden (nähere Erläuterungen im Text). Im Hintergrund ein Wehr mit Steilabsturz.

5.2. Die Ufervegetation der Rur

Die Rur ist auf weiten Strecken ebenso wie die Inde durch relativ intensiv bewirtschaftete, botanisch verarmte Ufer gekennzeichnet; nur an den naturnahen Fließstrecken treten für Flußufer typische Vegetationseinheiten flächenhaft entwickelt auf. Entlang der Rur-Ufer zwischen Düren und Linnich konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit etwa 20 Vegetationseinheiten unterschieden werden, darunter zehn auf der Stufe der Assoziation. Bezüglich der Wälder konnte auf vorhandene Untersuchungen zurückgegriffen werden. Die Vegetationseinheiten der Ufer von Rur und Inde lassen sich zunächst überblickartig den folgenden Klassen des soziologischen Systems (nach OBERDORFER 1983b) zuordnen:

- 1. Kl. - *Lemnetea* (Wasserlinsen-Decken)
- 18. Kl. - *Bidentetea* (Zweizahn-Melden-Ufersäume)
- 19. Kl. - *Artemisietea* (Zwei- bis mehrjährige Ruderalgesellschaften)
- 21. Kl. - *Agrostietea stoloniferae* (Flutrasen)
- 27. Kl. - *Phragmitetea* (Röhrichte und Großseggensümpfe)
- 43. Kl. - *Salicetea purpureae* (Weidengebüsche und -wälder)

Die Beschreibung der Vegetationseinheiten und ihrer Verbreitung beginnt mit den Ufer-Staudengesellschaften der *Artemisietea*: sie verdienen besondere Beachtung und wurden hier schwerpunktmäßig bearbeitet, denn sie haben nicht nur die bedeutendsten Flächenanteile an der Ufervegetation des Untersuchungsgebiets, sondern in ihnen liegt auch der Schwerpunkt des Auftretens von Neophyten. Es treten von verschiedenen Einheiten Neophyten-Fazies auf, jedoch konnten keine "Neophyten-Gesellschaften" im Sinne von GÖRS & MÜLLER (1969) nachgewiesen werden. Die soziologische Beurteilung von Neophyten-Beständen ist allgemein noch in vielen Fällen unsicher (OBERDORFER 1983a).

Es folgen in der Beschreibung der Vegetation der untersuchten Ufer zunächst die Röhricht-Gesellschaften, dann die Pioniergesellschaften der Zweizahn-Melden-Ufersäume und Flutrasen. Zum Schluß werden die nicht zur Ufervegetation im eigentlichen Sinne zählenden Wälder und Wasserlinsen-Decken behandelt.

5.2.1. Beschreibung der Vegetationseinheiten

Klasse **Artemisietea** (Zwei- bis mehrjährige Ruderalgesellschaften)

Die im Uferbereich auftretenden Ruderalgesellschaften der Klasse *Artemisietea* sind den Ordnungen *Convolvuletalia* (im direkten Uferbereich, bzw. auf feuchteren Standorten) und

Glechometalia (frische Standorte) zuzuordnen. Die Gliederung der Syntaxa folgt OBERDORFER (1983a,b) und wird in Tab. 3 übersichtlich zusammengefaßt.

Tab. 3: Gliederung der im Untersuchungsgebiet unterschiedenen Vegetationsseinheiten der Klasse Artemisieta (nach OBERDORFER 1983b)

Klasse **ARTEMISIETEA** LOHM., PRSG. et TX. in TX. 50

Unterklasse **GALIO-URTICENEA** (PASS. 67) TH. MÜLL.

Ordnung **CONVOLVULETALIA SEPIUM** TX. 50

Verband **SENECION FLUVIATILIS** TX. (47) 50 em. TX. 67

Cuscuta-Convolvuletum TX. 47

- *typicum*

- *aegopodietosum*

Verband **CONVOLVULION SEPIUM** TX. 47 em. Th. MÜLL

Epilobio hirsuti-Convolvuletum HILBIG et al. 72

Ordnung **GLECHOMETALIA HEDERACEAE** TX. in TX. et BRUN-HOOL 75

Verband **AEGOPODION PODAGRARIAE** TX. 67

Phalarido-Petasitetum hybridi SCHWICK. 33

Urtico-Aegopodietum (TX. 63) OBERD. 64 n.inv. GÖRS 68

Nährstoffliebende Uferstauden-Gesellschaften der *Convolvuletalia*, die vorwiegend von ausdauernden Wurzelkriechpionieren und schleierbildenden Schlingpflanzen aufgebaut werden, finden sich natürlicherweise in den Lücken von Weichholz-Auenwäldern und Weidengebüschen; aber auch an regulierten Uferabschnitten treten sie an Rur und Inde als meist schmaler und eventuell nur fragmentarisch ausgebildeter Hochstaudensaum auf.

Die Aufnahmen zeigen, daß die Untersuchungsstrecken einen Übergangsbereich darstellen, in dem beide Verbände der Ordnung *Convolvuletalia* auftreten (vgl. Tabelle 4). Zum Oberlauf der Rur hin sind die nitrophytischen Uferstaudenfluren noch dem *Convolvulion sepium* TX. 47 em. Th. MÜLL zuzuordnen, das für kleinere Flüsse, Bäche und Gräben typisch ist. Im Mittel- und Unterlauf dagegen finden sich bereits Gesellschaften des *Senecion fluviatilis* TX. (47) 50 em. TX. 67.

Das *Senecion fluviatilis* ist an größeren Flüssen verbreitet und weist als einheimische Verbandskennart nur *Cuscuta europaea* (Nesselseide) auf; es ist an Rur und Inde mit dem

Tabellc 4: Convolvuletalia

Nummer 1- 5: *Cuscuta-Convolvuletum typicum*
 Nummer 6-12: *Cuscuta-Convolvuletum aegopodietosum*
 Nummer 13: *Cuscuta-Convolvuletum aegopodietosum*, trockene Ausbildung
 Nummer 14-19: *Epilobio hirsuti-Convolvuletum*

lfd. Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aufn.-Nr.	3	52	48	11	7	5	53	43	4	6	24	13	55	15	20	19	18	65	16
D: Tag	22	27	21	23	23	22	27	20	22	22	31	23	27	29	30	30	30	10	29
D: Monat	7	8	8	7	7	7	8	8	7	7	7	7	8	7	7	7	7	9	7
Gebiet	24R	15R	25aL	25R	25R	25L	15R	26aR	24R	25R	29L	28L	18R	ob.	ob.	ob.	ob.	ob.	ob.
Fläche (qm)	30	15	40	40	30	30	50	50	40	50	10	15	40	40	5	10	40	40	6
Deckung S	-	<5	-	-	-	-	-	<5	-	-	-	<5	-	<5	-	-	<5	-	-
Höhe S	-	2,5	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	2,2	-	3,0	-	-	3,0	-	-
Deckung K	100	90	100	100	95	90	100	95	95	100	95	100	95	100	90	100	100	90	95
Höhe K	1,1	1,7	1,8	2,5	2,4	1,7	1,1	1,8	2,2	1,8	2,3	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,3	2,0	1,9
Artenzahl	14	25	12	14	15	22	16	17	18	24	23	20	23	30	23	28	28	28	21
<i>d1 Heracleum sphondylium</i>	-	-	-	-	-	-	1,1	1,1	1,1	1,1	+	+	1,1	-	-	-	-	+	-
<i>Lamium maculatum</i>	-	-	-	-	-	-	2m.2	3,5	1,1	2m.3	-	+	5,5	-	-	-	0	1,2	-
<i>Alliaria petiolata</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	1,2	-	-	-	-	-	+	+
<i>Aegopodium podagraria</i>	+	-	-	-	r	-	-	-	-	2m.2	1,2	2b.3	1,2	-	-	-	-	-	-
<i>Silene dioica</i>	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	1,1	2m.2	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium album</i>	-	-	-	-	-	-	+	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>d2 Arrhenaterum elatius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m.3	-	-	-	-	-	-
<i>Verbascum thapsus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>VC Cuscuta europaea</i>	-	1,3	2m.3	+	-	2m.3	2m.3	-	-	-	2m.3	-	1,3	+	-	-	-	-	-
<i>AC Epilobium hirsutum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	3,4	5,5	3,3	5,4	4,4	5,4
<i>Scrophularia umbrosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,1	r	1,2	2m.2	1,1
<i>dA Scrophularia auriculata</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Rumex obtusifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m.2	+	1,1	+	2m.2	1,1
<i>Ranunculus repens</i>	-	1,2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	2m.2	1,2	+	1,2	+
<i>Filipendula ulmaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-
<i>Cirsium oleraceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,1	-	-	-	-
<i>OC Calystegia sepium</i>	2b.3	2m.2	2m.2	2b.3	1,2	1,2	2b.3	2m.2	2m.3	2m.3	1,2	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Myosoton aquaticum</i>	-	2m.2	+	-	+	2m.2	1,3	-	-	-	1,2	1,2	-	-	1,2	-	-	-	-
<i>dO Phalaris arundinacea</i>	-	+	-	-	2m.3	1,2	1,2	+	0	+	1,2	-	+	2m.3	1,2	-	2m.2	+	-
<i>Symphytum officinale</i>	1,1	-	-	+	-	+	1,1	-	-	1,1	-	-	-	1,1	+	+	-	-	+
<i>Lythrum salicaria</i>	r	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-
<i>UK Impatiens glandulifera</i>	2m.2	r	1,2	4,4	5,5	1,1	-	1,2	2m.2	1,1	+	4,4	+	1,1	1,1	4,4	3,2	2m.1	1,1
<i>Galium aparine</i>	+	1,2	1,2	2m.3	2m.3	2m.2	+	2m.3	4,5	2m.3	2b.3	2m.3	1,2	2m.3	2m.3	1,2	2m.3	+	+
<i>Carduus crispus</i>	+	+	-	-	-	+	-	r	2m.2	+	2m.2	-	1,1	+	+	+	+	+	+
<i>K Urtica dioica</i>	5,5	5,5	5,5	4,5	4,4	5,5	5,5	4,5	5,5	5,5	4,4	4,5	2m.3	5,4	1,1	3,4	2b.2	2b.2	1,2
<i>Artemisia vulgaris</i>	r	+	r	-	1,1	+	-	r	+	2m.2	+	-	2m.2	-	-	-	-	+	-
<i>Reynoutria japonica</i>	+	-	-	2m.2	-	-	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctium lappa</i>	-	-	-	1,1	-	+	-	-	1,1	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dipsacus sylvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>chB Cirsium arvense</i>	-	1,2	1,1	+	2m.2	1,1	+	-	1,1	2m.1	+	-	-	+	-	1,2	1,1	2m.2	2m.2
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1,2	1,3	1,3	1,2	-	+	1,2	+	+	r	+	1,2	-	-	-	+	1,2	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1,2	1,1	-	1,3	-	-	-	-	-	-
<i>B Poa trivialis</i>	-	1,2	-	-	-	2m.2	-	+	1,2	2m.3	2m.3	2m.3	2m.3	2m.3	2m.3	1,2	2m.2	+	-
<i>Solanum dulcamara</i>	r	+	-	-	+	1,1	-	-	+	-	-	r	-	2m.2	2m.2	1,2	1,2	+	-
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	+	+	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	+	1,2	-	1,1	2m.2	1,1	+
<i>Lycopus europaeus</i>	-	1,3	-	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-
<i>Salix spec. juv.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	+	-	-	-	+	+
<i>Glechoma hederacea</i>	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2m.3	+	2b.4	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca gigantea</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2m.2	-	+	1,1	+	-
<i>Petasites hybridus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m.2	1,1	+	-	-	-	-
<i>Myosotis palustris agg.</i>	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1,2	-	-	-	-	+
<i>Stachys palustris</i>	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-
<i>Polygonum hydropiper</i>	-	-	-	-	-	2m.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	2m.3
<i>Alnus glutinosa juv.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	1,1
<i>Stellaria nemorum</i>	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Humulus lupulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1,2	+	+	-
<i>Angelica sylvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	r	-	r	-
<i>Stellaria media</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cardamine spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	2m.2	-	-	-	-	1,2
<i>Hesperis matronalis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	-	-	-	-	-	-	2m.3	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Barbarea vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	-	2m.2	2m.2	-	2m.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Holcus lanatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2m.2
<i>Rumex conglomeratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m.2	2m.2	-	-	-
<i>Festuca cf. arundinacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	+
<i>Veronica beccabunga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Juncus effusus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Epilobium adenocaulon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	+	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cheerophyllum temulum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mentha aquatica</i>	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aethusa cynapium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Stachys sylvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m.2	-
<i>Phleum pratense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galium mollugo agg.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symphytum x uplandicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-
<i>Galinsoga ciliata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mentha cf. arvensis</i>	-	+	-	-	-														

Cuscuta-Convolutum TX. 47 vertreten (Spalten 1-13). Die Nesselseide tritt im Untersuchungsgebiet zwar nur mit mittlerer Häufigkeit, aber in gleichmäßiger geographischer Verteilung auf; eine exakte Verbreitungsgrenze ist innerhalb der Untersuchungsstrecken weder für diese Art noch für die nach ihr benannte Gesellschaft ausgebildet. Innerhalb der Nesselseiden-Zaunwinden-Gesellschaft lassen sich zwei Subassoziationen unterscheiden, die von LOHMEYER (1975) auch für den Niederrhein beschrieben wurden. Das feuchtere *Cuscuta-Convolutum typicum* (Spalten 1-5) wird auf etwas trockeneren und weniger häufig überfluteten Uferbereichen von der Subassoziation *aegopodietosum* abgelöst, die durch ihre Differentialarten zum noch weniger feuchten Verband *Aegopodion* überleitet (Spalten 6-12). Eine *Iris*-Subassoziation betont nasser Standorte, wie sie von PASSARGE (1964) für das nordostdeutsche Flachland genannt wurde, kann an der Rur nicht unterschieden werden.

Neophyten treten in allen Aufnahmeflächen auf; von ihnen bildet *Impatiens glandulifera* in beiden Subassoziationen Fazies (Spalten 4-5, 12), *Reynoutria japonica* dagegen vorwiegend im *aegopodietosum* (Spalte 11). Eine weitere relativ trockene Ausbildung wurde auf sandig-kiesigem Substrat über Uferanrissen beobachtet und ist eventuell von der Subass. *aegopodietosum* abzutrennen (nur durch eine einzelne Aufnahme belegt, Spalte 13).

Die charakteristische Gesellschaft des *Convolutum* an der Rur bei Düren ist dem *Epilobio hirsuti-Convolutum* HILBIG et al. 72 zuzuordnen (Spalten 14-19). Alle Aufnahmen wurden oberhalb der eigentlichen Untersuchungsstrecke angefertigt, da innerhalb derselben nur fragmentarische Bestände dieser hier ausklingenden Gesellschaft auftreten. Die Kennart *Epilobium hirsutum* tritt regelmäßig mit hoher Artmächtigkeit auf, ebenso kann mit OBERDORFER (1983b) *Scrophularia umbrosa* als Assoziationskennart genannt werden. Die weitere Charakterisierung kann nur vorläufig erfolgen, da Bearbeitungen der Gesellschaft für Westdeutschland nicht vorliegen (vgl. OBERDORFER 1983a). Im Untersuchungsgebiet werden die Bestände des *Epilobio hirsuti-Convolutum* außer durch das Fehlen von *Cuscuta europaea* durch mehrere Differentialarten deutlich von den anderen *Convolutalia*-Gesellschaften geschieden; die Ordnungs-Charakterarten treten deutlich zurück. Außerdem sind die Bestände durchschnittlich artenreicher als alle anderen hier behandelten Vegetationseinheiten. Abweichend von OBERDORFER (l.c.) kann für das *Epilobio hirsuti-Convolutum* im Untersuchungsgebiet - wie bei HILBIG et al. (1972) - auch *Filipendula ulmaria* als charakteristisch gelten.

Eine weitere Gruppe von Hochstaudenfluren, die Gesellschaften des *Aegopodion* (Ordnung *Glechometalia*), besiedelt meistens die nicht mehr so feuchten, höhergelegenen Bereiche (Tabelle 5); nur das *Phalarido-Petasitetum hybridi* SCHWICK. 33 (Spalten 1-5) steht häufig direkt am Ufer. Diese physiognomisch auffälligen Pestwurzfluren finden sich

vor allem an schneller strömenden Abschnitten auf jungen kiesigen Sedimenten, die aber auch feinere Korngrößen enthalten müssen. Die Gesellschaft wird hier durch Aufnahmen gut ausgebildeter Bestände bei Düren oberhalb der eigentlichen Untersuchungsstrecken belegt, denn sie ist in den kartierten Bereichen nur noch fragmentarisch entwickelt. Das *Phalarido-Petasitetum* tritt auch bei Düren nur in seiner Tieflagenform auf (vgl. OBERDORFER 1983a); von den Oberläufen liegen Aufnahmen von SCHWICKERATH vor, die eventuell einer Höhenlagen-Form der Gesellschaft entsprechen (SCHWICKERATH 1944: 206). Über die von Verbreitung von *Petasites hybridus* und *Epilobium hirsutum* im Untersuchungsgebiet vgl. Anhang B.

Als Zentralassoziation des *Aegopodion* ohne eigene Kennarten tritt im Untersuchungsgebiet das *Urtico-Aegopodietum* (TX. 63) OBERD. 64 n.inv. GÖRS 68 auf (Spalten 6-8). Die Aufnahme 8 stellt dabei eine floristisch verarmte Fazies von *Reynoutria japonica* dar.

Übergänge sowohl vom *Phalarido-Petasitetum* als auch vom *Urtico-Aegopodietum* zu den *Convolvuletalia* deuten sich in den Spalten 5 und 6 an. *Glechometalia*-Ordnungskennarten treten zurück, während besonders *Calystegia sepium* die Bestände überzieht (vgl. die Ausführungen von OBERDORFER (1983a) über das *Urtico-Aegopodietum convolvuletosum sepium*).

Alle Aufnahmen von *Artemisietea*-Gesellschaften wurden an naturnahen Fließstrecken angefertigt; eine starke flächenhafte Ausbreitung besonders der *Senecion fluviatilis*-Bestände, wie sie an manchen ausgebauten Flüssen durch die Schaffung großer gehölzfreier Uferböschungen stattgefunden hat, ist an der Rur nicht erfolgt, da hier die nicht regelmäßig bewirtschafteten Uferstreifen sehr schmal sind (meistens unter 3 m breit). Nicht selten finden sich hier stark verarmte Hochstaudenfluren oder Übergangsbestände zu Grünland-Gesellschaften. Ein extremes Beispiel hierfür zeigt Aufnahme Nr. 31 (Anhang C).

Klasse **Phragmitetea** (Röhrichte und Großseggensümpfe)

An den Ufern von Rur und Inde sind Röhrichte aus zwei physiognomisch deutlich verschiedenen Verbänden vertreten: zum einen hochwüchsige *Phragmition*-Bestände, zum anderen Kleinröhrichte des *Sparganio-Glycerion*. Außerdem treten Rohrglanzgras-Röhrichte auf, deren Zuordnung zum Verband *Magnocaricion* (wie etwa bei OBERDORFER 1977) aufgrund der floristischen Struktur im Untersuchungsgebiet nicht möglich ist.

Tabelle 6 faßt Aufnahmen der Groß- und Rohrglanzgras-Röhrichte zusammen. Charakterisch für die Großröhrichte des *Phragmition* im allgemeinen ist das häufige

Tabelle 6: Phragmition

Nummer 1- 2: *Sparganium emersum*-Bestände

Nummer 3-10: *Glycerietum maximae*

Nummer 11-13: *Phragmitetum australis*, Fazies von *Acorus calamus*

Nummer 14-20: *Phalaridetum arundinacea*

lfd. Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Aufn.-Nr.	72	71	63	58	61	60	84	62	36	38	70	57	41	35	32	33	66	39	91	34	
D: Tag	11	11	10	28	10	10	24	10	12	12	11	28	12	12	12	12	10	12	9	12	
D: Monat	9	9	9	8	9	9	9	9	8	8	9	8	8	8	8	8	9	8	10	8	
Gebiet	34L	31R	7L	28R	5L	5L	9L	6L	5R	3aR	23R	28R	3aR	5R	7R	5R	14R	3aR	51L	5R	
Fläche (qm)	20	8	150	25	75	50	10	10	10	50	10	10	30	15	15	25	20	40	10	15	
Deckung K	70	90	90	90	95	100	95	95	90	90	60	75	80	95	60	60	95	80	95	80	
Höhe K	1,6	0,2	2,3	1,1	1,4	1,0	1,8	1,5	0,9	1,0	1,6	1,4	1,7	0,8	0,5	0,6	90	0,6	1,1	1,0	
Wassertiefe min	-20	-30	+10	0	+30	+10	0	+20	-10	0	-10	0	0	0	0	-10	+10	0	+10	-20	
max	-100	-80	-30	0	+10	-10	-40	-10	-70	-40	-50	0	-40	-10	-40	-40	-20	-30	-10	-40	
Artenzahl	5	1	13	16	15	4	4	5	3	7	3	15	10	11	5	4	8	4	1	3	
AC <i>Sparganium emersum</i>	4.4	5.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AC <i>Glyceria maxima</i>	.	.	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	.	+	2a.3	.	.	.	+	.	.	.	
AC <i>Acorus calamus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	4.5	4.5	2a.3	.	.	.	.	.	.	.
AC(OC,KC) <i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	2m.2	1.1	2m.3	.	.	+	+	1.1	1.2	2m.3	3.5	4.4	4.4	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	
O,K <i>Mentha aquatica</i>	.	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	2m.3	2a.3	1.3	1.3	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	1.2	.	.	.	.	1.3	+	r	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	1.3	.	1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	.	.	2a.3	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sparganium</i> er. ssp. neglectum	2a.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arten der Convolvuletalia:																					
<i>Urtica dioica</i>	.	.	2m.2	.	1.1	+	+	1.2	.	+	.	1.1	2m.3	+	.	.	1.2	2m.2	.	.	
<i>Calystegia sepium</i>	.	.	+	r	.	.	.	2m.2	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Myosoton aquaticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2m.2	.	.	r	.	.	.
<i>Impatiens glandulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
B <i>Solanum dulcamara</i>	.	.	1.2	+	+	.	.	.	.	+	.	1.1	1.2	2m.3	1.1	.	2m.2	1.3	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	.	2b.3	.	.	.	.	.	+	.	2m.2	1.3	2a.3	.	2m.3	.	.	.	2m.3
<i>Myosotis palustris</i> agg.	2a.3	.	.	2m.2	+	1.2	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys palustris</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens frondosa</i>	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens cernua</i>	.	.	.	2m.2	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum persicaria</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scrophularia auriculata</i>	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m.2	.	.	.	2m.3
<i>Scrophularia umbrosa</i>	1.1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens frondosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha x verticillata</i>	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Symphytum officinale</i>	+	.	.

Dominieren einer Art bei weitgehendem Fehlen weiterer charakteristischer Arten; dabei ist die Gliederung in verschiedene Assoziationen (etwa bei HILBIG 1971) umstritten, denn unter ähnlichen standörtlichen Bedingungen können sich jeweils verschiedene Arten durchsetzen, je nachdem welche zufällig als Erstbesiedler erschien. Auch im Untersuchungsgebiet finden sich solche Dominanzbestände häufiger als Mischbestände. Die Aufnahmen vom Rur-Ufer belegen mehrere relativ kleinflächige *Acorus calamus*-Bestände; sie werden in Anlehnung an KUNZE (1991) als Fazies des *Phragmitetum australis* SCHMALE 39 aufgefaßt (Spalten 11-13). Auch Fazies von *Sparganium erectum* und *Iris pseudacorus* treten auf. Die bei weitem häufigste *Phragmition*-Gesellschaft ist jedoch das *Glycerietum maximae* HUECK 31. Es tritt sowohl in artenreicheren Varianten (Spalten 3-5) als auch in Form fast reiner Dominanzbestände von *Glyceria maxima* auf (Spalten 6-10); letztere sind auch nach KUNZE (1991) die eigentlich typische Ausbildung. In manchen Bereichen bildet *Glyceria maxima* schmale Säume entlang der Mittelwasserlinie.

Während die vorgenannten Gesellschaften im Bereich der untersuchten Ufer der Rur immer wieder zerstreut und meist nur fleckhaft auftreten, konnte ein weiterer Röhrichttyp nur in den untersten Abschnitten beobachtet werden: hier bildet der Einfache Igelkolben in seiner flutenden Form im tieferen Wasser Bestände, die physiognomisch bereits zu den Schwimmblatt-Gesellschaften der *Potamogetonetea* überleiten (vgl. Spalten 1-2); sie können lediglich als *Sparganium emersum*-Bestände angesprochen werden und sind häufig einartig.

Das *Phalaridetum arundinaceae* LIBB. 31 oder seine Übergangsbestände zu landseitigen Kontaktgesellschaften bildet lange schmale Säume entlang der Rur knapp über der Mittelwasserlinie und ist nur sehr selten flächig entwickelt. Nach VOLLRATH (1965: 96) bevorzugt das Rohrglanzgras-Röhricht in Nordbayern sandigere Standorte, während es auf Schlammböden vom *Glycerietum maximae* abgelöst wird; im Untersuchungsgebiet scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. Die Ordnungs- bzw. Klassenkennarten fehlen in den aufgenommenen Beständen weitgehend (wie auch alle *Magnocaricion*-Arten). Das typische Rohrglanzgras-Röhricht ist artenarm und besteht nicht selten sogar nur aus der namensgebenden Art (Spalte 19). Nach OBERDORFER (1977) charakterisiert die Gesellschaft Gewässer mit relativ stark schwankendem Wasserstand. Sie besiedelt also denjenigen Uferbereich, in dem kurzfristige Schwankungen wirksam werden; vielleicht ist deshalb der *Phalaris*-Saum an der hydrologisch stark veränderten Rur mit ihren geringen Abflussschwankungen vergleichsweise schmal. Im Vergleich mit Angaben in SCHWICKERATH (1962), WEIMANN (1966) und BIRKIGT & BRAUKMANN (1974) scheint der *Phalaris*-Ufersaum der Rur 1992 nur einen relativ geringen Anteil der Uferstrecken eingenommen zu haben; doch können schon die normalen Wasserstandsschwankungen von Jahr zu Jahr diese sehr dynamische Gesellschaft in ihrer Ausdehnung stark beeinflussen. Häufig bilden sich Übergänge zu Beständen der nitrophilen Hochstaudenfluren aus; das deutet sich beispielsweise in Spalte 14 an.

Insgesamt sind die Großröhrichte als Verlandungsgesellschaften in Altarmbereichen häufig, direkt an den regulierten Flüssen aber immer nur in besonderen Situationen zu finden; etwa an den charakteristischen Uferanrissen direkt unterhalb der Wehranlagen, die oben beschrieben wurden; dann liegen sich die Röhrichte fast spiegelbildlich auf den beiden Ufern gegenüber. An den zwölf in der Untersuchungsstrecke der Rur gelegenen Wehren wurden fast überall Röhricht-Bestände beobachtet (d.h. an 23 von 24 in Frage kommenden Punkten). Diese "Wehrröhrichte" bestehen zum mindesten in einem deutlichen hervortretenden *Phalaridetum*, in 13 Fällen enthalten sie auch *Phragmition*-Arten mit bedeutenden Deckungsanteilen und sind dann bis zu drei Meter breit.

Die Kleinröhrichte des *Sparganio-Glycerions* (Tab. 7) treten dagegen auch an regulierten Abschnitten der Rur häufiger auf. In flachen Uferbereichen bilden sie an bzw. knapp unter der Mittelwasserlinie dick polsterartige Bestände, die im schlammigen Boden unter Wasser wurzeln und - teilweise flutend - auf die Wasseroberfläche hinausragen.

Am verbreitetsten ist das Brunnenkressen-Röhricht. Bei diesen dem *Nasturtietum officinalis* SEIB. 62 zugeordneten Beständen kann eine typische Ausbildung (Spalten 1-3) von einer sehr artenarmen Ausbildung unterschieden werden, der sämtliche Kennarten höherer Syntaxa fehlen (Spalten 4-5). Spalte 6 dokumentiert einen Bestand von *Nasturtium officinale* nur wenig oberhalb der Untersuchungsstrecke an der Rur, der sich im Herbst in auffälliger Weise bronzefarben verfärbte (vgl. Anmerkung in der Artenliste).

Ein von *Veronica beccabunga* dominierter Kleinröhricht-Bestand (Spalte 7) entspricht eventuell der von PHILIPPI (1973) mit Vorbehalt so bezeichneten *Veronica beccabunga*-Gesellschaft. Mehrfach wurden am Rur-Ufer, besonders in den unteren Abschnitten, auch Dominanzbestände von *Myosotis palustris* s.str. beobachtet, die physiognomisch den Kleinröhrichten entsprechen, sich in das bestehende System der Pflanzengesellschaften aber nicht einordnen lassen; sie werden zunächst als "*Myosotis palustris*-Bestände" bezeichnet.

Auch die Kleinröhrichte erreichen ihre optimale Entwicklung nur in naturnahen Fließstrecken, wo ausgedehntere Flachwasserbereiche vorkommen.

Klasse **Bidentetea** (Zweizahn-Melden-Ufersäume)

Offene, feuchte Schlammfluren, die durch hochsommerliches Absinken des Wasserspiegels zutage treten, werden von offenen Pionierfluren aus einjährigen Arten besiedelt. Charakteristisch ist der hohe Nährstoffgehalt der Standorte. Aufgrund der Regulierung des Flußlaufs und der Veränderungen des Abflußregimes sind diese Gesellschaften an der Rur mit Sicherheit stark zurückgegangen; sie treten nur noch im

Tabelle 8: *Polygono hydropiperis-Bidentetum tripartitae* LOHM. in TX. 50

lfd. Nummer	1	2	3	4
Aufn.-Nr.	46	9	10	82
D: Tag	20.8.	23.7.	23.7.	24.9.
Gebiet	26aR	25R	25R	25L
Fläche (qm)	10	4	8	8
Deckung K	90	90	95	50
Höhe K	0,4	0,3	0,7	0,8
Wassertiefe min.	+20	.	.	+5
max.	0	.	.	-5
Artenzahl	26	12	22	7
<hr/>				
AC <i>Polygonum hydropiper</i>	4.4	4.4	3.3	2m.2
VC <i>Myosotis palustris</i> agg.	+	2a.2	.	2m.2
VC <i>Bidens cernua</i>	.	.	.	2a.2
OC, KC <i>Bidens frondosa</i>	.	r	.	.
bezeichnende Begleiter:				
<i>Myosoton aquaticum</i>	+	+	2a.2	.
<i>Polygonum persicaria</i>	1.2	.	1.2	.
<i>Rumex conglomeratus</i>	.	.	+	.
<i>Chenopodium polyspermum</i>	r	.	.	.
Begleiter:				
<i>Nasturtium officinale</i>	2m.2	1.2	+	2m.2
<i>Veronica beccabunga</i>	1.2	2b.3	2m.3	.
<i>Poa trivialis</i>	2m.3	2b.2	2a.2	.
<i>Plantago major</i> ssp. <i>intermedia</i>	+	1.1	1.1	.
<i>Ranunculus repens</i>	2m.2	+	.	1.2
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	.	1.2	3.3
<i>Urtica dioica</i>	1.1	.	+	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	1.1	.	1.1	.
<i>Matricaria inodora</i>	+	.	+	.
<i>Barbarea vulgaris</i>	+	.	+	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	2m.2	1.2	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	1.1	2m.2	.

außerdem je einmal:

in 1: *Senecio inaequidens* 2m.3, *Stellaria media* 2m.3, *Scrophularia umbrosa* 1.1, *Lolium perenne* 1.2, *Stachys palustris* +, *Lamium maculatum* +, *Solanum dulcamara* +, *Lycopersicon esculentum* +, *Cuscuta europaea* +, *Solanum nigrum* +, *Galinsoga ciliata* +; in 2: *Epilobium parviflorum* 1.1; in 3: *Scrophularia auriculata* 2b.3, *Cirsium arvense* 2m.1, *Epilobium adenocaulon* 2m.2, *Verbena officinalis* +, *Reseda luteola* +, *Holcus lanatus* +, *Juncus effusus* +; in 4: *Lythrum salicaria* r

Bereich des NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" häufiger auf. Inwiefern sie andererseits durch die Eutrophierung der Gewässer gefördert oder in ihrer floristischen Struktur verändert werden, ist nicht bekannt.

Die im Untersuchungsgebiet aufgenommenen Bestände können dem *Polygono hydropiperis-Bidentetum tripartitae* LOHM. in TX. 50 (Wasserpfeffer-Zweizahn-Flur) zugeordnet werden. An den Oberläufen von Rur und Inde beschrieb SCHWICKERATH (1933) das *Bidentetum tripartitae* KOCH 26; diese Gesellschaft war damals noch ungenau gefaßt, entspricht aber wohl weitgehend dem *Polygono hydropiperis-Bidentetum tripartitae* LOHM. in TX. 50 in seiner heutigen Fassung (TÜXEN 1979; OBERDORFER 1983a). Gegenüber dem Wasserpfeffer traten die *Bidens*-Arten im Untersuchungsjahr deutlich zurück, jedoch sind jährliche Schwankungen für diese Pionierfluren geradezu kennzeichnend.

Im Hinblick auf die Ausbreitung von Neophyten sind die schon durch mehrere einheimische *Bidens*-Arten charakterisierten Zweizahn-Uferfluren von Interesse, weil hier weiteren amerikanischen *Bidens*-Arten das Eindringen gelungen ist.

Tabelle 9: *Ranunculus repens*-Gesellschaft

lfd. Nummer	2	1
Aufn.-Nr.	90	87
Datum	8.10.	7.10.
Gebiet (Abschnitt)	28R	ob.
Fläche (qm)	5	3
Deckung K	95	70
Höhe K	0,1	0,1
Artenzahl	12	4
VC <i>Ranunculus repens</i>	2b.3	2b.1
VC <i>Plantago m. ssp. intermedia</i>	+	.
OC <i>Agrostis stolonifera</i>	4.4	4.4
<i>Poa trivialis</i>	2b.2	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	1.1	.
<i>Lolium perenne</i>	+	.
<i>Myosoton aquaticum</i>	+	.
<i>Nasturtium officinale</i>	+	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	.
<i>Veronica beccabunga</i>	r	.
<i>Urtica dioica</i>	r	.
<i>Phleum pratense</i>	r	.
<i>Myosotis palustris</i> agg.	.	2a.2
<i>Glyceria declinata</i>	.	+

Klasse *Agrostietea stoloniferae* (Flutrasen)

Die rasenbildenden Pioniergesellschaften dieser Klasse bestehen vorwiegend aus Kriech-Hemikryptophyten und folgen an flachen Uferpartien meist den kurzlebigen Pionieren der Klasse *Bidentetea*, wenn durch Aufhöhung die Überflutungsdauer abnimmt. Derartige, meist sehr kleinflächige und ortsveränderliche Bestände treten, wie auch die *Bidentetea*-Gesellschaften, nur in den naturnahen Fließstrecken meist in Gleithang-Lagen auf.

Den zwei Aufnahmen aus dem direkten Uferbereich fehlen Charakterarten einer Assoziation; Oberdorfer (1983a) folgend, sind sie als *Ranunculus repens*-Gesellschaft zu bezeichnen. Sie stellen eventuell nur Stadien der in Flutmulden der Ruraue häufigen Knickfuchsschwanz-Gesellschaft dar (*Rumici-Alopecuretum geniculati* TX. 50, KUNZE 1991).

Die Standorte dieser Vegetationseinheiten haben keine Bedeutung für die Ansiedlung von Neophyten.

Klasse *Lemnetea* (Wasserlinsen-Decken)

Außer auf Altwässern (die aufgrund der andersartigen Bedingungen für die Ufervegetation nicht berücksichtigt wurden) kommen Wasserlinsen-Decken selten auch in kleinen windgeschützten Buchten direkt an der unregulierten Rur vor, besonders aber in enger Verzahnung mit Röhrichten. Wegen letzterer werden sie hier im Zusammenhang mit der Ufervegetation behandelt.

Eine Untergliederung der extrem artenarmen Bestände in zwei Einheiten wäre nach floristischen Kriterien möglich; sie unterbleibt jedoch, da es sich bei beiden aufgenommenen reinen *Lemna minor*-Vorkommen in schmalen Wehrröhrichten vermutlich bloß um Ansammlungen verdrifteter Exemplare handelt; sie werden lediglich als *Lemna minor*-Bestand bezeichnet. Die weiteren Aufnahmen lassen sich dem *Lemnetum gibbae* MIYAWAKI et J. TX. 60 zuordnen. Diese Buckellinsen-Gesellschaft ist besonders nährstoffliebend und damit Zeiger von direkter Düngung (Geflügel, Vieh) oder Flußverschmutzung. POTT & WITTIG (1985) wiesen in niederrheinischen Gewässern eine Ausbreitung des *Lemnetum gibbae* auf Kosten anderer Wasserlinsen-Gesellschaften infolge zunehmender Nährstoffanreicherung nach.

In Aufnahme 2 wurde außer *Lemna minor* in ihrer typischen Form auch eine deutlich kleinere Wasserlinse mit hoher Deckung gefunden; der Verdacht, daß es sich hier um die neophytische *L. minuscula* HERTER handelt, die nach WOLFF (1991: 92) bereits in der

Tabelle 10: *Lemnetea*-BeständeNummer 1-3: *Lemnetum gibbae*Nummer 4-5: *Lemna minor*-Bestand

lfd. Nummer	1	2	3	4	5
Aufn.-Nr.	64	88	73	74	75
Datum	10.9.	8.10.	11.9.	11.9.	12.8.
Gebiet	7L	24R	34L	23R	7R
Fläche (qm)	4	1	6	6	5
Deckung K	25	95	40	10	10
in Kontakt: Röhricht (Nr.)	63	-	72	70	32
Artenzahl	2	3	3	1	1
<i>Lemna minor</i>	2b.2	5.1	3.2	2a.2	2a.1
<i>Lemna gibba</i>	1.2	2b.1	2m.1	.	.
<i>Spirodela polyrhiza</i>	.	.	1.1	.	.

Erft (Niederrheinische Bucht) auftritt, konnte aufgrund der schwierigen Unterscheidung zwischen *L. minuscula* und Kümmerformen der *L. minor* nicht sicher bestätigt werden (ein Mischbeleg existiert im Herbar des Verfassers).

Klasse *Salicetea purpureae* (Weidengebüsche und -wälder)

Großflächige Weidenwälder finden sich an der Rur nur noch im NSG "Rurauenwald/Indemündung"; sie treten streckenweise direkt an das Ufer heran, oft sind aber auch Weidengebüsche und fleckenhaft Hochstaudenfluren vorgelagert. Diese Weichholz-Auenwälder entsprechen hier weitgehend der potentiellen natürlichen Vegetation.

Die auftretenden Gesellschaften des Verbandes *Salicion albae* SOO 30 em. MOOR 58 wurden von KUNZE (1991) eingehend bearbeitet; danach treten Silberweiden-Wälder des *Salicetum albae* ISSL. 26 in einer feuchten und einer typischen Ausbildung auf, sowie silberweidendominierte Übergangsbestände zum Hainmieren-Erlen-Auwald; die Silberweiden-Gebüsche konnten lediglich als *Salix purpurea*-Ordnungsgesellschaft eingestuft werden.

Von BIRKIGT & BRAUKMANN (1974) wurden Erlenbruchwälder als flächenhaft ausgebildet angegeben (bes. im Abschnitt 17L), nicht jedoch von MOLL (1974). Bruchwälder oder ähnliche Bestände fand auch KUNZE (1991) nur kleinflächig in uferferner Lage.

Die Untersuchungen von KUNZE (l.c.) belegen weiterhin auch das häufige Auftreten von *Impatiens glandulifera* in verschiedenen Gesellschaften des *Salicion albae*. Weitere Neophyten können besonders in Verlichtungen der Silberweidenwälder ebenfalls Fuß fassen. Mehrfach wurde dies bei *Reynoutria japonica* beobachtet; Aufnahme Nr. 14 (vgl. Anhang C) belegt ein *Salicetum albae* in typischer Ausbildung mit dem Japanischen

Staudenknöterich; dieser ist in der Krautschicht, aber auch mit voller Vitalität in der Strauchschicht vertreten, und scheinbar breitet sich der Bestand weiter aus.

5.2.2. Zur Zonierung der Ufervegetation

Im typischen Fall, d.h. bei mäßig steilem Ufer ohne vorgelagerte Flachwasserzone, folgt auf einen schmalen Streifen von *Phalaris arundinacea* im Bereich der Mittelwasserlinie nach oben das *Cuscuta-Convolutum* in mehr oder weniger guter Ausbildung. Die feuchtere Subassoziation *typicum* ist meistens sehr schmal oder an steileren Böschungen gar nicht unterscheidbar; sie reicht nur maximal wenige Dezimeter über die Mittelwasserlinie. Nur die Subassoziation *aegopodietosum* ist im Untersuchungsgebiet häufiger flächenhaft entwickelt. Ihre obere Grenze zu trockeneren Ruderalgesellschaften ist im allgemeinen vom jeweiligen Überflutungsregime bestimmt, wird jedoch an Rur und Inde nur selten erreicht, da verschiedene Nutzungen oder Gehölzbestockung bereits vorher einsetzen.

Für die Röhrichte wurde die eigenartige Verteilung als "Wehrröhrichte" entlang der regulierten Rur bereits beschrieben. Landseitig beginnt meistens plötzlich eine Böschung, so daß sich eine relativ scharfe Grenze zur Hochstaudenflur ausbilden kann.

Gesellschaften der Klassen *Bidentetea* und *Agrostietea* bilden sich aufgrund des nach der Regulierung relativ wenig absinkenden Wasserstandes im eigentlichen Flußbett nicht aus; nur im NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" können sie in Gleithang-Situationen beobachtet werden, häufiger jedoch in Übergangsbereichen zu Altarmen, wo sie in Kontakt mit Groß- und Kleinröhrichten treten; von diesen sind sie häufig nicht sauber zu trennen. Derartige kleinräumige Mosaik wurden von DIERSCHKE (1984a) auch als Spülsaum-Röhricht-Zwillingsgesellschaft bezeichnet.

Eine deutliche Differenzierung der Ufervegetation in Abhängigkeit von der Lage im Oberwasser bzw. im Unterwasser von Wehren, die direkt von der Intensität der Wasserbewegung abhängig wäre (lotische bzw. künstlich lenitische Uferbezirke nach KOPECKY 1969), konnte nicht beobachtet werden; solche Unterschiede äußern sich nach KOPECKY (l.c.) vor allem in der Vegetation der hier nicht berücksichtigten überschwemmten bzw. nur kurzzeitig entblößten Uferzonen. Dort kann es infolge Stauhaltung durch Wehranlagen tendenziell verstärkt zur Ansiedlung von Arten der Stillgewässer kommen.

Daß die heutige potentielle natürliche Vegetation der Flußaue deutlich von der ursprünglichen Vegetation abweichen dürfte, sei hier nur am Rande angemerkt; durch ausgedehnte Rodungen im Bergland verursachte der Mensch die Ablagerung von Auenlehmen und damit großflächige Standortveränderungen in der Aue (WILLERDING 1967). Die Aufhöhung des Geländes durch Sedimentablagerungen hat tendenziell zu Standorten etwas geringerer Feuchte geführt. Hiervon waren vorwiegend die flächenhaften Bruch- und Auenwäldern betroffen; die direkte Ufervegetation wurde dadurch vermutlich kaum beeinflusst.

5.3. Ausbreitung und heutige Verbreitung von Neophyten im Untersuchungsgebiet

In der Ufervegetation des Untersuchungsgebiets konnten etwa 30 neophytische Sippen nachgewiesen werden (vgl. Übersichtstabelle 11). Einige waren an den Ufern von Rur und Inde 1992 häufig anzutreffen und müssen als vollkommen eingebürgert betrachtet werden, andere sind nur zerstreut vorhanden, und eine weitere Gruppe ist nur an wenigen oder einem Fundort anzutreffen. Vier Sippen können als Neufunde für das Untersuchungsgebiet und seine Umgebung genannt werden (*Mimulus guttatus*, *Bidens connata*, *Symphytum x uplandicum*, *Coronopus didymus*). Nach F.1988 galt *Bidens connata* in der Niederrheinischen Bucht als verschollen, und *Symphytum x uplandicum* war für die Niederrheinische Bucht eventuell noch nicht bekannt.

Inwiefern die kartierten Flußufer als neophytenreich zu bezeichnen sind, kann hier nicht entschieden werden, da vergleichbare Daten von anderen Fließgewässern dieser Größenordnung fehlen. Auf die tendenziell reichere Neophytenflora großer Ströme wurde bereits hingewiesen (Kap. 2.2.).

Für die ausgewählten Neophyten, die mittels Kartierungsliste systematisch beobachtet wurden, gibt Tabelle 11 die Gesamthäufigkeit im Untersuchungsgebiet als Frequenzwert an; dieser prozentuale Wert entspricht dem Verhältnis der Anzahl von Kartierungsabschnitten, in denen die Art nachgewiesen wurde, zur Gesamtzahl der Kartierungsabschnitt.

Bei den an Rur und Inde nachgewiesenen Neophyten handelt es sich sowohl um Arten, die ihre Ausbreitung im Untersuchungsgebiet bereits abgeschlossen haben, als auch um solche, die sich vermutlich noch weiter ausbreiten werden. In wenigen Fällen muß vielleicht mit einem Rückgang gerechnet werden.

Eine Einteilung der beobachteten Neophyten nach ihrer Einwanderungsweise (entsprechend SCHROEDER 1969) ergab, daß über die Hälfte zunächst als Zier- oder Nutzpflanze kultiviert worden und erst daraufhin auch verwildert aufgetreten ist (Ergasiophytophyten, vgl. Tab. 11); es handelt sich hierbei um oft auffällig blühende Gartenpflanzen (z.B. *Solidago*-, *Aster*-Arten), oder um Pflanzen, die als Lieferanten von Nahrungs- und Genußmitteln (z.B. *Helianthus*-Arten, *Lycopersicon esculentum*) oder als Heilpflanzen (*Acorus calamus*) angebaut wurden.

Die zweite Gruppe umfaßt unabsichtlich eingeschleppte Arten (Xenophyten), die mehrheitlich als eher unauffällig zu bezeichnen sind. Es treten an den Ufern sowohl verschiedene neophytische "Unkräuter" mit weiter ökologischer Amplitude auf (z.B. *Epilobium adenocaulon*) als auch solche, die relativ eng an Uferstandorte gebunden sind (z.B. *Bidens*-Arten).

Für einige heute unbeständig verwildernde Kulturpflanzen ist es unmöglich, mit Sicherheit festzustellen, ob sie nicht bereits in vorgeschichtlicher Zeit unbeständig auftraten

Tabelle 11: Übersicht über die nachgewiesenen Neophyten

	Frequenz ¹	Verbreitungs- Karte	Status nach SCHROEDER (1969)	Bemerkungen	Verwendung für den NI
<i>Impatiens glandulifera</i>	96	K	II 2 C	Inde: teilw. IV	X
<i>Reynoutria japonica</i>	19	K	II 2 C	auch V	X
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	1	-	II 2 C	aus Anpflanzung	-
<i>Solidago canadensis</i>	2	K	IV 2 C		-
<i>Solidago gigantea</i>	13	K	II 2 C		X
<i>Aster x versicolor</i>	1	-	IV 2 C		-
<i>Helianthus tuberosus</i>	1	-	V 2 C		-
<i>Hesperis matronalis</i>	21	K	II 2 C		X

<i>Bidens frondosa</i>	46	K	II 2 B		X
<i>Bidens connata</i>	.	-	IV 2 B	nur 1 Fundort	-
<i>Epilobium adenocaulon</i>	60	K	II 2 B		X
<i>Senecio inaequidens</i>	37	K	II 2 B		X
<i>Galinsoga ciliata</i>	28	K	II 2 B		X

<i>Acorus calamus</i>	9	K	II 2 C	teilw. wohl V	-
<i>Mimulus guttatus</i>	2	-	IV 2 C	bei Düren II?!	-
<i>Foeniculum vulgare</i>	4	K	III 2 C	auch IV	-

<i>Lycopersicon esculentum</i>	.	-	IV 2 C		-
<i>Geranium pyrenaicum</i>	.	-	III 2 A		-
<i>Elodea canadensis</i>	.	-	II 2 B		-
<i>Elodea nuttallii</i>	.	-	II 2 B		-
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	.	-	IV 2 C		-
<i>Symphytum x uplandicum</i>	.	-	IV 2 C	auch V	-
<i>Epipactis helleborine</i>	.	-	I . A	kein Neophyt i.e.S.	-
<i>Lupinus polyphyllus</i>	.	-	IV 2 C		-
<i>Coronopus didymus</i>	.	-	III 2 B	nur 1 Fundort	-
<i>Robinia pseudacacia</i>	.	-	II 2 C		-
<i>Picris echioides</i>	.	-	IV 2 B	nur 1 Fundort	-
<i>Laburnum anagyroides</i>	.	-	IV 2 C	nur 1 Fundort	-
<i>Mentha spec.</i>	.	-	. . .		-
<i>Oenothera biennis</i> agg.	.	-	. 2 C		-
<i>Symphoricarpos rivularis</i>	.	-	II 2 C		-
<i>Sanguisorba muricata</i>	.	-	III 2 C	nur 1 Fundort	-

¹ Frequenz des Auftretens in den Kartierungsabschnitten, in Prozent

"." = nur Einzelbeobachtungen; Kursivdruck in der Status-Spalte kennzeichnet unsichere Angaben. Zur Gliederung der Tabelle vgl. Erläuterungen im Text

Tab. 12: Übersicht über die Nennung von Neophyten in der ausgewerteten Literatur

	B	r	K	W	L	H	F	B	B	H	H	P	H	T	d	A	L	d	F	M
<i>Acorus calamus</i>	x	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Foeniculum vulgare</i>	-	.	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>Geranium pyrenaicum</i>	-	.	4	5	6	6	7	7	7	9	9	2	2	5	6	7	8	8	8	8
<i>Epipactis helleborine</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Helianthus spec.</i>	-	.	7	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Hesperis matronalis</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Elodea canadensis</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Solidago canadensis</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Aster novi-belgii</i> agg.	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Mimulus guttatus</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Impatiens glandulifera</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Reynoutria japonica</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Solidago gigantea</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Lycopersicon esculentum</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Galinsoga ciliata</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Symphytum x uplandicum</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Bidens frondosa</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Bidens connata</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Epilobium adenocaulon</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Elodea nuttallii</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3
<i>Senecio inaequidens</i>	-	.	5	7	0	6	6	7	7	9	9	6	7	9	7	9	3	3	3	3

Zeichenerklärung: "." = nicht erwähnt; "x" = erwähnt; "-" = nicht überprüft; "/" (nur bei *Galinsoga ciliata*) = *G. parviflora* bereits genannt

Anm: ¹ ein Hinweis in BACH 18731, ² *S. asperum* in den Nachträgen erwähnt

und damit doch zu den Archäophyten zu rechnen wären (vgl. SCHROEDER 1968: 230). In der vorliegenden Untersuchung gilt dies für *Foeniculum vulgare*; aber selbst wenn diese Sippe insgesamt zu den Archäophyten zu stellen wäre, so haben doch die nachgewiesenen konkreten Vorkommen neophytischen Charakter, denn sie sind sicherlich erst wenige Jahre alt. *Foeniculum vulgare* wird deshalb hier zu den Neophyten gezählt.

Im folgenden wird für 22 besonders berücksichtigte Sippen die Einwanderungsgeschichte soweit wie möglich rekonstruiert; Tabelle 12 gibt einen Überblick über die Nennung der einzelnen Sippen in den ausgewerteten Floren. Die festgestellte Verbreitung im eigentlichen Untersuchungsgebiet wird beschrieben und der Status der kartierten Vorkommen diskutiert; gerade um die angewendeten Kriterien zur Verwendbarkeit einer Sippe für die Berechnung des Neophyten-Index zu veranschaulichen, werden diese Fragestellungen auch für nur selten angetroffene Neophyten erörtert.

Weiterhin wird die Rolle beleuchtet, die die einzelne Art in den Vegetationseinheiten der Ufer spielt, und besondere Abhängigkeiten von Einflüssen wie Bewirtschaftung der Uferstreifen u.ä. werden, soweit bekannt, herausgestellt.

Die Darstellung beginnt mit den systematisch kartierten Neophyten, die auch im Erhebungsbogen ausgedruckt waren. Es werden zunächst die hochwüchsigen, "typischen" Flußufer-Neophyten der Hochstaudenfluren behandelt (*Impatiens glandulifera*, *Reynoutria* spp., *Solidago* spp., *Aster x versicolor*, *Helianthus tuberosus* sowie *Hesperis matronalis*). Dann folgen die meist unauffälligeren xenophytischen Arten (*Bidens* spp., *Epilobium adenocaulon*, *Senecio inaequidens*, *Galinsoga ciliata*), und schließlich eine schwierig zu klassifizierende Gruppe (*Acorus calamus*, *Mimulus guttatus*, *Foeniculum vulgare*). Im Anschluß an diese drei Gruppen systematisch kartierter Sippen werden von weiteren neophytischen Arten Einzelbeobachtungen mitgeteilt und kommentiert. Im Falle sogenannter "Zwillingsneophyten" (vgl. MEUSEL & JÄGER 1992: 75) wird von diesem Gliederungsprinzip abgewichen; es liegen vier derartige Fälle vor, in denen die verwandten Arten dann direkt nacheinander behandelt werden.

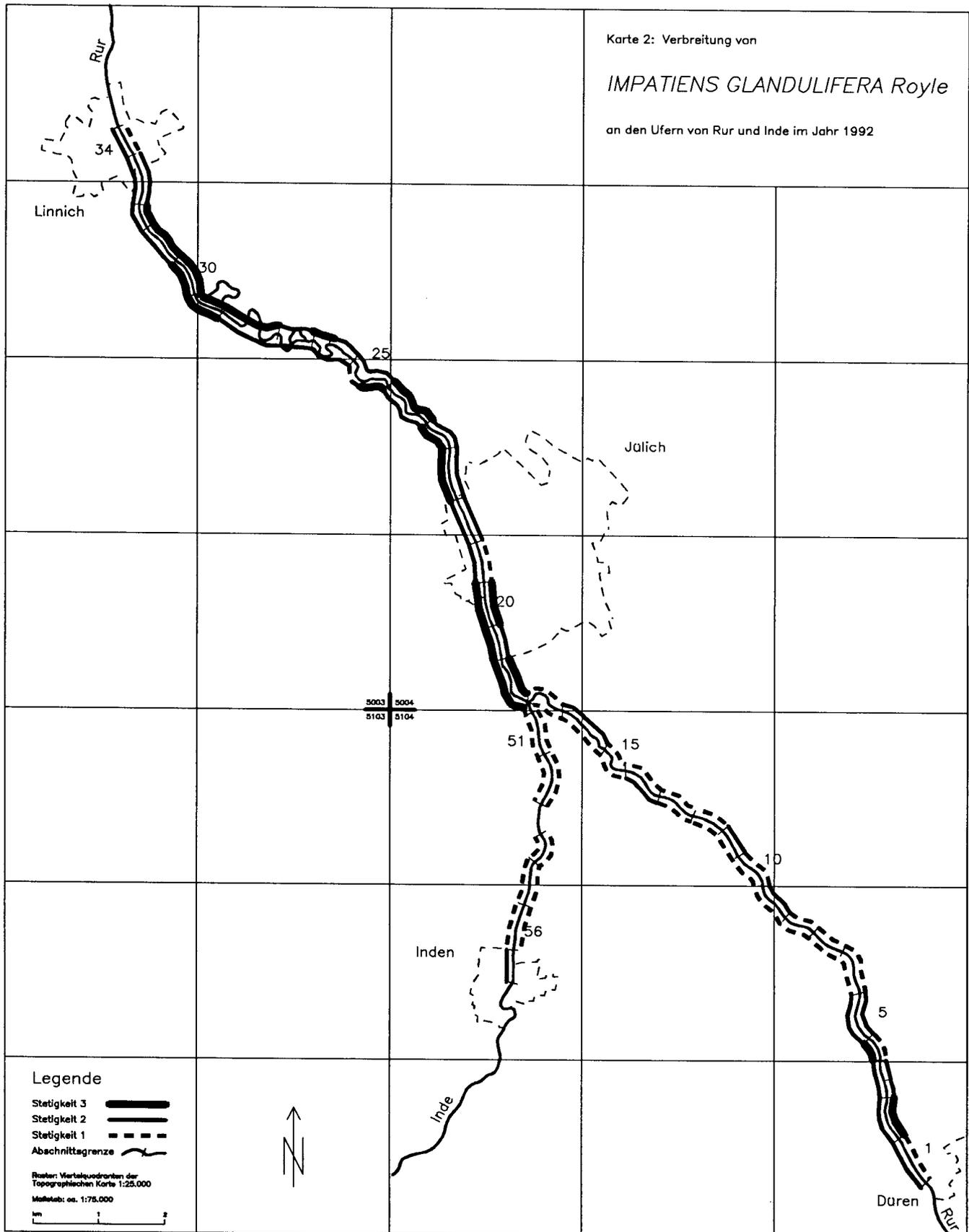
5.3.1. *Impatiens glandulifera* ROYLE

Das Drüsige Springkraut ist der bei weitem häufigste Neophyt an den untersuchten Flußufern und tritt meistens in großen Populationen auf, die durch die rosaroten Blüten und den intensiven Geruch auffallen: es fehlt in keinem einzigen Kartierungsabschnitt der Rur, und an der Inde ist es nur in den unteren Abschnitten spärlich vertreten oder gar abwesend, weiter oberhalb jedoch ähnlich häufig wie an der Rur (Karte 2).

Karte 2: Verbreitung von

IMPATIENS GLANDULIFERA Royle

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Die Pflanze stammt aus dem Himalaya und Ostindien und gelangte um 1839 nach Europa, wo sie zunächst als Zier- und Bienenfutter-Pflanze kultiviert wurde; erste Meldungen über Verwilderungen stammen aus der Zeit der Jahrhundertwende und konzentrierten sich deutlich auf den süddeutschen Raum (vgl. z.B. HEGI V/1 1966; KAPPUS-MULSOW 1934, 1935), obwohl bereits 1867 ein Fund in Westfalen gemeldet wurde (R.1972). Noch 1925 hält HEGI (l.c.) trotz vielfachen Verwilderns Einbürgerungen für sehr selten, "da die Samen nicht ausreifen". Für den Niederrhein finden sich erste Hinweise auf Verwilderungen bei H.1909, nachdem er *Impatiens glandulifera* noch zwei Jahre zuvor nur "in Gärten" kannte (H.1907). Danach nennen auch alle anderen ausgewerteten Floren Verwilderungen. Am Mittellauf der Maas in Belgien teilt beispielsweise KAPPUS-MULSOW (1935) einen Fundort mit, und von dL.1967 werden die Vorkommen in den Tälern der Maas und der Weser (frz. Vesdre; vom Hohen Venn aus nach Westen der Maas zufließend) noch besonders hervorgehoben; offensichtlich war die Art in vielen anderen Tälern noch selten oder gar nicht bekannt. Diese Situation ist auch in der Verbreitungskarte in A.1979 noch gut erkennbar. In dL.1983 werden dagegen nur noch allgemeinere Angaben für verschiedenen Naturräume gemacht, was die weitergehende Ausbreitung belegt. Auch R.1972 konstatiert für Westfalen eine immer noch fortschreitende Ausbreitung. In Nordrhein-Westfalen jedoch ist die Art nach F.1988 bereits in allen Großlandschaften mit eingebürgerten Vorkommen vertreten, Ausbreitungen erfolgen demnach nur noch in lokalem oder standörtlichem Maßstab.

Speziell für die westliche Niederrheinische Bucht (Jülicher und Zülpicher Börde) liegen dem Verfasser keine Angaben vor, die älter als 20 Jahre sind. Im an den Kreis Düren südöstlich anschließenden Kreis Euskirchen kannte MÜLLER (1962) *Impatiens glandulifera* noch nicht. Eine Beobachtung von 1973 aus dem Bereich des NSG "Rurauenwald/Indemündung" teilen dann BIRKIGT & BAUMANN (1974) mit. Für die nördliche Hälfte des Kreises Düren nennt MOLL das Drüsige Springkraut noch 1975 als "selten", diese Angabe bezieht sich jedoch nicht ausdrücklich auf die Flußufer. Im Ufersaum im Bereich des NSG "Rurauenwald/Indemündung" ist es 1980 ohne Hinweis auf besondere Seltenheit nachgewiesen (MOLL briefl.), für das Gebiet "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" werden "in manchen Jahren auffällige Bestände" genannt (LÖLF o.J./a, um 1980). Das Ausmaß von jährlichen Schwankungen der Populationsgröße bei dieser einjährigen Art, etwa in Abhängigkeit des Witterungsverlaufs, kann nur schwer eingeschätzt werden; KOPECKY (1967: 164) trifft diesbezüglich nur Tendenzaussagen, und KOENIES & GLAVAC (1979: 53) bezeichnen die Spätfrost-Empfindlichkeit als die "Achillesferse" von *Impatiens glandulifera*. Im Untersuchungsgebiet kann jedoch bei langfristiger Betrachtung ein Anwachsen der Populationsgröße als sicher gelten; noch während der 70er Jahren registrierte MOLL (mündl. Mitt.) in diesem Bereich gegenüber den heutigen Verhältnissen nur geringe Individuenzahlen.

Diese Ergebnisse zusammenfassend, kann die Einwanderung der Art also nicht wesentlich vor der Mitte dieses Jahrhunderts erfolgt sein; wahrscheinlicher ist jedoch, daß sie erst seit den 60er und 70er Jahren im Untersuchungsgebiet in massiver Ausbreitung begriffen war.

Die auffällige "Verbreitungslücke" an der unteren Inde kann jedoch keinesfalls mit einem noch nicht abgeschlossenen Einwanderungsprozeß erklärt werden, da die großen Populationen am oberen Lauf der Inde sicherlich seit vielen Jahren für eine ausreichende Diasporen-Lieferung dieser einjährigen Pflanze sorgen; eigene Beobachtungen ergaben neben den Vorkommen bei Inden (noch innerhalb des Untersuchungsgebietes) große Bestände z.B. bei Eschweiler (MTB 5103, etwa 10 Flußkilometer aufwärts). Über die in einigen Standard-Florenwerken nicht erwähnte Möglichkeit der Wasserverbreitung bei *Impatiens glandulifera* berichten PREYWISCH (1964: 102), DIEKJOBST (1988: 65) sowie LHOTSKA & KOPECKY (zitiert in DAUMANN 1967: 52).

Die Einwanderung von *Impatiens glandulifera* kann im Untersuchungsgebiet aufgrund der vorliegenden Daten als abgeschlossen betrachtet werden. Die Pflanze ist vollkommen eingebürgert. Ihr soziologischer Schwerpunkt liegt in den *Convolvuletalia*-Gesellschaften, doch wird sie von OBERDORFER (1983a) als Kennart der Unterklasse *Galio-Urticenea* gewertet und kommt auch an der Rur im *Phalarido-Petasitetum hybridum* noch recht stetig vor. In den *Convolvuletalia*-Gesellschaften ist *Impatiens glandulifera* häufig aspekt- bzw. teilweise auch faziesbildend vertreten (vgl. Tab. 4). Das Spektrum der Artmächtigkeit reicht von r bis 5; eine verdrängende Wirkung auf einheimische Pflanzen kann aber nicht festgestellt werden: die charakteristischen Artenkombinationen bleiben erhalten, und der Neophyt gliedert sich in die bestehenden Gesellschaften der *Convolvuletalia* ein. Dabei stellt er aber durch seine therophytische Lebensform einen Sonderfall in diesen vorwiegend ausdauernden Staudenfluren dar.

Auf die Überflutungsresistenz der Keimlingsfluren wies SCHWABE (1987: 105) hin. Als eine bisher aber kaum beachtete Anpassung an die Lebensbedingungen der Uferhochstaudenfluren, die einen Konkurrenzvorteil auch gegenüber den ausdauernden Arten bedeutet, ist die Fähigkeit von *Impatiens glandulifera* zu nennen, seine bereits meterhohen Stengel wieder aufzurichten, nachdem frühsummerliche Hochwasserereignisse die Vegetation niedergedrückt haben. Durch ungleichseitige Wiederaufnahme des Wachstums im Bereich schon ausgewachsener Knoten ergeben sich dann Pflanzen mit an niedergedrückten Knoten adventiv wurzelndem und dann knickartig aufsteigendem Sproß (Abb. 9). *Urtica dioica* etwa ist zu derartigem Wachstum nicht fähig, sondern treibt aus dem liegenden Stengel aufsteigende Seitenzweige und benötigt für diese Art der Regeneration deutlich länger; solche "verspäteten" Hochwässer bevorteilen also offensichtlich das neophytische Springraut in der Konkurrenz um das Licht.



Abb. 9: *Impatiens glandulifera* nach einem Hochwasser im Frühsommer. Während der Großteil der Ufervegetation noch niederliegt, hat sich das Drüsige Springkraut bereits wieder aufgerichtet (vgl. Text). Aufnahme vom Juni 1992 an der Wieseck bei Gießen (Hessen); entsprechende Beobachtungen wurden auch an der Rur gemacht.

Im Untersuchungsgebiet spielt *Impatiens glandulifera* darüberhinaus häufig eine dominierende Rolle in verlichteten Auwäldern und Pappelforsten (vgl. Aufn. 12, 56 im Anhang C). Inwiefern es sich hierbei um eine Folge anthropogener Standortveränderungen handelt, muß offen bleiben: aus dem Schwarzwald berichten SCHWABE & KRATOCHWIL (1991: 24) vom Eindringen in Galeriewald-Abschnitte, "auch wenn sie recht naturnah bewirtschaftet werden". OBERDORFER stuft *Impatiens glandulifera* in seiner Exkursionsflora (1983b) als Differentialart des *Salicion albae* ein, ohne auf Störungszustände in den Weiden-Auenwäldern hinzuweisen.

Neuerdings wird von verschiedenen Orten auch eine Ausbreitung entlang von Straßen gemeldet (vgl. HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1989; eigene Beobachtung z.B. Autobahn A3 zwischen Siegburg und Köln). Eine derartige Tendenz konnte im Untersuchungsgebiet (noch) nicht beobachtet werden.

5.3.2. *Reynoutria japonica* HOUTT.

Der Japanische Staudenknöterich, dessen ursprüngliches Areal außer Japan noch weitere Teile Ostasiens umfaßt, ist seit 1825 als nach Europa eingeführt bekannt. Die bis etwa drei Meter hohe Staude bildet dichte Herden aus mehr oder weniger bogig überhängenden Trieben und wurde zunächst als Zierpflanze kultiviert. Heute tritt sie im Untersuchungsgebiet zerstreut wildwachsend auf (Karte 3).

In Westfalen wurde *Reynoutria japonica* bereits 1884 als "eingebürgerte Pflanze" gemeldet (vgl. R.1972); die ersten Hinweise auf Verwilderungen im Gebiet des Niederrheins stammen von H.1909, nachdem noch B.1899 die Art in der ganzen Rheinprovinz nur als Zierpflanze kannte (oder ihre Verwilderung zumindest noch nicht beachtete). Noch immer anhaltende Ausbreitung wird von R.1972 gemeldet. Aus allen nordrhein-westfälischen Großlandschaften sind bereits eingebürgerte Vorkommen bekannt (F.1988).

Für die Jülicher Umgebung - ohne besondere Berücksichtigung der Flußufer - bezeichnet MOLL (1976) *Reynoutria japonica* als (noch) selten; er fand die Pflanze vor 1980 z.B. im Bereich "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" (MOLL briefl.). Derselbe Autor stuft ihn jedoch mittlerweile als eingebürgert und verbreitet ein (M.1992). Die kartierten Vorkommen an den Ufern von Rur und Inde sind relativ zerstreut und besitzen zwei Schwerpunkte: die Abschnitte unterhalb der Indemündung direkt südlich Jülich, sowie den Bereich "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich". Nirgendwo begleiten die Bestände jedoch kontinuierlich die Ufer auf mehr als 10 m Länge.

Die Einwanderung ins Untersuchungsgebiet kann aufgrund von Literaturangaben und gegenwärtiger Verbreitung in der Umgebung als abgeschlossen bezeichnet werden; auch in den nach oben anschließenden Flußabschnitten von Inde und Rur bestehen zahlreiche Vorkommen, so beispielsweise:

- 5104/432: Düren, rechtes Rurufer unterh. Brücke Mariaweiler, eine größere Herde (ca. 5m lang) sowie eine kleinere, 29.07.92;
- 5104/44: Düren, im "Rurpark" sehr großer Bestand an Altarm (evtl. ursprüngl. gepflanzt, aber eingebürgert), 29.07.92;
- 5204/24: Düren-Krauthausen, rechtes Ufer an der Brücke nach Lendersdorf, ca. 10 m², 25.08.92
- 5103/3 und 4: immer wieder am Inde-Ufer im Bereich Eschweiler, z.B. zwischen Röhe und Aue große Herden im Weidensaum, 23.09.92.

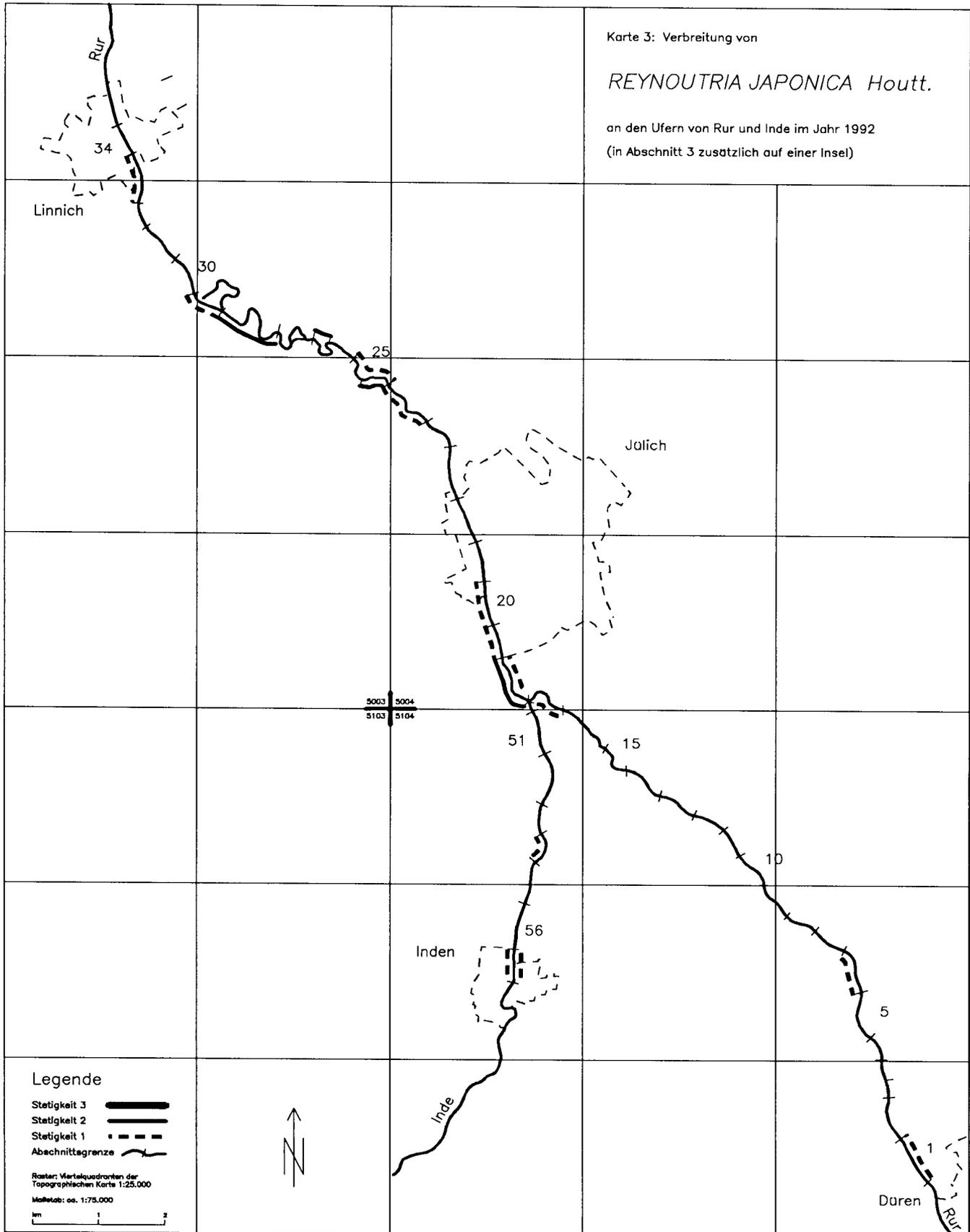
Die Möglichkeit der Ansiedlung an weiteren Uferstellen durch verdriftete Rhizomstücke (vgl. SCHWABE & KRATOCHWIL 1991) besteht deshalb vermutlich im ganzen Untersuchungsgebiet bereits seit längerem.

Bei der Beurteilung des Status von *Reynoutria*-Sippen ist jedoch Vorsicht geboten - auch in Flußauen. Die Art wird (ebenso wie die folgende) in der freien Landschaft als Wild- oder Bienenfutter angepflanzt (WITTENBERGER 1977; SUKOPP & SUKOPP 1988; BERGMEIER 1991). Vorkommen an Waldrändern gehen wohl ausschließlich auf

Karte 3: Verbreitung von

REYNOUTRIA JAPONICA Houtt.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992
(in Abschnitt 3 zusätzlich auf einer Insel)



Anpflanzung zurück, da die Ausbreitung vorwiegend vegetativ durch Rhizombruchstücke mit Hilfe des strömenden Wassers erfolgt. Andererseits sind auch in der Aue uferferne spontane Vorkommen möglich, die auf durch Hochwasser angeschwemmte Bruchstücke zurückgehen; im Untersuchungsgebiet wären etwa die ausgedehnten Bestände bei den Kiesgruben südlich Jülich (MTB 5004/33) auf diese Weise zu erklären und damit als wahrscheinlich spontane Ansiedlung zu bewerten.

Ein Vorkommen im Naturschutzgebiet "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" (Abschnitt 26aR), das eine größere Anzahl mittelgroßer Herden auf Auwaldlichtungen und am Ufer umfaßt, geht mit Sicherheit auf Anpflanzung durch Jäger zurück; auf engem Raum finden sich hier nicht nur mehrere Hochstände, sondern auch Vorkommen von *Helianthus tuberosus* und *Symphytum x uplandicum*, also von Arten, welche im Untersuchungsgebiet sonst selten sind oder fehlen, aber öfters zur Wildäsung gepflanzt werden.

Die aus anderen Gebieten beschriebene Unduldsamkeit und die völlige Verdrängung der einheimischen Ufervegetation auf lange Strecken (vor allem an Gebirgsbächen) ist im Untersuchungsgebiet nicht zu beobachten. Es kommt allerdings in begrenzten Bereichen zu Dominanzbeständen, die nur noch wenigen anderen Arten Platz bieten (vgl. Spalte 8 in Tab. 5). Abseits des direkten Uferbereiches ist auf Höhe von Kartierungsabschnitt 2L ein Bestand auf dem Hochwasserdeich erwähnenswert, der als teilweise dicht geschlossene



Abb. 10: *Reynoutria japonica* in einer Hochstaudenflur nach deren Verwüstung durch Weidevieh (Abschnitt 25). Der Staudenknöterich weist keine wesentlichen Verbißschäden auf, während von anderen Hochstauden des vorher mannshohen Bestandes nur noch kahle Stengel aufragen. (Die Fotografie entstand etwa zwei Wochen nach der Beweidung.)

"Hecke" den Deichweg auf etwa 100 m Länge begleitet. Auch gibt es an uferfernen Ruderalstandorten durchaus sehr unduldsame Bestände (vgl. Aufn. 23 im Anhang C).

An den untersuchten Ufern siedelt *Reynoutria japonica* nicht nur in Gesellschaften der *Convolvuletalia* (Tab. 4) und *Glechometalia* (Tab. 5), sondern vereinzelt auch im *Salicetum albae* (Aufn. 14 im Anhang C). Ein Eindringen besonders in aufgelichtete Waldbestände wird auch von DIERSCHKE et al. (1983) berichtet. SCHMITZ & STRANK (1986) nennen gar ein Vorkommen unter dem nahezu geschlossenen Blätterdach eines *Luzulo-Fagetums* bei Aachen.

Zufällige Beobachtungen an einer infolge eines defekten Weidezauns beweideten Hochstaudenflur (vgl. Spalte 11 in Tab. 4, die den ursprünglichen Zustand vor der Beweidung wiedergibt) ergaben Hinweise zu einem besonderen Aspekt der Konkurrenzverhältnisse mit einheimischen Uferhochstauden: während letztere sehr stark verbissen und ihre oberirdische Biomasse weitgehend vernichtet wurde, so daß ein Bild der Verwüstung entstand, befraß das Vieh *Reynoutria japonica* fast gar nicht (Abb. 10). Inwiefern solche Vorfälle über diesen Einzelfall hinaus eine Rolle spielen, kann hier nicht beurteilt werden; eine wohl den Schutzverordnungen der Naturschutzgebiete widersprechende Beweidung von Auwäldern konnte jedoch mehrfach beobachtet werden.

5.3.3. *Reynoutria sachalinensis* (F.R.SCHMIDT) NAKAI

Sowohl in Mitteleuropa generell als auch im Untersuchungsgebiet ist der Sachalin-Knöterich deutlich seltener als sein oben behandelter Verwandter: es wurde nur ein einziger Bestand am Ufer beobachtet, dem weitere Bestände im Forst des "Kellenberger Kamps" benachbart sind. Deren größter hat eine erstaunliche Ausdehnung erlangt: *Reynoutria sachalinensis* bildet auf weit über einem Hektar die dominierende Art der Krautschicht (bzw., je nach Auffassung, der Strauchschicht).

Das Vorkommen geht sicherlich auf eine Anpflanzung deutlich vor 1970 zurück (MOLL, mündl. Mitt.), wie auch der Kellenberger Wald ein Arboretum mit einer Vielzahl fremdländischer Baumarten enthält (HILD 1968). Die Vitalität des Staudenknöterichs ist zwar durch die Beschattung deutlich herabgesetzt, so daß er nur an lichtereren Stellen und am Waldweg übermannshoch wird und reichlich blüht, doch muß dieser Bestand zweifelsfrei als eingebürgert bezeichnet werden. Inwiefern der etwas isolierte Teilbestand im Uferbereich ebenfalls auf direkte Anpflanzung zurückgeht, ist unklar; vielleicht handelt es sich um eine Verwilderung nahe dem eigentlichen Anpflanzungsort. Daß sich die Bestände noch weiter ausbreiten, wird jedoch von MOLL (mündl. Mitt.), der in den 70er Jahren genaue großmaßstäbige Kartierungen im "Kellenberger Kamp" durchgeführt hat, bezweifelt.

Diese Art wurde erst 1869 in Europa eingeführt und wird auch seltener kultiviert als *Reynoutria japonica*. Es konnten in der Literatur für die weitere Umgebung des Untersuchungsgebietes keine Meldungen vor LT.1959 entdeckt werden: "stellenweise verwildert, so Klettenberg" (bei Köln). Einbürgerungen führen dL.1967, R.1972 und dL.1983 als selten bzw. "hier und da" auftretend an, wobei RUNGE noch den Verdacht auf weitere Ausbreitung anfügt.

MOLL (1992) bewertet die Häufigkeit von *Reynoutria sachalinensis* in der Umgebung von Jülich mit "zerstreut" und gibt als Status "einbürgert" an. Der Einzelfund am Flußufer kann jedoch nicht in den Neophyten-Index eingehen.

Zur soziologischen Situation des Sachalin-Knöterichs im Forst des Kellenberger Kamps sei eine Vegetationsaufnahme angefügt (Aufn. Nr. 25 im Anhang C).

5.3.4. *Solidago canadensis* L.

Von den beiden im Untersuchungsgebiet vorkommenden nordamerikanischen Goldruten-Arten wurde zuerst *Solidago canadensis* nach Europa eingeführt: JÄGER (1986) nennt als Datum des Erstnachweises für Europa 1648, in Mitteleuropa war die Art bereits 1724 aus Schlesien als Zierpflanze nachgewiesen (HEGI VI/3 1979).

Verwilderungen der beiden *Solidago*-Arten sind aber erst seit Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt (*S. canadensis*: zuerst 1853 in Westfalen, vgl. R.1972). Jedoch wird die Rekonstruktion der Ausbreitung wildwachsender Vorkommen durch zwei Sachverhalte erschwert: einerseits blieben die Goldruten zunächst besonders deutlich auf die Umgebung von Gärten (als "Kulturflüchtlinge") oder auf ehemaliges Gartenland (als "Kulturrelikte") beschränkt und wurden deshalb von den Floristen wenig beachtet. Andererseits wurden die beiden Arten damals meistens noch nicht voneinander unterschieden, oder aber *S. gigantea* wurde für eine Unterart oder Varietät von *S. canadensis* gehalten (z.B. B.1899). Deshalb sind sichere Angaben selten.

Ob sich etwa die Angabe des ansonsten sehr kritischen WIRTGEN ("hier und da, z.B. bei Coblenz am Rheinufer verwildert", W.1857) wirklich auf *Solidago canadensis* bezieht, muß offen bleiben, da er *S. gigantea* nicht erwähnt und auch HEGI (l.c.) eine Angabe desselben Autors von 1841 mit einem Fragezeichen versieht. In den gesichteten Florenwerken werden in B.1899 zum ersten Mal beide Sippen gleichzeitig (als "hier und da am Rheinufer verwildert") erwähnt.

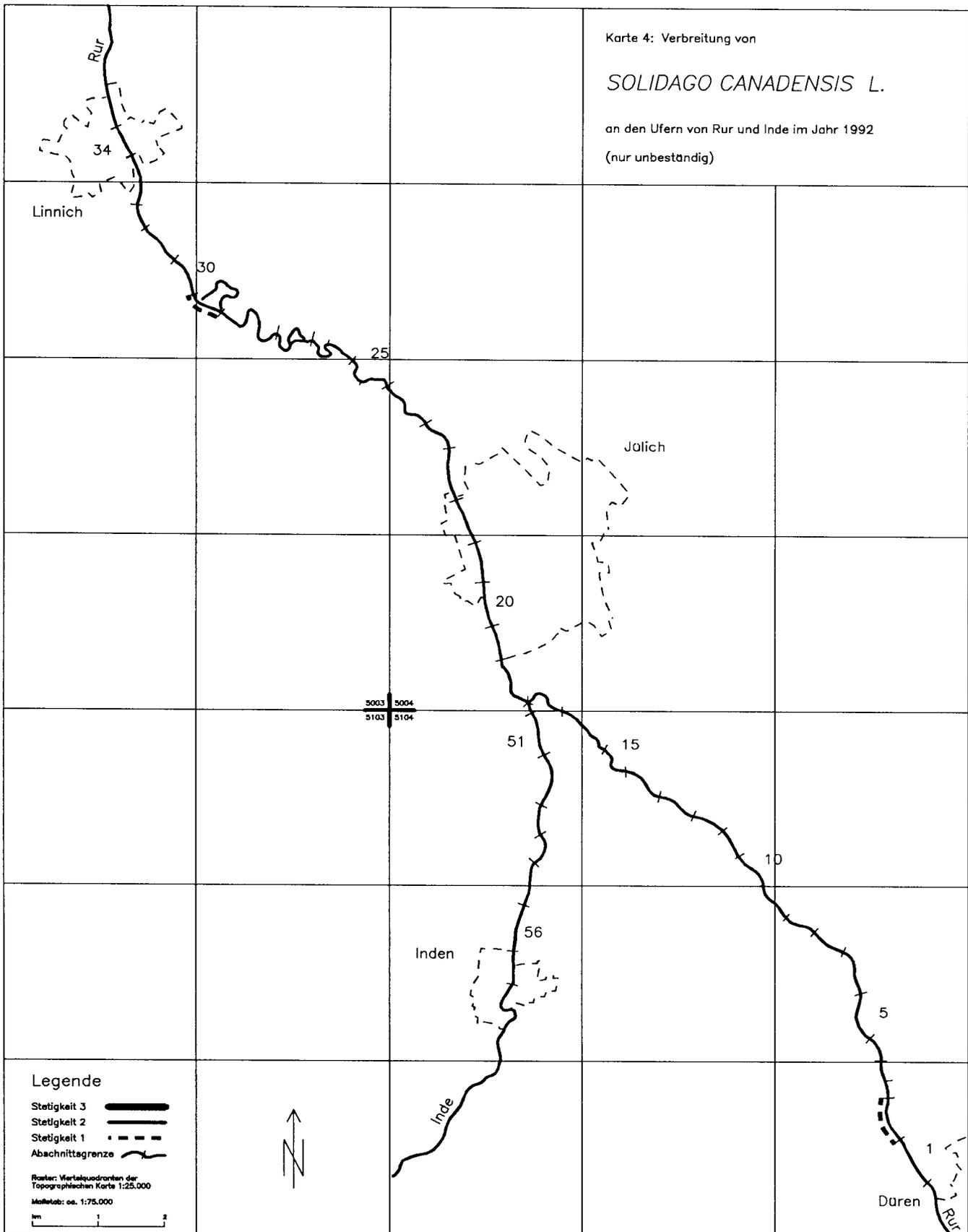
Beide blieben am Niederrhein zunächst noch selten (HP.1926); *Solidago gigantea* wurde aber bereits als völlig eingebürgert bezeichnet und war offenbar die häufigere von beiden. Erst LT.1959 bezeichnen auch *S. canadensis* als eingebürgert. Auch später noch gilt für das

Karte 4: Verbreitung von

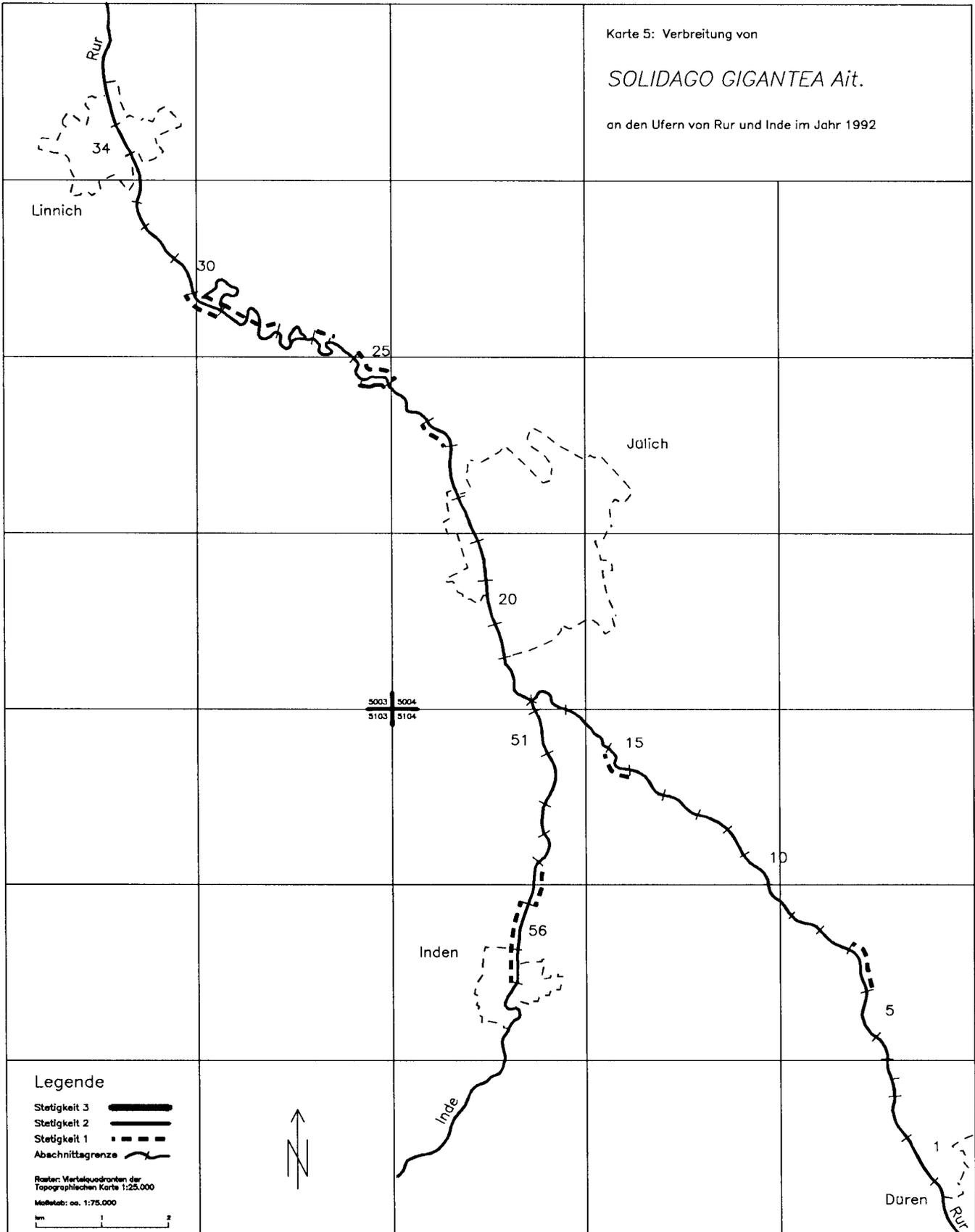
SOLIDAGO CANADENSIS L.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992

(nur unbeständig)



Karte 5: Verbreitung von
SOLIDAGO GIGANTEA Ait.
 an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992

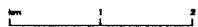


Legende

- Stetigkeit 3 
- Stetigkeit 2 
- Stetigkeit 1 
- Abschnittsgrenze 

Raster: Viertelquadranten der
 Topographischen Karte 1:25,000

Maßstab: ca. 1:75,000



Florengbiet von dL.1967 und dL.1983, daß *S. canadensis* die seltenere Art ist. In heutiger Zeit jedenfalls besitzen nach F.1988 beide Arten in allen Großlandschaften Nordrhein-Westfalens eingebürgerte Vorkommen, und RUNGE (1972) konstatierte für beide weitere Ausbreitung.

M.1992 bezeichnet *S. canadensis* als die um Jülich häufigere (nämlich "zerstreut" gegenüber "selten"), während sie in der vorliegenden Untersuchung sich als die am Standort Flußufer seltenere Art zeigte; dies mag mit einer Bevorzugung etwas trockenerer Standorte zusammenhängen, wie MEUSEL & JÄGER (1992: 57) sie anführen, und wie sie sich auch in der Zuordnung der beiden Arten zu Vegetationstypen bei F.1988 andeutet.

Da nur zwei Vorkommen an den Ufern der Rur registriert wurden (Karte 4) und sich somit auch Probleme bei der Klassifizierung des Status für den Standort Flußufer ergeben, die am Beispiel von *S. gigantea* ausführlich diskutiert werden sollen, wird *S. canadensis* bei Berechnungen zum Neophyten-Index nicht mit einbezogen.

5.3.5. *Solidago gigantea* AIT.

Die Späte Goldrute tritt an etwa einem Dutzend der kartierten Abschnitte auf und ist damit um ein Vielfaches häufiger als die Kanadische Goldrute (Karte 5).

Die Ausführungen zu *Solidago canadensis* enthalten bereits die wesentlichen bekannten Fakten zur Ausbreitungs- und Einbürgerungsgeschichte; die Ausbreitung von *S. gigantea* begann mit einer Verzögerung von wenigen Jahrzehnten.

Die Vorkommen an Rur und Inde verteilen sich über das gesamte Untersuchungsgebiet, es zeigen sich jedoch zwei Schwerpunkte: ein etwas deutlicherer im Bereich "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" und ein weniger deutlicher Schwerpunkt bei Inden. Es handelt sich meistens um wohl relativ junge Bestände von maximal ein bis zwei Quadratmetern Ausdehnung, die durch vegetative Ausbreitung mittels kriechender Rhizome aus Einzelpflanzen hervorgegangen sind; ihr Status ist deshalb problematisch, und die in der Einleitung geschilderte Unzulänglichkeit der gebräuchlichen Statuskategorien wird auch hier deutlich.

In Anlehnung an SCHROEDER (1974) könnte eine solche vegetativ vermehrte Staude erst dann als eingebürgert bezeichnet werden, wenn "in einem standörtlich einheitlichen Gebiet eine größere Anzahl von Ausbreitungszentren vorhanden ist, von denen die Mehrzahl wahrscheinlich nicht direkt vom Menschen initiiert sind"; demnach muß *S. gigantea* für das Untersuchungsgebiet insgesamt zwar als "an Flußufeln eingebürgert" gelten, die Vorkommen in einzelnen Kartierungsabschnitten jedoch - jeweils für sich betrachtet - wären überwiegend als unbeständig zu bezeichnen, denn es treten kaum einmal mehr als zwei

Exemplare der vielsprossigen Pflanzen (Polykormone) pro Kartierungsabschnitt auf. Die Maßstäblichkeit der Betrachtungsweise ist hier von entscheidendem Einfluß!

Auch die Vorschläge von BERGMEIER (1991), der ja den Blick von der Sippe in einem bestimmten Gebiet auf das konkrete Einzelvorkommen lenken will, bringen für das vorliegende Problem nur eine geringfügige Verbesserung: in seiner Definition des "dauerhaften Pflanzenvorkommens" reicht zunächst das Kriterium "sich vegetativ ausbreitend" zur Einstufung als dauerhaft aus, im Kleingedruckten jedoch werden weitere Kriterien anderer Autoren hinzugefügt, ohne diskutiert oder verworfen zu werden (l.c.: 133). Die einzelnen Vorkommen an der Rur wären damit doch wieder unbeständig zu nennen, denn drei Sippen-generationen sind hier nicht festzustellen; aufgrund ihrer vegetativen Ausbreitung könnte nach BERGMEIER (1991: 134) lediglich noch eine Anmerkung "mit Einbürgerungstendenz" hinzugefügt werden.

S. gigantea soll im Untersuchungsgebiet aus pragmatischen Gründen generell als eingebürgert betrachtet werden, da dies bei kleinmaßstäbiger Betrachtungsweise zweifelsohne zutrifft, und da bei großmaßstäbiger Sicht - also bei Betrachtung der konkreten Einzelvorkommen - ausnahmslos alle erfaßten Vorkommen vegetative Ausbreitung erkennen ließen.

Eventuell ist im Gebiet eine weitere Ausbreitung im Sinne der Entstehung neuer Polykormone an bisher nicht besiedelten Uferabschnitten zu erwarten; da jedoch im gesamten Untersuchungsgebiet (bzw. in allen tangierten Meßtischblatt-Quadranten außer in 5104/4) bereits Vorkommen im Uferbereich bestehen und das bisherige Verbreitungsbild mit seinen Häufungen und Auflockerungen bereits dem anderer hier berücksichtigter Neophyten ähnelt (z.B. *Bidens frondosa*), wird die Art bei den unten durchgeführten Berechnungen zum Neophyten-Index mitberücksichtigt.

Beobachtungen anderer Autoren, die *Solidago*-Arten bevorzugten die Ufer nicht ausgebauter Flußabschnitte (Kap. 2.3.), können für das Untersuchungsgebiet nicht eindeutig bestätigt werden: dem o.g. Verbreitungsschwerpunkt von *S. gigantea* im Bereich "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" stehen einerseits die Vorkommen an der ausgebauten Inde und andererseits das weitgehende Fehlen im naturnahen Bereich des NSG "Rurauenwald/Indemündung" gegenüber. *S. canadensis* wurde nur an ausgebauten Strecken angetroffen.

5.3.6. *Aster x versicolor* WILLD.

Von mehreren nordamerikanischen Aster-Arten, die als Zierpflanzen nach Europa eingeführt wurden und an Flußufem verwildern, konnte im Untersuchungsgebiet nur ein Vorkommen einer einzigen Sippe nachgewiesen werden:

- 5003/24, Abschnitt 29R: rechtes Rur-Ufer am Durchstich "Höllloch", ein Polykormon mit gut einem Dutzend Sprossen auf etwa 2 m², Anpflanzung unwahrscheinlich; Hb GK 92-418, 08.10.92.

Die Pflanze wurde durch Herrn W. SCHNEDLER als *Aster x versicolor* bestimmt, ein häufig kultivierter Bastard aus den nordamerikanischen Arten *A. laevis* L. und *A. novi-belgii* L..

Für die oberhalb des untersuchten Bereichs liegende "Ruraue zwischen Düren und Winden" (5204) findet sich eine Angabe für *A. x versicolor* bei BANK-SIGNON & PATZKE (1988). Weitere Angaben fehlen oder sind unsicher, vor allem weil es sich bei den nordamerikanischen Astem um kritische Sippen handelt, d.h. ihre Unterscheidung ist problematisch oder ihre taxonomische Identität teilweise noch gar nicht bekannt, so daß Verwechslungen häufig auftreten. Auch bei *A. x versicolor* handelt es sich aufgrund des Formenreichtums der Elternarten um einen sog. Hybridschwarm (vgl. MEUSEL & JÄGER 1992: 59).

Oft werden diese Bastard, seine Eltern und weitere Arten als *A. novi-belgii* agg. zusammengefaßt (z.B. EHRENDORFER 1973). ELLENBERG et al. (1991) geben für das Aggregat "sich stark ausbreitend, oder vielerorts verwildernd" an, Bezugsgebiet ist dabei Mitteleuropa.

5.3.7. *Helianthus tuberosus* L.

Der hochwüchsige und erst spät blühende Topinambur besitzt an den untersuchten Ufern von Rur und Inde offenbar keine spontanen Vorkommen.

Die aus Peru stammende Pflanze gelangte 1607 nach Frankreich (WEIN 1963) und noch im gleichen Jahrhundert in fast alle weiteren europäischen Länder, so auch nach Deutschland. Sie wurde wegen ihren eßbaren Knollen angebaut und trat auch hier und da verwildert auf (Angaben z.B. bei L.1860). F.1878 meldet *Helianthus tuberosus* von zwei Orten am Unterlauf der Rur (Kempen, Karken), ohne direkt auf eine Verwilderung hinzuweisen. Mit dem verstärkten Anbau der Kartoffel sind nach MEUSEL & JÄGER (1992: 72) manche synanthropen Vorkommen wieder zurückgegangen. Noch heute wird der Topinambur jedoch sehr häufig als Zierpflanze kultiviert und auch auf Wildäckern angebaut.

Eingebürgert ist *Helianthus tuberosus* vor allem an Flüssen, besonders im Einzugsgebiet des Rheins; er bildet hier teilweise sehr expansive und unduldsame Bestände und breitet sich auch geographisch weiter aus (vgl. LOHMEYER 1969, 1971a; KRAUSE 1990). Es fällt jedoch auf, daß in den ausgewerteten Florenwerken des Niederrhein-Gebiets Verwilderung zwar häufig, rasche Ausbreitung aber nirgendwo genannt wird (nicht einmal bei R.1972). Auch in Niedersachsen stellte BRANDES (1981: 195) fest, daß Verwilderungen in

großem Umfang ausblieben. Möglicherweise bleibt die von den oben angeführten Autoren beobachtete starke Expansion auf relativ enge Gebiete (v.a. das Mittelrheingebiet) begrenzt.

F.1988 nennt für fünf Großlandschaften eingebürgerte Vorkommen, nicht jedoch für die Eifel. Angaben für das Flußgebiet der Maas finden sich bei dL.1967 für den Unterlauf der Weser in Belgien (Vesdre, s. Anm. bei *Impatiens glandulifera*); nach MOLL (mündl. Mitt.) bestehen auch an der niederländischen Maas ausgedehnte Vorkommen (vgl. hierzu auch A.1979). Eigene Beobachtungen ergaben zerstreute Vorkommen von *Helianthus cf. tuberosus* an der Inde oberhalb des Kartierungsgebietes, z.B. MTB 5103: Stadtbereich Eschweiler bei Brücke Bergrather Str.; im Galeriewald oberhalb des Stadtbereichs (nicht blühend). Auch in Jülich verwilderte *H. tuberosus* gartennah am Mühlenteich.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes befindet sich ein offensichtlich auf Anpflanzung zurückgehender Bestand im Bereich der Abschnitts 26aR einige Meter vom Rur-Ufer entfernt (vgl. hierzu die Ausführungen zu *Reynoutria japonica*). Der Bestand hatte eine Ausdehnung von etwa 5 m², zeigte jedoch keine deutliche Ausbreitungstendenz. Eine Einzelpflanze mit herabgesetzter Vitalität wurde, etwas entfernt von dieser Gruppe, in 1 m Abstand von der Uferlinie registriert.

Ein weiterer Vertreter der Gattung, *Helianthus rigidus* (CASS.) DESF., wurde um 1980 von MOLL (briefl. Mitt.) für das Rur-Ufer beim Barmer Kiessee gemeldet (entspricht etwa Abschnitt 25L bzw. 26L). Dieses Vorkommen konnte nicht bestätigt werden, allerdings wurde nicht gezielt danach gesucht, weil die Angabe dem Verfasser während der Feldarbeit noch nicht bekannt war. Eine weitere Meldung für *H. rigidus* geben BANK-SIGNON & PATZKE (1986) für Birkesdorf (bei Düren, 1985, 5104/4 oberhalb Abschnitt 1), allerdings ohne Angabe von Standort oder Status.

Da MOLL auch *Helianthus tuberosus* bereits 1980 für den Bereich "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" angibt, kann eine nennenswerte Ausbreitung nicht erfolgt sein, wie LOHMEYER (1971a: 168) sie recht pauschal prophezeite, sobald die Art irgendwo "erst einmal Fuß gefaßt" hätte.

5.3.8. *Hesperis matronalis* L.

Die Gemeine Nachtviole ist an den Ufer von Rur und Inde recht häufig zu finden (Karte 6); sie ist jedoch wenig auffällig, da sie in der Regel in geringer Individuenzahl auftritt.

Für diese Art sind Angaben über Verwilderung und Einbürgerung deutlich spärlicher als für andere Neophyten, teilweise sind die Angaben widersprüchlich; z.B. wird *Hesperis matronalis* bei OBERDORFER (1983b) wie eine einheimische Sippe behandelt, die zusätzlich zu den indigenen noch aus Gärten verwilderte Vorkommen besäße. Seit Mitte des 16. Jahrhunderts ist *Hesperis matronalis* in Mitteleuropa als Gartenpflanze bekannt (HEGI

IV/1 1986), und der heute von der Mehrzahl der Autoren angeführte Status als Neophyt war offensichtlich lange unklar (vgl. W.1857 und H.1866). ROTHMALER (1988) führt als Heimatareal das submeridionale Europa an, DIEKJOBST (1988: 35) dagegen nennt wie HEGI (IV/1 1963) Osteuropa und westliches Asien.

Verwilderungen werden für das Rheinland schon durch W.1857 und H.1866 angeführt; andererseits nennt beispielsweise B.1899 die Art nur als Kulturpflanze. Erst in diesem Jahrhundert finden sich Hinweise wie "in Menge" oder "oft verwildert" (HP.1926, LT.1959), die auf eine Zunahme der Fälle von Verwilderung schließen lassen. Unklar ist in vielen Fällen wohl der Status; häufig werden die Vorkommen nur als unbeständig betrachtet (z.B. M.1992, vgl. auch Hinweise bei dL.1983), während HEGI "vielerorts verwildert und eingebürgert" angibt. Ob sich die Nachtviole weiterhin ausbreitet, kann nach den vorliegenden Daten nicht beurteilt werden.

Sie besitzt jedenfalls innerhalb des Untersuchungsgebietes und auch oberhalb bereits zahlreiche Vorkommen, so etwa :

- 5204: Ruraue zwischen Düren und Winden (BANK-SIGNON & PATZKE 1988)
- 5304/2: Abenden, bei der Rur-Brücke, 25.08.92
- 5103/4: zerstreut am Inde-Ufer im Bereich Eschweiler, 23.09.92
- 5204/1: "Wenau" am Wehebach, einem Inde-Zufluß, 04.03.1975 (BANK-SIGNON & PATZKE 1986)

Die aktuelle Verbreitung innerhalb des Untersuchungsgebietes zeigt eine deutliche Lücke am oberen Bereich der Rur; im Bereich des Abschnitts 3 wurde sie jedoch auf der unteren der beiden Inseln gefunden. Sonst tritt die Art an den Ufern zerstreut, aber ziemlich regelmäßig auf.

Zusätzlich zu den weiter oben diskutierten Schwierigkeiten bei der Beurteilung des Einbürgerungsgrades ergeben sich Probleme durch die Variabilität der Lebensform von *Hesperis matronalis*; nach ROTHMALER (1988) ist die Art zweijährig, OBERDORFER (1983b) gibt einjährig bis ausdauernd an. Folgt man SCHROEDER (1974), so müßten jeweils unterschiedliche Kriterien angelegt werden:

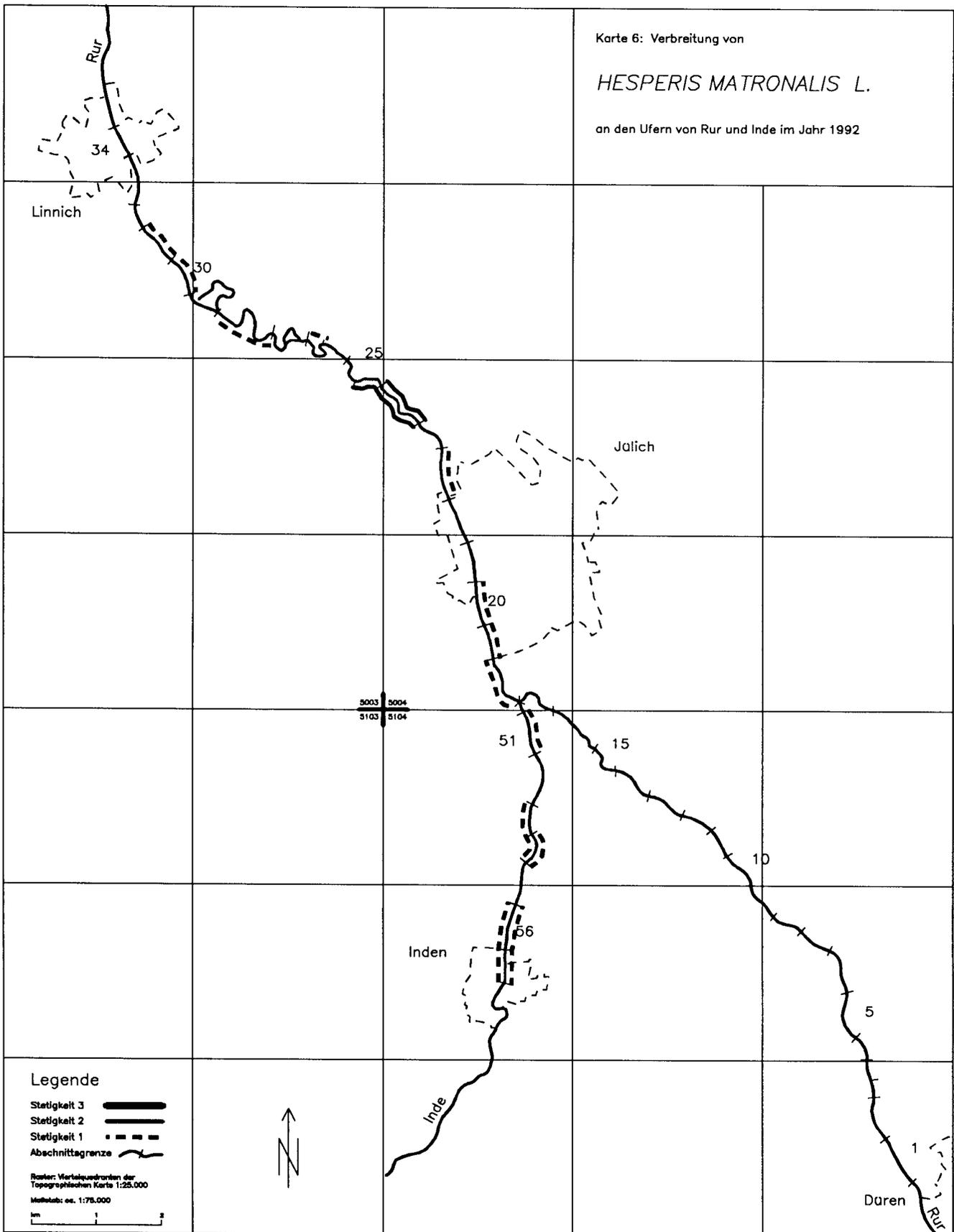
- für ein- und zweijährige wäre zu klären, ob die Sippe mindestens "fünf Jahre nacheinander in zahlreichen fertilen Exemplaren auf einem Standortstyp" aufgetreten ist. Dies kann im Untersuchungsgebiet aufgrund der weiten Verbreitung an den Flußufeln und aufgrund der Beobachtung im Bereich "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" von 1980 (MOLL briefl.) als sicher gelten.
- für Perennierende gilt das im Kap. (5.3.5.) gesagte; hiernach erscheint die Einbürgerung nicht sicher, aber wahrscheinlich, denn mehrfach trat eine größere Anzahl von Individuen wohl unterschiedlichen Alters auf.

Da das Alter der Individuen im Gelände nicht im einzelnen beurteilt wurde, jedoch angenommen wurde, daß die Mehrzahl der Exemplare höchstens zweijährig ist, soll die Art im Untersuchungsgebiet als eingebürgert gelten.

Karte 6: Verbreitung von

HESPERIS MATRONALIS L.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Hesperis matronalis wächst im Untersuchungsgebiet bevorzugt, aber nur mit geringer Stetigkeit in den Uferhochstaudenfluren der *Convolvuletalia* (vgl. Tab. 4); dabei treten teilweise üppige Exemplaren von bis zu 160 cm Höhe auf. Auch in der Krautschicht lichter Gehölze wurde die Art mehrfach beobachtet; Literaturangaben für das Vorkommen in Auenwäldern finden sich etwa bei HEGI (IV/1 1963) oder OBERDORFER (1983b).

5.3.9. *Bidens frondosa* L.

Mit einer Frequenz von über 50% gehört der Schwarzfrüchtige Zweizahn zu den verbreitetsten Neophyten an den Ufern von Rur und Inde (Karte 7). Diese einjährige Art siedelt häufig dicht an der Wasserlinie noch vor der Hochstaudenzone; sie gehört zu den unauffälligeren und unabsichtlich aus Nordamerika eingeschleppten Neophyten. Darüber hinaus ist sie dem einheimischen *Bidens tripartita* recht ähnlich.

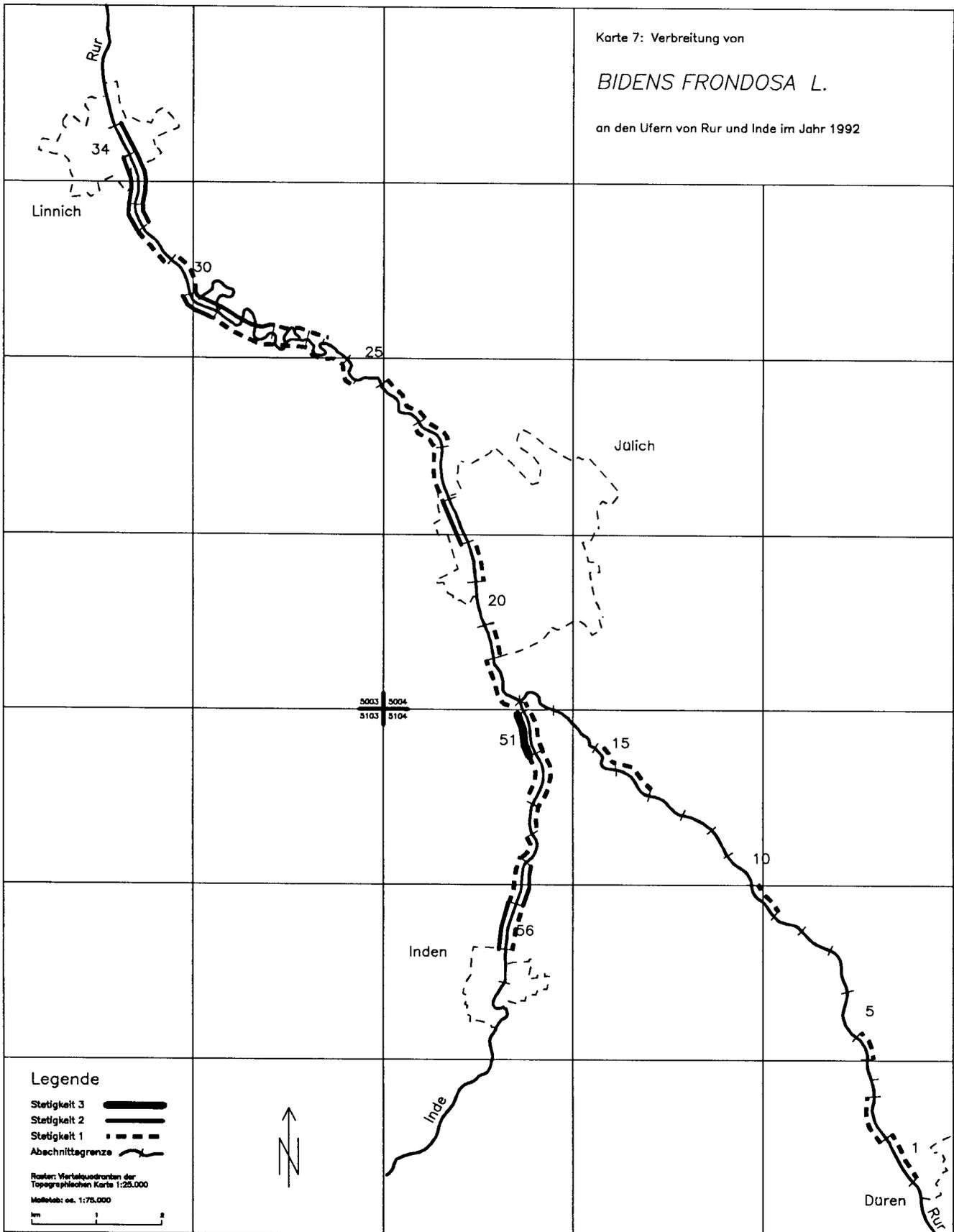
Die ersten Nachweise aus Deutschland stammen nach WAGENITZ (in HEGI VI/3 1979) von 1891 bzw. 1894, doch war *Bidens frondosa* damals im östlichen Tiefland (bes. Havel-Gebiet) bereits relativ verbreitet; er war also zunächst unerkant eingewandert. WAGENITZ (l.c.) hat die Ausbreitung rekonstruiert und in einer Karte von Mitteleuropa anschaulich dargestellt, indem er für aufeinanderfolgende Zeitabschnitte verschiedene Fundort-Signaturen verwendete. Danach wurde dieser Zweizahn im Rheingebiet zuerst 1929 (bei Dortmund) beobachtet, und bereits 1940 war er am Niederrhein weit verbreitet (MÜLLER 1941). Nicht eindeutig klar ist, ob er aus dem östlichen Deutschland oder aus den Niederlanden kommend hier einwanderte; nach MÜLLER (l.c.) ist wahrscheinlich, daß er mehrfach aus verschiedenen Gegenden an den Niederrhein gelangte. Im Flußsystem der Maas trat *Bidens frondosa* nachweislich bereits 1928 auf (berichtet in MÜLLER 1941: 119; an der Niers NW Krefeld); KLOOS (1935: 148) führt mehrere Fundorte an der niederländischen Maas an. In jüngerer Zeit geben dL.1983 für die südlichen Niederlande "relativ häufig" an, für den belgischen Abschnitt der Maas aber noch "selten". Ein weiteres Fortschreiten der Ausbreitung wird für verschiedene Gebiete betont (dL.1967, R.1972, dL.1983).

SCHWICKERATH (1952) fand an den Talsperren der oberen Rur nur *B. tripartita*. Fundorte an der Rur, die als Fluß in seiner Karte dargestellt ist, waren auch WAGENITZ (1979: 231) noch nicht bekannt. Im Untersuchungsgebiet wurde *B. frondosa* jedoch von MOLL (briefl.) bereits 1980 sowohl oberhalb als auch unterhalb von Jülich nachgewiesen, und zwar - ohne Häufigkeitsangabe - in den Bereichen der Naturschutzgebiete "Ruraeuwald/Indemündung" und "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich". In Klärpoldern von

Karte 7: Verbreitung von

BIDENS FRONDOSA L.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Zuckerfabriken bei Jülich und Düren wurde er 1983 nachgewiesen WISSKIRCHEN (1986: 25f). Eine unkommentierte Angabe für 5104/2 "Selhausen" (entspricht etwa Abschnitt 6-7) von 1985 findet sich bei BANK-SIGNON & PATZKE (1986: 126).

Dieser amerikanische Zweizahn ist also eventuell erst in den siebziger Jahren an den Ufern des Untersuchungsgebietes aufgetreten. Aufgrund seiner allgemein immer wieder als rasch bezeichneten Ausbreitung hat er bereits alle Teilbereiche (d.h. alle tangierten Meßtischblatt-Quadranten außer 5104/4) erreicht. Auch am Ruroberlauf wurde er bereits 1979 beobachtet (BANK-SIGNON & PATZKE 1986: 126; 5304/3 "Rurberg"). Eigene Beobachtungen ergaben regelmäßige Funde an der Inde im Bereich Eschweiler (5103/3+4).

Bidens frondosa erreicht darüber hinaus im Vergleich mit anderen kartierten Neophyten relativ hohe Häufigkeits-Werte, seine Einwanderung ist deshalb im Untersuchungsgebiet als abgeschlossen zu betrachten. Damit erfüllt er die Kriterien zur Verwendbarkeit bei der Berechnung eines Neophyten-Index.

Der Schwarzfrüchtige Zweizahn verhält sich, wie der einheimische Dreiteilige Zweizahn soziologisch als Kennart des *Bidention*. In den Aufnahmen der Tabelle 8 ist er jedoch nur spärlich vertreten. Das Verhältnis von *B. frondosa* zur einheimischen Ufervegetation wird von verschiedenen Autoren vor allem als ein Verdrängungswettbewerb mit *B. tripartita* charakterisiert. KÖCK (1988) untermauerte diesen immer wieder geäußerten Verdacht durch experimentelle Untersuchungen sowie durch den Vergleich verschieden alter Vegetationsaufnahmen von der Saale (Sachsen-Anhalt); hierbei soll es zu einer weitgehenden Verdrängung gekommen sein. Die Geschwindigkeit dieses Verdrängungsprozesses soll im Experiment mit höherer Standorttrophie steigen; damit kann vermutet werden, daß der Prozeß wohl auch am natürlichen Standort durch die Überdüngung von Flüssen beschleunigt würde. Im Untersuchungsgebiet konnte der einheimische *B. tripartita* zwar immer wieder beobachtet werden, doch ist er heute deutlich seltener als sein neophytischer Konkurrent. Ein weiteres Konkurrenzverhältnis dürfte zum ebenfalls neophytischen *B. connata* bestehen (siehe dort).

5.3.10. *Bidens connata* MÜHLENB.

Als weitere nordamerikanische Zweizahn-Art konnte an der Rur der Verwachsenblättrige Zweizahn nachgewiesen werden, für den aus jüngere Zeit offensichtlich keine weiteren Fundorte in der Niederrheinischen Bucht bekannt sind; es wurde jedoch nur ein einziges Exemplar beobachtet:

- Abschnitt 31L, 5003/232: linkes Rur-Ufer bei Rurdorf, ca. 50 m oberhalb der Brücke (Hb GK 92-304)

In Deutschland wurde *B. connata* zuerst 1867 bei Berlin gesammelt (WAGENITZ 1979: 233) und hat sich nach MEUSEL & JÄGER (1992: 74) "bis in die Mitte unseres Jahrhunderts zögernd ausgebreitet". Am Niederrhein datiert der erste Fund von 1925 (Niederrheinisches Tiefland: Urdingen, vgl. MÜLLER 1942). Für Teile der Niederlande berichten MEUSEL & JÄGER (l.c.) von in jüngerer Zeit regional beschleunigter Ausbreitung, jedoch sind sie wie andere Autoren der Ansicht, daß der Konkurrent *Bidens frondosa* ihr scheinbar "die Ausbreitungschancen genommen" hat. Zumindest gebietsweise ist *B. connata* der Konkurrenz durch *B. frondosa* unterlegen und z.B. im Spree- und Havelgebiet gegenüber letzterem "sehr zurückgegangen" (WAGENITZ l.c.).

Die ausgewerteten Floren kennen keine rezenten Nachweise vom Niederrhein. In Belgien wurde *B. connata* nur selten nachgewiesen, bzw. seine Verbreitung ist ungenügend bekannt (dL.1983). F.1988 bezeichnet ihn für die Niederrheinische Bucht als "ausgestorben oder verschollen" und merkt für ganz Nordrhein-Westfalen an, daß die Art "weitgehend verschwunden" sein dürfte; neuere Angaben "beruhen auf Verwechslung mit einer bestimmten Form von *B. tripartita* ...". Die Untersuchung der reifen Achänen ergab im vorliegenden Fall zweifelsfrei die Identität als *B. connata*.

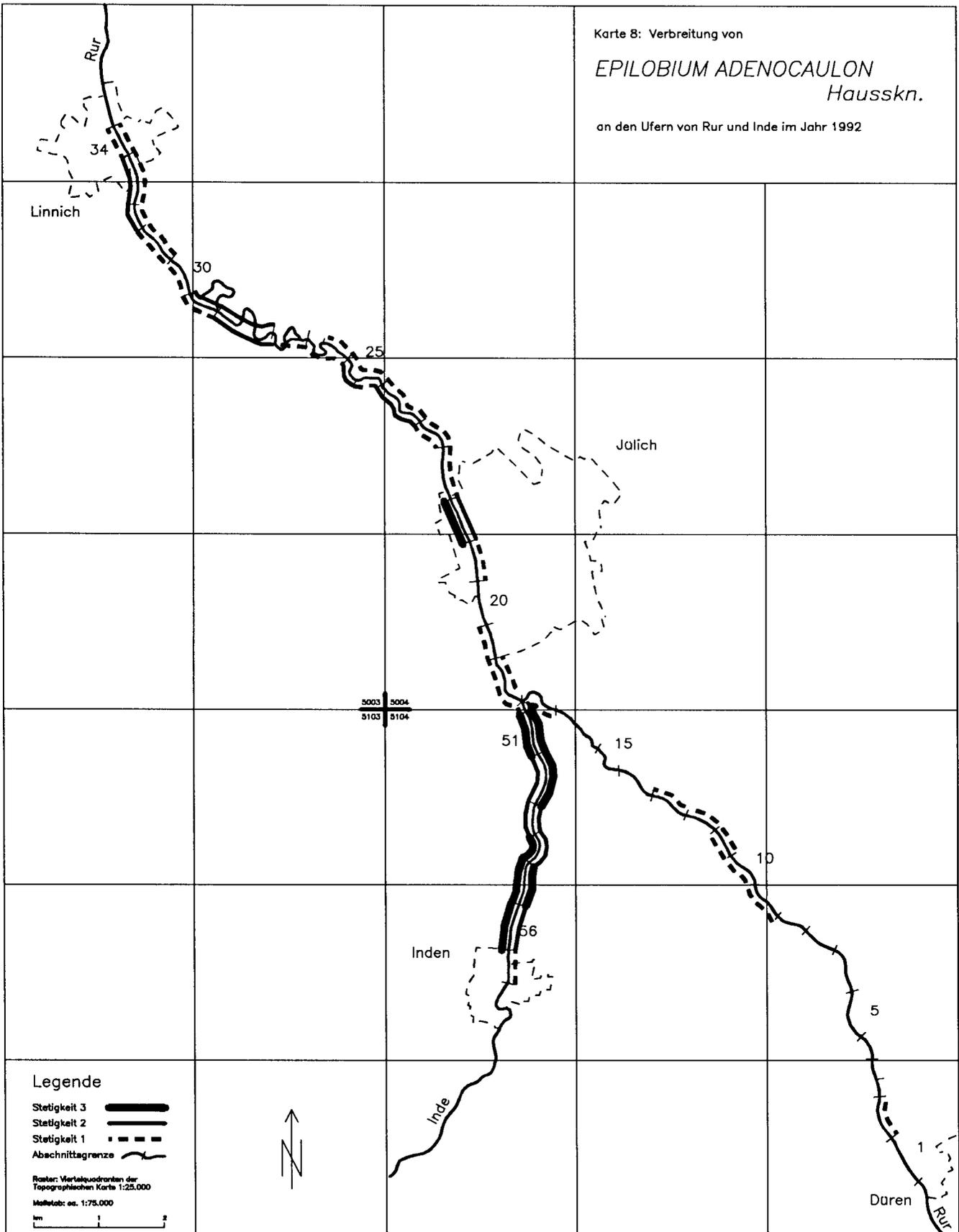
Infolge des lückenhaften Wissensstandes kann nicht entschieden werden, ob der Fund an der Rur einen reliktschen oder einen Pionier-Charakter hat; das Vorkommen ist aber in jedem Fall als unbeständig einzustufen. Es wird bei der Berechnung des Neophyten-Index nicht berücksichtigt.

5.3.11. *Epilobium adenocaulon* HAUSSKN.

Das Drüsige Weidenröschen ist nach *Impatiens glandulifera* der Neophyt mit der stärksten Verbreitung im Untersuchungsgebiet (Karte 8). Es gehört zu denjenigen Neophyten, die nicht auf die Ufer beschränkt sind; hier liegt jedoch ein deutlicher standörtlicher Schwerpunkt (F.1988). *E. adenocaulon* wurde an der Rur in etwa der Hälfte aller Kartierungsabschnitte nachgewiesen, an der Inde ist es fast überall vorhanden.

Die vermutlich bis dahin umfassendste Darstellung der Ausbreitungsgeschichte lieferten LAWALREE & REICHLING (1961). Danach wurde die Pflanze 1910 in Europa bekannt, jedoch bewiesen zunächst unerkannte Herbarbelege die Anwesenheit seit mindestens 1891 (England). In LUDWIG (1962) wird von Aufsammlungen durch A. SCHUMACHER "im Rheinland" seit 1927 berichtet; dies wären die ältesten Belege für Deutschland. Interessant sind bei LAWALREE & REICHLING (l.c.) auch die Meldungen von Maastricht (südöstliche Niederlande) - schon 1929 -, sowie von mehreren Orten des belgischen Hohen Venn (1959), dort auch in naturnaher Bachufer-Vegetation. Die Autoren weisen dabei auf

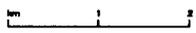
Karte 8: Verbreitung von
EPILOBIUM ADENOCAULON
 Hausskn.
 an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Legende

- Stetigkeit 3 
- Stetigkeit 2 
- Stetigkeit 1 
- Abschnittsgrenze 

Basiskarte: Viertelquadranten der
 Topographischen Karte 1:25.000
 Maßstab: ca. 1:75.000



die zu erwartende Unvollständigkeit der bisherigen Nachweise hin, da die Art lange übersehen oder mit ähnlichen *Epilobium*-Arten verwechselt worden war. Eine explosive Ausbreitung setzte nach JÄGER (1988: 127) in den fünfziger Jahren ein und ist "vielleicht auf die Eutrophierung der feuchten Gebüsche und Ufer zurückzuführen".

Für die Umgebung von Köln und Bonn war *E. adenocaulon* noch um 1960 nicht bekannt (LT.1959, PATZKE & STIERWALD 1960). Die erste Erwähnung in den gesichteten Floren findet sich bei dL.1967 (selten bis sehr selten); der Vergleich mit dL.1983 belegt die starke Ausbreitung in diesem Zeitraum, die auch heute noch anhält. Innerhalb des Untersuchungsgebietes wiesen bereits BIRKIGT & BRAUKMANN (1974) dieses Weidenröschen im Bereich "Rurauenwald/Indemündung" nach; heute ist die Art um Jülich "verbreitet" (M.1992).

Die derzeitige Verbreitung an den Ufern des Untersuchungsgebietes ist durch höchstes Auftreten an der Inde und durch eine Ausdünnung am oberen Bereich der Rur gekennzeichnet. *Epilobium adenocaulon* hat auch das Gebiet des Rur-Oberlaufs in der Eifel bereits erreicht, z.B.:

5304: Rur-Ufer unterhalb Blenz, zahlreich auf Schotterbank, 25.08.92 (auch oberhalb bei Hausen häufig)

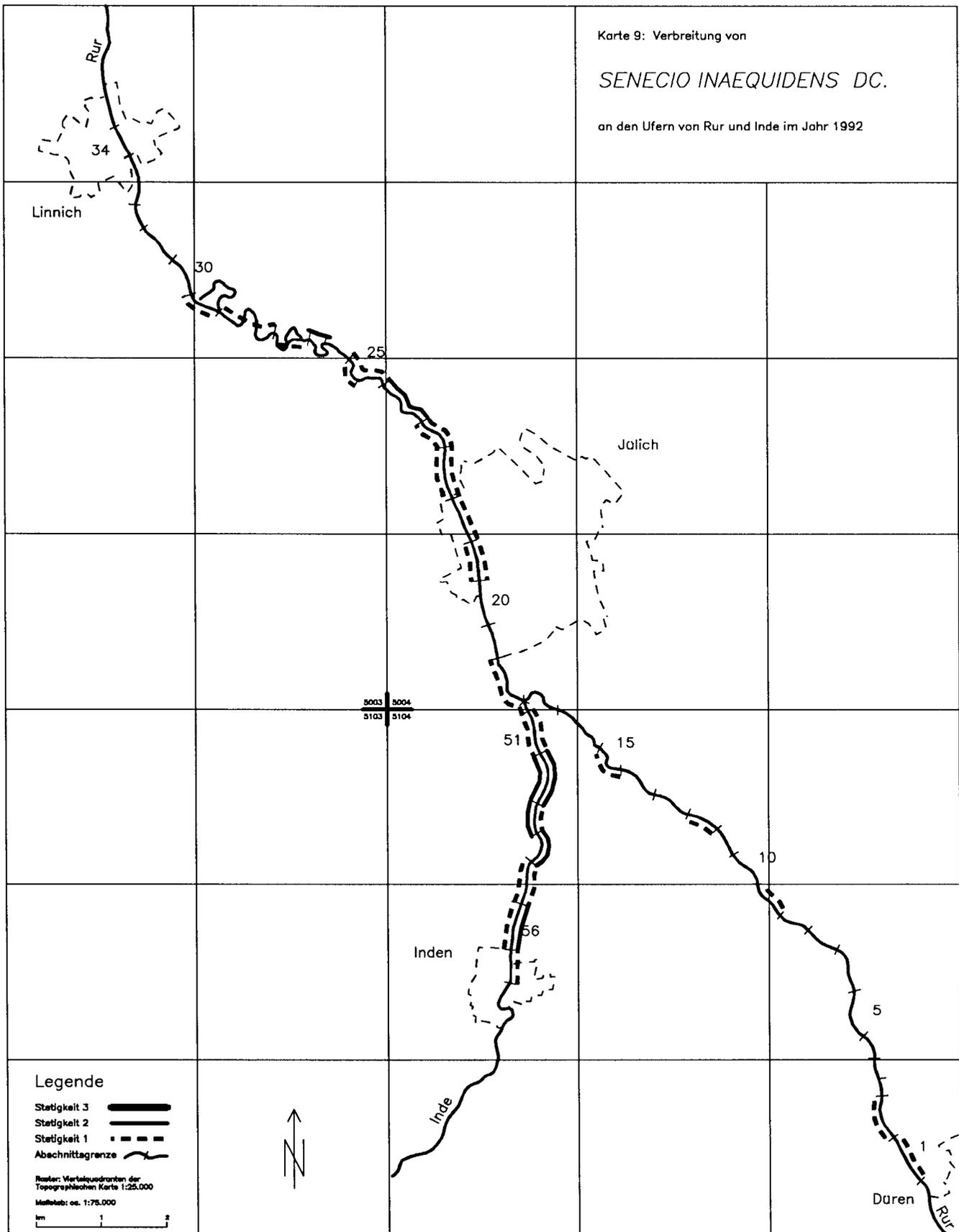
Die Einwanderung kann als abgeschlossen betrachtet werden. Als eingebürgerte Art wird *Epilobium adenocaulon* zur Ermittlung des Neophyten-Indexes verwendet.

5.3.12. *Senecio inaequidens* DC.

Kaum ein weiterer Neophyt erregte in den letzten 15 Jahren derart viel Aufsehen in deutschen Botanikerkreisen wie das aus Südafrika stammende Schmalblättrige Greiskraut (KUHBIER 1977, GERSTBERGER 1978, ASMUS 1988, MOLL 1989, BÜSCHER 1989, WERNER et al. 1991). Diese Ruderalpflanze bildet auf entsprechenden Standorten teilweise riesige Bestände (z.B. Tagebauhalde "Sophienhöhe" bei Jülich) und kommt auch an den untersuchten Ufern recht häufig vor (Karte 9).

Als nur unbeständig auftretende Adventivart wurde *Senecio inaequidens* seit dem letzten Jahrhundert immer wieder in Europa gemeldet, Einbürgerung und rasche Ausbreitung sind jedoch sehr junge Phänomene. In den ausgewerteten Floren wird er zuerst von dL.1967 als sich einbürgernd erwähnt (unter dem Namen des aus Australien stammenden *S. lautus*; den Ausführungen KUHBIERS (1977) und der neueren Auflage dL.1983 zufolge ist jedoch mit Sicherheit *S. inaequidens* gemeint); bei Lüttich und besonders im Tal der Vesdre (s.o.) liegt das Hauptzentrum der Ausbreitung im westlichen Europa. In den angrenzenden Gebieten Deutschlands datieren erste Nachweise einer Einbürgerung wohl von 1972, und zwar in

Karte 9: Verbreitung von
SENECIO INAEQUIDENS DC.
 an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Aachen unweit des Untersuchungsgebiets (KUHBIER 1977: 390). Seitdem hat sich dieser Neophyt rasant ausgebreitet: gegenwärtig verläuft die östliche Front mitten durch das Ruhrgebiet (vgl. BÜSCHER 1989, FLOR.-SOZIOL. ARBEITSGEM. 1992). Um Jülich und genauso um Düren, wo die Art von BANK-SIGNON & PATZKE (1986) bereits für 1980 angegeben wird, ist sie heute häufig und ihre geographische Ausbreitung abgeschlossen (hierzu MOLL 1989); sie ist vollkommen eingebürgert.

Dies gilt ebenso für die kartierten Ufervorkommen, wenn auch die ausdauernd-halbstrauchartige Lebensform, die auf trockeneren und mechanisch weniger beanspruchten Ruderalstandorten oft vorkommt, am Ufer seltener auftritt; hier ist der Anteil einjähriger Exemplare höher, und auffallende Dominanzbestände fehlen.

Die heutige Verbreitung im Untersuchungsgebiet ist durch einen Häufungsbereich an der Inde und etwas weniger häufige Vorkommen an der Rur gekennzeichnet (hier besonders im oberen Bereich nur sehr zerstreut, vgl. Karte 9).

Aussagen über das soziologische Verhalten des südafrikanischen Greiskrauts an den Flußufern sind auf der Basis der angefertigten Aufnahmen nicht möglich; die Art tritt scheinbar sporadisch in verschiedenen Gesellschaften als Begleiter auf. Auch WERNER et al. (1991) schildern Schwierigkeiten der Klassifizierung von *Senecio inaequidens*-Beständen auf Feuchtstandorten. Der Schwerpunkt der Art liegt insgesamt deutlich auf trockeneren Ruderalstandorten.

Neben einer Tendenz zur Verdrängung einheimischer Arten wird *S. inaequidens* auch als positive Eigenschaft die Fähigkeit zur besonders raschen Besiedlung und Bodenbereitung auf frischen Ruderalstandorten zugeschrieben - z.B. auf Bergbauhalden; diese ökologische Funktion dürfte an den untersuchten Ufern wegen der relativ individuenarmen Vorkommen nur eine begrenzte Rolle spielen.

5.3.13. *Galinsoga ciliata* (RAFN.) BLAKE

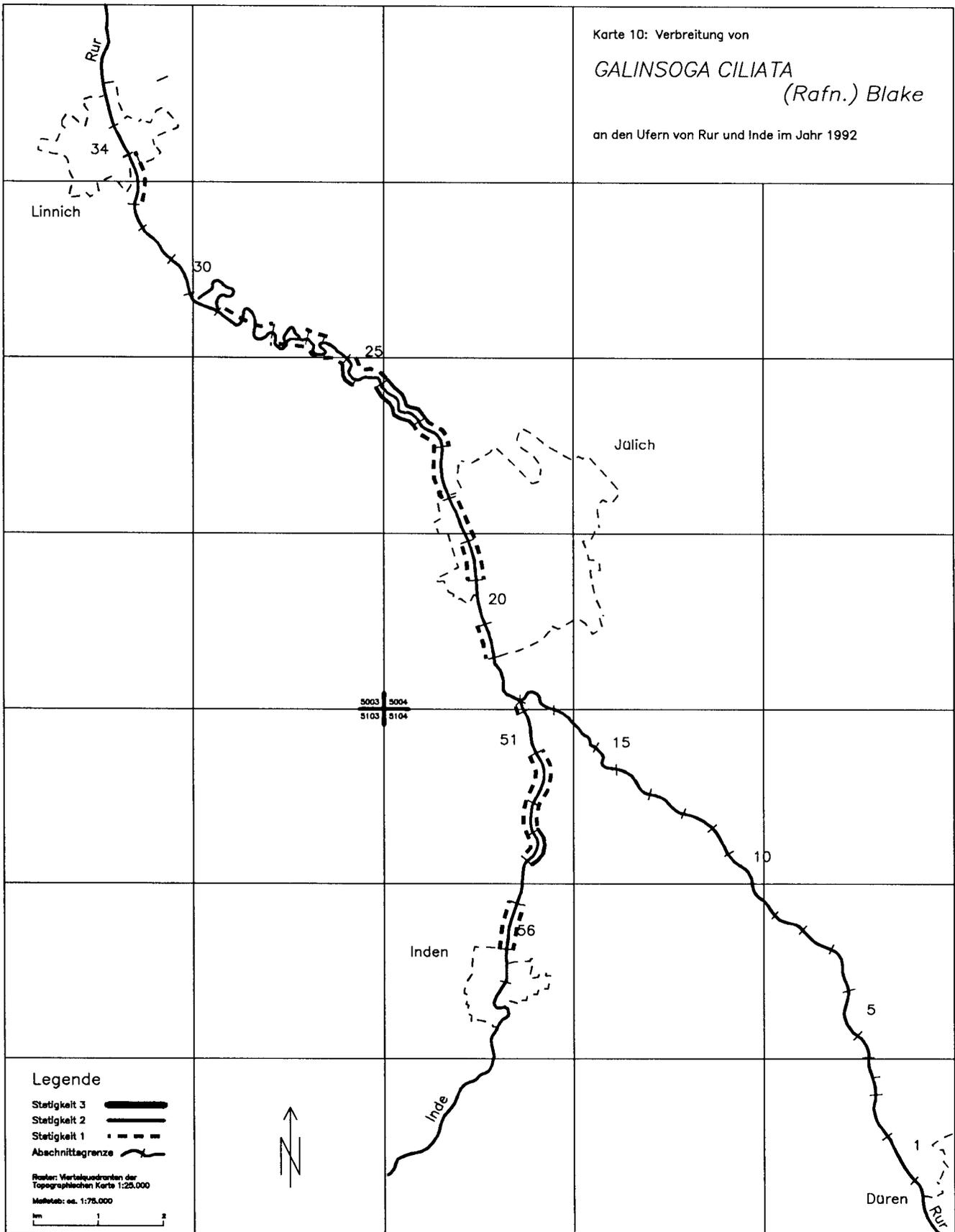
Wie bei *Epilobium adenocaulon* handelt es sich beim Behaarten Knopfkraut um ein eher unauffälliges "Unkraut", das auch in anderen Vegetationstypen abseits der Ufer auftritt. Seine größten Individuenzahlen in der Jülicher Umgebung erreicht die Art sicherlich in den Rübenäckern der Jülicher Börde und des Rurtales; an knapp einem Drittel aller Kartierungsabschnitte wächst es jedoch direkt am Flußufer und ist damit einer der häufigeren Uferneophyten.

Auch *G. ciliata* breitete sich zunächst unerkannt aus, da man es anfangs für das bereits früher eingeführte *G. parviflora* hielt. Die letztere stammte aus Südamerika, hatte ihre

Karte 10: Verbreitung von

GALINSOGA CILIATA
(Rafn.) Blake

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Ausbreitung bereits um 1800 begonnen und wird von W.1857 schon für Düsseldorf genannt. Dagegen ist *G. ciliata* erst ab 1842 in Europa nachweisbar (MEUSEL & JÄGER 1992); diese Art ist in Süd- und Mittelamerika beheimatet, gelangte aber wahrscheinlich indirekt über die USA nach Europa (SCHULZ 1984: 286).

Bonte fand *G. ciliata* 1913 in Essen (MÜLLER 1942). In den ausgewerteten Gebietsfloren erfolgt die erste Nennung von *G. ciliata* bei HP.1926: "vielerorts" im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet, jedoch am "linken Niederrhein noch nicht beobachtet". Bald erfolgte jedoch der Übertritt über den Rhein: Noch im Jahr 1926 wurde es vom Erstautor auch in Krefeld gefunden (HÖPPNER 1939: 222). Alle späteren Floren betonen die weitere rasche Ausbreitung und machen meistens nur allgemeine Häufigkeitsangaben, wie auch SCHULZ (1984) eine "sprunghafte Ausbreitung" ab 1930 konstatiert. Dabei scheint die Ausbreitung im Flachland weiter fortgeschritten zu sein als in Eifel und Ardennen (vgl. dL.1967, A.1979, dL.1983). Nach Müller (1962) war die Einbürgerung im angrenzenden Kreis Euskirchen damals bereits weit fortgeschritten.

Die Einwanderung im Untersuchungsgebiet ist heute sicherlich abgeschlossen, obwohl die Art an den Ufern des oberen Bereiches der Rur nicht nachgewiesen werden konnte (vgl. Karte 10). Die gewaltige Produktion flugfähiger Diasporen bei *Galinsoga* (vgl. HÖPPNER 1939) garantiert in Anbetracht der Vorkommen in direkter Umgebung, daß auch die Ufer der oberen Rur regelmäßig von den Diasporen erreicht werden.

Die charakteristischen Uferstandorte des Behaarten Knopfkrautes sind offene Stellen wie Uferabbrüche und Viehtränkstellen, des weiteren junge gröbere Sedimente, wie z.B. Kiesbänke.

Bemerkenswerterweise konnte die ebenfalls neophytische "Schwesterart" *G. parviflora* nie direkt am Ufer beobachtet werden, obwohl auch sie in der näheren Umgebung keineswegs selten ist (vgl. M.1992). Dieser standörtliche Unterschied findet in der dem Verfasser bekannten Literatur keine Erwähnung; nach HEGI VI/3 1979) ist *G. ciliata* stärker lehmbevorzugend und kommt dabei auch noch auf mäßig trockenen Standorten vor, *G. parviflora* sei stärker auf Sandbögen der Feuchtigkeitsstufe frisch bis mäßig frisch beschränkt. MEUSEL & JÄGER (1992) geben für *G. ciliata* eine bessere Ausnutzung hoher Stickstoffangebote an; dies könnte eventuell ein wesentlicher Faktor für das unterschiedliche Verhalten an den nährstoffreichen Ufern sein. Dagegen halten ELLENBERG et al. (1991) *G. parviflora* für stärker nitrophil.

Im Gegensatz zu dem Befund im Untersuchungsgebiet zählt CASPERS (1986: 61) in einer unkommentierten Artenliste von Buhnen am Rhein bei Köln beide Knopfkrauter auf. DIERSCHKE et al. (1983) nennen für Ufergesellschaften des Harzes nur *Galinsoga parviflora*, und ebenso fand SUKOPP (1963) *G. parviflora* als "häufigste Pflanze des *Bidention*" an der Berliner Havel.

Mittlerweile hat *G. ciliata* scheinbar im Untersuchungsgebiet den "Vorsprung" von *G. parviflora* aufgeholt, was im Norddeutschen Flachland länger dauerte als in vielen Gebieten Mittel- und Süddeutschland (HEGI l.c.). Gelegentlich wird der Verdacht geäußert, daß *G. ciliata* die zuerst dagewesene Art wieder verdrängt (z.B. dL.1983); MEUSEL & JÄGER (1992) bestreiten dies.

5.3.14. *Acorus calamus* L.

Der Kalmus ist von allen berücksichtigten Neophyten derjenige, der am längsten in Europa eingebürgert ist; als Arzneipflanze gelangte er bereits im 16. Jahrhundert aus dem südlichen und östlichen Asien hierher. Ausführlich wurde die Einführungsgeschichte von WEIN (1939-42) dargelegt.

In fast allen ausgewerteten Floren wird *Acorus calamus* als mehr oder weniger häufige Uferpflanze erwähnt, oft unter Aufzählung einzelner Fundorte; der dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene unter den genannten Fundorten ist Bergheim (Stadt an der Erft ca 15 km E Jülich, Angabe in L.1860). Auch kennt Br.1839 *Acorus* aus der Jülicher Umgebung, ohne aber konkrete Fundorte zu nennen.

Dieser Neophyt hat sein potentiell synanthropes Areal offenbar seit langem ausgefüllt; sollte sich seine Verbreitung in Zukunft ändern, dann wohl eher in Form eines Rückgangs; derartige Hinweise finden sich vereinzelt, so bei R.1972, bei ELLENBERG et al. (1991: 78), und auch innerhalb des Untersuchungsgebietes erscheint ein Rückgang nicht unwahrscheinlich.

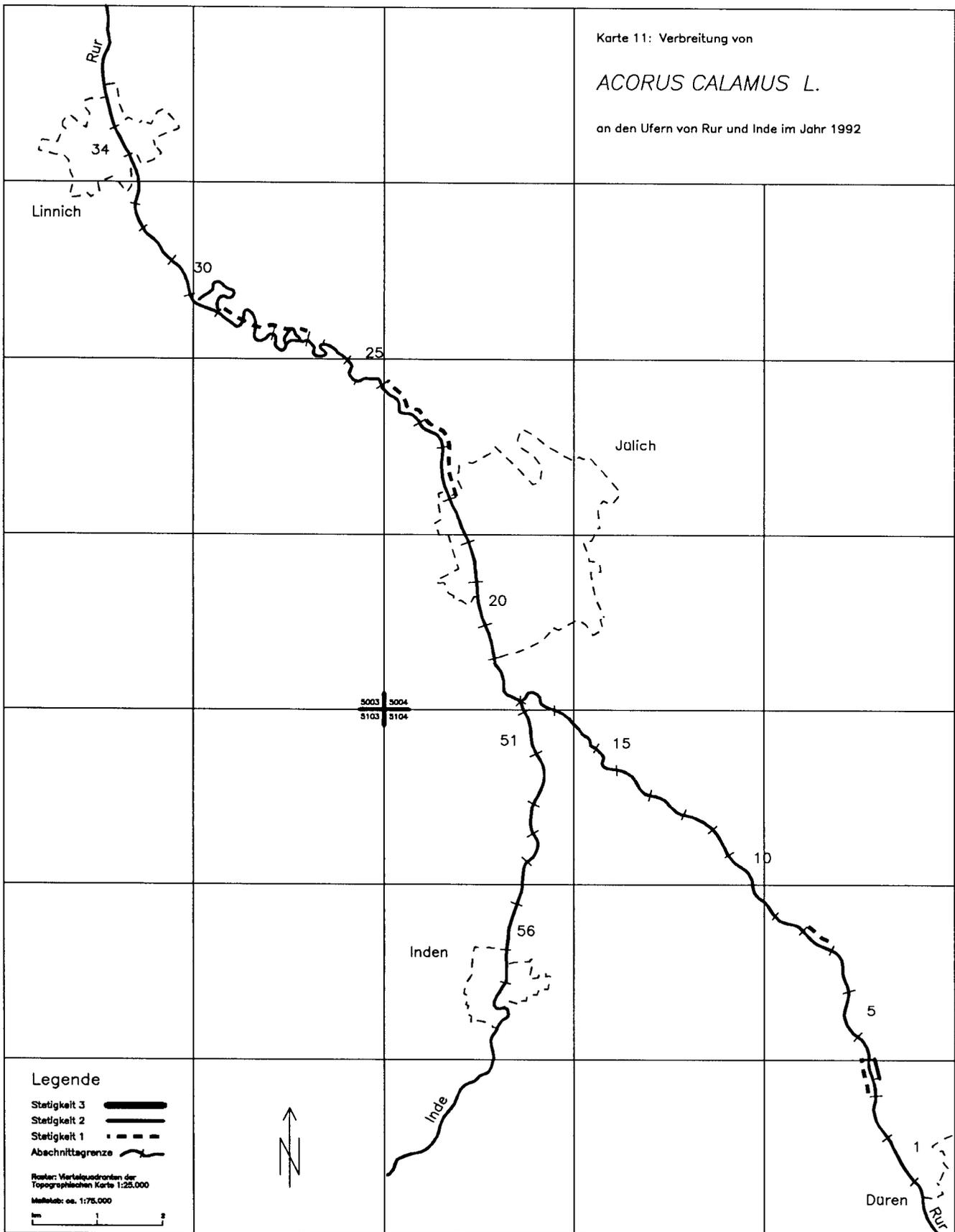
Die Angaben bei SCHWICKERATH (1962) boten die außergewöhnliche Möglichkeit, metergenau frühere Fundorte von *Acorus calamus* aufzusuchen und die Konstanz dieses Vorkommens zu überprüfen. Von insgesamt elf bei SCHWICKERATH genannten Vorkommen konnten nur zwei auch 1992 noch bestätigt werden (Abschnitt 3L), allerdings wurden auch hier nur recht junge Pflanzen gefunden, die kaum mit den von SCHWICKERATH beobachteten Exemplaren identisch sein dürften. Als Ursachen des Verschwindens einzelner Bestände kommen in jeweils einem Fall zunehmende Beschattung durch Gehölze (4L) und Ausbildung großer Uferanrisse (5L) in Frage; für die anderen Orte ist keine potentielle Ursache direkt beobachtbar. Unterdessen hat sich *Acorus calamus* an zwei Stellen in SCHWICKERATHs Kartierungsstrecke seit 1962 offenbar neu eingefunden (Abschnitte 3aR und 7R). Damit stehen elf ehemaligen nur vier aktuelle Vorkommen gegenüber.

Bei der Interpretation ist allerdings zu bedenken, daß SCHWICKERATH keinerlei Angaben über den Status der von ihm kartierten Arten machte; es ist letztendlich nicht

Karte 11: Verbreitung von

ACORUS CALAMUS L.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



auszuschließen, daß es sich bei den von ihm genannten Vorkommen an der damals gerade erst regulierten Rur um Anpflanzungen an Standorten handelte, die dem Kalmus nicht zusagten und wo er sich deshalb nicht halten konnte.

Weitere Indizien für einen möglichen Rückgang ergeben sich aus der Nennung von *Acorus calamus* als typische Uferpflanze für das damals in Planung befindliche Naturschutzgebiet "Rurauenwald/Indemündung" (BIRKIGT & BRAUKMANN 1974); 1992 wurde die Art dort nicht gefunden. Insgesamt wurde die Pflanze nur an acht der insgesamt 89 Kartierungsabschnitte nachgewiesen (Karte 11).

Vielleicht ist auch ein nicht konkret nachweisbarer, allgemeiner Rückgang von Großröhrichten erfolgt, wobei ein Rückgang des Kalmus nur einen Teilaspekt darstellen würde. POTT (1984) wies beispielhaft einen Rückgang von Röhrichten nach Flußausbau zumindest bei Betrachtung des gesamten Talraums nach. Die Ausführungen von PHILIPPI (1974) über das Oberrheingebiet lassen aber eher an eine Förderung der Großröhrichte im direkten Flußufer-Bereich durch Ausbaumaßnahmen denken, weil relativ gleichbleibender Wasserstand und verringerte Strömung sich positiv auswirken.

Der Status konkreter Einzelvorkommen von *Acorus calamus* ist teilweise schwierig zu beurteilen, da die Art relativ häufig angepflanzt bzw. in der freien Landschaft angesalbt wird (vgl. F.1988); auch zum Lebendverbau von Gewässerufeln wird der Kalmus empfohlen (WOLF 1977: 286). Dementsprechendes geschah vermutlich auch am Rur-Ufer bei Düren (oberhalb des Untersuchungsgebietes) vor wenigen Jahren im Zuge von Ufersicherungsmaßnahmen. Mit Sicherheit jedoch ist die Art im Gebiet auch fähig, sich selbständig vegetativ zu vermehren; dies zeigt sich beispielsweise am Aufkommen von Jungpflanzen auf einer offenen Schlammfläche am Abschnitt 3aR (s. Aufnahme Nr. 40 im Anhang C).

Aufgrund der bei der Mehrzahl der Bestände bestehenden Unsicherheiten über den Status wird der Kalmus jedoch nicht für den Neophyten-Index herangezogen.

Acorus calamus tritt im Untersuchungsgebiet sowohl gemeinsam mit anderen Röhrichtarten auf, als auch in mehr oder weniger reinen Beständen (vgl. Tab. 6). Nach HEJNY (1960) sind die ökologischen Ansprüche des Kalmus denen von *Glyceria maxima* ähnlich, jedoch fehlt ihm dessen Fähigkeit zur energischen Eroberung offener Uferflächen.

5.3.15. *Mimulus guttatus* FISCH. ex DC.

Die Gelbe Gauklerblume, eine eher zierliche Pflanze der Bachröhrichte und Flußufer, tritt nur an wenigen Stellen im Untersuchungsgebiet auf. Es handelt sich vermutlich um eine sehr junge Einwanderung; M.1992 nennt diese Art für die Umgebung von Jülich noch nicht.

In der Niederrheinischen Bucht sind wohl außer am Rheinufer (KNÖRZER 1963) keine Vorkommen bekannt.

Dieser ursprünglich ebenfalls als Zierpflanze aus Nordamerika eingeführte Neophyt ist für Deutschland zum ersten Mal bei Oldenburg 1824 als verwildert bekannt geworden (HEGI VI/1 1974), und wird im Rheinland wohl zuerst von B.1879 als sehr selten verwildert im Bereich der östlichen Eifel genannt. Die Schwerpunkte der Einbürgerung von *Mimulus guttatus* liegen nach OBERDORFER (1983b) in einigen Mittelgebirgen, wobei die nahegelegene Eifel jedoch nicht genannt wird, und auch in den westlichen Ardennen ist die Art nach dL.1967 und dL.1983 zwar eingebürgert, aber sehr selten (vgl. auch A.1979). Am Rheinufer ist die Art jedoch eingebürgert (KNÖRZER 1963).

Der größte an der Rur nachgewiesene Bestand erstreckt sich über mehrere Quadratmeter an einem flachen Uferbereich und befindet sich am rechten Ufer bei Düren etwas oberhalb der kartierten Flußstrecke (5104/443, R²⁵3280, H⁵⁶3000); er zeigt deutliche Einbürgerungstendenz. Im engeren Untersuchungsgebiet wurden lediglich zwei als unbeständig zu bezeichnende Vorkommen erfaßt:

- Abschnitt 1R, 5104/412: Rur unter der Autobahnbrücke unterhalb Düren auf dem Steinpflaster, rechtes Ufer, 5 blühende Stengel, 30.07.92 (vgl. Artenliste 3 im Anhang C).
- Abschnitt 52R, 5104/112: Inde SE Kirchberg, rechte Uferböschung etwa 250 m oberhalb der Brücke, wenige blühende Stengel in einer dichten *Urtica*-Herde (offensichtlich dieser Konkurrenz unterliegend), 16.09.92.

Hinweise auf weitere Ausbreitung sind in den ausgewerteten Florenwerken des Rheinlandes und seiner Umgebung nur spärlich (R.1972). Während in bezug auf Mitteleuropa auch HEGI (l.c.) die Einbürgerung weiter fortschreiten sieht, konstatieren ELLENBERG et al. (1991) keine Änderungstendenz der Häufigkeit, wenngleich letztere diese Einstufung als unsicher bezeichnen.

Für das Untersuchungsgebiet erscheint eine bevorstehende Einbürgerung als nicht unwahrscheinlich, da offenbar innerhalb kurzer Zeit mehrere bis zu 10 km entfernt voneinander liegende, zunächst unbeständige Vorkommen neu auftraten - auf diese Weise könnte sich durchaus eine Einbürgerung ankündigen.

5.3.16. *Foeniculum vulgare* MILL.

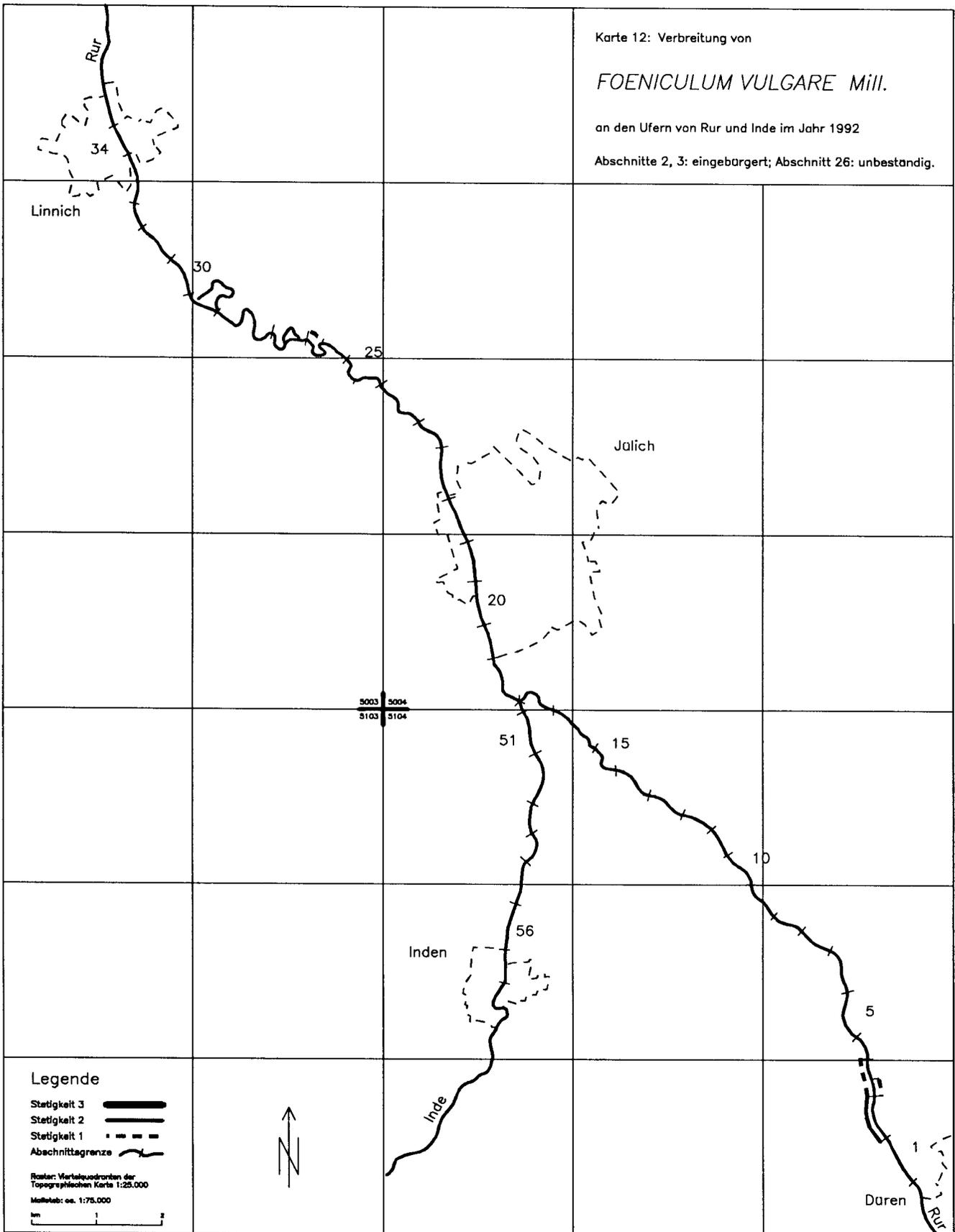
Der Fenchel, eine stattliche, bis zu mannshohe Apiacee, die seit langem als Arznei- und Gewürzpflanze angebaut wird, ist keineswegs ein für Flußufer typischer Neophyt. An den untersuchten Ufern der Rur wurde jedoch eine große wohl eingebürgerte Population sowie ein unbeständiges Vorkommen beobachtet (Karte 12).

Karte 12: Verbreitung von

FOENICULUM VULGARE Mill.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992

Abschnitte 2, 3: eingebürgert; Abschnitt 26: unbeständig.



Hinweise auf Anbau und Verwilderung sind in fast allen ausgewerteten Floren zu finden. Dabei werden Verwilderungen besonders für Schuttplätze oder siedlungsnaher Bereiche genannt (HP.1926, dL.1967); B.1879 nennt auch "Rheinufer bei Boppard". Die Vorkommen werden meistens als unbeständig bezeichnet (vgl. etwa F.1988), und nach HEGI ist *Foeniculum vulgare* nur "in den wärmeren Gegenden stellenweise eingebürgert".

Das Vorkommen in den Abschnitten 2 und 3 befindet sich in einem Bereich, in dem vor wenigen Jahren Ufersicherungsmaßnahmen durchgeführt wurden, und geht mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Ansaat zurück; dafür spricht auch die insgesamt intensive Begrünung des Bereiches durch Gehölzpflanzungen sowie das Auftreten von *Sanguisorba muricata*, der gegenwärtig - aus südeuropäischen Saatgutmischungen stammend und von Straßenböschungen und ähnlichen Standorten ausgehend - in Ausbreitung begriffen ist (ELLENBERG et al. 1991). Auch *Onobrychis viciifolia* wurde hier gefunden.

Die Vorkommen von *Foeniculum vulgare* können aufgrund ihres zufälligen Charakters bzw. des Ansaat-Verdachts für Berechnungen eines Neophyten-Index nicht herangezogen werden.

5.3.17. *Lycopersicon esculentum* MILL.

Die Tomate findet sich stellenweise zahlreich an Flußufern ein, besonders auf jungen Kies-, Sand- und Schlammhängen. Diese Vorkommen sind jedoch nur unbeständig, da die Pflanzen erst spät zum Blühen und dann in der Regel nicht mehr zum Fruchten kommen. Vegetative Vermehrungsmechanismen sind nicht bekannt.

Die Tomate gelangte bereits im 16. Jahrhundert nach Europa, diente jedoch bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts fast ausschließlich als Zierpflanze (HEGI V/4 1964); und erst mit dem dann einsetzenden verstärkten Anbau als Gemüsepflanze gingen zahlreichere Verwilderungen einher.

Die ältesten Hinweise auf Verwilderungen, besonders auf Schuttplätzen, fanden sich bei HP.1926; auch später wird immer wieder auf Verwilderung hingewiesen, ohne daß sich eine Änderungstendenz bezüglich der Häufigkeit der Verwilderung ablesen läßt. F.1988 führt *L. esculentum* in der Liste der Unbeständigen ohne Einbürgerungstendenz, M.1992 erwähnt die Pflanze nicht. Vorkommen der Tomate wurden nur zufällig notiert sind in der Artenliste (Anhang A) aufgeführt.

5.3.18. *Geranium pyrenaicum* BURM. f.

Der Pyrenäen-Storchschnabel stammt aus dem submediterranen Bereich und gelangte etwa um 1800 nach Deutschland (HEGI IV/3 1964). Er besiedelt bevorzugt ruderal Standorte und wird von OBERDORFER (1983b) als "Kulturfolger" bezeichnet; als *Artemisieta*-Klassencharakterart ist er keineswegs für Flußufer charakteristisch, wurde aber mehrfach an Uferböschungen im Untersuchungsgebiet registriert.

Im Rheinland wurden einzelne Verwilderungen schon früh beobachtet (z.B. W.1857, L.1860, H.1866), nach R.1972 in Westfalen sogar schon 1837. Eine deutliche Ausbreitung im Gebiet des Niederrheins wird aber erst bei BONTE (1916) und HP.1926 berichtet, bei letzteren u.a. mit einer Fundortmeldung für Aachen. Nach ROMPAEY & DELVOSALLE (1978) begann auch die Ausbreitung in Belgien etwa um 1930 und ging vom Südosten aus; fast alle unter den gesichteten Floren der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts bis hin zu dL.1983 vermerken weitergehende Ausbreitung. Selten oder fehlend ist die Art wohl noch in den höheren Lagen z.B. der Ardennen. Mehrere Angaben aus der Umgebung von Düren seit 1972 werden bei BANK-SIGNON & PATZKE (1986) aufgelistet. Nach M.1992 ist *G. pyrenaicum* um Jülich zerstreut anzutreffen.

An ufernahen Standorten ist dieser Neophyt (noch) als selten zu bezeichnen, einige Fundorte werden im Anhang A aufgeführt.

5.3.19. *Elodea canadensis* MICHX.

Die Kanadische Wasserpest wurde nach ihrem Erscheinen in Europa gebietsweise zu einem gefürchteten "Unkraut" in Flüssen und Kanälen, das durch starkes Wuchern Bootsverkehr und Fischerei behinderte (MEUSEL 1943:96; HEGI I/2 1981: 191). Die ersten Nachweise in Deutschland erfolgten 1863, am Niederrhein datiert die erste Meldung von 1866 (HEGI I/2 1936: 228, s.a. H.1866).

Wenig später meldet F.1878 Vorkommen in Stolberg (an der Inde), auch HP.1926 betonen "stellenweise häufig am Niederrhein". Gebietsweise soll es nach HEGI (l.c.) wieder zu einem Rückgang gekommen sein, während anderwärts die Ausbreitung anhielt.

Wahrscheinlich ist also, daß *E. canadensis* bereits um die Jahrhundertwende im Untersuchungsgebiet auftrat. Ob speziell hier seitdem wieder ein Rückgang oder eine Verringerung der Dominanz erfolgte, kann nicht beurteilt werden (zur Konkurrenz mit *E. nuttallii* siehe folgendes Kapitel).

5.3.20. *Elodea nuttallii* (PLANCH.) ST. JOHN

In stehenden oder auch in langsam fließenden Bereichen an den unteren Abschnitten der Rur wurde mehrfach Nuttalls Wasserpest beobachtet. Dieser Neankömmling wurde in den Niederlanden bereits 1941 nachgewiesen, wie dL.1967 berichtet; im Westen der Beneluxstaaten bestanden damals bereits eingebürgerte, aber insgesamt noch seltene Vorkommen. Die schnelle weitere Ausbreitung in den Niederlanden beschrieben beispielsweise in Friesland VAN DER PLOEG (1968) und in der Provinz Overijssel SEGAL & GROENHART (1967).

WOLFF (1980: 41) teilt eine Angabe für Kleve am Niederrhein von 1980 mit. Nach dL.1983 ist die Art auch im benachbarten Belgien in rascher Ausbreitung, und HERR (1985) bezeichnet sie als in den Niederlanden bereits weit verbreitet. In stehenden Gewässern der Ruraue in der Umgebung von Jülich findet sich *Elodea nuttallii* seit mindestens 1990 (KUNZE 1991).

Vereinzelt treten in der Rur auch Mischbestände von *E. canadensis* und *E. nuttallii* auf; ob hier ein Verdrängungswettbewerb zwischen zwei Neophyten stattfindet, kann nicht beurteilt werden. Nach HEGI (l.c.) bevorzugt *E. nuttallii* eher "nährstoffreiches und verunreinigtes Wasser" und verdrängt an bestimmten Stellen *E. canadensis*. DL.1967 wiesen auf eine Tendenz der Verdrängung von *E. canadensis* hin, unterließen diese Anmerkung jedoch in dL.1983. R.1972 stellte fest, daß sich auch *E. canadensis* in Westfalen gebietsweise noch ausbreitet.

5.3.21. *Heracleum mantegazzianum* SOMM. et LEV.

Die Herkulesstaude ist an ufernahen Standorten im Untersuchungsgebiet zerstreut anzutreffen, jedoch immer nur in geringer Individuenzahl; meistens findet man sogar nur die Grundblätter eines einzelnen diesjährigen Exemplars, das vermutlich gar nicht das imposante Stadium der Blüte erreichen wird. Alle registrierten ufernahen Vorkommen sind unbeständig, obwohl Flußufer und -auen eigentlich zu den bevorzugten Standorten der Art gehören (DIERSCHKE 1984b) und *H. mantegazzianum* nach M.1992 um Jülich auch eingebürgert auftritt.

Um 1890 wurde die aus dem Kaukasus stammende Art nach Mitteleuropa eingeführt und verwilderte bald darauf stellenweise. Wie DIERSCHKE (l.c.) feststellte, findet man "insgesamt aber nur wenige Hinweise in der Literatur"; die erste Erwähnung in den ausgewerteten Floren stammt von dL.1967. Die gegenwärtige Expansion (ELLENBERG et al. 1991) und gebietsweise Einbürgerung der Herkulesstaude, die mittels häufiger Aussaat durch Imker noch gefördert wird, ist also ein sehr junges Phänomen. Für die Ufer der Ahr

(Mittelrheingebiet) nannte KRAUSE (1990) einzelne Fundorte und erwartete die feste Einbürgerung. Um eine nicht auszuschließende weitere Ausbreitung und Einbürgerung von *Heracleum mantegazzianum* an den untersuchten Ufern von Rur und Inde später zurückschauend dokumentieren zu können, werden alle Beobachtungen des Verfassers im Jahr 1992 im Anhang A aufgeführt.

Auf systematische und taxonomische Schwierigkeiten bei in Vorderasien beheimateten *Heracleum*-Sippen weist HEGI (V/2 1965) hin. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß HP.1926 zwar *H. mantegazzianum* nicht erwähnt, jedoch den ähnlichen *H. persicum* DESF. als "Zierpflanze, die selten verwildert", aufzuführen. Nach DIEKJOBST (1988: 38) konnte *H. persicum* in Nordrhein-Westfalen unter den "jüngeren geprüften Verwilderungen" großwüchsiger *Heracleum*-Sippen "nie gefunden werden".

5.3.22. *Symphytum x uplandicum* NYMAN

Bei diesem Beinwell handelt es sich um eine "kritische Sippe" mit unsicherer Herkunft, der an der Rur an zwei Stellen gefunden wurde. Nach HEGI (V/3 1966) handelt es sich "höchst wahrscheinlich" um einen Bastard aus dem heimischen *S. officinale* und dem aus dem Kaukasus eingeführten *S. asperum*. Die Unterscheidung dieser und weiterer aus dem Kaukasus eingeführter Sippen ist problematisch, und beispielsweise A.1979 bringt nur eine gemeinsame Verbreitungskarte für *S. asperum* und *S. x uplandicum*, versehen mit dem Hinweis auf häufige Verwechslung. Die Bestimmung der an der Rur gefundenen Exemplare erfolgte nach ROTHMALER (1988); *S. asperum* konnte im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden.

Beide Taxa sind nach HEGI (l.c.: 2222) "an zahlreichen Orten bereits völlig eingebürgert, besonders seit 1900". Zu berücksichtigen ist dabei, daß diesen Angaben nicht der neueste systematische Erkenntnisstand zugrundeliegt.

In den ausgewerteten Floren finden sich infolge der systematischen Schwierigkeiten kaum brauchbare Angaben zur Ausbreitung des Bastards; die erste Erwähnung erfolgt bei HP.1926 (als *S. coeruleum* PETITMENGIN, "seltene Zierpflanze"). Nach dL.1983 jedoch habe *S. x uplandicum* die Elternart fast überall verdrängt. Die Niederrheinische Bucht ist die einzige Großlandschaft Nordrhein-Westfalens, für die F.1988 noch keinen Nachweis kannte. Auch M.1992 nennt die Sippe nicht.

Von den beiden nachgewiesenen Vorkommen an der Rur ist nur eines als spontan und evtl. eingebürgert zu betrachten;

- 5003/24, Abschnitt 26aR: rechtes Rur-Ufer NE Barmen, auf der Halbinsel, beim Hochstand; unbeständig, evtl. aus Anpflanzung!; 20.08.92, Hb GK 92-322

Der einheimische *S. officinale* ist eine besonders an der Rur häufige Uferpflanze.

5.3.23. Sonstige Neophyten

Weitere Arten, die zumindest in bestimmten Gebieten Mitteleuropas in Ausbreitung begriffen sind oder verwildern, wurden 1992 an Rur und Inde beobachtet; sie spielen hier aber (noch) keine wesentliche Rolle, teilweise handelt es sich um Einzelfunde.

Epipactis helleborine: ein Exemplar dieser einheimischen Orchidee wurde am Ufer der Inde unterhalb Inden (Kartierungsabschnitt 56R) beobachtet. Anscheinend ist die Art in der Rurniederung um Jülich in Ausbreitung begriffen; auf mehreren Dauerbeobachtungsflächen ist sie nach KUNZE (in Vorber.) seit 1989 neu aufgetreten. Massenhaft wuchs *E. helleborine* 1992 auch in dem Pappelforst zwischen den Jülicher Kiesseen und dem Rur-Ufer (beim Abschnitt 19L, vgl. Aufn. 56 im Anhang C), ohne daß dem Verfasser Vergleichsdaten aus Vorjahren vorliegen.

SEBALD (1976) wies darauf hin, daß sich *Epipactis helleborine* in gedüngten Wäldern ausdehnt. R.1972 weist für Westfalen auf eine allgemeine Ausbreitung während der letzten 100-150 Jahre hin; ein solcher Vorgang wird jedoch in keiner anderen unter den ausgewerteten Floren erwähnt. Vermutlich handelt es sich um ein recht junges Phänomen.

Lupinus polyphyllus: Diese häufig zwecks Böschungsbefestigung u.ä. angesäte und gebietsweise eingebürgerte Lupine tritt an einigen Uferstellen im Untersuchungsgebiet unbeständig auf. Es handelt sich immer nur um wenige Pflanzen auf trockeneren Standorten, beispielsweise auch auf Steinpflastern im Bereich der Wehre.

Mentha spec.: An der Ufern von Rur und Inde treten mehrere *Mentha*-Sippen auf, die aufgrund häufiger Bastardisierung und großer Variabilität auch der Elternarten schwierig zu bestimmen sind. Einige Sippen der Gattung sind als Neophyten zu betrachten, da sie als Kulturpflanzen eingeführt wurden (mehrere Sippen werden als "Pfefferminze" angebaut) und dann verwilderten; andere sind in Kultur oder spontan als neue Hybriden entstanden und haben sich anschließend neophytisch ausgebreitet. Vielfach ist die Herkunft einzelner Sippen noch nicht bekannt.

Eine umfassende Bearbeitung von gesammeltem Material war dem Verfasser bisher nicht möglich. Als im Untersuchungsgebiet sehr wahrscheinlich neophytische Sippe kann aber *M. x niliaca* JUSS. ex JACQ. angeführt werden: an der Rur in 34L (Hb GK 92-306, det. W. Schnedler), auch auf der oberen Insel im Abschnitt 3, besonders aber an der Inde recht häufig zu finden, so z.B. in 50L (Hb GK 92-357), 52L, 53L, 55L+R, 56L und 57L.

Für die "Indemündung" geben BANK-SIGNON & PATZKE (1986:134) "*Mentha x villosa*" an; vermutlich ist hier die selbe Sippe gemeint wie mit *M. x niliaca* JUSS. ex JACQ.. Zahlreiche Fundorte von *Mentha*-Bastarden aus dem Rheinland finden sich bei BODEWIG (1940), darunter jedoch keiner aus dem Untersuchungsgebiet.

Oenothera spec.: Vertreter dieser Gattung besiedeln hin und wieder die Oberkanten von größeren Uferabbrüchen, wo trotz horizontaler Nähe zum Gewässer aufgrund des vertikalen Abstandes eher trockene Standortbedingungen herrschen, wie sie von den meisten *Oenotheren* bevorzugt werden. Wegen der systematischen Schwierigkeiten bei diesen noch in rasanter evolutiver Entwicklung befindlichen Sippen wurden sie hier nicht weiter differenziert und können lediglich dem *Oe. biennis*-Aggregat zugeordnet werden.

Coronopus didymus: Dieser unscheinbare südamerikanische Krähenfuß hatte 1992 einen großen Bestand im Bereich 24R:

5004/31: Ruderalflur am Rur-Ufer S Broich, nahe dem Sportplatz: lückige trittbeeinflusste Vegetation auf kiesig-sandigem Untergrund, 22.07.92 (Hb GK 92-255)

Der einjährige Neophyt wurde in der Niederrheinischen Bucht bisher nur selten nachgewiesen; er befindet sich wohl noch in Ausbreitung.

Picris echioides: der Wurmlattich tritt in Deutschland wohl nur unbeständig auf und konnte in einem Einzelexemplar in 52L beobachtet werden:

5104/11: Inde SE Kirchberg, linkes Ufer 20 m oberhalb der Einleitungsstelle für Sumpfungswässer, Höhe "Fuchstal", 16.09.92 (Hb GK 92-375)

Nach F.1988 wird die Art meist mit Vogelfutter eingeschleppt.

Robinia pseudacacia: Selten findet sich dieser Baum in Ufernähe und dann meist nur auf sandigem oder kiesigem Substrat, so an der Rur z.B. in 16L sowie ein ausgewachsenes Exemplar im Saum des naturnahen Auwaldes in 18R; an der Inde in 57L.

Laburnum anagyroides: ein junges, sicherlich wildwachsendes Exemplar dieses Zierstrauchs wurde an der Rur gefunden:

5104/41: Rur E Merken: Ruderalflur auf der unteren der beiden Inseln, Strauch ca. 2m hoch; 16.09.92, Hb GK 92-371

SCHMITZ (1991) führt die Art, wie auch die folgende, nicht unter den im Raum Aachen häufiger verwilderten neophytischen Sträuchern auf.

Symphoricarpos rivularis: die häufig als Zierpflanze kultivierte Schneebeere verwildert besonders in Auenwäldern; im Untersuchungsgebiet wurde ein großer Bestand am Rur-Ufer N Barmen, im Bereich des NSG "Kellenberger Kamp" festgestellt; es ist nicht auszuschließen, daß der Bestand direkt auf eine Anpflanzung zurückgeht (vgl. die Bemerkungen zu *Reynoutria sachalinensis*); jedenfalls zeigt er eine deutliche Ausbreitungstendenz entlang des Ufers.

5.4. Zur Veränderung der Uferflora im oberen Bereich der Rur

Kurz nach dem Ausbau der Rur untersuchte SCHWICKERATH (1962) den Uferbewuchs im oberen Bereich der Rur; er kartierte im Bereich der Abschnitte 2 bis 6 und 11 bis 13 metergenau alle vorkommenden Uferpflanzen. Dabei fand er außer *Acorus calamus* (Kap. 5.3.14) keinen einzigen Neophyten. Hieraus kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit abgeleitet werden, daß alle heute dort auftretenden Neophyten erst nach 1962 eingewandert sind.

Allerdings ergeben sich beim Versuch des Vergleichs von SCHWICKERATHs Angaben mit den heutigen Verhältnissen gravierende methodische Schwierigkeiten, da er trotz akribischer Längenmessungen nicht angab, wie der von ihm berücksichtigte Uferstreifen in der Breite begrenzt war; eine die Vermessungen erläuternde Beschreibung der Ufervegetation findet sich ebenfalls nicht.

Da nach SCHWICKERATHs Angaben 1962 meistens nur sehr wenige, auf einige Strecken sogar nur eine Art pro Meter Ufer vorhanden war, ergeben sich zwei Vermutungen: entweder waren die Ufer damals tatsächlich noch sehr vegetationsarm, oder er berücksichtigte nur einen sehr schmalen Uferstreifen entlang der Mittelwasserlinie.

Tab. 13: Vergleich der Uferflora 1962 und 1992

	Abschnitt 4R		Abschnitt 13R		Gesamt-
	1962	1992	1962	1992	Häufigkeit ¹ 1962
Achillea ptarmica	-	+	-	-	-
Acorus calamus	-	-	+	-	2
Agropyron repens	-	+	-	+	-
Agrostis stolonifera	-	-	-	+	-
Alisma plantago-aquatica	-	-	-	-	2
Angelica sylvestris	-	+	-	-	-
Artemisia vulgaris	-	+	-	+	-
Atriplex prostrata	-	-	-	+	-
Barbarea vulgaris	-	+	-	-	-
Bidens frondosa	-	+	-	-	-
Bidens tripartita	-	-	+	-	3
Calystegia sepium	-	+	-	+	3
Cardamine amara	-	-	-	+	-
Carduus crispus	-	+	-	+	-
Cirsium arvense	-	+	-	+	-
Cuscuta europaea	-	+	-	+	-
Dactylis glomerata	-	-	-	+	-
Deschampsia cespitosa	-	-	-	-	2
Eleocharis palustris	-	-	-	-	2
Epilobium adenocaulon	-	-	-	+	-
Epilobium hirsutum	-	+	+	+	3
Eupatorium cannabinum	-	+	-	-	1
Filipendula denudata	-	+	-	-	-
Galeopsis tetrahit	-	+	-	+	-
Galium aparine	-	+	-	+	-
Glyceria fluitans	-	-	+	-	3
Glyceria maxima	-	+	-	+	2
Holcus lanatus	-	+	-	+	-
Humulus lupulus	-	-	-	+	1
Impatiens glandulifera	-	+	-	+	-
Iris pseudacorus	-	+	-	+	1
Juncus effusus/"congl."	-	+	+	+	2
Juncus inflexus	-	+	-	-	-
Lemna minor	-	+	-	+	-
Lycopus europaeus	-	+	-	+	1
Lythrum salicaria	-	+	-	+	1
Mentha aquatica	-	+	-	-	3
Mentha spec.	-	-	-	+	-
Myosotis palustris agg.	-	+	-	+	-
Myosoton aquaticum	-	+	-	+	-
Nasturtium officinale	-	+	-	+	2
Phalaris arundinacea	+	+	+	+	3
Poa palustris	-	+	-	+	-
Poa trivialis	-	+	-	-	-
Polygonum hydropiper	-	+	+	+	3
Ranunculus repens	-	+	-	+	-
Ranunculus sardous	-	+	-	-	-
Ranunculus sceleratus	-	-	-	-	1
Rorippa palustris	-	-	-	-	1
Rumex obtusifolius	-	+	-	-	-
Scrophularia auriculata ²	-	+	-	+	-
Scrophularia umbrosa ²	-	+	-	-	2
Senecio inaequidens	-	+	-	-	-
Solanum dulcamara	-	+	-	+	1
Sonchus arvensis	-	+	-	-	-
Sparganium erectum ³	+	+	+	+	3
Stachys palustris	-	+	-	+	1
Stellaria nemorum	-	-	+	-	1
Symphytum officinale	-	+	-	+	-
Typha latifolia	-	-	-	-	1
Urtica dioica	-	+	-	+	3
Veronica beccabunga	-	-	-	-	1
Gesamt-Artenzahl	2	44	9	37	

¹ nach SCHWICKERATH (1962: 9), vereinfacht; 3=häufig, 2=zerstreut, 1=selten

² vgl. die Anmerkung im Text

³ die Unterarten wurden von SCHWICKERATH nicht unterschieden

Um doch wenigstens eine grobe Einschätzung über die Veränderungen innerhalb der letzten 30 Jahre zu ermöglichen, wurden 1992 für zwei repräsentative Teilbereiche Artenlisten erstellt, und zwar für die Kartierungsabschnitte 4R und 13R. Dabei wurde das "Ufer", abweichend von der Definition in Kap. 4.2. - aber in Anlehnung an die vermutliche Methode SCHWICKERATHs - als ein Streifen bis 50 cm oberhalb der sommerlichen Mittelwasserlinie definiert; stark gestörte Bereiche, z.B. Trittstellen durch Angler, wurden ausgeklammert. Ebenso blieben die von SCHWICKERATH aufgeführten Wasserpflanzen und Gehölze unberücksichtigt.

Ein vorsichtiger Vergleich ergibt, daß sich die Artenzahlen innerhalb der beiden nachkartierten Strecken seit 1962 wohl vervielfacht haben (vgl. Tab. 13). SCHWICKERATH fand innerhalb von etwa sieben Kilometern Uferstrecke insgesamt 29 Arten; von diesen konnten 18 bereits innerhalb der exemplarisch nachkartierten Abschnitte (insgesamt ca. ein Kilometer) nachgewiesen werden. Acht weitere kommen nach meinen Beobachtungen in der Nähe am Ufer noch vor, die restlichen drei Arten sind eventuell wieder verschwunden (darunter *Eleocharis palustris*). Auch für weitere typische Uferpflanzen ergeben sich zwar Hinweise auf einen Rückgang, so für *Bidens tripartita* und *Alisma plantago-aquatica*; viele andere typische Uferbewohner sind jedoch neu hinzugekommen, etwa *Myosotis palustris* oder *Cuscuta europaea*. Insgesamt traten an den beiden nachkartierten Uferstrecken 33 Arten auf, die SCHWICKERATH in seinem gesamten Untersuchungsgebiet noch nicht gefunden hatte - hierunter sind vier Neophyten. Erstaunlich ist nebenbei, daß er für seine gesamte Kartierungsstrecke nur *Scrophularia umbrosa* angibt, nicht aber die heute deutlich häufigere *S. auriculata* (vgl. Anhang B).

Wahrscheinlich hat eine Entwicklung von lückigen, artenarmen Pionierstadien zu einem Uferbewuchs stattgefunden, der auch auf kleinen Strecken das typische Arteninventar relativ vollständig enthält. Hinweise auf einen Rückgang des *Phalaris*-Streifens wurden bereits in Kap. 5.2.2. diskutiert. Die von SCHWICKERATH auf weiten Strecken als kontinuierlich angegebenen Weidenschößlinge sind mittlerweile offensichtlich auf weiten Strecken wieder entfernt worden; über die Nachteile dieser in einigen Bauabschnitten ursprünglich angewandten Methode der Ufersicherung vgl. WERMELSKIRCHEN (1975).

5.5. Neophyten-Index (NI)

Die Ergebnisse der Berechnungen werden tabellarisch dargestellt und hier zusammenfassend beschrieben. Acht Neophyten wurden als geeignet befunden, im Untersuchungsgebiet in die Berechnung des Neophyten-Index einzugehen; es handelt sich um die folgenden Arten: *Impatiens glandulifera*, *Reynoutria japonica*, *Solidago gigantea*, *Hesperis ma-*

Tab. 14: Neophyten-Index der Kartierungsabschnitte sowie Mittlerer Neophyten-Index der Bereiche

Bereich / Abschnitt	links	Neophyten-Index rechts	zusätzl. ¹	Mittlerer NI des Bereichs
RUR: Oberer regulierter Bereich				
1	4	2	.	
2	4	4	.	
3	2	2	1	
4	3	2	.	
5	2	2	.	
6	2	2	.	
7	1	1	.	2,1
8	1	1	.	
9	2	4	.	
10	2	1	.	
11	2	3	.	
12	1	2	.	
13	2	2	.	
14	2	2	.	

NSG "Rurauenwald/Indemündung" oberhalb Indemündung				
15	3	2	.	
16	1	2	.	2,0
17	3	1	.	

NSG "Rurauenwald/Indemündung" unterhalb Indemündung				
18	9	5	.	7,0

Regulierter Bereich bei Jülich				
19	6	4	.	
20	4	4	.	
20a	4	5	.	5,4
21	7	6	.	
22	6	5	.	
23	8	6	.	

NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich"				
24	9	11	.	
25	7	10	7	
26	5	3	11	7,4
27	6	3	.	
28	7	10	.	

Unterer regulierter Bereich				
29	9	8	.	
30	4	5	.	
31	4	5	.	5,6
32	6	6	.	
33	7	6	.	
34	3	4	.	

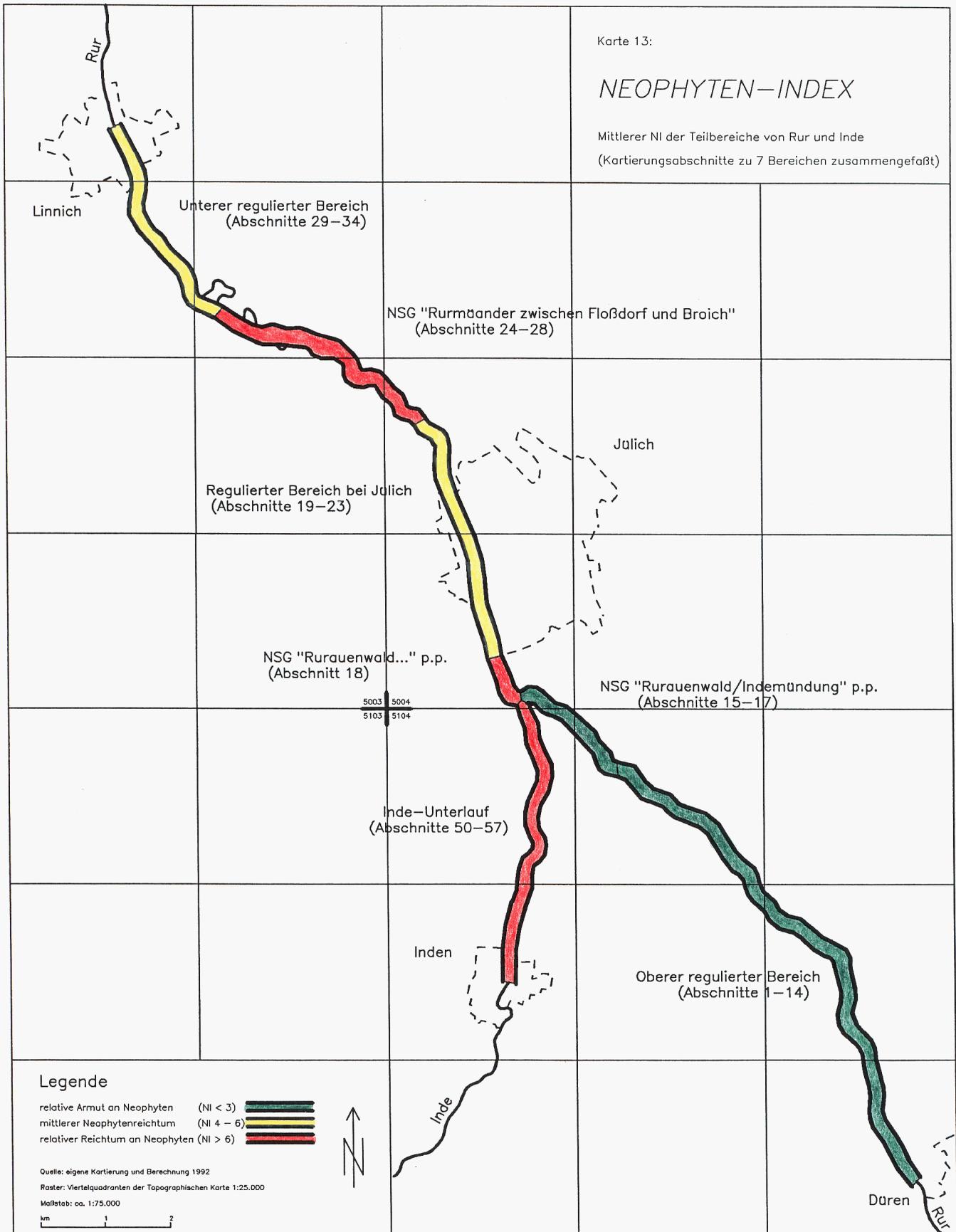
LNDE: Unterlauf				
50	4	2	.	
51	8	7	.	
52	7	8	.	
53	6	5	.	6,5
54	8	8	.	
55	6	8	.	
56	10	8	.	
57	5	4	.	

¹bei weiterer Untergliederung der Kartierungsabschnitte (vgl. Tab. 17)

Karte 13:

NEOPHYTEN-INDEX

Mittlerer NI der Teilbereiche von Rur und Inde
(Kartierungsabschnitte zu 7 Bereichen zusammengefaßt)



tronalis, *Bidens frondosa*, *Epilobium adenocaulon*, *Galinsoga ciliata* und *Senecio inaequidens*. Neben typischen Ufer-Neophyten wurden also auch mehrere der meist kleinwüchsigen Arten berücksichtigt, die vor der Hochstaudenzone zum Wasser hin stehen (Kap. 2.2.); sie zeigten insgesamt Verbreitungsbilder, die denen der ersten Gruppe sehr ähnlich sind.

Die Ergebnisse sind in Tab. 14 dargestellt; diese enthält gleichzeitig eine gliedernde Zusammenfassung der Kartierungsabschnitte zu sieben Bereichen (vgl. Kap. 4.3.1.), sowie die mittleren Neophyten-Indices für diese Bereiche.

Es ergeben sich deutliche Unterschiede in den Neophyten-Indices verschiedener Bereiche; innerhalb der Bereiche sind die Werte jedoch relativ einheitlich. Dies ist ein Hinweis auf die hohe Aussagekraft des Neophyten-Index (vgl. auch Kap. 6.2.). Die klassifizierten mittleren NI der einzelnen Bereiche sind in Karte 13 dargestellt.

Im oberen regulierten Bereich der Rur wird maximal ein NI von 4 erreicht, der mittlere NI beträgt 2,2. Auch im NSG "Rurauenwald /Indemündung" bleibt der NI oberhalb des Zusammenflusses unter 4 bei ähnlich geringem mittleren NI. Unterhalb der Indemündung jedoch steigt der NI sprunghaft an und erreicht gleich in 18L den Wert 9; ab hier liegt der mittlere NI für jeden der Bereiche deutlich über 5. Einzelne Kartierungsabschnitte erreichen einen NI von 10 oder mehr, nur selten treten solche mit $NI < 4$ auf. Im NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" erreicht der mittlere NI den Spitzenwert von 7,6 und liegt damit noch deutlich höher als in den benachbarten regulierten Bereichen. Auch die Inde weist durchweg relativ hohe NI auf, der mittlere NI liegt bei 6,5. Der geringe Wert in 50R erklärt sich z.T. aus der geringen Länge dieses Kartierungsabschnitts.

Es ergibt sich hiermit insgesamt eine Tendenz, die auch schon in den Verbreitungsbildern mehrerer einzelner Neophyten erkennbar wurde: deutliche Unterschiede in der Häufigkeit an der Inde und im oberen Bereich der Rur zeigen sich etwa bei *Hesperis matronalis*, *Epilobium adenocaulon* oder *Bidens frondosa*.

Die Berechnungsweise des NI wird in Tabelle 15 mit einfacheren Zählmethoden verglichen, um beurteilen zu können, ob aus dem recht komplizierten Verfahren ein Gewinn an Aussagekraft resultiert. Zunächst wird den Ergebnissen des NI eine einfache Zählung der am jeweiligen Kartierungsabschnitt auftretenden Neophyten gegenübergestellt, d.h. die Häufigkeit geht nicht in die Berechnung ein (NI_Z). Eine weitere Vergleichsberechnung berücksichtigt auch unbeständige Vorkommen (NI_{ZU}), wieder unter Außerachtlassung der Häufigkeiten. Selbstverständlich werden in allen Varianten nur die systematisch kartierten Sippen berücksichtigt.

Tabelle 15: Vergleich des Mittleren Neophyten-Index der Bereiche mit vereinfachten Berechnungsverfahren

	NI	NI _Z	NI _{ZU}	NI _U
Oberer regulierter Bereich	2,1	1,7	1,9	2,4
NSG "Rurauenwald" oberhalb Indemündung	2,0	1,8	1,8	2,0
NSG "Rurauenwald" unterhalb Indemündung	7,0	4,5	4,5	7,0
Regulierter Bereich bei Jülich	5,4	3,8	3,9	5,6
NSG "Rurmäander zw. Floßd. u. Broich	7,4	4,8	5,3	7,9
Unterer regulierter Bereich	5,6	3,3	3,5	5,8
Inde-Unterlauf	6,5	4,6	4,7	6,6

NI_Z - einfache Zählung der eingebürgerten Neophyten (ohne Berücksichtigung der Stetigkeit)

NI_{ZU} - einfache Zählung der aller Neophyten incl. der Unbeständigen (ohne Berücksichtigung der Stetigkeit)

NI_U - einfache Zählung der aller Neophyten incl. der Unbeständigen (mit Berücksichtigung der Stetigkeit)

(vollständige Ergebnistabellen s. Anhang)

Es ergeben sich in beiden Fällen Werte, die insgesamt geringer sind als der NI; in der vergleichenden Gesamtschau der verschiedenen Bereiche ergibt sich jedoch das gleiche Bild wie beim NI, wenn auch weniger scharf. Minimale und maximale durchschnittliche NI für einzelne Bereiche unterscheiden sich nicht so deutlich; ein Unterschied im Neophytenreichtum wird folglich weniger deutlich herausgearbeitet.

Sehr ähnliche Aussagen wie beim NI ergeben sich, wenn zwar die Häufigkeit mit einbezogen wird, jedoch der Status der Vorkommen unberücksichtigt bleibt, also gegenüber dem NI auch Unbeständige mit einbezogen werden (NI_U). Allgemein ergeben sich etwas höhere Werte. Es tritt jedoch der Effekt auf, daß einzelne Abschnitte Extremwerte erreichen (vgl. Tab. 20 im Anhang F: 2R, 26aR), wenn besondere Bedingungen vorliegen, etwa das gehäufte Auftreten von Unbeständigen aus Ansaaten (Kartierungsabschnitt 2R). Diese Tendenz deutete sich bereits beim NI_{ZU} an.

5.6. Bestockungsgrad

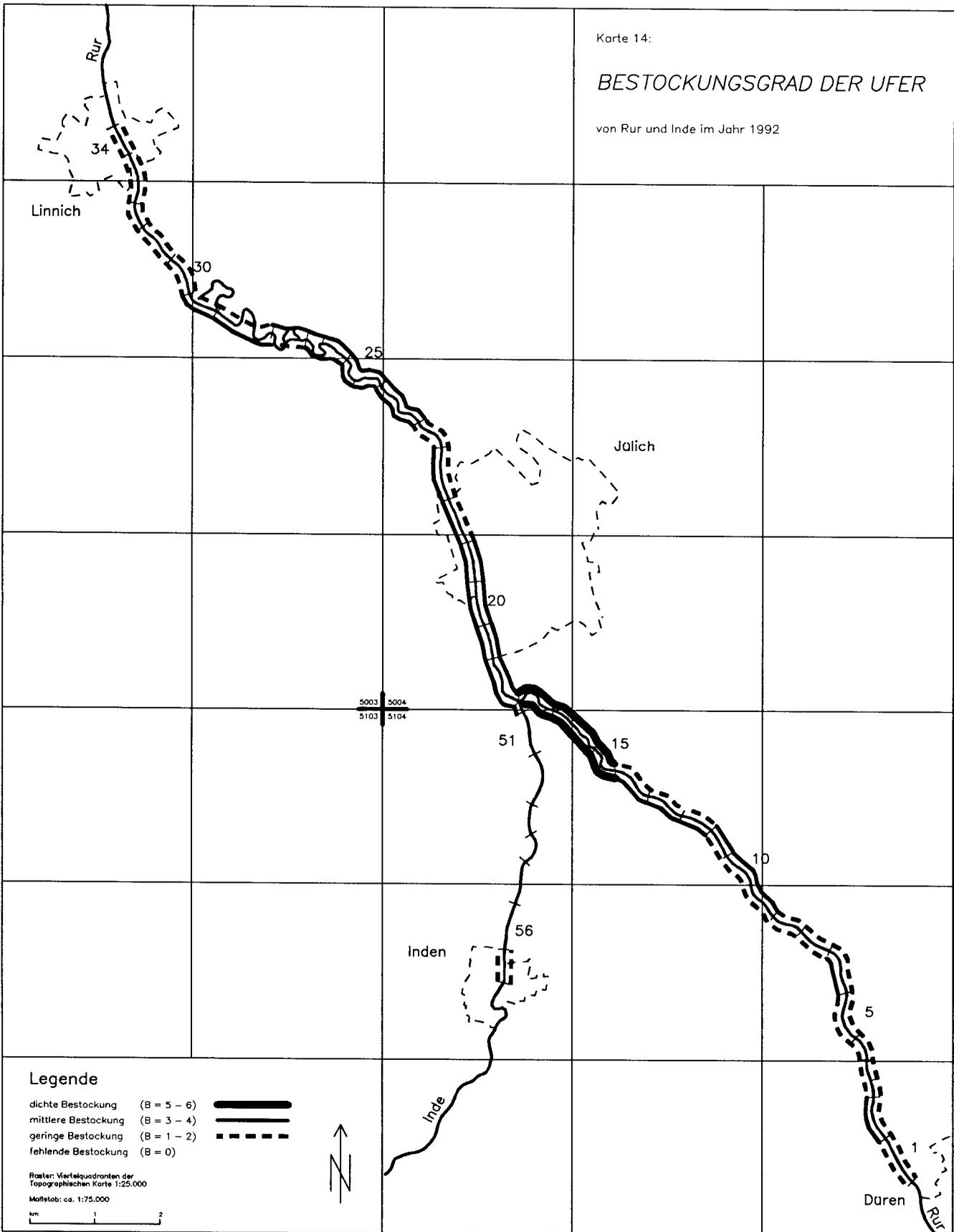
Aus den Geländedaten ergaben sich deutliche Unterschiede bezüglich beschattendem Gehölzbewuchses an den Ufern. Der für jeden Kartierungsabschnitt bestimmte Bestockungsgrad ist im Überblick in Karte 14 dargestellt; dabei wurden insgesamt 4 Klassen des Bestockungsgrades gebildet, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen, und um nicht durch allzu feine Differenzierung eine zu hohe Genauigkeit vorzutäuschen (vgl. Kap. 4.5.).

Abschnitte ohne jeglichen Gehölzbewuchs im engeren Uferbereich sind an der Rur nicht zu finden, für die Inde jedoch ist diese Situation, die dem Fluß ein besonders naturfernes,

Karte 14:

BESTOCKUNGSGRAD DER UFER

von Rur und Inde im Jahr 1992



kanalartiges Aussehen verleiht, charakteristisch (Abb. 3). An der Rur herrscht eine mehr oder weniger lückenhaft Bestockung durch angepflanzte Gehölze vor; ein hoher Bestockungsgrad infolge direkt angrenzenden Auwaldes, der mehr oder weniger der natürlichen Situation entspricht, wird nur im Bereich des Naturschutzgebietes "Rurauenwald/Indemündung" erreicht. Im Naturschutzgebiet "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" führt die meist direkt angrenzende Driesch-Nutzung mit ihren Pappel-Pflanzungen zu einem Bestockungsgrad, der gegenüber ausgebauten Abschnitten etwas erhöht ist; mit einem naturnahen Auwald ist die Situation jedoch nicht vergleichbar.

5.7. Gewässergüte

Die vom Landesamt für Wasser und Abfall des Landes Nordrhein-Westfalen (LWA) ab dem Untersuchungsjahr 1982 jährlich veröffentlichten Gewässergüteberichte beurteilen alle größeren Fließgewässer des Landes anhand eines bundesweit einheitlichen Systems von Gewässergüteklassen. Für die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Flußstrecken von Rur und Inde wurde die Zuordnung zu den Gewässergüteklassen nach LWA (1983-90) in Tabelle 16 zusammengestellt. Dabei wurden die Kartierungsabschnitte zu insgesamt sechs längeren Flußabschnitten zusammengefaßt, die den kleinsten Einheiten der Gewässergüte-Bonitierung entsprechen. Für jeden dieser sechs Abschnitte wird die zeitliche Entwicklung der Belastungen im Laufe der 80er Jahre sichtbar.

Bei der Betrachtung der Werte kann der Eindruck nur relativ geringer Unterschiede entstehen. Es ist jedoch zu beachten, daß die Bonitierung der Gewässergüte lediglich vier Kategorien umfaßt, die mit ganzzahligen römischen Ziffern bezeichnet werden (Pessimalwert IV). Daneben werden mit Termini wie *kritisch belastet* auch die jeweiligen Zwischenstufen belegt (es ergeben sich also insgesamt sieben Güteklassen). Der Unterschied der Gewässergüte ist deshalb auch bei einem Unterschied der Werte von lediglich 1 beträchtlich. Weiterhin werden noch feinere Differenzierungen vorgenommen (etwa "Übergangsbereich der Güteklassen II-III zu III"), was die Übersichtlichkeit des Systems nicht unbedingt erhöht.

Insgesamt traten in diesem Zeitraum Güteklassen von *mäßig belastet* (II) über *kritisch belastet* (II-III) bis hin zu *stark verschmutzt* (III) auf. Es zeigt sich dabei eine charakteristische räumliche Differenzierung der Verschmutzungen. Der obere Bereich der Rur zwischen Düren und der Indemündung wurde fast ohne Unterbrechung als nur *mäßig belastet* eingestuft. Unterhalb der Indemündung bis Linnich dagegen waren zunächst Zustände *starker Verschmutzung* oder *kritischer Belastung* charakteristisch; ab Mitte des

Tabelle 16: Gewässergüte von Rur und Inde in den achtziger Jahren

	81	83	84	85	86	87	89	Mittel ¹
Düren - Zufluß Dürener Mühlenteich (Abschnitt 1-5)	II-III	II	II	II	II	II	II	2,07
Zufluß Dürener Mühlenteich - Indemündung (Abschnitt 6-17)	II-III	II	II	II	II	II	II ²	2,07

Indemündung - Zufluß Jülicher Mühlenteich (Abschnitt 18-22)	II-III	.	II-III	II-	II-	II-	II-	2,33
Zufluß Jülicher Mühlenteich - Zufluß Kirchberger Mühlenteich (Abschnitt 22-28)	III	II-III	II-III	II-	II-	II-	II-	2,43
Zufluß Kirchberger Mühlenteich - Linnich (Abschnitt 29-34)	III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III+	II-	2,50

Inde: Inden - Mündung in die Rur (Abschnitt 50-57)	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	2,50

Hinweise auf Schwermetallbelastung:								
RUR oberh. Indem.	.	x	.	.	.	.	.
INDE	.	x	x	x	x!	x	x	

Anm.: LWA (1983) macht für das Berichtsjahr 1982 keine Angaben zur Rur. LWA (1989) für das Berichtsjahr 1988 lag nicht vor. "+/-" zeigt Tendenzen zu Besserung/Verschlechterung an.

¹ die römischen Ziffern und ihre Übergangsstufen wurden hier in arabische Zahlen transferiert (z.B. II-III = 2,5); dann erfolgte eine einfache Mittelwertberechnung

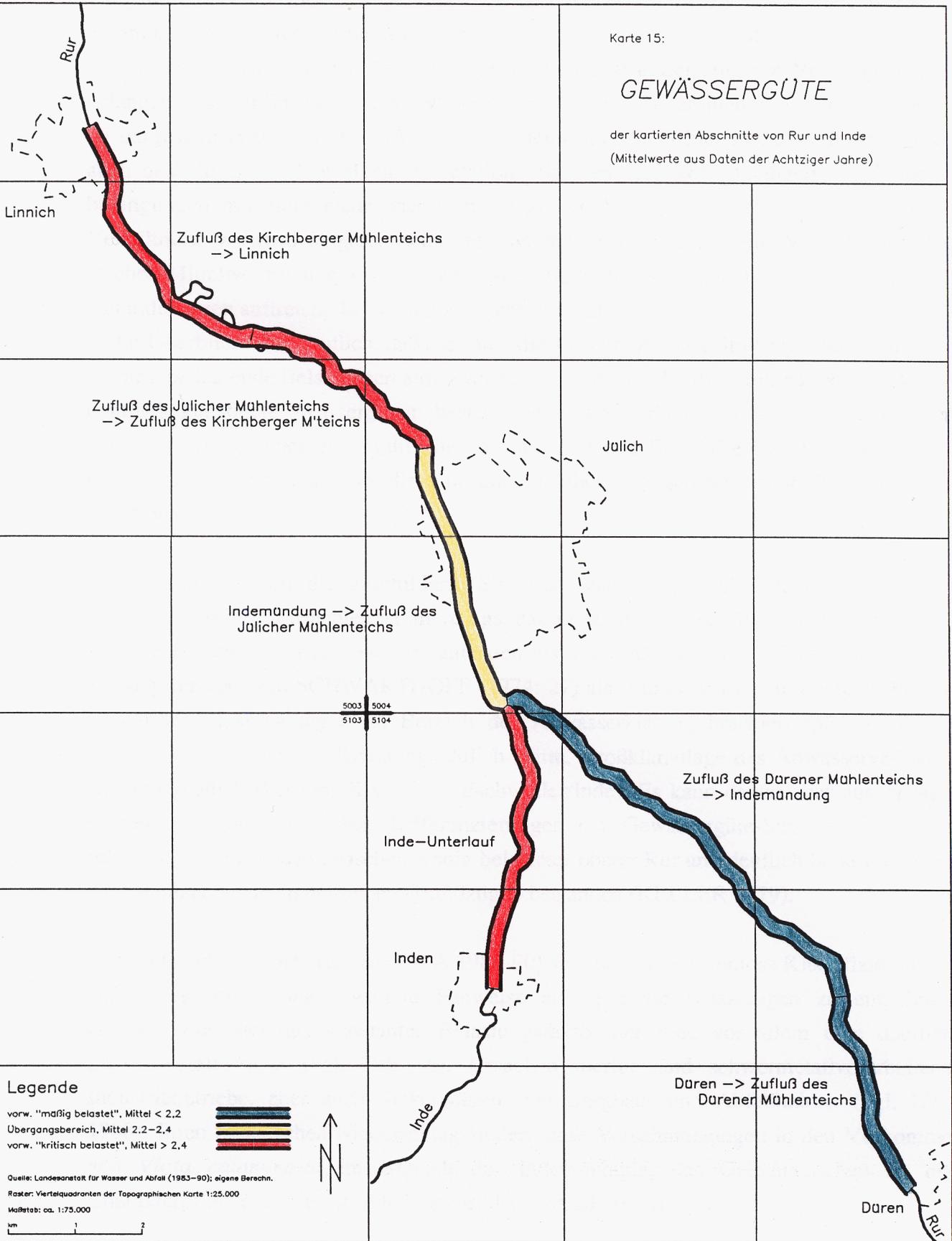
² es werden im Text verschiedene Teilbereiche dieser Fließstrecke negativer beurteilt; die Angabe "II" wurde der Gewässergütekarte entnommen

Quelle: LWA (1982-1990); eigene Berechnungen

Karte 15:

GEWÄSSERGÜTE

der kartierten Abschnitte von Rur und Inde
(Mittelwerte aus Daten der Achtziger Jahre)



vorigen Jahrzehnts besserte sich die Situation dieses unteren Rurabschnittes schrittweise, erreichte aber nicht die Güte des oberhalb anschließenden Bereichs. Die Inde wurde im gesamten untersuchten Zeitraum konstant als *kritisch belastet* eingestuft.

Um zu einem prägnanten Ausdruck für die Situation in der jüngeren Vergangenheit zu gelangen, wurden für die Periode 1981-1990 mittlere Gewässergüten ermittelt und in Karte 15 dargestellt (vgl. auch Tab 16). Dies erscheint unter dem hier interessierenden Aspekt auch deshalb sinnvoll, weil die Vegetation allgemein auf Veränderungen von Standortbedingungen mit einer mehr oder weniger großen Verzögerung reagiert und damit die Verhältnisse während längerer Zeiträume syntheseartig widerspiegelt. Vorsicht bei einer solchen Mittelwertbildung wäre geboten, wenn starke Schwankungen oder starke gerichtete Veränderungen auftreten; dies ist jedoch nicht der Fall.

Im Überblick wird deutlich, daß die Inde, die aus dem Aachen-Stolberger Industriegebiet kommt, bedeutende Belastungen aufzuweisen hat, während die Rur in ihrem oberen Bereich deutlich günstigere Wassergüten besitzt, denn sie verläßt erst wenig oberhalb des Untersuchungsgebietes die waldreiche und industriearme Eifel. Die Einmündung der Inde bei Jülich bedeutet dann für die Rur eine deutliche Verschlechterung der Belastungssituation.

Insgesamt scheint die geschilderte Situation während der 80er Jahre relativ stabil gewesen zu sein. Zu beachten ist allerdings, daß in der Periode vor 1980 allgemein deutlich stärkere Belastungen der Gewässer auftraten als heute. Die Rur im Jülicher Raum wurde Anfang der 70er von SCHWARTHOFF (1974: 27) als "biologisch tot" bezeichnet. Erst die verstärkten Anstrengungen im Bereich der Abwasserklärung brachten spürbare Entlastungen (z.B. Ausbau der Kläranlage Jülich-Mitte, Großkläranlage des Abwasserverbandes Rur unterhalb Birkesdorf, Kläranlage Eschweiler/Inde). Es kann davon aber ausgegangen werden, daß die räumlichen Differenzierungen der Gewässergüte-Situation - mit den relativen Unterschieden zwischen wenig belasteter oberer Rur und deutlich belasteter Inde - auch damals bereits in denselben Grundzügen bestanden (KELLER 1979).

Den Gewässergüteberichten (LWA 1983-90) sind über die lückenlose Klassifizierung der Gewässerstrecken hinaus weitere Hinweise auf spezielle Belastungen zu entnehmen. Hierbei zeigt sich als konstanter Belastungsfaktor der Inde vor allem eine deutliche Schwermetall-Fracht (vgl. Tab 16). Ursachen hierfür sind schwermetallverarbeitende Industriebetriebe, aber auch Sickerwässer von Bergbau- und Abfallhalden (vgl. LWA 1988). Ihren botanischen Niederschlag finden diese Verschmutzungen in den Vorkommen von *Viola calaminaria* im Bereich der Indemündung; das Galmeiveilchen ist eine Charakterpflanze schwermetallhaltiger Böden (MOLL 1983).

Weitere Belastungen chemischer und eventuell auch thermischer Art entstehen durch die Einleitung von sogenannten "Sümpfungswässern" der Braunkohle-Tieftagebaue (GLÄSSER et al. 1985, LOHSE 1985). Durch Brunnengalerien um die Tagebaulöcher werden diese Grundwässer abgepumpt und u.a. an mehreren Stellen meist oberhalb des Untersuchungsgebietes der Inde zugeleitet; ihre Wasserführung hat sich dadurch merklich erhöht. Teilweise treten in diesen Sümpfungswässern hohe Eisen-Konzentrationen auf, die beispielsweise an der Einleitung in die Inde im Abschnitt 52L als rostfarbener Eisenoxidbelag am Rand der Betonrinne sichtbar werden. Quantitative Angaben zu Einleitungen und Inhaltsstoffen liegen dem Verfasser nicht vor.

Nicht unerwähnt bleiben sollten weiterhin die Belastungen der Rur durch radioaktive Stoffe in den Abwässern der Kernforschungsanlage Jülich (KFA). Die Einleitung erfolgt südlich von Jülich knapp oberhalb der Indemündung (Kartierungsabschnitt 15R-16R). Hinweise auf einzelne strahlende Elemente finden sich vereinzelt in den Gewässergüteberichten; beispielsweise berichtet LWA (1985) von deutlichen Mengen Tritium in der Rur, und LWA (1990) weist auf die Anreicherung von Plutonium in den Flußsedimenten hin. Die Einleitung von Tritium soll Anfang der 80er Jahre stark reduziert worden sein, die Freisetzung von Plutonium aber wird eventuell anhalten, "da die KFA-Jülich sich die Herkunft des Plutoniums nicht erklären konnte" (LWA 1990: 95).

6. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

6.1. Zur Eignung des Untersuchungsgebiets

Insgesamt ist das Untersuchungsgebiet gut geeignet, um Erkenntnisse zum Problem der Neophyten-Ausbreitung zu gewinnen, denn es weist deutlich gegeneinander abgrenzbare Teilbereiche mit gegensätzlichen Bedingungen auf. Den ausgebauten Flußstrecken stehen an der Rur naturnah mäandrierende zum Vergleich gegenüber; und bezüglich der Gewässerbelastung unterscheidet sich der obere Bereich der Rur deutlich von der Inde.

Die einzelnen anthropogenen Faktoren treten dabei auch in unterschiedlicher Kombination auf: gleichzeitig sind innerhalb des Untersuchungsgebiets ausgebaute und naturnahe Flußstrecken mit jeweils stärkerer und geringerer Gewässerverschmutzung vorhanden. Des weiteren ist das Untersuchungsgebiet naturräumlich relativ einheitlich, so daß klimatische oder geomorphologische Faktoren für die Differenzierungen innerhalb der Ufervegetation nur eine untergeordnete Rolle spielen können.

6.2. Zur Aussagekraft des Neophyten-Index

In Tab. 15 wurde der Neophyten-Index den Ergebnissen vereinfachter Berechnungsverfahren gegenübergestellt. Beim Vergleich der Werte ist jedoch zu bedenken, daß die Zahl der Unbeständigen, über die auswertbare Daten vorliegen, begrenzt ist. Auf die Schwierigkeiten der Erfassung von Unbeständigen hat besonders KORNAS (1978) hingewiesen. Die Unterschiede zum NI bleiben in der vorliegenden Untersuchung auch deshalb relativ gering, weil die Zahl der berücksichtigten Unbeständigen von vornherein mittels einer Liste der systematisch zu kartierenden Sippen eingeschränkt wurde. Bei Erfassung aller Unbeständigen - die praktisch nur annäherungsweise möglich wäre - würde ihr Einfluß auf die Ergebnisse deutlich wachsen und zu einer erhöhten Unsicherheit der Aussage führen (vgl. Kap. 4.3.).

Auch wenn diese einfacheren Berechnungsverfahren in der Tendenz die gleichen Aussagen erbringen, wird doch deutlich, daß die Schärfe der Aussage durch die Berücksichtigung der Faktoren

- Häufigkeit innerhalb der Kartierungsabschnitte, und
- Einbürgerungsgrad der Neophyten-Vorkommen

zunimmt. Deshalb ist der NI in der oben definierten Form der am besten geeignete Parameter für den Neophytenreichtum von Uferabschnitten.

Besonders hervorzuheben ist abschließend, daß die Berechnung des Neophyten-Index eine sehr spezielle Berücksichtigung der Verhältnisse im jeweiligen Untersuchungsgebiet erfordert; in anderen Flußsystemen oder auch in anderen Abschnitten desselben Flußsystems müßte die Eignung der auftretenden neophytischen Sippen jeweils aufs neue geprüft werden. Dennoch ließe sich eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen aus verschiedenen Flußsystemen postulieren.

Die Übertragbarkeit der Berechnungsweise des Neophyten-Index auf andere Fließgewässersysteme kann eventuell eingeschränkt sein, wenn extreme Verhältnisse vorliegen, etwa wenn *Reynoutria japonica*, wie das in der Literatur berichtet wurde, an Schwarzwald-Bächen auf langen Strecken die dominierende oder gar einzige Uferpflanze ist; dann ergäbe sich lediglich ein Neophyten-Index von 3, obwohl dies im hier untersuchten Gebiet nur einem eher geringen "Neophytenreichtum" entsprach. Vielleicht müßte in einem solchen Fall auch ein Dominanz-Wert in die Beurteilung mit eingehen (vgl. Kap. 4.3.2.).

6.3. Neophyten-Index und anthropogene Standortveränderungen

Die bisher sektoral dargestellten Ergebnisse sollen nun zusammengeführt und diskutiert werden; im Mittelpunkt stehen dabei die Beziehungen des Neophyten-Index zu den einzelnen anthropogenen Einflüssen am Standort Flußufer. Verschiedene Typen anthropogener Standortveränderungen sind im Untersuchungsgebiet offenbar von ganz unterschiedlicher Bedeutung: für einige ergeben sich eventuelle Beziehungen zum Neophyten-Index, andere erweisen sich als wenig bedeutsam.

6.3.1. Neophyten-Index und Ausbaurzustand

Zwischen dem Ausbaurzustand einer Flußstrecke (Karte 1) und ihrem Neophytenreichtum (ausgedrückt im NI; Karte 13) sind an Rur und Inde keine Zusammenhänge nachweisbar. Im Untersuchungsgebiet sind ausgebaute Abschnitte keineswegs grundsätzlich neophytenreicher als naturnah mäandrierende Fließstrecken. Dies widerspricht der häufig in der Literatur geäußerten Meinung darüber, welche Art anthropogener Störungen die Ausbreitung von Neophyten besonders begünstigt.

Vielmehr weist die naturnahe Flußstrecke im NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" den größten mittleren NI aller kartierten Bereiche auf. Unter den ausgebauten Abschnitten gibt es sowohl relativ neophytenreiche als auch ausgesprochen neophytenarme

Strecken, letztere im oberen Bereich der Rur oberhalb der Indemündung. Die neophytenreichsten unter den Ausbaustrecken finden sich an der Inde.

Auch des Ausbaualter, d.h. die seit den Ausbaumaßnahmen verstrichene Zeitspanne, hat keinen erkennbaren Einfluß auf den NI. Dies ergibt aus dem Vergleich der bereits früh ausgebauten Abschnitte in den Stadtbereichen Jülich und Linnich mit jeweils direkt benachbarten jüngeren Ausbaustrecken.

Auf der Suche nach einer möglichen Deutung für diesen Befund sollte zunächst geklärt werden, wie Ausbaumaßnahmen den Standort der Uferpflanze konkret verändern. Es liegen bisher keine umfassenden Standortuntersuchungen zu dieser Problematik vor, so daß nur Vermutungen geäußert werden können.

Der Wasserhaushalt, der natürlicherweise von Überflutung, Grundwassernähe und erhöhter Luftfeuchtigkeit in Gewässernähe bestimmt wird, ändert sich bei der Regulierung einer konkreten Fließstrecke nur unwesentlich. Die Überflutungsdauer, -höhe und -häufigkeit wird im wesentlichen von den Verhältnissen an den oben anschließenden Bereichen bestimmt; die mit der Regulierung häufig verbundene Absenkung des Grundwasserspiegels der Aue dürfte im direkten Uferbereich von untergeordneter Bedeutung sein.

Im Mittelpunkt der Betrachtung muß deshalb das Bodensubstrat stehen. Die Regulierung und besonders die Modellierung des begradigten Flußbettes ist mit der Bewegung erheblicher Bodenmassen verbunden; dies führt von gewachsenen Aueböden und in typischer Zonierung abgelagerten Sedimenten zu künstlichen Bodenprofilen, eventuell sogar unter Einbringung auenfremden Materials. Eine Einschätzung der Bedeutung dieser Veränderungen ist jedoch noch nicht möglich.

Aufgrund der Befunde im Untersuchungsgebiet kann jedoch vermutet werden, daß andere Faktoren das Substrat im Uferbereich nachträglich so stark beeinflussen, daß die direkten Veränderungen durch Baumaßnahmen keine wesentliche Rolle spielen.

Der Standortfaktor Licht wird im folgenden behandelt.

6.3.2. Neophyten-Index und Bestockungsgrad

Auch die Beschattung der Ufer (ausgedrückt im Bestockungsgrad; Karte 14) hat im Untersuchungsgebiet keinen deutlich erkennbaren Einfluß auf die Verbreitung von Neophyten. Der Bereich des NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich" etwa weist mittlere Bestockungsgrade auf, ist aber trotzdem noch etwas neophytenreicher als die Inde, der ja jegliche Ufergehölze fehlen. Auch weist der obere regulierte Bereich der Rur nur geringe Bestockungsgrade auf und ist trotzdem relativ neophytenarm.

Dennoch deutet einiges daraufhin, daß bei Spitzenwerten des Bestockungsgrads der Neophytenreichtum deutlich zurückgeht. Im NSG "Rurauenwald/Indemündung" ist ein

maximaler Bestockungsgrad durch die direkt angrenzenden Weiden-Auenwälder und -Gebüsche gegeben, und in diesem Bereich wurde der niedrigste mittlere NI festgestellt; die Wirkung maximaler Beschattung kann aber innerhalb des Untersuchungsgebiets nicht in Kombination mit verschiedenen Stufen der Gewässergüte betrachtet werden, da keine weiteren Bereiche diesen Bestockungsgrad erreichen. Als eindeutiges Ergebnis bleibt festzuhalten, daß bei mittleren und geringen Bestockungsgradem kein erkennbarer Zusammenhang mit dem NI besteht.

Bei der Interpretation ist allerdings zu beachten, daß die Beschattung wie kaum ein anderer Faktor auf kurzer Distanz schwankt. Innerhalb eines mehrere hundert Meter langen auwald-bestandenen Uferabschnittes beispielsweise findet sich auch unter natürlichen Verhältnissen eine Vielzahl von kleinen Lücken im Gehölz, die stärker besonnte Uferpartien bedingen. Zur Klärung der Bedeutung der Uferbeschattung sind deshalb Untersuchungen auf kürzeren, überschaubaren Abschnitten sinnvoll. Bei kleinräumiger Betrachtung würde sich vermutlich die Erfahrung bestätigen, daß ein geschlossener Auwaldsaum für Neophyten wenig Lebensraum bietet; es handelt sich ja vorwiegend um lichtliebende Arten der Staudenfluren, die im wesentlichen auf Lücken des Auwaldsaums beschränkt sind.

Bei Betrachtung längerer Abschnitte dürften sich jedoch - auch bei maximaler Bestockung - immer wieder Uferstellen ergeben, an denen Neophyten sich festsetzen können, wie ja auch die nitrophilen Ufer-Hochstaudenfluren in den Lücken des Auwaldsaums fester Bestandteil der natürlichen Auenvegetation sind.

6.3.3. Neophyten-Index und Gewässergüte

Die Gewässerbelastung in den verschiedenen Bereichen (ausgedrückt durch die mittlere Gewässergüteklasse; Karte 15) zeigt deutliche Parallelen zum Neophytenreichtum. Die Koinzidenz von Gewässergüte und NI ist im Untersuchungsgebiet wesentlich markanter als bei allen anderen anthropogenen Störfaktoren.

Die Bereiche der Rur oberhalb der Indemündung wiesen in den achtziger Jahren konstant die Güteklasse II (*mäßig belastet*) auf und sind neophytenarm; die Inde dagegen war konstant *kritisch belastet* (II-III) und ist relativ neophytenreich. Unterhalb der Indemündung verschlechtert sich die Gewässergüte der Rur auf Zustände, die im allgemeinen zwischen den Werten für obere Rur und Inde liegen, und die gleiche Tendenz ist auch für die mittleren Neophyten-Indices festzustellen.

Vermutungen über einen Zusammenhang von Gewässerverschmutzung und Neophyten-Ausbreitung wurden vor allem von EISENHUT (1968) und LOHMEYER (1971a) geäußert, in jüngerer Zeit jedoch nicht intensiv weiterverfolgt.

Auch in diesem Falle ist die konkrete Auswirkung auf den Standort der Uferpflanze nicht eindeutig bekannt. Die Gewässerbelastung hat zunächst zwei wesentliche Aspekte, die eine Wirkung auf die Uferpflanze haben können. Zum einen könnten toxische Stoffe die Pflanze direkt schädigen - etwa Schwermetalle, wie sie im Wasser der Inde häufig zu finden sind; in der Folge könnte es zu Verschiebungen der Konkurrenzverhältnisse zwischen verschiedenen Arten kommen (zum Vorkommen von *Viola calaminaria* an der unteren Inde vgl. Kap. 5.7.). Zum anderen aber werden durch die Eutrophierung der Gewässer die Ufer - zusätzlich zum natürlichen Eintrag über Sedimente und Getreibsel - gedüngt, so daß nitrophile Arten besonders gefördert werden. Ein Vergleich der Zeigerwerte bei ELLENBERG et al. (1991) ergibt aber keine verallgemeinerbaren Unterschiede zwischen neophytischen und einheimischen Pflanzen der Flußufer.

Untersuchungen über die speziellen Konkurrenzverhältnisse bezüglich der Nährstoffversorgung zwischen den neophytischen und den einheimischen Uferpflanzen liegen in Einzelfällen vor (SCHMIDT 1981/83, KÖCK 1988); generelle Aussagen sind jedoch bisher nicht möglich. Vielleicht wird ein Eindringen von Neophyten aber auch einfach dadurch erleichtert, daß durch weitere Eutrophierung das Artengefüge der vorhandenen Vegetation aus dem Gleichgewicht gerät.

Als Wirkungspfad eutrophierender oder toxischer Stoffe kommen zum einen Hochwasserereignisse und zum anderen Eintrag über das mit dem Flußwasser kommunizierende Grundwasser in Frage. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse an Rur und Inde kann vermutet werden, daß diese chemischen Veränderungen im Ufersubstrat die Bedeutung von Bodenumlagerungen bei Ausbaumaßnahmen bei weitem übertreffen.

6.3.4. Neophyten-Index und Abflußregime

Andeutungsweise ergeben sich im Untersuchungsgebiet auch Parallelen zwischen dem Neophytenreichtum und dem Abflußregime, also der charakteristischen Verteilung verschiedener Abflußmengen und Wasserstände über das Jahr; diese wurden in Kap. 3.3.2. geschildert. Die relativ neophytenreiche Inde ist durch stärkere Schwankungen der Wasserführung und extremere Hochwasserereignisse gekennzeichnet als die obere Rur. Allerdings unterscheiden sich die Bereiche der Rur oberhalb und unterhalb der Indemündung bezüglich der Kennwerte des Abflußverhaltens deutlich weniger voneinander als bezüglich ihres NI.

Anzumerken ist, daß es anhand der zur Verfügung stehenden Daten nur sehr bedingt möglich ist, für die Vegetation wesentliche Einflüsse zu erkennen. Das Abflußregime hat einerseits Wirkungen auf bereits oben genannte Merkmale des Wasserhaushalts am Standort; andererseits können bei starken Schwankungen über Uferanrisse und Sediment-

ablagerungen bei Hochwasser verstärkt offene Standorte entstehen, so daß der ruderale Charakter des Standortes Ufer sich verstärkt (Kap. 2.4.).

6.4. Entfernung zu potentiellen Ausbreitungszentren

Für Pflanzen, bei denen die Verbreitung durch fließendes Wasser eine wichtige Rolle spielt, ist ein charakteristisches Wanderverhalten von einem Ausbreitungszentrum aus flußabwärts anzunehmen. An Flußabschnitten, die unterhalb von Ballungszentren liegen, werden solche Neophyten deshalb mit größerer Wahrscheinlichkeit bzw. früher auftreten als an den Abschnitten desselben Flusses oberhalb des Ballungsgebietes, oder als an Flüssen, die keine Ballungsräume in ihrem Einzugsgebiet aufweisen. Pflanzen, die durch Wind, Wasservögel o.ä. verbreitet werden, dürften im Idealfall eher auf breiter Front und konzentrisch um ein Ausbreitungszentrum vorrücken. Für Uferpflanzen aus dieser Gruppe läßt sich ein Auftreten um so eher erwarten, je näher ein Ballungsgebiet in Luftlinie liegt, und zwar unabhängig vom Verlauf des Flusses.

Für das Untersuchungsgebiet ist festzustellen, daß die Inde derartige potentielle Ausbreitungszentren stärker berührt als die Rur; ihr Einzugsgebiet oberhalb der untersuchten Strecken umfaßt Teile des industriellen Ballungsraumes Aachen-Stolberg, die Industriestadt Eschweiler als dessen nordöstlicher Außenposten liegt nur etwa acht Kilometer oberhalb des Untersuchungsgebietes. An der Rur dagegen findet sich oberhalb der untersuchten Strecke lediglich die Stadt Düren als nennenswerter Verdichtungsraum, obwohl das Einzugsgebiet deutlich größer ist als das der Inde. Auch die für anemochore Arten wichtigere Entfernung zu potentiellen Ausbreitungszentren in Luftlinie ist für die untersuchten Ufer der Inde geringer.

Es kann deshalb vermutet werden, daß die Inde aus dem Ballungsraum Aachen-Stolberg sowohl durch das fließende Wasser als auch über den Luftweg eine größere Menge an Diasporen erhält als die Rur, der Ballungsräume dieser Größenordnung und in vergleichbarer Nähe fehlen. Hier deutet sich eine "Diasporen-Belastung" von Gewässern analog zu ihrer Abwasser- oder Schadstoff-Belastung auf.

Offen bleiben muß auch, inwiefern ständiger Diasporen-Nachschub aus dem oben anschließenden Einzugsgebiet die Anzahl von Individuen oder Einzelpopulationen einer bereits eingebürgerten Sippe nennenswert erhöhen kann. Sofern eine Einwanderung bereits in alle Bereiche des Untersuchungsgebiets stattgefunden hat, spielt dieser Effekt vermutlich keine wesentliche Rolle mehr. Zumindest teilweise werden solche Effekte deshalb durch die Berücksichtigung nur der eingebürgerten Neophyten für den NI ausgeschaltet (Kap. 4.4.). Eine Quantifizierung des Diasporen-Eintrags erscheint schwierig und wäre vielleicht noch

am ehesten über eine Kartierung unbeständiger Sippen näherungsweise möglich. Diese treten nur dann regelmäßig und zahlreich auf, wenn ein ständiger Diasporen-Nachschub erfolgt.

6.5. Schlußbetrachtung

Auf die Ufervegetation und -flora wirken eine größere Anzahl verschiedener Faktoren in komplexer Weise ein, und vielfach sind selbst die natürlichen Standortfaktoren in ihrer genauen Bedeutung noch unbekannt. Da alle diese Faktoren nicht isoliert voneinander betrachtet werden können, müssen die erbrachten Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden. Gegenüber anderen Untersuchungen ist jedoch ein Vorteil der vorliegenden Arbeit gerade der, daß verschiedene Faktoren gleichzeitig und - soweit möglich - quantitativ betrachtet wurden. Damit werden die Möglichkeit der Interpretation verbessert.

Die auffällige Koinzidenz von Gewässerbelastung und Ausbreitung von Neophyten im Untersuchungsgebiet erlaubt es noch nicht, von einem direkten Zusammenhang zu sprechen; eine gewisse Begünstigung der florenfremden Arten durch Gewässerverschmutzung, die eventuell gleichgerichtet mit weiteren Faktoren wirkt, ist meines Erachtens hier aber sehr wahrscheinlich. Dabei muß eine solche Begünstigung keineswegs direkt in einer Nährstoffzufuhr bestehen; auch der mit der Eutrophierung verbundene Effekt einer Destabilisierung bestehender Gesellschaften könnte indirekt letztendlich das Eindringen von Neophyten erleichtern. In ähnlicher Weise könnten auch toxische Kontaminationen die ursprüngliche Vegetation destabilisieren und für Neophyten "anfällig" machen.

Interessant wären in diesem Kontext langfristige Veränderungen des Neophytenreichtums an einem Fluß, wenn sich dessen Gewässergüte in positiver Richtung ändert (EISENHUT 1968). Auch hier gibt es viele Unbekannten, so beispielsweise die Dauer eines eventuellen "Aushagerungsprozesses", falls Eutrophierung eine Rolle spielt.

Überhaupt wird vielleicht auf die Konstanz von Neophyten-Beständen zu wenig geachtet; vielleicht werden Phänomene der raschen Besiedlung von kahlen Uferstellen durch Neophyten überinterpretiert und das Wiederverschwinden der Bestände übersehen. Auffällig ist in diesem Zusammenhang beispielsweise, daß nach SEYBOLD (1976) die Verbreitung von *Helianthus tuberosus* in Württemberg von 1933 bis 1973 insgesamt zwar stark zugenommen hat, daß aber von den 1933 nachgewiesenen Vorkommen fast die Hälfte 1973 nicht mehr angegeben wird. SUKOPP & SUKOPP (1988: 363) berichten, wie Ansiedlungen von *Reynoutria japonica* nach wenigen Jahren durch Sommerhochwässer wieder vernichtet werden.

Eventuell kommt es langfristig zu einem Einpendeln eines Gleichgewichts von rasch angesiedelten Neophyten und später eindringender einheimischer Vegetation - die Lage dieses Gleichgewichts wird vielleicht durch die Wasserchemie bestimmt.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Im Sommer 1992 wurde an Abschnitten der Rur und ihres Nebenflusses Inde (Niederrheinische Bucht, Nordrhein-Westfalen) die Ufervegetation pflanzensoziologisch untersucht und die lokale Verbreitung von Neophyten mit Hilfe einer speziell entwickelten Methode der Feinkartierung erfaßt.

Die Ufervegetation der Rur weist nur in zwei Teilbereichen natürliche bzw. naturnahe Vegetationstypen der Flußufer in guter Ausbildung auf; hier treten flächenhaft Gesellschaften der *Convolvuletalia*, des *Phragmition* und *Sparganio-Glycerion*, des *Bidention* und des *Salicion purpureae* auf. Die übrigen Bereiche der Rur und ebenso die Inde sind ausgebaut und durch relativ intensiv "gepflegte", botanisch verarmte Ufer gekennzeichnet.

Insgesamt wurden knapp 60 Kilometer Uferstrecke abgegangen und dabei etwa 30 neophytische Sippen nachgewiesen; hiervon wurden 15 ausgewählte Sippen systematisch kartiert. Für etwa ein Dutzend im Untersuchungsgebiet häufigere Neophyten wurden Verbreitungskarten erstellt und diskutiert.

Parallel zur Feinkartierung von Neophyten wurden im Gelände und aus schriftlichen Quellen verschiedene Formen anthropogener Standortveränderungen erfaßt, um Hinweise auf Zusammenhänge mit der Ausbreitung der Neophyten zu erhalten.

Aus einer Sichtung der diesbezüglichen Literatur ergaben sich zwei Gruppen von Hypothesen darüber, welcher Typ von anthropogenen Einflüssen die Ausbreitung von Neophyten an Flüssen besonders begünstigt: von einigen Autoren wurden direkte mechanische Eingriffe im Uferbereich, wie Kanalisierung und Auwaldrodung, als maßgeblich betrachtet, von anderen Autoren wurde dagegen in den chemischen Belastungen des Flußwassers der Hauptfaktor vermutet. Es wurde in der vorliegenden Arbeit aber davon ausgegangen, daß die Daten, die bisher zu Aussagen über die Neophyten-Problematik an Flußufern herangezogen wurden, im wesentlichen auf zu kleinmaßstäbigen Kartierungen und auf zu spezieller Betrachtung einzelner neophytischer Arten beruhen.

Deshalb wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, zusätzlich zur Feinkartierung einen neuen methodischen Ansatz zu entwickeln, um die Bedeutung, die Neophyten insgesamt in der Vegetation eines bestimmten Flußabschnitts haben, synthetisch zu analysieren.

Es wurde ein "Neophyten-Index" als Maß des Neophytenreichtums ermittelt; er bezieht sich immer auf einen bestimmten Flußabschnitt und ergibt sich aus der Gesamtzahl und Häufigkeit der in dem Abschnitt gefundenen neophytischen Sippen. Der Neophyten-Index als synthetischer Ausdruck floristischer Veränderungen ermöglichte einen groben Vergleich mit Daten zu anthropogenen Standortveränderungen. Die Probleme derartiger schematischer Berechnungen wurden diskutiert; alle Aussagen über die Ergebnisse mußten vorbehaltlich der Notwendigkeit kritischer Interpretation erfolgen.

Eine wichtige Rolle bei den Untersuchungen spielte die Frage des Status von Neophyten-Vorkommen; wesentlich war auch die Kenntnis der aktuellen Phase der Einwanderung eines Neophyten in das Untersuchungsgebiet. Vorkommen mit zufälligem Charakter, also unbeständige oder vorpostenartige Vorkommen, erlauben nur begrenzt ökologische Aussagen. Deshalb waren nicht alle gefundenen Neophyten gleichermaßen für die Berechnung eines Neophyten-Index verwendbar. Neben Beobachtungen im Gelände waren zur Beurteilung dieser Fragen umfangreiche Auswertungen der Literatur notwendig. Als Ergebnis wurde also zunächst sippenbezogen die Geschichte der Ausbreitung rekonstruiert, sowie die gegenwärtige Verbreitung und der Status im Untersuchungsgebiet ermittelt. Acht Neophyten wurden dann als geeignet befunden, in die Berechnung des Neophyten-Index einzugehen.

Es ergaben sich deutliche Unterschiede im Neophyten-Index verschiedener Flußabschnitte: für den unteren Bereich der Rur unterhalb der Einmündung der Inde und besonders für die Inde selbst ergaben sich deutlich höhere Neophyten-Indices als für den oberen Bereich der Rur.

Entgegen häufigen allgemeinen Angaben in der Literatur gab es im Untersuchungsgebiet keinen erkennbaren Zusammenhang zwischen dem Ausbauzustand eines Flußabschnittes und dessen Neophytenreichtum; einige naturnah mäandrierende Abschnitte der Rur waren deutlich neophytenreicher als andere, regulierte Abschnitte.

Ebensowenig war im gewählten Maßstabbereich ein Zusammenhang zwischen der Beschattung der Ufer durch Gehölze und dem Neophytenreichtum festzustellen; der gesamte obere Bereich der Rur war trotz geringer Beschattung relativ neophytenarm.

Eine sehr auffällige Koinzidenz besteht jedoch zwischen Neophyten-Index und der Gewässergüteklasse der Teilabschnitte; die Inde ist durch vor allem industrielle Abwässer erheblich verschmutzt, während die Rur oberhalb der Einmündung der Inde nur geringere Belastungen aufzuweisen hat. Eine deutliche Abhängigkeit der Neophyten-Ausbreitung von der Gewässerbelastung wurde in der Literatur bisher zwar von einigen Autoren vermutet, jedoch nie durch exakte Kartierungen in geeigneten Untersuchungsgebieten nachgewiesen.

Die hier nachgewiesene Koinzidenz zwischen Gewässerbelastung und Neophytenreichtum muß mit Vorsicht interpretiert werden; weitere Faktoren unbekannter Bedeutung kommen hinzu. Als Einschleppungsort bzw. Ausbreitungszentrum von Neophyten könnte etwa die Industrieregion im Einzugsgebiet der Inde - oberhalb des Untersuchungsgebiets - eine Rolle spielen. Auch ein Einfluß des Abflußregimes auf die Ausbreitung von Neophyten kann nach den vorliegenden Daten nicht ausgeschlossen werden.

Abschließend werden die konkreten Standortfaktoren Wasserhaushalt und Bodensubstrat bezüglich ihrer noch weitgehend im Dunkeln liegenden Abwandlung durch anthropogene Einflüsse diskutiert.

8. LITERATURVERZEICHNIS

Anm.: Die große Anzahl verwendeter Beiträge von anderen Autoren in HEGI (Begr., 1906ff) wird hier aus Platzgründen nicht gesondert aufgeführt. Aus den gleichen Gründen werden alle Beiträge in OBERDORFER (Hg., 1977, 1983a) unter dem Namen des Herausgebers zitiert.

- ASMUS, U., 1988:
Das Eindringen von Neophyten in anthropogen geschaffene Standorte und ihre Vergesellschaftung am Beispiel von *Senecio inaequidens* DC.. In: Flora **180**: 133-138.
- BACH, M., 1879:
Taschenbuch der rheinpreußischen Flora und der zunächst angrenzenden Gegenden. Zweite, verbesserte Auflage. Münster.
- BACH, M., 1899:
Dr. M. Bachs Flora der Rheinprovinz und der angrenzenden Länder. Die Gefäßpflanzen. Dritte, gänzlich Neubearbeitete Auflage des Taschenbuches, von P. Caspari. Paderborn.
- BANK-SIGNON, I., 1986:
Neufunde und Bestätigungen von Farn- und Samenpflanzen im Raum Düren. In: Florist. Rundbr. **20**: 124-139.
- BANK-SIGNON, I. & PATZKE, E., 1988:
Schützenswerte Gebiete im Raum Düren, 3: Die Ruraue zwischen Düren und Winden (TK 5204/2 und 4). In: Florist. Rundbr. **22**: 43-54.
- BERGMEIER, E., 1991:
Ein Vorschlag zur Verwendung neu abgegrenzter Statuskategorien bei floristischen Kartierungen. In: Flor. Rundbr. **25**: 126-137.
- BIRKIGT, B. & BAUMANN, W., 1974:
Ökologische Untersuchungen im geplanten NSG "Rurauenwald - Indemündung (Projektarbeit an der TU Hannover).
- BITTMANN, E., 1961:
Über die Bedeutung der Ufervegetation für Wasserbau und Gewässerpflege. In: Angew. Pflanzensoz. **17**: 49-55. Stolzenau/Weser.
- BLUME, H.-P. & SUKOPP, H., 1976:
Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. In: Schr.R. Vegetationskd. **10**: 75-91.
- BLUMENTHAL, W.O., 1966:
Der Ausbau der Inde. In: Heimatkalender des Kreises Jülich 1966: 45-52.
- BOBERFELD, W.O.v. & SEEMER, H., 1986:
Zur Auswirkung der forstwirtschaftlichen Doppelnutzung auf die Grünlandbewirtschaftung in Auen, dargestellt am Beispiel der Ruraue. In: Z. f. Kulturtechn. u. Flurbereinig. **27**: 225-236.
- BODEWIG, C., 1940:
Rheinische rosenblütige Gewächse (Gattungen *Rosa* und *Potentilla*) und Minzen (Gattung *Mentha*). In: Decheniana **99B**: 93-236.
- BONTE, L., 1916:
Beiträge zur Adventivflora des Niederrheins (1909-1912). In: Sitzungsberichte hg. v. Naturhistor. Verein d. preuss. Rheinlande und Westfalens (Bonn): 1913, D 22-41. Bonn.
- BRANDES, D., 1981:
Neophytengesellschaften der Klasse *Artemisietea* im südöstlichen Niedersachsen. In: Braunschw. Naturk. Schr. **1** (2): 183-211.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964:
Pflanzensoziologie. 3. Aufl.. Wien, New York.

- BROCKMÜLLER, C., 1839:
Flora Juliensis (Nachdruck in: "Carl Brockmüller - Gesamtausgabe. Werk und Würdigung des königlichen Kreisphysikus in Jülich", Jülich 1992). Jülich.
- BÜSCHER, D., 1989:
Zur weiteren Ausbreitung von *Senecio inaequidens* DC. in Westfalen. In: Flor. Rundbr. **22**: 95-100.
- CASPERS, N., 1986:
Floristische Untersuchung der Buhnen des Niederrheins bei Köln und Leverkusen. In: Decheniana **139**: 58-63.
- DAUMANN, E., 1967:
Zur Bestäubungs- und Verbreitungsökologie dreier *Impatiens*-Arten. In: Preslia **39**: 43-58. Praha.
- DEUTSCHES GEWÄSSERKUNDLICHES JAHRBUCH, 1990-92:
Rheingebiet, Teil III. Mittel- und Niederrhein mit Ijssel- und Maasgebiet. Abflußjahr 1987, 1988, 1989. Düsseldorf.
- DIEKJOBST, H., 1988:
Neubürger in der Flora von Nordrhein-Westfalen. In: Natur- und Landschaftskunde **24**: 33-38, 65-71.
- DIERSCHKE, H., 1984a:
Auswirkungen des Frühjahrshochwassers im südwestlichen Harzvorland mit besonderer Berücksichtigung kurzlebiger Pioniergesellschaften. In: Braunsch. Naturk. Schr. **2**(1): 19-39. Braunschweig.
- DIERSCHKE, H., 1984b:
Ein *Heracleum mantegazzianum*-Bestand im NSG "Heiliger Hain" bei Gifhorn (Nordwest-Deutschland). In: Tuexenia **4**: 251-254.
- DIERSCHKE, H., OTTE, H. & NORDMANN, H., 1983:
Die Ufervegetation der Fließgewässer des Westharzes und seines Vorlandes. In: Natursch. Landsch.pfl. Nieders. Beih. **4**: 35-57. Hannover.
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.,Hg.), 1984:
Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. (DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft **204**; 188 S.). Hamburg, Berlin.
- EISENHUT, E., 1968:
Pflanzen als Kennzeichen der Flußverschmutzung. In: Jahrh. Ver. Natk. Württ. **123**: 134-139.
- ELLENBERG, H., 1986:
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 4. Aufl. Stuttgart.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D., 1991:
Zeigerwerte von Pflanzen Mitteleuropas. 3. Aufl. (Scripta geobotanica XVIII). Göttingen.
- ELTON, C.S., 1958:
The ecology of invasions by animals and plants. London.
- FISCHER, W., 1988:
Neophyten und Vegetationsdynamik. In: Wiss. Z. Pädagog. Hochsch. K. Liebknecht Potsdam **32**: 549-556.
- FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT, 1992:
42. Jahrestagung und Exkursionen, vom 24. bis 28. Juli 1992 in Bochum. Exkursionsführer, hrsg. v. H. Haeupler.
- FOERSTER, X., 1878:
Flora Excursoria des Regierungsbezirkes Aachen sowie der angrenzenden Gebiete. Aachen.
- GALLMANN, U., 1965:
Die Rur - unser Heimatfluß. In: Heimatkalender des Kreises Jülich 1965: 7-11.
- GERSTBERGER, P., 1978:
Zur Ausbreitung des afrikanischen Neubürgers *Senecio inaequidens* DC. im Rheinland. In: Decheniana **131**: 136-138.
- GLÄSSER, E., 1978:
Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 122/123 Köln/Aachen. Bonn-Bad Godesberg.

- GLÄSSER, E. & VOSSEN, K., 1985:
Aktuelle landschaftsökologische Probleme im Rheinischen Braunkohlenrevier. In: Geographische Rundschau **37**: 258-266.
- GLÄSSER, H., 1960:
Schwammenauel - die größte Talsperre der Bundesrepublik. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, Nr. 2/1960: 51-53.
- GÖRS, S. & MÜLLER, Th., 1969:
Beitrag zur Kenntnis der nitrophilen Saumgesellschaften Südwestdeutschlands. In: Mitt. florist.-soz. Arb.-Gem., N.F. **14**: 153-168. Todenmann.
- GRIMM, F., 1968a:
Das Abflußverhalten in Europa. Typen und regionale Gliederung. In: Wiss. Veröff. Dtsch. Inst. Länderk., N.F. **25/26**: 18-180. Leipzig.
- GRIMM, F., 1968b:
Zur Typisierung des mittleren Abflußganges (Abflußregime) in Europa. In: Keller, R. (Hg.): Flußregime und Wasserhaushalt (Freiburger Geographische Hefte **6**): 51-64. Freiburg.
- GRUBE, H.-J., 1975:
Die Makrophytenvegetation der Fließgewässer in Süd-Niedersachsen und ihre Beziehungen zur Gewässerverschmutzung. In: Arch. Hydrobiol. Suppl. **45(4)**: 376-456. Stuttgart.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P., 1989:
Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. 2. Aufl. Stuttgart.
- HANSEN, P., 1992:
Körrenzigs langer Kampf gegen die Rur. In: Jahrbuch des Kreises Düren 1992: 33-44.
- HEGI, G. (Begr.), 1906ff:
Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band I-IV. München, später Berlin, Hamburg.
- HEINRICH, W., HILBIG, W. & NIEMANN, E., 1972:
Zur Verbreitung, Ökologie und Soziologie der Roten Pestwurz. In: Wiss. Zeitschr. Fr. Schiller-Univ., Math.-Nat. R. **21(5/6)**: 1099-1124. Jena.
- HEJNY, SL., 1960:
Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene. Bratislava.
- HERR, W., 1985:
Elodea nuttallii (Planch.) St. John in schleswig-holsteinischen Fließgewässern. In: Kieler Notizen zur Pflanzenkunde **17**: 1-8.
- HILBIG, W., 1971:
Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. II. Die Röhrichtgesellschaften. In: Hercynia N.F. **8**: 256-285. Leipzig.
- HILBIG, W. & JAGE, H., 1972:
Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. V. Die annuellen Uferfluren (*Bidentetea tripartitae*). In: Hercynia N.F. **9**: 392-408. Leipzig.
- HILBIG, W., HEINRICH, W. & NIEMANN, E., 1972:
Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. IV. Die nitrophilen Saumgesellschaften. In: Hercynia N.F. **9**: 229-270. Leipzig.
- HILD, J., 1968:
Die Naturschutzgebiete im nördlichen Rheinland (Schriftenreihe der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Nordrhein-Westfalen, Band 3). Recklinghausen.
- HILDEBRAND, F., 1866:
Flora von Bonn. Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinlande u. Westfalens **23**: 1-154. Bonn.
- HÖPPNER, H., 1907:
Flora des Niederrheins. Krefeld.
- HÖPPNER, H., 1909:
Flora des Niederrheins. Zweite vermehrte Auflage. Krefeld.
- HÖPPNER, H., 1939.:
Zwei lästige Ausländer in Krefelder Gärten. In: Die Heimat **4**: 219-223. Krefeld.

- HOEPPNER, H. & PREUSS, H., 1926:
Flora des westfälisch-rheinischen Industriegebietes unter Einschluß der Rheinischen Bucht (Unveränderter Nachdruck, Duisburg 1972). Dortmund.
- HOESCH, P., 1959:
Wasserwirtschaftliche Auswirkungen der Eifel-Talsperren auf den Rurlauf in der Ebene. In: Mitteilungsblatt Industrie- Wasserverband Düren, Jülich und Umgebung, **4**: 41-47.
- HOFFMANN, H., 1852:
Pflanzenverbreitung und Pflanzenwanderung, eine botanisch-geographische Untersuchung. Darmstadt.
- HOFFMANN, H., 1879:
Nachträge zur Flora des Mittelrheingebietes. In: Ber. Oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. **18**: 1-48.
- HOFFMANN, H.G., 1978:
Die Wehebachtalsperre. In: Jahrbuch des Kreises Düren 1978: 48-51.
- JÄGER, E.J., 1986:
Epilobium ciliatum RAF. (*E. adenocaulon* HAUSSKN.) in Europa. In: Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat. R. **35**: 122-134.
- JÄGER, E.J., 1988:
Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen. In: Flora **180**: 101-131.
- KALTENBACH, J.H., 1845:
Flora des Aachener Beckens. Aachen.
- KAPPUS-MULSOW, H., 1934:
Ein fremder Gast am deutschen Rhein. In: Kosmos **31**: 289.
- KAPPUS-MULSOW, H., 1935:
Ein fremder Gast am Rhein. In: Kosmos **32**: 266-268.
- KELLER, R. (Hg.), 1979:
Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland (Atlasband u. Textband). Bonn.
- KIRSCH, H., 1965:
Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Rur (Eifelrur). In: Deutsche Gewässerkundl. Mitt. **9**(1): 8-18.
- KLOOS, Ir.A.W., 1935:
Aanwinsten van de Nederlandse Flora in 1934. In: Nederlandsch Kruidkundig Archief, Deel **45**, 1935.
- KNAPP, R., 1982:
Ufer-Vegetation als Bio-Indikator für die Wasser-Qualität am Beispiel von Pflanzengesellschaften im mittleren Hessen. In: Oberhess. Naturwissensch. Zeitschr. **47**: 43-47.
- KNÖRZER, K.H., 1963:
Pflanzenwanderungen am Niederrhein. In: Der Niederrhein **30**: 134-137. Krefeld.
- KÖCK, U.-V., 1988:
Ökologische Aspekte der Ausbreitung von *Bidens frondosa* L. in Mitteleuropa. Verdrängt er *Bidens tripartita* L.? In: Flora **180**: 177-190.
- KOENIES, H. & GLAVAC, V., 1979:
Über die Konkurrenzfähigkeit des Indischen Springkrautes (*Impatiens glandulifera* ROYLE) am Fuldaufer bei Kassel. In: Philippia **6** (1): 47-59. Kassel.
- KOHLER, A. & SCHIELE, S., 1985:
Veränderungen von Flora und Vegetation in den kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au (bei Augsburg) von 1972 bis 1982 unter veränderten Belastungsbedingungen. In: Arch. Hydrobiol. **103**: 137-199. Stuttgart.
- KOHLER, A. & ZELTNER, G.-H., 1974.:
Verbreitung und Ökologie von Makrophyten in Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes. In: Hoppea **33**: 171-232. Regensburg.
- KONOLD, W., 1984:
Zur Ökologie kleiner Fließgewässer. Verschiedene Ausbauarten und ihre Bewertung (Agrar- Umweltforsch. Bad.-Württ. 6).

- KOPECKY, K., 1967:
Die flußbegleitende Neophytengesellschaft *Impatiens-Solidaginetum* in Mittelmähren. In: Preslia **39**: 151-166. Praha.
- KOPECKY, K., 1968:
Zur Polemik über die phytozoologische Erfassung der Flußröhrichtgesellschaften Mitteleuropas. In: Preslia **40**: 397-407. Praha.
- KOPECKY, K., 1969:
Klassifikationsvorschlag der Vegetationsstandorte an den Ufern der tschechoslowakischen Wasserläufe unter hydrologischen Gesichtspunkten. In: Arch. Hydrobiol. **66**: 326-347. Stuttgart.
- KORNÁŠ, J., 1978:
Remarks on the analysis of a synanthropic flora. In: Acta bot. Slovaca, Ser. A **3**: 385-393.
- KOWARIK, I., 1987:
Kritische Anmerkungen zum theoretischen Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation mit Anmerkungen zu einer zeitgemäßen Modifikation. In: Tuexenia **7**: 53-67.
- KOWARIK, I., 1991:
Ökologische Risiken der Einführung nichteinheimischer Pflanzen und Möglichkeiten ihrer Prognose. In: Studier, A. (Hg.): Biotechnologie: Mittel gegen den Welthunger? (Schriften des Dtsch. Übersetz.-Institut. 8): 121-131. Hamburg.
- KOWARIK, I. & SUKOPP, H., 1986:
Unerwartete Auswirkungen neu eingeführter Pflanzenarten. In: Universitas. Z. f. Wiss., Kunst u. Literatur **41**: 828-845.
- KRAUSE, A., 1975:
Indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und Knollensonnenblume (*Helianthus tuberosus*) an der Fulda. In: Beitr. Naturk. Osthessen **9/10**: 175-176.
- KRAUSE, A., 1982:
Flußufer-Vegetationszonierung und gewässerkundliche Statistik. In: Natur und Landschaft **57**: 341-344.
- KRAUSE, A., 1990:
Neophyten an der Ahr. Stand der Ausbreitung 1988. In: Tuexenia **10**: 49-55.
- KREH, W., 1951:
Von der Veränderung des Landschaftsbildes durch neueinwandernde Pflanzen. In: Jahresh. Ver. Vaterländ. Naturkde. Württemb. **107**, Teil V: 68-71.
- KÜNSTER, G., 1967:
Kreisbeschreibung Düren. In: Die Landkreise in Nordrhein-Westfalen, Reihe A: Nordrhein, Band 7: Der Landkreis Düren. Bonn.
- KUHBIER, H., 1977:
Senecio inaequidens DC., ein Neubürger der nordwestdeutschen Flora. In: Abh. Naturw. Verein Bremen **38**: 383-396.
- KUNZE, Ch., 1991:
Vegetationskundliche Untersuchungen in ausgewählten Feuchtgebieten im Rurtalbereich. Untersuchungsjahr 1990. (Gutachten im Auftrag der Firma Rheinbraun.)
- KUNZE, Ch., in Vorber.:
Vegetationskundliche Untersuchungen in ausgewählten Feuchtgebieten im Rurtalbereich. Untersuchungsjahr 1992. (Gutachten im Auftrag der Firma Rheinbraun.)
- KUTZELNIGG, H. & FRIEDRICH, G., 1981:
Bibliographie der botanischen Literatur des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen). Farn- und Blütenpflanzen. In: Decheniana **134**: 1-27.
- LADWIG, E., 1965:
Die Ufervegetation an der mittleren Werra zwischen Frankenroda und Treffurt. In: Wiss. Beitr. Pädag. Inst. Mühlhausen (Thüringen) **4**: 41-48.
- LANGHE, J.-E. DE, DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J., BERGHEN, C. vanden, 1983:
Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines (Pteridophytes et spermatophytes). 3. Aufl.. Meise.

- LANGHE, J.-E. de, DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J., LAWALRÉE, A., MULLENDERS, W. & BERGHEN, C. vanden, 1967:
Flora de la Belgique, du nord de la France et des régions voisines. Liège.
- LAVEN, L. & THYSSEN, P., 1959:
Flora des Köln-Bonner Wandergebietes. In: *Decheniana* **112**: 1-179.
- LAWALRÉE, A. & REICHLING, L., 1961:
Epilobium adenocaulon HAUSSKN. au Grand-Duché de Luxembourg, en Belgique et en Allemagne occidentale. In: *Archives Inst. Grand-Ducal Luxembourg, Sect. Sci. nat., phys. et math.*, N.S. **27**: 89-105. Luxembourg.
- LÖHR, M.J., 1860:
Botanischer Führer zur Flora von Köln, oder Beschreibung der in den weiteren Umgebungen von Köln wildwachsenden und am häufigsten cultivirten Pflanzen, mit Angabe ihrer Fundorte, Blüthezeit und Dauer. Köln (DuMont-Schauberg).
- LÖLF (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen), 1985:
Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. Recklinghausen.
- LÖLF (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Nordrhein-Westfalen), o.J./a:
Geplantes Naturschutzgebiet "Rurdriesch" zwischen Jülich-Barmen/Broich und Linnich-Floßdorf/Pickartzhof: Floristisch-vegetationskundliche Aufnahme.
- LÖLF (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Nordrhein-Westfalen), o.J./b:
Naturschutzgebiet "Rurauenwald-Indemündung": Floristisch-vegetationskundliche Aufnahme.
- LOHMEYER, W., 1969:
Über einige bach- und flußbegleitende nitrophile Stauden und Staudengesellschaften in Westdeutschland und ihre Bedeutung für den Uferschutz. In: *Natur und Landschaft* **44**: 271-273.
- LOHMEYER, W., 1971a:
Über einige Neophyten als Bestandglieder der bach- und flußbegleitenden nitrophilen Staudenfluren in Westdeutschland. In: *Natur und Landschaft* **46**: 166-168.
- LOHMEYER, W., 1971b:
Zur Ausbreitung fremder nitrophiler Pflanzenarten. In: Olschowy, G. (Hg.): *Belastete Landschaft - Gefährdete Umwelt*. München.
- LOHMEYER, W., 1975:
Über flußbegleitende nitrophile Hochstaudenfluren am Mittel- und Niederrhein. In: *Schriftenr. Vegetationsk.* **8**: 79-98. Bonn-Bad Godesberg.
- LOHSE, D., 1985:
Braunkohlentagebau im Rheinischen Revier (Beiträge zum Naturschutz, Schriftenr. d. Deutschen Bundes f. Vogelschutz, Landesverband Nordrhein-Westfalen, H. 2; 63 S.).
- LUDWIG, W., 1962:
Epilobium adenocaulon, ein Neuankömmling in der hessischen Flora. In: *Hess. Florist. Briefe* **11**: 29-32. Darmstadt.
- LWA (Landesamt für Wasser und Abfall, Nordrhein-Westfalen), 1983-1990:
Gewässergüteberichte 1982-1989. Düsseldorf.
- MEUSEL, H., 1943:
Vergleichende Arealkunde. Berlin.
- MEUSEL, H. (Hg.), 1978:
Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band II. Jena.
- MEUSEL, H. & JÄGER, E.J. (Hg.), 1992:
Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band III. Jena.
- MOLL, W., 1974:
Vegetation im Beobachtungsraum (Jülicher Land). In: SCHWARTHOFF, H.: *Vögel im Jülicher Land. Versuch einer Gebietsavifauna (Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes, Heft 4)*. Düsseldorf.
- MOLL, W., 1976:
Die selten gewordenen Pflanzenarten im Jülicher Raum. Überlegungen zum Schutz bedrohter Pflanzen in der nördlichen Hälfte des Kreises Düren. In: *Jahrbuch des Kreises Düren* 1976: 142-146.

- MOLL, W., 1983:
Das Naturschutzgebiet "Rurauenwald-Indemündung". In: Jahrbuch des Kreises Düren 1983: 38-43.
- MOLL, W., 1989:
Zur gegenwärtigen Verbreitung von *Senecio inaequidens* im nördlichen Rheinland. In: Flor. Rundbr. **22**: 101-103.
- MOLL, W., 1992:
Flora Juliacensis 1992. In: Carl Brockmüller - Gesamtausgabe. Werk und Würdigung des königlichen Kreisphysikus in Jülich: 128-156. Jülich.
- MÜLLER, Th., 1941:
Zur Einbürgerung des *Bidens melanocarpus* K.M.WIEGAND im Rheingebiet. In: Decheniana **100B**: 117-121.
- MÜLLER, Th., 1942:
Eingebürgerte amerikanische Pflanzen im Gebiet des Niederrheins. In: Die Natur am Niederrhein **18**: 41-55.
- MÜLLER, Th., 1962:
Flora und Vegetation des Kreises Euskirchen. In: Decheniana **115**: 1-109.
- OBERDORFER, E. (Hg.), 1977:
Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. 2. Aufl. Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (Hg.), 1983a:
Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III. 2. Aufl. Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E., 1983b:
Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Aufl. Stuttgart.
- PASSARGE, H., 1964:
Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes, I. (Pflanzensoziologie 13). Jena.
- PERWITZ, L., 1971:
Jugenderinnerungen rund um Roer und Rur. In: Heimatkalender des Kreises Jülich 1971: 19-24.
- PAFFEN, K.H., 1953-62:
55 - Niederrheinische Bucht; 59 - Niederrheinisches Tiefland. In: Meynen, E. & SCHMITHÜSEN, J. (Hg.): Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bad Godesberg.
- PHILIPPI, G., 1973:
Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften des Oberrheingebietes. In: Beitr. Naturk. Forsch. Südw.-Deutschl. **32**: 53-95.
- PHILIPPI, G., 1978:
Veränderungen der Wasser- und Uferflora im badischen Oberrheingebiet. In: Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. **11**: 99-134. Karlsruhe.
- POTT, R., 1984:
Vegetation naturnaher Fließgewässer und deren Veränderung nach technischen Ausbau- und Pflegemaßnahmen. In: Inf. Natursch. Landschaftspfl. Nordwestdtl. **4**: 81-108. Wardenburg.
- POTT, R. & WITTIG, R., 1985:
Die *Lemnetea*-Gesellschaften niederrheinischer Gewässer und deren Veränderungen in den letzten Jahren. In: Tuexenia **5**: 21-30.
- PREYWISCH, K., 1964:
Vorläufige Nachricht über die Ausbreitung des Drüsigen Springkrautes (*Impatiens glandulifera* ROYLE) im Wesergebiet. In: Natur und Heimat **24**: 101-104. Münster / Westfalen.
- ROCHE, O. & ROTH, H.J., 1975:
Flora des Köln-Bonner Wandergebietes (Gefäßkryptogamen und Phanerogamen). Nachträge aus dem Nachlaß von Paul Thyssen. In: Decheniana **128**: 143-167.
- ROMPAEY, E.v. & DELVOSALLE, L., 1978:
Atlas de la Flore Belbe et Luxembourgaise. Commentaires. Meise.
- ROMPAEY, E.v. & DELVOSALLE, L., 1979:
Atlas de la flore Belge et Luxembourgaise. 2me edition. Bruxelles.

- ROTHMALER, R. (Begr.), 1988:
Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 4: Kritischer Band. Berlin.
- RÜDENAUER, B., RÜDENAUER, K. & SEYBOLD, S., 1974:
Über die Ausbreitung von *Helianthus*- und *Solidago*-Arten in Württemberg. In: Jh. Ges. Naturkde. Württemberg **129**: 65-77.
- RUNGE, F., 1972:
Die Flora Westfalens. 2. Aufl.. Münster/Westf.
- RUNGE, F., 1989:
Die Flora Westfalens. 3. Aufl.. Münster/Westf.
- SAVELSBERGH, E., 1972:
Interessante Pflanzenfunde im Raume Aachen und seiner Umgebung. In: Göttinger Florist. Rundbr. **6**: 12-14.
- SAVELSBERGH, E., 1976:
Unterscheidung von *Scrophularia auriculata* L. und *S. umbrosa* DUM. In: Göttinger Florist. Rundbr. **10**: 4-8.
- SCHMIDT, W., 1981/1983:
Über das Konkurrenzverhalten von *Solidago canadensis* und *Urtica dioica*. I, II. In: Verh. Ges. Ökol. **9**: 173-188; **11**: 373-384. Göttingen.
- SCHMITZ, J., 1991:
Vorkommen und Soziologie neophytischer Sträucher im Raum Aachen. In: Decheniana **144**: 22-38.
- SCHMITZ, J. & STRANK, K.J., 1985:
Die drei *Reynoutria*-Sippen (Polygonaceae) des Aachener Stadtwaldes. In: Flor. Rundbr. **19**: 17-25.
- SCHMITZ, J. & STRANK, K.J., 1986:
Zur Soziologie der *Reynoutria*-Sippen (Polygonaceae) im Aachener Stadtwald. In: Decheniana **139**: 141-147.
- SCHNEDLER, W., 1991:
Zur Einbürgerung und Ausbreitung von Pflanzenarten; was geschieht mit unserem Naturhaushalt? In: Umweltamt der Stadt Darmstadt: Schriftenreihe Bd. **8**, Heft 2 ("25. Hessischer Floristentag - Tagungsbeiträge"): 34-39. Darmstadt.
- SCHNEDLER, W. & BÖNSEL, D., 1989/1990:
Die großwüchsigen Melde-Arten *Atriplex micrantha* C.A.MEYER in LEDEB., *Atriplex sagittata* BORKH. und *Atriplex oblongifolia* W.& K. an den hessischen Autobahnen im Sommer 1987. In: Hessische Florist. Briefe **38**: 50-64 (Teil I), **39**: 13-20 (Teil II). Darmstadt.
- SCHÖNFELDER, P., 1973:
Die "Frühlingsliste" - eine Anregung zur floristischen Geländearbeit. In: Göttinger Florist. Rundbr. **7**: 27-28.
- SCHROEDER, F.G., 1969:
Zur Klassifizierung der Anthropochoren. In: Vegetatio **XVI**: 225-238.
- SCHROEDER, F.G., 1974:
Zu den Statusangaben bei der floristischen Kartierung Mitteleuropas. In: Göttinger Florist. Rundbr. **8**: 71-79.
- SCHROEDER, F.G., 1976:
Zu den Statusangaben bei der floristischen Kartierung Mitteleuropas. In: HAEUPLER, H. (Hg.): Grundlagen und Methoden für die Kartierung der Flora Mitteleuropas: 28-32. Göttingen.
- SCHULZ, D., 1984:
Zur Ausbreitungsgeschichte der *Galinsoga*-Arten in Europa. In: Acta bot. slov. 1984 A suppl. **1**: 285-296.
- SCHWABE, A., 1987:
Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald (Dissertationes Botanicae 102). Stuttgart.
- SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A., 1991:
Gewässerbegleitende Neophyten und ihre Beurteilung aus Naturschutz-Sicht unter besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands. In: NNA Berichte **4** (1): 14-27. Schneverdingen.

- SCHWARTHOFF, H., 1974:
Vögel im Jülicher Land. Versuch einer Gebietsavifauna. (Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes, Heft 4). Düsseldorf.
- SCHWICKERATH, M., 1933:
Die Vegetation des Landkreises Aachen und ihre Stellung im nördlichen Westdeutschland (Aachener Beitr. Heimatkd. 13; 135 S.). Aachen.
- SCHWICKERATH, M., 1944:
Das Hohe Venn und seine Randgebiete (Pflanzensoziologie 6). Jena.
- SCHWICKERATH, M., 1952:
Untersuchungen über die Erstberasungen von Talsperrenufern bei sommerlicher Senkung des Wasserspiegels, ausgeführt an der Rur- und Urfttalsperre (Eifel). In: Arch. Hydrobiol. 46: 103-124.
- SCHWICKERATH, M., 1962:
Untersuchungen über den Uferbewuchs der regulierten Rur von der Autobahnbrücke bei Düren abwärts bis oberhalb Altenburg im Jahre 1962. (Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Düsseldorf; 62 S.)
- SEBALD, O., 1976:
Veränderungen der Flora der Wälder, der Moore und des Grünlandes in jüngerer Zeit. In: Stuttgarter Beitr. Naturkde., Ser. C, Heft 5: 3-16.
- SEGAL, S. & GROENHART, M.C., 1967:
Het Zuideindigerwiede, een uniek verlandingsgebied. In: Gorteria 3: 169-170. Leiden.
- SEYBOLD, S., 1976:
Wandel der Pflanzenwelt der Äcker und der Ruderalflora in jüngerer Zeit. In: Stuttgarter Beitr. Naturkde., Ser. C, Heft 5: 17-28.
- SUKOPP, H., 1962:
Neophyten in natürlichen Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. In: Ber. Deutsch. Bot. Ges. 75: 193-205.
- SUKOPP, H., 1963:
Die Ufervegetation der Berliner Havel. In: Berliner Naturschutzblätter 7(20): 422-429. Berlin.
- SUKOPP, H., 1972:
Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. In: Ber. Landw. 50: 112-139.
- SUKOPP, H., 1976:
Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland. In: Schriftenr. Vegetationsk. 10: 9-26. Bonn-Bad Godesberg.
- SUKOPP, H. & KOWARIK, I., 1986:
Berücksichtigung von Neophyten in Roten Listen gefährdeter Arten. In: Schriftenr. Vegetationsk. 18: 105-113. Bonn-Bad Godesberg.
- SUKOPP, H. & SUKOPP, U., 1988:
Reynoutria japonica HOUTT. in Japan und in Europa. In: Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel 98: 354-372. Zürich.
- TÜXEN, R., 1950:
Wanderwege der Flora in Stromtälern. In: Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 2: 52-53.
- TÜXEN, R., 1967:
Ausdauernde nitrophile Saumgesellschaften Mitteleuropas. In: Contributii bot. (1967): 431-453. Cluj.
- TÜXEN, R., 1979:
Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. 2. Aufl., Lieferung 2. Lehre.
- TÜXEN, R. & LOHMEYER, W., 1962:
Über Untereinheiten und Verflechtungen von Pflanzengesellschaften. In: Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 9: 53-56.
- VAN DER PLOEG, D.T.E., 1968:
Potamogeton, *Elodea* en ruilverkavelingen. In: Gorteria 4: 113-114. Leiden.
- VOLLRATH, H., 1965:
Das Vegetationsgefüge der Itzaue als Ausdruck hydrologischen und sedimentologischen Geschehens (Landschaftspflege und Vegetationskunde, Heft 4). München.

- WAGENITZ, G., 1964-79:
Bidens frondosa L.. In: HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. VI, Teil 3: 229-232. Berlin, Hamburg.
- WAHRENBURG, P., WEYER, K. van de & WIEGLEB, G., 1991:
 Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur. II. Zur Zonierung von Makrophyten im Fließgewässersystem der Rur. In: Decheniana **144**: 4-21.
- WEBER, H.E., 1987:
 Die Ausbreitung der Erzengelewurze (*Angelica archangelica*) und ihres Hochstaudenröhrichts (*Convolvulo-Archangelietum*) im Raum Osnabrück. In: Osnabrücker Naturwiss. Mitt. **13**: 71-76.
- WEIMANN, R., 1966:
 Von Ufer und Landschaften der Rur. (hg. vom Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein- Westfalen)
- WEIN, K., 1939-42:
 Die älteste Einführungs- und Ausbreitungsgeschichte von *Acorus calamus*. Teil I-III. In: Hercynia **1**(3): 367-450, **3**(1): 72-128, **3**(2): 241-291.
- WEIN, K., 1963:
 Die Einführungsgeschichte von *Helianthus tuberosus* L. In: Die Kulturpfl. **11**: 43-91.
- WERMELSKIRCHEN, E., 1963:
 Die Regulierung der Rur zwischen Düren und der Landesgrenze unter besonderer Berücksichtigung der Kreis-Jülicher Verhältnisse. In: Heimatkalender des Kreises Jülich 1963: 83-90.
- WERMELSKIRCHEN, E., 1975:
 20 Jahre Rurwasserverband. In: Jahrbuch des Kreises Düren 1975: 54-59.
- WERNER, D.J., ROCKENBACH, T. & HÖLSCHER, M.-L., 1991:
 Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonderer Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. In: Tuexenia **11**: 73-107.
- WEYER, K. van de, WAHRENBURG, P. & WIEGLEB, G., 1990:
 Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur. I. Die Fließgewässervegetation und ihre Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege. In: Decheniana **143**: 141-159.
- WEYER, K. van de:, 1990:
 Die Fließwasservegetation im Einzugsgebiet der Schwalm (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland, und Provinz Limburg, Niederlande). In: Natur am Niederrhein, N.F. **5**: 20-30. Krefeld.
- WEYRICH, E., 1938:
 Rur-Hochwasser. Zehn große Überschwemmungen in den letzten 50 Jahren. In: Rur-Blumen **17**: 53-54.
- WIEGLEB, G., 1984:
 Makrophytenkartierung in Niedersachsen - Methoden, Ziele und erste Ergebnisse. In: Inf. Natursch. Landschaftspfl. **4**: 109-136. Wardenburg.
- WILLERDING, U., 1967:
 Beiträge zur jüngsten Geschichte der Flora und Vegetation der Flußauen. In: Tüxen, R. (Hg.): Pflanzensoziologie und Palynologie. Ber. Internat. Symposion Stolzenau/Weser 1962: 71-77. Den Haag.
- WIRTGEN, P., 1857:
 Flora der preussischen Rheinprovinz und der zunächst angrenzenden Gegenden. Bonn.
- WITTENBERGER, W., 1977:
 Zur Ausbreitung des Staudenknöterichs im Raume Offenbach am Main. In: Ber. Offb. Ver. Naturkd. **80**: 31-34.
- WITTIG, R., 1981:
 Untersuchungen zur Verbreitung einiger Neophyten im Fichtelgebirge. In: Ber. Baycr. Bot. Ges. z. Erforsch. d. heimisch. Flora **52**: 71-81.
- WOLF, H., 1977:
 Naturgemäßer Gewässerausbau. In: Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. **46**: 259-320. Karlsruhe.

- WOLFF, P., 1980:
Die *Hydrilleae* (*Hydrocharitaceae*) in Europa. In: Göttinger Florist. Rundbr. **14**(2): 33-56.
- WOLFF, P., 1991:
Die Zierliche Wasserlinse, *Lemna minuscula* HERTER: Ihre Erkennungsmerkmale und ihre Verbreitung in Deutschland. In: Florist. Rundbr. **25**: 86-98. Bochum.
- WOLFF-STRAUB, R., BANK-SIGNON, FOERSTER, KUTZELNIGG, LIENENBECKER, PATZKE, RAABE, RUNGE, & SCHUHMACHER, 1988:
Florenliste von Nordrhein-Westfalen. 2., völlig überarb. u. erweit. Aufl. (Schriftenr. d. Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentw. u. Forstplanung Nordrh.-Westf., Bd. 7). Recklinghausen.
- ZIZKA, G., 1985:
Botanische Untersuchungen in Nordnorwegen. Anthropochore Pflanzenarten der Varangerhalbinsel und Sör-Varangers (Dissertationes Botanicae 85). Vaduz.

9. ANHANG

A: Artenliste für die untersuchten Ufer

B: Zur Verbreitung bemerkenswerter einheimischer Arten

C: Ergänzende Vegetationsaufnahmen/Artenlisten

D: Lage und Begrenzung der Kartierungsabschnitte

E: Muster der Kartierungsbögen

F: Berechnungen zum Neophyten-Index

Anhang A: Artenliste für die untersuchten Ufer

Die folgende Liste enthält alle im Rahmen der Untersuchungen an den Ufern von Rur und Inde festgestellten Farn- und Blütenpflanzen (der Begriff "Ufer" ist im Kapitel 4.2. definiert worden).

Die Nomenklatur richtet sich nach EHRENDORFER (Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. Aufl. 1973), Ausnahmen sind durch "*" gekennzeichnet. Synonyme von Neophyten sind evtl. weiteren Werken entnommen, so besonders den in Kap. 4.4 aufgeführten Floren, der FLORA EUROPAEA und anderen.

Angepflanzte Gehölze am Ufer wurden teilweise aufgenommen, sind jedoch sicherlich nicht vollständig aufgeführt. In Klammern werden Arten aufgeführt, die nur oberhalb der untersuchten Strecken gefunden wurden, oder für die Angaben vorliegen, die im Rahmen der Untersuchungen nicht bestätigt werden konnten.

Soweit es aufgrund der gemachten Beobachtungen möglich ist, werden bei bemerkenswerten Sippen Angaben zu Fundorten oder Erwähnungen im Textteil angefügt; außerdem sind eventuelle Belege im Herbarium des Verfassers unter Angabe der Sammelnummern dokumentiert ("Hb GK 92-XXX" bedeutet Herbarium G. Kasperek, Sammelnummer 92-XXX).

Die Liste enthält 219 Sippen, jedoch war die Erstellung einer kompletten Florenliste nicht Hauptziel der Untersuchungen; deshalb ist mit dem Vorkommen weiterer, hier nicht aufgeführter Arten zu rechnen.

<i>Acer platanoides</i> L.	spontan nur Jungpflanzen
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	spontan nur Jungpflanzen
<i>Achillea millefolium</i> agg.	
<i>Achillea ptarmica</i> L.	
<i>Acorus calamus</i> L.	vgl. Kap. 5.3.14.; Hb GK 92-283
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	vgl. Tab. 4, 5
<i>Aethusa cynapium</i> L.	Hb GK 92-254, -302; in Hochstaudenfluren nicht selten mannshoch!
<i>Agropyron repens</i> (L.) PB.	
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Hb GK 92-156
<i>Agrostis tenuis</i> SIBTH.	ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	
<i>Alliaria petiolata</i> (MB.) CAV. & GR.	vgl. Tab. 4, 5
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.	
<i>Alnus incana</i> (L.) MOENCH	häufig gepflanzt
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	
<i>Angelica sylvestris</i> L.	
<i>Arctium lappa</i> L.	Hb GK 92-253
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	Steinpflaster b. Rurbrücke der L253
<i>Arrhenaterum elatius</i> (L.) J.& K.PRESL	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	
<i>Aster x versicolor</i> WILLD.	vgl. Kap. 5.3.6.; Hb GK 92-418
<i>Atriplex prostrata</i> BOUCHER ex DC. *	
<i>Barbarea vulgaris</i> R. BR.	
<i>Betula pendula</i> ROTH	
<i>Bidens cernua</i> L.	vgl. Tab. 8; Hb GK 92-337
<i>Bidens connata</i> MÜHLENB. ex WILLD.	vgl. Kap. 5.3.10.; Hb GK 92-304
<i>Bidens frondosa</i> L.	vgl. Kap. 5.3.9; Hb GK 92-299 (Syn.: <i>B. melanocarpa</i> WIEG.)
<i>Bidens tripartita</i> L.	z.B. Abschn. 23R, 25L, 54R, 55L, 70R
<i>Bromus cf. inermis</i> LEYS.	Hb GK 92-258
<i>Bryonia dioica</i> JACQ.	vgl. Tab. 5; Hb GK 92-098
<i>Callitriche spec.</i>	zerstreut
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.BR.	vgl. Tab. 4, 5
<i>Cardamine amara</i> L.	Abschn. 13R (Hb GK 92-151)

- (*Cardamine impatiens* L. am Rur-Oberlauf unterhalb Blenz, vgl. Tab. 5)
Cardamine pratensis agg.
Carduus crispus L.
Chaerophyllum temulum L. vgl. Tab. 5
Chelidonium majus L.
Chenopodium album L.
Chenopodium polyspermum L. auf Kiesbank; vgl. Tab. 8
Chenopodium rubrum L. Abschn. 25L (Hb GK 92-324)
Circaea lutetiana L.
Cirsium arvense (L.) SCOP.
Cirsium oleraceum (L.) SCOP. vgl. Tab. 4, 5
Cirsium vulgare (SAVI) TEN.
Clematis vitalba L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3, Hb GK 92-368
Conium maculatum L. vgl. Tab. 4; auch Abschn. 22R, 25L (Hb GK 92-096)
Conyza canadensis (L.) CRONQ. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Coronopus didymus (L.) SM. vgl. Kap. 5.3.23.; Hb GK 92-255
Cruciata laevipes OPIZ
Cuscuta europaea L. vgl. Tab. 4. Auch an der Inde verbreitet, z.B. Abschnitte 55L+R, 56L, 57L+R, 70R. Der Schmarotzer befällt im Untersuchungsgebiet eine große Anzahl verschiedener Wirte, darunter auch verschiedene Neophyten; registriert wurden als Wirt außer *Urtica dioica*: *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit*, *Humulus lupulus* (Hb GK 92-310), *Impatiens glandulifera* (Hb GK 92-290), *Lamium maculatum*, *Myosoton aquaticum* (Hb GK 92-419), *Petasites hybridus* (Hb GK 92-309), *Phalaris arundinacea* (Hb GK 92-305), *Polygonum hydropiper*, *Reynoutria japonica* (Hb GK 92-264), *Salix viminalis*, *Scrophularia auriculata* (Hb GK 92-308), *Senecio inaequidens* (Hb GK 92-369), *Solanum dulcamara*
Cymbalaria muralis GAERTN., MEY. & SCHERB.: selten als Neophyt an geflasterten Uferböschungen (Abschn. 1L); auch über Uferanrissen (Abschn. 52R)
Dactylis glomerata L.
Daucus carota L. z.B. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
(Deschampsia cespitosa (L.) P.B. Angabe bei SCHWICHERATH 1962)
Dipsacus pilosus L. Abschn. 26aR (Hb GK 92-321)
Dipsacus sylvestris HUDS. * z.B. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
(Eleocharis palustris agg. Angabe bei SCHWICHERATH 1962)
Elodea canadensis MICHX. vgl. Kap. 5.3.19.; Hb GK 92-363, (Syn.: *Anacharis canadensis* (MICHX.) PLANCHON; *Alsine alsinastrum* BAB.)
Elodea nuttallii (PLANCH.) ST. JOHN: vgl. Kap. 5.3.20.; Hb GK 92-339; z.B. Abschnitt 24R, 25L; (auch: NSG Quellteiche bei Linnich) (Syn.: *Anacharis nuttallii* PLANCH.)
Epilobium adenocaulon HAUSSKN. vgl. Kap. 5.3.11. (Syn.: *E. graebneri* RUBNER, *E. ciliatum* RAFN.; zu taxonomischen Problemen vgl. JÄGER 1986)
Epilobium hirsutum L. vgl. Anhang B
Epilobium parviflorum SCHREB. Abschn. 25R (Hb GK 92-263)
Epilobium roseum SCHREB. Abschn. 25L
Epilobium tetragonum L. ssp. *lamyi* (F.W.SCH.) NYM. Abschn. 31R (Hb GK 92-303)
Epipactis helleborine (L.) CR. vgl. Kap. 5.3.23.; (Syn.: *E. latifolia* (L.) ALL.)
Equisetum arvense L.
Equisetum palustre L. bei Düren, vgl. Tab. 5
Eupatorium cannabinum L.
Euphorbia cyparissias L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Fallopia convolvulus (L.) A.LÖV. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Festuca arundinacea SCHREB.

- Festuca gigantea* (L.) VILL. vgl. Tab. 4
Festuca pratensis HUDS.
Filipendula ulmaria (L.) MAXIM. ssp. *denudata* (J.& K. PRESL) HAYEK
vgl. Tab. 4, 5; Hb GK 92-389
Foeniculum vulgare MILL. vgl. Kap. 5.3.16.; Hb GK 92-361
(Syn.: *F. officinale* ALL.)
Fraxinus excelsior L.
Galeopsis tetrahit L.
Galinsoga ciliata (RAFIN.) BLAKE vgl. Kap. 5.3.13.;
(Die taxonomischen Verhältnisse sind schwierig; als
Synonyme werden angegeben: *G. quadriradiata* auct. non
RUIZ et PAVON (in ROTHMALER 1988), *G. quadriradiata*
auct. (in EHRENDORFER), *G. quadriradiata* RUIZ et
PAVON (in LT.1959). HEGI (VI/3 1979: 352) zitiert Canne
1977: *G. quadriradiata* RUIZ et PAVON beinhaltet demnach
G. ciliata, ist also auch der korrekte Name; da sich in Europa
nur eine Sippe als Neophyt massiv ausgebreitet hat und diese
eindeutig als *G. ciliata* (RAFIN.) BLAKE zu identifizieren ist,
sind die weiteren taxonomischen Verhältnisse hier nicht
relevant).
- Galium aparine* L.
Galim mollugo agg.
Galium palustre agg. vgl. Tab. 6
Geranium columbinum L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3; Hb GK 92-370)
Geranium pusillum BURM.f.
Geranium pyrenaicum BURM.f. vgl. Kap. 5.3.18.; z.B. Abschn. 3 (auf Insel), 5L
(Hb GK 92-329), 20aR.
Geum urbanum L.
Glechoma hederacea L.
Glyceria declinata BRÉB. vgl. Tab. 7, 9; Hb GK 92-327; vielleicht häufiger als die
folgende Art?
Glyceria fluitans (L.) R.BR.
Glyceria maxima (HARTMAN) HOLMBERG vgl. Tab. 6; Hb GK 92-149
Helianthus annuus L. Abschn. 25aL (ein Exemplar)
Helianthus tuberosus L. vgl. Kap. 5.3.7.; Hb GK 92-323, -384
Heracleum mantegazzianum SOMM. & LEV.: vgl. Kap. 5.3.21.; jeweils eine oder wenige
Rosetten wurden in folgenden Kartierungsabschnitten
gefunden:
16L, 18L, 19R, 24L, 26aR, 50L, 56L; außerdem auf der
oberen der Inseln in Abschnitt 3, in Eschweiler-Weisweiler
(Inde) sowie mehrere fruchtende Exemplare am Rurufer beim
Lendersdorfer Sportplatz (5204/24)
Heracleum sphondylium L. vgl. Tab. 4, 5
Hesperis matronalis L. vgl. Kap. 5.3.8.; Hb GK 92-075, -252, -257
Holcus lanatus L.
Humulus lupulus L. Hb GK 92-285
Hypericum perforatum L. vgl. Tab. 4; an gepflasterten Uferböschungen
Impatiens glandulifera ROYLE vgl. Kap. 5.3.1.
(Syn.: *I. roylei* WALPERS)
Iris pseudacorus L. vgl. Tab. 6
Juncus bufonius agg. Abschn. 24R (Hb GK 92-166)
Juncus effusus L.
(*Juncus conglomeratus*) Angabe bei SCHWICKERATH 1962)
Juncus inflexus L. Abschn. 1R, 4R
Laburnum anagyroides MED. vgl. Kap. 5.3.23.; Hb GK 92-371
Lamium album L. vgl. Tab. 4
Lamium maculatum (L.) L. vgl. Tab. 4, 5
Lamium purpureum L.
Lemna gibba L. vgl. Tab. 10

- Lemna minor* L. vgl. Tab. 10
Lepidium campestre (L.) R.BR. Abschn. 12R
Linaria vulgaris MILL. z.B. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Lolium perenne L.
Lupinus polyphyllus LINDL. vgl. Kap. 5.3.23.
Lycopersicon esculentum MILL. vgl. Kap. 5.3.17.; z.B. in den Abschnitten 24L, 25L, 26aR, 27L, 54L, häufig auch an der Inde bei Eschweiler. (Syn.: *Solanum lycopersicum* L.)
Lycopus europaeus L.
Lysimachia nummularia L. Abschn. 5R
Lythrum salicaria L.
Matricaria inodora L. * z.B. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Medicago lupulina L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Melilotus alba MED. ruderal auf Insel (Abschnitt 3, Hb GK 92-372)
Mentha aquatica L.
Mentha arvensis L. ssp. *austriaca* (JACQ.) BRIQ. z.B. Abschn. 28R (Hb GK 92-336)
Mentha longifolia * Abschn. 50L (Hb GK 92-358)
Mentha spicata * Abschn. 52R (Hb GK 92-377,390(..))
Mentha x niliaca * vgl. Kap. 5.3.23.
Mentha x verticillata * z.B. Abschn. 20aL (Hb GK 92-355)
Mimulus guttatus DC. vgl. Kap. 5.3.15. (Syn.: *M. luteus* auct.)
Myosotis scorpioides (L.) em. HILL vermutlich die einzige im Untersuchungsgebiet vorkommende Sippe des *M. palustris*-Aggregats (Hb GK 92-159, -160, -328, -410)
Myosoton aquaticum (L.) MOENCH. vgl. Tab. 4
Nasturtium officinale R.BR. vgl. Tab. 7; Hb GK 92-100
Nasturtium x sterile (AIRY SHAW) OEFELEIN Abschn. 34L: Rur-Ufer in Linnich, gegenüber dem Pegel, Bestand ca. 8 m² (Hb GK 92-386) Vermutlich kommt auch die zweite Elternart, *Nasturtium microphyllum* (BOENN.) RCHB., unweit des Untersuchungsgebiets vor. Ein großer, sich im Herbst auffällig bronze verfärbender Bestand einer *Nasturtium*-Sippe wurde sw. Düren-Mariaweiler (5104/44) beobachtet. Dies wird allgemein als Merkmal von *N. microphyllum* angegeben. Eine Untersuchung der Samenschale ergab jedoch, daß es sich auch hier um *N. officinale* handeln muß (Hb GK 92-378, -411). Diese Färbung aber konnte sonst nirgendwo im Untersuchungsgebiet registriert werden.
Oenothera biennis agg. vgl. Kap. 5.3.23.
Origanum vulgare L. über Uferanrissen in der Inde häufig (Hb GK 92-376)
Petasites hybridus (L.) G.,M.& SCH. vgl. Tab. 5
Phalaris arundinacea L. vgl. Tab. 4, 6
Phleum pratense L.
Phragmites australis (CAV.) TRIN. ex STEUD. vgl. Tab. 6
Picris echioides L. vgl. Kap. 5.3.23.
Plantago lanceolata L.
Plantago major L. ssp. *intermedia* (GODR.) ARC. vgl. Tab. 7, 9; Hb GK 92-251
Plantago major L. ssp. *major* L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Poa angustifolia L.
Poa palustris L. Abschn. 4R (Hb GK 92-152)
Poa trivialis L. vgl. Tab. 4, 5
Polygonum amphibium L. z.B. Abschn. 7R
Polygonum aviculare agg.
Polygonum hydropiper L. vgl. Tab. 8; Hb GK 92-157, -434, -437
Polygonum persicaria L. vgl. Tab. 8
Populus x canadensis MOENCH * Haupt-Baumart des Rurdriesch
Populus cf. x gileadensis ROUL. * gepflanzt (Hb GK 92-436)
Potamogeton crispus L. Abschn. 7R (Hb GK 92-163)

- Potamogeton natans* L. Abschn. 6R
Potamogeton pectinatus L. Abschn. 31R (Hb GK 92-365)
Potentilla anserina L.
Potentilla reptans L.
Prunus serotina EHRH. am Rurufer z.B. in Linnich gepflanzt (Hb GK 92-385)
Pterocarya fraxinifolia (LAMB.) SPACH * häufig am Rurufer gepflanzt
(Pulicaria dysenterica) (L.) BERNH. Angabe bei LÖLF, o.J./a, sowie durch MOLL
(mündl. Mitt.)
Ranunculus subgenus *Batrachium* (cf. *fluitans* LAM., Hb GK 92-155);
Kritische Sippen­gruppe. Nach WEYER et al. (1990) wird *R.*
penicillatus ssp. *penicillatus* an der Rur mit abnehmender
Entfernung zur Mündung von *R. fluitans* abgelöst.

Ranunculus repens L.
Ranunculus sardous CR. Abschn. 4R (Hb GK 92-148)
Ranunculus sceleratus L. Abschn. 26aR
Reseda lutea L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Reseda luteola L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Reynoutria japonica HOUTT. vgl. Kap. 5.3.2.; Hb GK 92-262, -335
(Syn.: *Polygonum cuspidatum* SIEB. et ZUCC.)
Reynoutria sachalinensis (SCHMIDT) NAKAI vgl. Kap. 5.3.3.; Hb GK 92-366, -439
(Syn.: *Polygonum sachalinense* SCHMIDT)

Robinia pseudacacia L. vgl. Kap. 5.3.23.
Rorippa palustris (L.) BESS. * Abschn. 23R (Hb GK 92-250)
(*Rorippa sylvestris* (L.) BESS. Angabe bei LÖLF o.J./a)
Rosa canina agg. 1x juv. auf Insel (Abschnitt 3)
Rubus caesius L.
Rubus fruticosus agg.
Rubus idaeus L.
Rubus laciniatus WILLD. Abschn. 25aL
Rumex conglomeratus MURRAY z.B. Abschn. 25R
Rumex obtusifolius L.
Salix alba L.
Salix caprea L.
Salix viminalis L. an der Rur häufig in dichten Reihen gepflanzt
Sambucus nigra L.
Sanguisorba minor SCOP. ssp. *muricata* (GREMLI) BRIQ. vgl. Kap. 5.3.16.
Saponaria officinalis L.
Sarothamnus scoparius (L.) WIMM. ex KOCH * ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Schoenoplectus lacustris (L.) PALLA Abschn. 5L (Hb GK 92-359)
Scrophularia auriculata L. vgl. Anhang B; Hb GK 92-099, -307
Scrophularia nodosa L. Abschn. 18L
Scrophularia umbrosa DUM. vgl. Anhang B; Hb GK 92-162, -300, -301
Sedum acre L. gepflasterte Uferböschungen und Blockstein-Packungen, bes.
an Wehren

Sedum album L. wie vorige Art
Senecio inaequidens DC. * vgl. Kap. 5.3.12.; Hb GK 92-150
(Syn.: *S. reclinatus* L.f., *S. harveyanus* McOWAN, vgl.
KUHBIER 1977)

Senecio vulgaris L.
Silene dioica (L.) CLAIRV. vgl. Tab. 4, 5
Silene pratensis (RAFN.) GODR. et GREN. auf Insel (Abschnitt 3)
Solanum dulcamara L. vgl. Tab. 4, 5
Solanum nigrum L. em. MILLER z.B. Abschn. 26aR
Solidago canadensis L. vgl. Kap. 5.3.4.
(Syn.: *S. canadensis "genuina"* in B.1899)

Solidago gigantea AIT. vgl. Kap. 5.3.5.; Hb GK 92-097, -334
(Syn.: *S. serotina* AIT.)

Sonchus arvensis L. ssp. *arvensis* Abschn. 4R (Hb GK 92-331)
Sonchus asper (L.) HILL z.B. Abschnitt 12R

Sparganium emersum REHM. vgl. Tab. 6; Hb GK 92-364
Sparganium erectum L. ssp. *neglectum* (BEEBY) SCHINZ & THELL
 vgl. Tab. 6; Hb GK 92-387, -388
Spirodela polyrhiza (L.) SCHLEIDEN vgl. Tab. 10
Stachys palustris L. vgl. Tab. 4; Hb GK 92-286
(Stachys sylvatica L. vgl. Tab. 4, 5)
Stellaria media L.
Stellaria nemorum L.
Symphoricarpos rivularis SUKSD. vgl. Kap. 5.3.23.; Hb GK 92-320
Symphytum officinale agg.
Symphytum x uplandicum NYM. vgl. Kap. 5.3.22.; Hb GK 92-284, -322
 (Syn.: *S. caeruleum* PETITMENGIN)
Tanacetum vulgare L.
Taraxacum officinale agg.
Trifolium arvense L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Trifolium pratense L.
Tussilago farfara L. ruderal auf Insel (Abschnitt 3)
Typha latifolia L. vgl. Tab. 6
Urtica dioica L.
Verbascum cf. densiflorum BERTOL.
Verbascum nigrum L. z.B. Abschn. 5L
Verbascum thapsus L. vgl. Tab. 4
Verbena officinalis L. an Steilufern oder auf Steinpflaster
Veronica anagallis-aquatica L. Abschn. 26aR
Veronica beccabunga L. vgl. Tab. 7
Viburnum opulus L. im Auwald (z.B. Abschn. 17R)
Vicia cracca L.

In Anbetracht der Tatsache, daß der "negative" Nachweis von Verbreitungslücken ebenso wichtig ist wie der positive Nachweis von Wuchsorten (vgl. die Schriften von H. HOFFMANN), sei darauf hingewiesen, daß folgende Sippen, die gebietsweise als Neophyten an Flüssen auftreten, an den Ufern des Untersuchungsgebietes nicht nachgewiesen wurden: *Angelica archangelica* L., *Artemisia verlotiorum* LAMOTTE, *Cuscuta lupuliformis* KROCK. und *C. gronovii* WILLD. ex SCHULT., *Brassica nigra* (L.) KOCH, Arten der Gattungen *Amaranthus*, *Chenopodium*, *Rudbeckia* und *Xanthium*, sowie weitere unten nicht genannte *Solidago*-Sippen. Vorkommen von *Amaranthus lividus* in den Klärpoldern der Dürener Zuckerfabrik beschrieb allerdings WISSKIRCHEN (1986). Die Bedeutung des Bastards *Reynoutria x bohemica* CHRTEK & CHRTKOVA, kürzlich als *Reynoutria x vivax* J.SCHMITZ & K.J.STRANK für Aachen angegeben (SCHMITZ & STRANK 1985), ist unklar (vgl. z.B. SUKOPP & SUKOPP 1988); dieser Bastard konnte im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden.

Anhang B: Zur Verbreitung bemerkenswerter einheimischer Arten

Bei der Neophyten-Kartierung wurden auch vier einheimische Sippen mit erfaßt, da der Verfasser für diese Sippen bemerkenswerte Verbreitungsbilder erwartete.

Es handelt sich dabei zunächst um zwei an den Ufern auftretende Braunwurz-Arten. *Scrophularia auriculata* ist eine atlantisch-mediterran verbreitete Art, die nur in westlichen Randgebieten Deutschlands vorkommt; nach BANK-SIGNON & PATZKE (1988) hat diese an der Rur verbreitete Art eine überraschend plötzliche Verbreitungsgrenze knapp oberhalb Düren. Weiter oberhalb wird dafür *S. umbrosa* ssp. *neesii* häufiger, die jedoch auch schon unterhalb von Düren auftritt. Eine Feinkartierung dieser beiden Sippen im Untersuchungsgebiet, das also eine Überlappungsbereich beider Areale darstellt, erschien mir daher interessant. Allerdings kartierte ich zunächst nur *S. auriculata* und *S. umbrosa*, die subspecies *neesii* unterschied ich nicht; nach den Angaben der Literatur (vgl. BANK-SIGNON & PATZKE 1986!) und der späteren Bearbeitung von stichprobenartigen Herbarbelegen vermute ich jedoch, daß *S. umbrosa* ssp. *umbrosa* an der Rur gar nicht auftritt und alle meine Angaben für *S. umbrosa* auf Vorkommen der ssp. *neesii* beruhen.

Insgesamt erweist sich *S. auriculata* als die eindeutig häufigere Art, sie wurde in etwa 90% aller Kartierungsabschnitte nachgewiesen (vgl. Karte 16); eine Ausdünnung der Fundorte zur nahen Verbreitungsgrenze hin ist nicht erkennbar. *S. umbrosa* ist seltener; ich fand sie nur in etwa jedem zweiten Kartierungsabschnitt, und ihre Individuenzahl fällt gegenüber der von *S. auriculata* noch deutlicher ab. Auffällig ist im Verbreitungsbild von *S. umbrosa* (Karte 17), daß sie an der unteren Inde weitgehend fehlt.

Für die beiden anderen einheimischen Arten erwartete ich eventuell ein Ausdünnen der Vorkommen zum Rur-Unterlauf hin; denn sie sind wesentliche Bestandteile der Ufervegetation an rascher fließenden Oberläufen und auch noch an der Rur bei Düren reichlich vertreten. *Epilobium hirsutum* ist Assoziations-Kennart des *Epilobio hirsuti-Convolutum*s (vgl. Kap. 5.2.1.). Die Feinkartierung der Art ergab, daß sie im Untersuchungsgebiet zwar nur im oberen Bereich der Rur eine größere Rolle spielt und hier mehrfach die Häufigkeit 3 erreicht, aber auch in den anderen Abschnitten immer wieder auftritt (vgl. Karte 18).

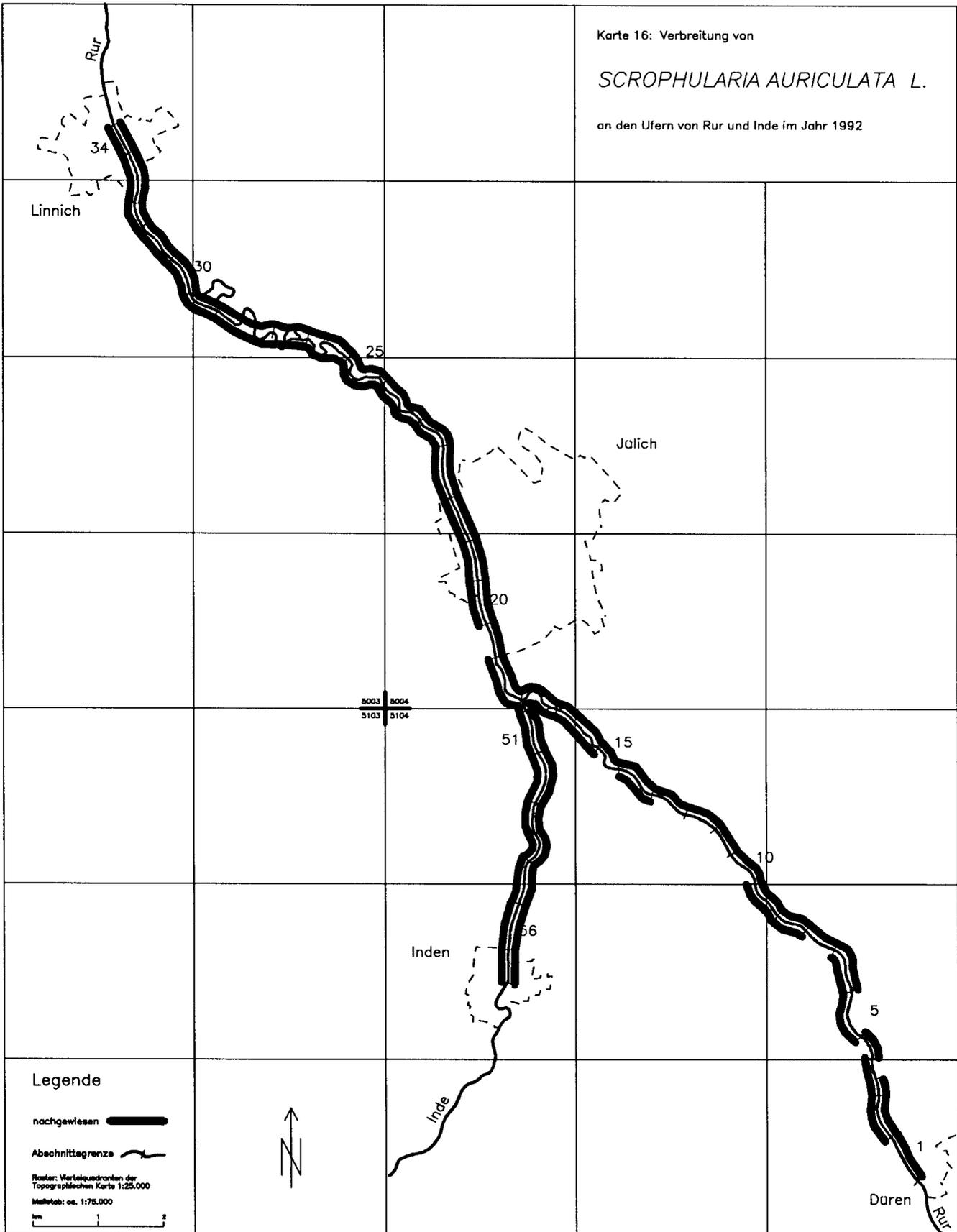
Deutlich seltener fand sich *Petasites hybridus* im Untersuchungsgebiet. Ein verstärktes Auftreten an der Rur oberhalb der untersuchten Strecke deutet sich nur schwach in den oberen beiden Kartierungsabschnitten an; erkennbar ist außerdem ein Schwerpunkt im Bereich des NSG "Rurauenwald/Indemündung" (Karte 19). Nach LÖLF (o.J./b) ist die Pestwurz infolge der Regulierung der Rur stark zurückgegangen.

Andererseits machen HEINRICH et al. (1972: 1113) darauf aufmerksam, daß viele Vorkommen von *Petasites hybridus* besonders im nördlichen Deutschland eventuell auf Verwilderungen zurückgehen, nachdem die Pflanze im Mittelalter als Heil- und Zierpflanze kultiviert worden war.

Karte 16: Verbreitung von

SCROPHULARIA AURICULATA L.

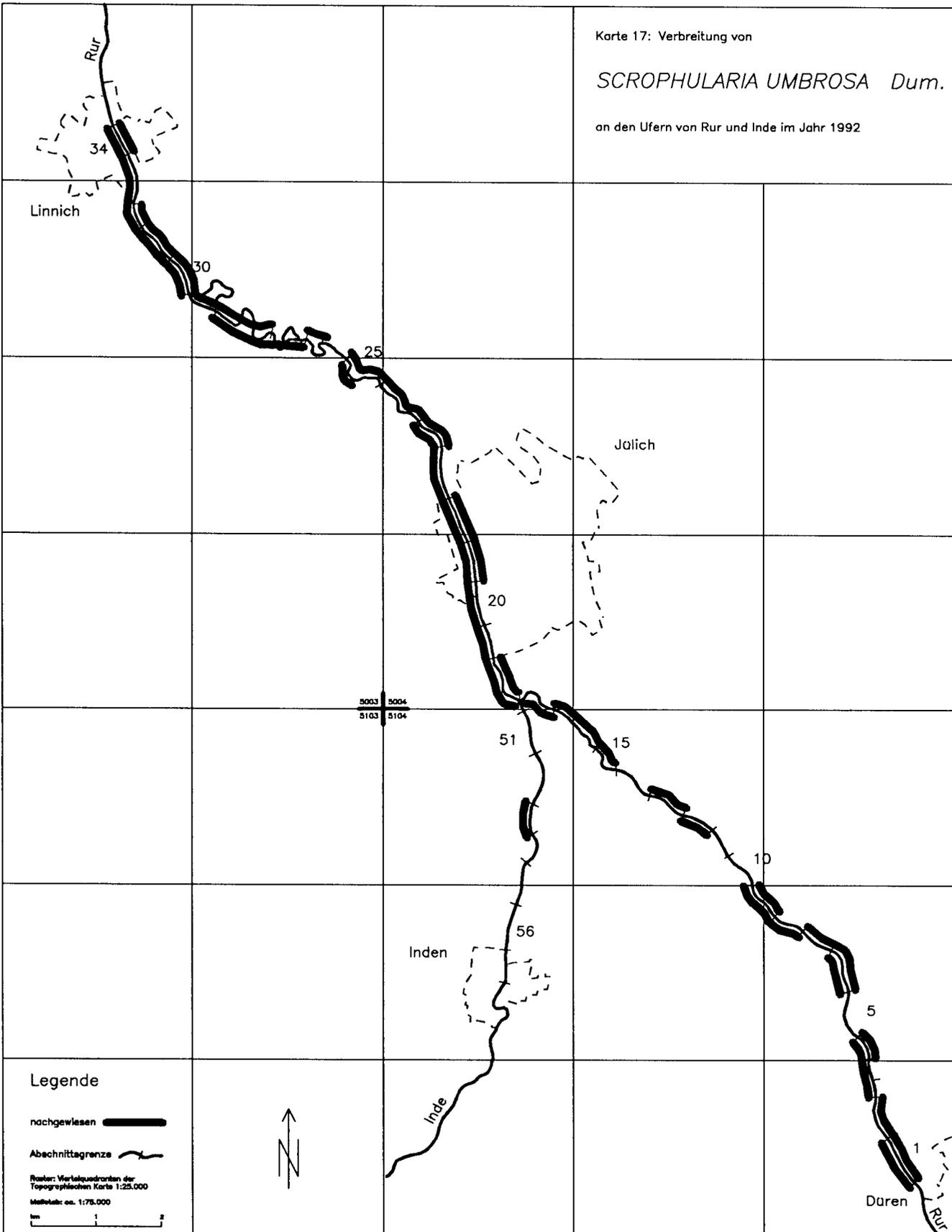
an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Karte 17: Verbreitung von

SCROPHULARIA UMBROSA Dum.

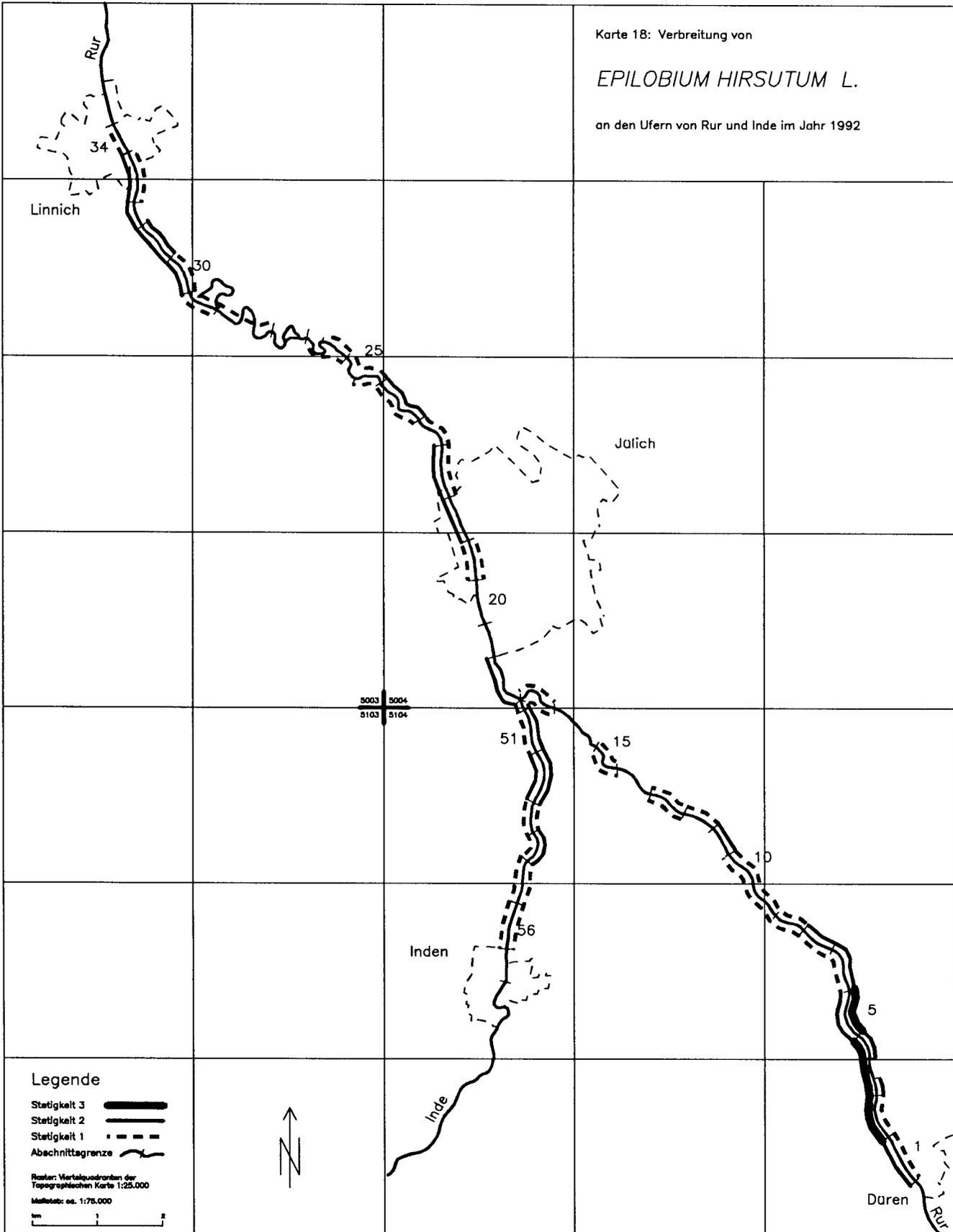
an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Karte 18: Verbreitung von

EPILOBIUM HIRSUTUM L.

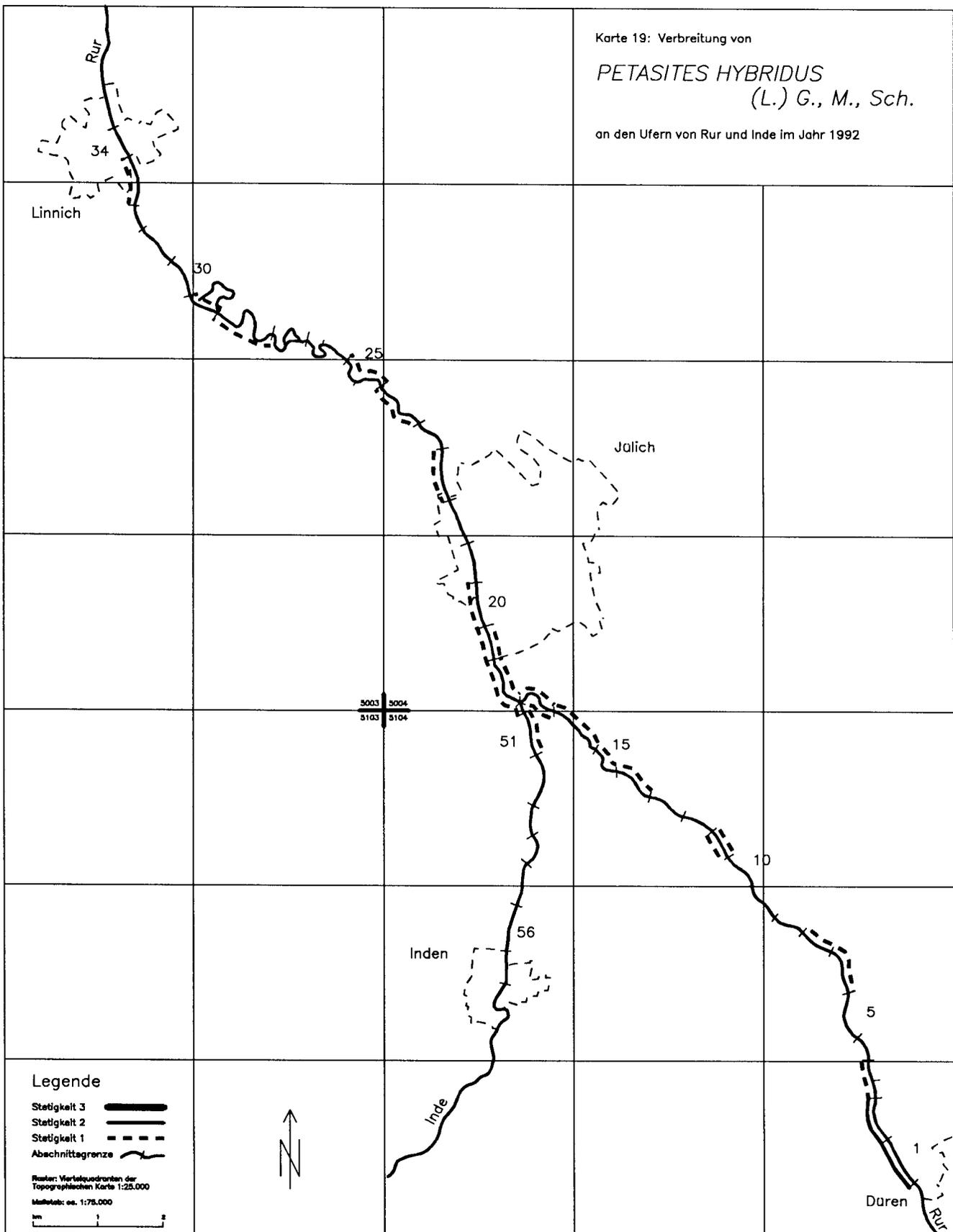
an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Karte 19: Verbreitung von

PETASITES HYBRIDUS
(L.) G., M., Sch.

an den Ufern von Rur und Inde im Jahr 1992



Anhang C: Ergänzende Vegetationsaufnahmen/Artenlisten

Aufnahme Nr. 12:

lichter Pappelforst auf Standort eines Salicetum albae
5003/24, Kartierungsabschnitt 28L, NSG "Rurmäander zw. Floßdorf u.
Broich", NE Barmen, 23.07.92

Deckung B 35%, S < 5%, K 95%, Fläche 50 m²

Höhe B 25m, S 3m, K 1,9m

Artenzahl B 1, S 1, K 11

B: Populus cf. x canadensis 3

S: Sambucus nigra r

K: Impatiens glandulifera 5.5

Aegopodium podagraria 2b.3

Urtica dioica 2a.2

Lamium maculatum 2a.3

Galium aparine 2m.2

Glechoma hederacea 2m.2

Stellaria nemorum 1.1

Ranunculus repens 1.1

Bromus spec. 1.1

Lycopus europaeus +

Dactylis glomerata +

Carduus crispus r

Aufnahme Nr. 14:

Salicetum albae, typische Ausbildung, relativ licht

5004/33, Kartierungsabschnitt 18R, bei den Klärpoldern S Jülich, wenige
Meter vom Rur-Ufer, 24.07.92

Deckung B 20%, S 10%, K 80%; Fläche 75m²

Höhe B 20m, S 4m, K 2m

Artenzahl B 2, S 6, K 16; zus. 21

B: AC Salix alba 2a

Alnus glutinosa +

S: Reynoutria japonica 2a.4

Sambucus nigra 1.1

Humulus lupulus 1.1

AC Salix alba +

Salix cinerea +

Acer pseudoplatanus +

K: Urtica dioica 4.4

Reynoutria japonica 2a.3

Glechoma hederacea 2m.3

Lamium maculatum 2m.2

Aegopodium podagraria 2m.2

Humulus lupulus 1.1

Galium aparine 1.1

Heracleum sphondylium 1.1

Silene dioica 1.1

Rubus fruticosus agg. 1.2

Stellaria nemorum +

Ribes rubrum +

Hesperis matronalis +

Petasites hybridus +

Cuscuta europaea +

cf. Chaerophyllum temulum +

Bem.: Cuscuta schmarotzt auf Reynoutria japonica.

Aufnahme 23:

Inneres eines Reynoutria japonica-Dickichts im Kontakt mit großflächigen Rubusgebüschern sowie Ruderalflächen (nach SUKOPP & SUKOPP, 1988, geben nur Aufnahmen des Inneren von voll entwickelten Beständen Aufschluß über die Konkurrenzkraft der Art).

5004/33, Kartierungsabschnitt 18L, uferferne Ruderalflächen am Weg zwischen "Pellini-Weiher" und Rur, S. Jülich, 31.07.92

Deckung S 100%, K < 5%, Fläche 30 m²

Höhe S 3m, K 50 cm

S: Reynoutria japonica 5.5

Rubus caesius +°

K: Reynoutria japonica 1.1

Rubus caesius 1.1

Die dicke Streuschicht enthält reichlich stark zersetzte Rubus-Triebe; dies deutet auf eine erfolgte Verdrängung durch Reynoutria hin.

Aufnahme 25:

Pappelforst mit Reynoutria sachalinensis-Bestand

5003/24 NSG Kellenberger Kamp SE Floßdorf, 31.07.92

Deckung B1 40%, B2 25%, S 40%, K 70 %; Fläche 150 m²

Höhe B1 25m, B2 15m, S 2,2m, K 1,6m

Artenzahl B1 1, B2 2, S 1, K 18

B1: Populus x canadensis 3.1

B2: Alnus glutinosa 2b.2

Sambucus nigra +

S: Reynoutria sachalinensis 3.2

K: Urtica dioica 3.3

Glechoma hederacea 2b.2

Brachypodium sylvaticum 2m.3

cf. Pulmonaria obscura 2m.2

Silene dioica 1.1

Dryopteris filix-mas 1.1

Arum maculatum 1.1

Poa trivialis 1.1

Deschampsia cespitosa 1.2

Carex spec. 1.1

Athyrium filix-femina +

Polygonatum multiflorum +

Galium aparine +

Rubus fruticosus agg. juv. +

Circaea lutetiana +

Aegopodium podagraria +

Dactylis cf. polygama +

Sambucus nigra juv. +

Aufnahme 31:

verarmte Höchstaufenflur

5104/12, Kartierungsabschnitt 11L, Rur-Ufer E Schophoven, 10.08.92

Deckung 75%, Fläche 30 m², Höhe 170cm, Artenzahl 5

Urtica dioica 4.5

Aegopodium podagraria 1.2

Lamium maculatum +

Galium aparine +

Poa angustifolia +

Aufnahme 40:

offenen Schlammfläche zwischen Röhricht und Staudenflur

5104/41, Kartierungsabschnitt 3R, Rur-Ufer E Merken, 12.08.92

Deckung 40%, Höhe 50cm, Fläche 5 m², Artenzahl 4

Urtica dioica 3.4

Acorus calamus juv. 2m.2

Phalaris arundinacea 1.2

Glyceria maxima +

Im Kontakt ein Glycerietum maximae mit einigen wenigen älteren Acorus-Pflanzen.

Aufnahme 56:

Pappelforst mit Massenvorkommen von *Epipactis helleborine*
5004/33, Kartierungsabschnitt 19L, zwischen Rur und Kiessee S Jülich,
27.08.92

Deckung B 35%, S < 5%, K 50%, Fläche 200 m²

Höhe B 20m, S 3m, K 1,5m

Artenzahl B 2, S 3, K 10

B: *Populus* cf. *x canadensis* 2b.1

Salix alba 2b.1

S: *Sambucus nigra* 1.3

Alnus glutinosa +

Humulus lupulus +

K: *Impatiens glandulifera* 3.1

Glechoma hederacea 2b.3

Lamium maculatum 2m.2

Epipactis helleborine 2m.1

Urtica dioica 1.2

Silene dioica 1.1

Alliaria petiolata 1.2

Ranunculus repens +

Ribes rubrum +

Cardamine spec. +

Bem.: Krautschicht sehr licht, weil *Impatiens* untere und mittlere Blätter verloren hat (vermutl. wg. Trockenheit). So gut wie alle Exemplare der *Epipactis* sind verbissen (Fruchtstände fehlen).

Artenliste Nr. 3:

5104/412, Autobahnbrücke über die Rur bei Düren, rechtes Ufer an der unteren Brückenseite, ca. 8 m² der gepflasterten Böschung, 30.07.92; 20 Arten:

Mimulus guttatus, *Angelica sylvestris*, *Solanum dulcamara*, *Senecio inaequidens*, *Phalaris arundinacea*, *Artemisia vulgaris*, *Urtica dioica*, *Myosotis palustris*, *Rumex obtusifolius*, *Eupatorium cannabinum*, *Lycopus europaeus*, *Juncus inflexus*, *Matricaria inodora*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne*, *Arrhenaterum elatius*, *Bidens* cf. *tripartita*, *Scrophularia auriculata*, *Cirsium arvense*, *Alisma plantago-aquatica*.

Tab. 17: Lage und Begrenzung der Kartierungsabschnitte und Bereiche

Nr.	MTB- $\frac{1}{4}$ Quadr.	oberes Ende des Kartierungsabschnitts	Länge [m]
RUR: oberer regulierter Bereich			
1	5104/41	Sohlrampe E Hoven	800
2	5104/41	Sohlrampe knapp unterhalb Autobahnbrücke A4 (= W1)	750
3	5104/41	Sohlrampe E Merken (= W2)	600
		3R: bis 50 m unterh. der zweiten Insel (250 m); 3aR: ab hier bis "4" (350 m)	
4	5104/23	100 m oberhalb Merkener Steg (= Quadrantengrenze)	450
5	5104/23	Sohlrampe NE Merken (= W3)	850
6	5104/23	Einleitung S Selhausen, unter der Stromleitung	700
7	5104/23	Sohlrampe W Selhausen (= W4)	550
8	5104/23	Sohlrampe auf Höhe "Pierer Wald", ca. 150 m oberhalb Altarm (= W5)	500
9	(5104/14)	Brücke Pier - Krauthausen	650
10	5104/12	Sohlrampe W Krauthausen (= W6)	600
11	5104/12	Brücke nach Schophoven	450
12	5104/12	Sohlrampe NE Schophoven, nahe Punkt 93,2 (= W7)	550
13	5104/12	200 m unterhalb des Steges Schophoven - Selgersdorf	600
14	5104/12	Sohlrampe S Altenburg (= W8)	700

NSG "Rurauenwald/Indemündung", oberhalb Indemündung			
15	5104/12	Grenze des NSG "Rurauenwald/Indemündung" W Altenburg	600
16	(5104/12)	Mühlenteich-Mündung W Altenburg	900
17	(5004/33)	ehem. Eisenbahnbrücke S Jülich	700

NSG "Rurauenwald/Indemündung", unterhalb Indemündung			
18	5004/33	Indemündung	850

Regulierter Bereich bei Jülich			
19	5004/33	Eisenbahnbrücken am südl. Stadtrand von Jülich	550
20	5004/33	Brücke der Umgehungsstraße (L 253)	700
20a	5004/33	Fußgängersteg 350 m oberhalb der Straßenbrücke in Jülich	650
21	(5004/31)	300 m unterhalb der Straßenbrücke in Jülich	750
22	5004/31	Fußgängersteg beim Schwimmbad Jülich	850
23	5004/31	Sohlrampe knapp oberhalb Ellebach-Mündung (= W9)	500

NSG "Rurmäander zwischen Floßdorf und Broich"

24	(5004/31)	Brücke Koslar - Broich	900
25	5003/42	Abrücken der Grenze des NSG "Rurmäander zw. Floßdorf und Broich" vom linken Rur-Ufer (ca. 200 m oberhalb Pkt. 72,1)	800
		25aL: bis oberes Ende des Deichs (400 m); 25L: von hier abwärts (400 m)	
26	(5003/34)	Fußgängersteg W Broich	900
		26R: bis R ²⁵ 22475, H ⁵⁶ 46250 (500 m); 26aR: von hier abwärts (450 m)	
27	5003/34	R ²⁵ 22250, H ⁵⁶ 46275 (Zufluß S Tetz)	700
28	5003/34	Fußgängersteg Barmen - Tetz	*1300

Unterer regulierter Bereich

29	(5003/34)	oberes Ende des Durchstichs am "Höllenschloß" (SE Floßdorf)	500
30	5003/33	Sohlrampe E Floßdorf, knapp unterhalb der Brücke (= W10)	600
31	5003/33	Altarm-Mündung von rechts, N Floßdorf	550
32	5003/33	Brücke Rurdorf	400
33	(5003/31)	Absturzwehr SE Linnich (= W11), Höhe NSG "Quellteiche"	800
34	5003/31	auf Höhe des nördl. Endes des rechtsseitig liegenden NSG bis Straßenbrücke in Linnich	500

INDE: Unterlauf ab Inden

57	5104/13	Fußgängersteg in Inden	500
56	5104/13	250 m unterhalb der unteren Brücke in Inden (Höhe N-Ende Fabrik)	750
55	5104/11	Wehr SE Altdorf (etwa Höhe Friedhof)	700
54	5104/11	Abzweig des Kirchberger Mühlenteichs bei Altdorf	500
53	5104/11	Kläranlage NE Altdorf	500
52	5104/11	Wehr 200 m unterhalb Fahrwegbrücke NE Altdorf	850
51	5104/11	Wehr knapp oberhalb Brücke Kirchberg - Viehöfen	700
50	(5004/33)	Wehr knapp oberhalb Mündung, E Kirchberg	

Gesamtlänge der Kartierungsstrecken (Rur 23.750m, Inde 4.500m) 28.250

Anm.:

- MTB-¼Quadrant eingeklammert -> Kartierungsabschnitt liegt nur teilweise in diesem Rasterfeld
- topographische Bezeichnungen sind den MTBs entnommen
- * ca. 500 m davon nicht begehbar!

Uferabschnitts-Kartierung der Rur zwischen Düren und Linnich 1992

Abschnitt-Nummer	Lagebeschreibung	
	Länge	Datum der Aufnahme

<u>GEOMORPHOLOGIE / HYDROLOGIE</u>			
Fluß mäandrierend	0	Profilskizze
Fluß reguliert	0		
Unterwasser	0		
Oberwasser	0		
Strömung	0 1 2		
Flußbreite	m	-----
Lage Stromstrich			
L M R	0 1 2 0 1 2 0 1 2		
Bemerkungen:			

<u>BEARBEITUNGSSTAND</u>		
LINKS		RECHTS
0	Grunddaten	0
0	Nachträge nötig	0
	Bemerkungen	
0	abgeschlossen	0

Abschnitt-Nummer / Seite		Datum der Aufnahme	
Uferneigung: flach	0 1 2 3	Uferexposition	<pre> N | NW | NE ---+--- E | SW | SE | S </pre>
mittel	0 1 2 3		
steil	0 1 2 3		
stark wechselnd	0		
Breite des ± nicht bewirtsch. Ufers		m	
Abstand Uferlinie - Weg/Zaun/angr. Nutzung		m	
besondere Uferstrukturen:			
Prallhang 0 1 2 3, mit: 0 Uferabbrüchen / 0			
Gleithang 0 1 2 3, mit: 0 Schotterbank / 0			

<u>ANGRENZENDE NUTZUNGEN</u>			
(naturnaher Au-)Wald	0 1 2 3	sonst.:	0 1 2 3
Forst	0 1 2 3	abgetrennt durch:	
Driesch	0 1 2 3	Weg	0 1 2 3
Weide	0 1 2 3	Zaun	0 1 2 3
Wiese	0 1 2 3	Uferbegleitgrün	0 1 2 3
Acker	0 1 2 3	Bem.:	
Siedlung	0 1 2 3		

<u>UFERVEGETATION</u>			
naturnaher Auwald	0 1 2 3	Hochstaudenfluren	0 1 2 3
Forst	0 1 2 3	-saum	0 1 2 3
Driesch	0 1 2 3	Röhricht	0 1 2 3
einzelne Ufergehölze	0 1 2 3	-saum	0 1 2 3
Gehölzsaum	0 1 2 3	Schlammfluren	0 1 2 3
Weidengebüsche	0 1 2 3	.....	0 1 2 3
junge Weidenreihen	0 1 2 3		

<u>NEOPHYTEN</u>			
Taxon	Stet.	Dom.	Bem.
<i>Impatiens glandulifera</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Reynoutria japonica</i>	0 1 2 3	1 2 3	
R. sachalinensis	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Solidago canadensis</i>	0 1 2 3	1 2 3	
S. gigantea	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Mimulus guttatus</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Aster spec.</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Helianthus spec.</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Bidens frondosa</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Acorus calamus</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Hesperis matronalis</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Epilobium adenocaulon</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Foeniculum vulgare</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Galinsoga ciliata</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Senecio inaequidens</i>	0 1 2 3	1 2 3	
weitere bemerkenswerte Sippen:			
<i>Epilobium hirsutum</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Petasites hybridus</i>	0 1 2 3	1 2 3	
<i>Scrophularia auriculata</i>	0 / umbrosa	0	
Bemerkungen			

Tab. 18:

Neophyten-Index, mit Status-Gewichtung, ohne Häufigkeits-Gewichtung: NI-Z

RUR				
oberer regulierter Bereich (29)			Mittlerer NI:	1,66
Abschnitt 1:	4	1		
Abschnitt 2:	2	3		
Abschnitt 3:	1	1	1	
Abschnitt 4:	1	2		
Abschnitt 5:	1	1		
Abschnitt 6:	2	2		
Abschnitt 7:	1	1		
Abschnitt 8:	1	1		
Abschnitt 9:	2	3		
Abschnitt 10:	2	1		
Abschnitt 11:	2	2		
Abschnitt 12:	1	2		
Abschnitt 13:	2	2		
Abschnitt 14:	1	2		
nsg ruraenwald... oberh. indemündung (6)			Mittlerer NI:	1,83
Abschnitt 15:	3	2		
Abschnitt 16:	1	1		
Abschnitt 17:	3	1		
nsg ruraenwald... unterh. indemündung (2)			Mittlerer NI:	4,50
Abschnitt 18:	6	3		
regulierter Bereich bei jülich (12)			Mittlerer NI:	3,75
Abschnitt 19:	4	3		
Abschnitt 20:	2	2		
Abschnitt 20a:	3	5		
Abschnitt 21:	3	4		
Abschnitt 22:	4	4		
Abschnitt 23:	6	5		
nsg rurmäander... (12)			Mittlerer NI:	4,83
Abschnitt 24:	5	6		
Abschnitt 25:	5	5	6	
Abschnitt 26:	4	2	7	
Abschnitt 27:	5	2		
Abschnitt 28:	5	6		
unterer regulierter Bereich (12)			Mittlerer NI:	3,33
Abschnitt 29:	6	4		
Abschnitt 30:	2	3		
Abschnitt 31:	3	3		
Abschnitt 32:	3	3		
Abschnitt 33:	4	4		
Abschnitt 34:	2	3		
INDE aufsteigend (16)			Mittlerer NI:	4,63
Abschnitt 50:	4	2		
Abschnitt 51:	4	5		
Abschnitt 52:	5	5		
Abschnitt 53:	4	4		
Abschnitt 54:	6	5		
Abschnitt 55:	4	5		
Abschnitt 56:	7	6		
Abschnitt 57:	4	4		

folgende sippen wurden abgewertet:

rs=0, sc=0, mg=0, as=0, hs=0, fv=0, ac=0

Tab. 19:
Neophyten-Index, ohne Status-Gewichtung, ohne Häufigkeits-Gewichtung: NI-ZU

RUR				
oberer regulierter Bereich (29)			Mittlerer NI:	1,93
Abschnitt 1:	5	1		
Abschnitt 2:	2	5		
Abschnitt 3:	3	2	2	
Abschnitt 4:	1	2		
Abschnitt 5:	1	1		
Abschnitt 6:	2	2		
Abschnitt 7:	1	2		
Abschnitt 8:	1	1		
Abschnitt 9:	2	3		
Abschnitt 10:	2	1		
Abschnitt 11:	2	2		
Abschnitt 12:	1	2		
Abschnitt 13:	2	2		
Abschnitt 14:	1	2		
nsg rurauenwald... oberh. indemündung (6)			Mittlerer NI:	1,83
Abschnitt 15:	3	2		
Abschnitt 16:	1	1		
Abschnitt 17:	3	1		
nsg rurauenwald... unterh. indemündung (2)			Mittlerer NI:	4,50
Abschnitt 18:	6	3		
regulierter Bereich bei jülich (12)			Mittlerer NI:	3,92
Abschnitt 19:	4	3		
Abschnitt 20:	2	2		
Abschnitt 20a:	3	5		
Abschnitt 21:	3	4		
Abschnitt 22:	4	5		
Abschnitt 23:	6	6		
nsg rurmäander... (12)			Mittlerer NI:	5,33
Abschnitt 24:	5	7		
Abschnitt 25:	5	5	6	
Abschnitt 26:	4	2	9	
Abschnitt 27:	5	3		
Abschnitt 28:	6	7		
unterer regulierter Bereich (12)			Mittlerer NI:	3,50
Abschnitt 29:	7	5		
Abschnitt 30:	2	3		
Abschnitt 31:	3	3		
Abschnitt 32:	3	3		
Abschnitt 33:	4	4		
Abschnitt 34:	2	3		
INDE aufsteigend (16)			Mittlerer NI:	4,69
Abschnitt 50:	4	2		
Abschnitt 51:	4	5		
Abschnitt 52:	5	6		
Abschnitt 53:	4	4		
Abschnitt 54:	6	5		
Abschnitt 55:	4	5		
Abschnitt 56:	7	6		
Abschnitt 57:	4	4		

folgende sippen wurden abgewertet:

Tab. 20:

Neophyten-Index, ohne Status-Gewichtung, mit Häufigkeits-Gewichtung: NI-U

RUR				
oberer regulierter bereich (29)			Mittlerer NI:	2,45
Abschnitt 1:	5	2		
Abschnitt 2:	4	7		
Abschnitt 3:	4	3	3	
Abschnitt 4:	3	2		
Abschnitt 5:	2	2		
Abschnitt 6:	2	2		
Abschnitt 7:	1	2		
Abschnitt 8:	1	1		
Abschnitt 9:	2	4		
Abschnitt 10:	2	1		
Abschnitt 11:	2	3		
Abschnitt 12:	1	2		
Abschnitt 13:	2	2		
Abschnitt 14:	2	2		
nsg rurauenwald... oberh. indemündung (6)			Mittlerer NI:	2
Abschnitt 15:	3	2		
Abschnitt 16:	1	2		
Abschnitt 17:	3	1		
nsg rurauenwald... unterh. indemündung (2)			Mittlerer NI:	7
Abschnitt 18:	9	5		
regulierter bereich bei jülich (12)			Mittlerer NI:	5,58
Abschnitt 19:	6	4		
Abschnitt 20:	4	4		
Abschnitt 20a:	4	5		
Abschnitt 21:	7	6		
Abschnitt 22:	6	6		
Abschnitt 23:	8	7		
nsg rurmäander... (12)			Mittlerer NI:	7,92
Abschnitt 24:	9	12		
Abschnitt 25:	7	10	7	
Abschnitt 26:	5	3	13	
Abschnitt 27:	6	4		
Abschnitt 28:	8	11		
unterer regulierter Bereich (12)			Mittlerer NI:	5,75
Abschnitt 29:	10	9		
Abschnitt 30:	4	5		
Abschnitt 31:	4	5		
Abschnitt 32:	6	6		
Abschnitt 33:	7	6		
Abschnitt 34:	3	4		
INDE aufsteigend (16)			Mittlerer NI:	6,56
Abschnitt 50:	4	2		
Abschnitt 51:	8	7		
Abschnitt 52:	7	9		
Abschnitt 53:	6	5		
Abschnitt 54:	8	8		
Abschnitt 55:	6	8		
Abschnitt 56:	10	8		
Abschnitt 57:	5	4		

folgende sippen wurden abgewertet:

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. Ch. Kunze danke ich für die Betreuung der Arbeit und mannigfaltige Unterstützung.

Wichtige Hilfestellung verschiedener Art erhielt ich auch von Herrn Prof. Dr. W. Haffner und Frau Dr. P. Pohle. Mit Unterstützung von Herrn Dr. W.-D. Erb konnte ich dankenswerterweise einige Probleme bei der elektronischen Datenverarbeitung lösen.

Für anregende Diskussionen und die Bestimmung einiger Herbarbelege danke ich Herrn Dipl. Geogr. W. Schnedler, Aßlar-Bechlingen. Bei Herrn W. Moll, Jülich-Mersch, bedanke ich mich für aufschlußreiche Hinweise zur Flora des Untersuchungsgebietes und für die Überlassung schwer erhältlicher Literatur.

Wichtige Anregungen und Unterstützung erhielt ich weiterhin von Frau Dipl. Biol. U. Windisch, Buseck-Beuern, und Herrn Dipl. Biol. M. Scheßl, Cuiabà (Brasilien).

Ich versichere hiermit, daß ich die vorliegende Arbeit eigenständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich durch Quellenangaben kenntlich gemacht.

Ich habe diese Diplomarbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Gießen, im Februar 1993