

**Landschafts- und Vegetationsdynamik  
entlang renaturierter Flussabschnitte  
von Obermain und Rodach**

Zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.)  
der Naturwissenschaften an der Fakultät für  
Biologie, Chemie und Geowissenschaften  
der Universität Bayreuth

vorgelegt von  
Andreas von Heßberg  
aus Kronach

April 2003



Vollständiger Abdruck der vom Fachbereich Biologie, Chemie und Geowissenschaften der Universität Bayreuth genehmigten Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften.

Zulassung der Arbeit: 23.04.2003

Annahme der Dissertation: 23.06.2003

Tag des wissenschaftlichen Kolloquiums: 29.07.2003

Prüfungsausschuss:

Prof. Dr. G. Aas (1. Gutachter)

PD Dr. W. Völkl (2. Gutachter)

Prof. Dr. C. Beierkuhnlein

Prof. Dr. G. Rambold

Prof. Dr. E. Hertel





„Die Landschaft ist ein Zustand der Seele“

*Salvador Dalí*

„Manche betreiben Wissenschaft,  
um es im Leben zu etwas zu bringen,  
manche bringen es zu etwas im Leben,  
um Wissenschaft zu betreiben.“

Edward O. Wilson, 1994  
(The Naturalist, Island Press, Washington)

„Dynamische Landschaften produzieren dynamische Daten“

Carsten Neßhöver  
(beim Korrekturlesen)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Stand der Forschung.....</i>	<i>1</i>
1.2	<i>Ziele der Untersuchung.....</i>	<i>4</i>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsgebiet.....</b>	<b>7</b>
2.1	<i>Geografische Lage und naturräumliche Gliederung der Region.....</i>	<i>7</i>
2.2	<i>Geologische Verhältnisse und Böden im Untersuchungsgebiet.....</i>	<i>9</i>
2.3	<i>Klima des Untersuchungsgebietes.....</i>	<i>10</i>
2.4	<i>Abflussverhalten des Obermains und seiner Zuflüsse.....</i>	<i>11</i>
2.5	<i>Nutzungsformen des Maintals in der Vergangenheit und Gegenwart... </i>	<i>19</i>
2.6	<i>Renaturierungsmaßnahmen des Wasserwirtschaftsamtes Bamberg.....</i>	<i>22</i>
<b>3</b>	<b>Untersuchungsmethoden.....</b>	<b>25</b>
3.1	<i>Auswahl der Untersuchungsflächen.....</i>	<i>25</i>
3.2	<i>Erfassungs- und Auswertungsmethoden.....</i>	<i>29</i>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>39</b>
4.1	<i>Strukturdiversität.....</i>	<i>39</i>
4.1.1	<b>Kleinmaßstäbliche Betrachtungen.....</b>	<b>39</b>
4.1.1.1	<i>Beispielfläche R 15 'Zapfendorf Insel'.....</i>	<i>39</i>
4.1.1.2	<i>Beispielfläche R 12 'Unterleiterbach Nord'.....</i>	<i>45</i>
4.1.1.3	<i>Beispielfläche R 5 'Theisau'.....</i>	<i>49</i>
4.1.1.4	<i>Beispielfläche R 4 'Rodachmündung'.....</i>	<i>53</i>
4.1.1.5	<i>Beispielfläche R 1 'Nagel'.....</i>	<i>57</i>
4.1.1.6	<i>Referenzflächen NR 3, NR 4, NR 5 und NR 6.....</i>	<i>61</i>
4.1.1.7	<i>Zusammenfassung aller Untersuchungsflächen.....</i>	<i>65</i>
4.1.2	<b>Großmaßstäbliche Betrachtungen.....</b>	<b>81</b>
4.1.2.1	<i>Dauerflächen, sortiert nach unterschiedlichen Sukzessionsreihen.....</i>	<i>81</i>
4.1.2.2	<i>Dauerflächen, sortiert nach ihrer Höhe über der Mittelwasserlinie.....</i>	<i>99</i>

4.2	<i>Taxonomisch-floristische Diversität</i> .....	107
4.2.1	<b>Alpha-Diversität</b> .....	107
4.2.2	<b>Beta-Diversität</b> .....	122
4.2.3	<b>Gamma-Diversität</b> .....	126
4.2.4	<b>Invasive (gebietsfremde) Arten</b> .....	128
4.3	<i>Funktionale Diversität</i> .....	134
4.3.1	<b>Lebensformen</b> .....	135
4.3.2	<b>Wuchsformen</b> .....	139
4.3.3	<b>Chorie (Ausbreitungsweise)</b> .....	143
4.3.4	<b>Vermehrung und Regeneration</b> .....	147
4.3.5	<b>Speicherorgane</b> .....	148
4.3.6	<b>Ausläuferbildung</b> .....	149
4.3.7	<b>Autokorrelation der funktionalen Attribute</b> .....	151
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>152</b>
5.1	<i>Beantwortung eingangs gestellter Fragen</i> .....	152
5.2	<i>Diskussion der Methodik und Auswertung</i> .....	155
5.3	<i>Diskussion der Hydrodynamik</i> .....	159
5.4	<i>Diskussion der Ergebnisse zur Strukturdiversität</i> .....	160
5.5	<i>Diskussion der Ergebnisse zur taxonomischen und funktionalen Diversität</i> .....	169
5.6	<i>Diskussion der Vegetationsdynamik</i> .....	173
5.7	<i>Fazit und Ausblick</i> .....	177
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>180</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b> .....	<b>182</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>184</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>194</b>
<b>10</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>200</b>
<b>11</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>201</b>
<b>12</b>	<b>Danksagung</b> .....	<b>250</b>
<b>13</b>	<b>Erklärung</b> .....	<b>252</b>

# **Landschafts- und Vegetationsdynamik entlang renaturierter Flussabschnitte von Obermain und Rodach**

Mie ham groß Wasse !

Wenn im Frankenwald und Fichtelgebirge der Schnee schmilzt, haben wir immer große Überflutungen.

Als ich einmal zur gewohnten Stunde das Haus verlassen wollte, sagte mein Hausherr: „Heint müss’n me d’ham blei; mie ham groß Wasse.“ Wirklich stand es bereits dicht an der Haustreppe und ein See bedeckte das ganze Wiesental. Bald wurde die Sache ungemütlich und der Hausherr sagte: „Etzt weds Zeit, es me ausräuma.“ Aus dem Fußboden kam der feuchte Saft gekrochen. Die Möbel wurden nun nach oben gebracht und der Fußboden gegen das Aufsteigen gestützt. Bald floß das Hochwasser als munterer Bach zur Haustüre herein, durch Hausflur und Küche zur Hoftüre hinaus. Mir wurde etwas bänglich zu Mute, als ich mit dem Meterstabe das fortwährende Steigen des Wassers feststellte. Ich hatte Sorge, es könnte auch mein Zimmer im oberen Stock erreichen. „Da hab ich einfach die Stieg’ weg, sonst wär’s Wasse nauf die über Stub’n auch noch gelauf’n.“

Hochwasserbeschreibung um 1850, in: Köhler 1932



# 1 Einleitung

## 1.1 *Stand der Forschung*

Die zunehmende Beeinträchtigung vieler Ökosysteme durch intensive anthropogene Aktivitäten haben dazu geführt, dass Kenntnisse und Strategien, diesem Trend entgegenzuwirken und degradierte Lebensräume zu restaurieren, immer bedeutender für die Erhaltung der Biodiversität und für das Überleben der Menschheit werden (Hart 2002). Der Versuch der Renaturierung eines geschädigten Ökosystems bietet die Möglichkeit, seine Struktur und Funktion besser zu verstehen.

Anthropogene Veränderungen der Fließgewässer haben eine jahrtausendelange Geschichte. Dabei richteten sich die Motive der Flussregulierungen stets nach den aktuellen Prioritäten und Bedürfnissen der Zeit, z.B. Schifffahrt oder Hochwasserschutz (Konold 1994, Hohmann & Konold 1995). Strukturen und Funktionen ursprünglicher Flussökosysteme mit ihrer Biotopausprägung und hoher Artendiversität büßten dabei an Bedeutung für die Menschen ein (Dister 1991, Schreiner 1991, BMBF 1996, Dister 1998, Plachter 1998).

Die ursprünglichen Funktionen des Flusses betrafen den Sedimenttransport und den Nährstoffeintrag in die Landschaft, die ökologischen Konnekte zwischen den aquatischen und terrestrischen Systemen, die ökologischen und hydrologischen Interaktionen des Flusses mit seiner Aue, deren Tier- und Pflanzenwelt und schließlich die sozioökonomischen Bereiche der im Talraum siedelnden Menschen (Gregory et al. 2002, Hart 2002, Kuusements & Mander 2002, Pizzuto 2002, Schwartz et al. 1999, Stanley & Doyle 2002, Whitelaw & MacMullan 2002). Besonders die Abflussdynamik der Winter- und Frühjahrshochwässer prägen die Strukturen und Funktionen der flussnahen Uferbereiche und der natürlichen Überflutungsgebiete (Auenwälder). Die alljährlichen Umlagerungen (Auf- und Ablandungen) des mitgeführten Sedimentes (Kies, Sand, Ton und Oberboden aus dem Einzugsgebiet, aber auch große Mengen Totholz und anderer abgestorbener Pflanzenreste) werden bewirkt durch ein inhärentes (Richter 1997) Störungsregime, welches für die Aufrechterhaltung der Strukturen und Funktionen im Uferbereich der Flusslandschaft von hoher Bedeutung ist (Pickett & White 1985, BMBF 1999).

Auf den durch das Hochwasser neu entstandenen Umlagerungsflächen siedeln eine Vielzahl von Pionierarten, während sich andere Flächen, die von diesem Prozess der Auf- oder Ablandung nicht beeinflusst sind, in Richtung Weichholzaue entwickeln können (Ellenberg

1996, Pott & Remy 2000). An hoch gelegenen und daher nur selten überfluteten Uferbereichen können sich, besonders unter der Beeinflussung von Großherbivoren, Trockenrasen ausbilden (Gerken 1997, Kratochwil & Schwabe 2001). Durch die intensiven Bau- und Stautätigkeiten von Biberpopulationen können andererseits ufernahe Bereiche flächenhaft versumpfen (Gerken 1988, Schwab 1998). Neben den Kiesbänken sind die Uferabbrüche der Prallhänge von hoher Bedeutung für viele Arten, z.B. erdbewohnende Hymenopteren, Eisvögel oder Uferschwalben (Klemm 1996, Bezzel 1985; Bezzel 1993).

Die Dynamik des Flusses ist somit der treibende Faktor, auf den sich die Tier- und Pflanzengemeinschaften einzustellen haben und auf den sie in vielfältiger Weise reagieren (Gilcher & Bruns 1999). So weisen die Wasser- und Uferpflanzen von Fließgewässern spezifische morphologische und anatomische Anpassungen an diesen dynamischen Lebensraum auf. Beispiele dafür sind die typischen Fließwasserformen bei submersen Makrophyten, das intensive Rhizomwachstum und die biegsamen überschwemmungsverträglichen Sprosse ufernah wachsender mehrjähriger Pflanzen oder auch die besonders schnellwüchsigen Jugendstadien solcher Arten, die im Bereich der Spitzenhochwässer wachsen (Pott & Remy 2000). Pionierpflanzenarten, die an die nur wenige Monate zur Verfügung stehenden Umlagerungsflächen (Kies-, Sand- und Schlamm-bänke, Spülsaum) angepasst sind, zeigen einen beschleunigten Entwicklungszyklus, eine reichhaltige Diasporenproduktion und eine angepasste Ausbreitungsstrategie (z.B. schwimmfähige Diasporen oder solche, die noch im gleichen Jahr keimen) (Soltau 1993, Ellenberg 1996). Viele Arten sind mit der Möglichkeit der vegetativen Vermehrung an die Hochwasserdynamik angepasst (z.B. Neubewurzelung abgebrochener oberirdischer Teile oder Wurzelteile, die leicht vom Wasser herausgespült und verfrachtet werden können).

Das Abflussregime des Flusses stellt den wichtigsten biologischen und ökologischen Faktor für die Aufrechterhaltung der ökosystemaren Beziehungen und Funktionen eines Flussökosystems dar. Dynamik bedeutet Veränderung der Struktur in der Zeit, ist somit physikalisch gesehen die vierte Dimension der räumlichen Anordnung der Objekte (z.B. der Vegetation) (Maarel & Leeuwen 1979, Otto 1994, Köstler 1995). Dabei kann unterschieden werden zwischen der Dynamik eines Standortfaktors (z.B. Licht, Temperatur, Nährstoffe), der Population (z.B. Schwankungen in Raum und Zeit), des Ökosystems (z.B. Reaktionen auf endogene, exogene und inhärente Störungen) und der Sukzession (z.B. gerichtete Veränderungen der Lebensgemeinschaften) (Köstler 1995, Richter 1997, Pott & Remy 2000).



Für die Aufrechterhaltung dynamischer Prozesse in einem Flussökosystem spielen besonders die Hochwässer eine wichtige Rolle (Erber et al. 1997, Pott & Remy 2000). Allerdings finden sich in Mitteleuropa nur noch wenige Flusslandschaften, in denen diese natürlichen biotopgestaltenden Faktoren zumindest teilweise noch wirksam sind (Plachter 1996).

Aktuelle Bestrebungen der meisten Wasserwirtschaftsämter verfolgen in neuerer Zeit das Ziel, die durch frühere Flussbegradigungen und Auenwaldreduzierungen (Abschnitt 2.5 und 2.6) fehlgeleiteten Entwicklungen im Gewässerbau zu stoppen und, wo es möglich ist, die dynamischen Prozesse wieder stärker zu fördern (Hohmann & Konold 1995, STMLU 1997). Wissenschaftliche Begleituntersuchungen zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen und zum Verständnis ökosystemarer Prozesse in einem natürlichen Fließgewässer fanden bei einigen Renaturierungsmaßnahmen an Flüssen statt (z.B. an der Ems: NUA-NRW 2000, an der Vilz: BMBF 1996, am Lech: LfU 2001, an der Ise: Posselt 1994, an der Enz: Hohmann & Konold 1995, an der Pfreimd: Intsiful 1997, an der Elbe: Heinken et al. 1999, an der Oker: Niehoff & Lambertz 1991).

Ein Defizit der aktuellen Fließgewässerforschung ist das fehlende Wissen über den ökologischen Zustand vor der Zeit des anthropogenen Eingriffs in den Naturhaushalt der Auen. Bei allen Begleituntersuchungen an renaturierten Flüssen ist ein Vergleich mit dem ursprünglichen Zustand fast nirgendwo mehr möglich. Daher können bei den Untersuchungen nur Vergleiche zwischen den renaturierten und den noch begradigten Flussabschnitten gezogen werden. Parallele Untersuchungen an Fließgewässern, die noch einen relativ ursprünglichen Zustand aufweisen, können nur eingeschränkt herangezogen werden, da jedes Flusssystem seinen eignen, typischen Charakter besitzt. Diese zeigen sich im Abflussverhalten, der Gewässermorphologie, der Sedimentfracht, der uferbegleitenden Vegetation oder der Beeinflussung durch den Biber. Ebenso sind die einzelnen Einzugsgebiete nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar (Niederschläge, Klima, geologische Verhältnisse, anthropogene Beeinflussungen).

Nur wenige längerfristige Untersuchungen finden sich über die Auswirkungen von Flussrenaturierungen auf die Vegetation und einzelne Tiergruppen (Hutter & Linder 1985, Bauer 1991, Müller 1984 Müller 1991, Waldert 1991). Für die langfristige naturschutzfachliche Bewertung der wiederzugelassenen dynamischen Prozesse einer Flusslandschaft und für die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur Beurteilung der naturnahen wasserbaulichen Methoden fehlen momentan weitgehend die fachlichen Grundlagen. Dieses Defizit soll zur Zeit mit einer bundesweiten Strukturgütekartierung an Gewässern behoben werden, um so eine systematische

Datengrundlage für künftige Renaturierungsprojekte zu erhalten (Gunkel 1996, Geske et al. 1997, Binder & Kraier 1999). Die von den Behörden publizierten Gewässerstrukturgütekarten (z.B. für Oberfranken: Regierung von Oberfranken 1995) und die seit neuerem erarbeiteten Gewässerentwicklungspläne (z.B. Regierung von Unterfranken 1999) dokumentieren hauptsächlich den Zustand des Wasserkörpers, nicht aber die zum Fließgewässer zugehörige Landschaft (Aue) (Niehoff 1996). In nahezu allen Publikationen wird eine quantifizierende Untersuchung der im Flussökosystem wirksamen ökologischen Sukzessions- und Störungsgrößen als problematisch eingeschätzt. Des weiteren bleiben in den meisten bisherigen Arbeiten zum Thema die räumlichen Strukturen der Vegetation, deren zeitliche Veränderungen und deren Reaktionsmuster auf die Flussdynamik unberücksichtigt oder wurden nur qualitativ beschrieben. Verständlicherweise ist ein quantitativer Methodenansatz bei einem so hochdynamischen Ökosystem mit hohem Arbeitsaufwand verbunden. Viele der bisherigen ausschließlich qualitativen Ansätze beinhalten das Problem der Subjektivität des Beobachters und der unter Umständen mangelhaften Reproduzierbarkeit der Ergebnisse (Niehoff 1996, Edwards et al. 1999, Kollmann et al. 1999, Grevilliot & Müller 2002).

Das Problem der komplizierten und zeitintensiven Quantifizierung der Vegetationsstrukturen kann mit Hilfe neuer, leistungsfähiger Konstruktions- und Kartenprogramme digital gelöst werden. Mit den in der vorliegenden Untersuchung angewandten Methoden ist es möglich, das landschaftliche Umfeld der Fließgewässer, die Vegetation und deren zeitliche Veränderungen zu quantifizieren und diese Daten den flussspezifischen Störungsparametern (Abflussmenge, Überflutungsdauer, Schleppspannung etc.) gegenüberzustellen.

## ***1.2 Ziele der Untersuchung***

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts sind viele der größeren Talräume Mitteleuropas durch einen stetig steigenden Nutzungsdruck (z.B. Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Freizeit, Siedlungen), die kleineren offenen Talräume der Bäche in den Mittelgebirgen dagegen durch die Tendenz zur Nutzungsaufgabe oder zur Aufforstung gekennzeichnet (Mertens & Wahler 1992; Panek & Frede 1997; Riecken et al. 1997). Die traditionellen Landschafts- und Kulturformen der Talräume werden immer häufiger verdrängt oder aufgegeben. Dem entgegen wirken gelegentliche Landschaftspflegemaßnahmen, die u.a. auch zur Aufgabe haben, die Biodiversität an Arten, Naturfunktionen und Lebensräumen zu erhalten. Diese Maßnahmen für den sogenannten statischen, konservierenden Naturschutz bedürfen jedoch erheblicher finanzieller und personeller Mittel. Gerade im Bereich der Talräume ist ein Einsparen dieser

Pflegemittel möglich (Tent 1994). Denn die Auen im Einflussgebiet dynamischer Fließgewässer gehören nicht zum traditionellen Kulturland. Sie besitzen jedoch aufgrund der periodischen Störungen durch Hochwässer eine hohe Biodiversität. Soll diese gesichert werden, so müssen die Prozesse, die diese Biodiversität entstehen lassen, erhalten bleiben bzw. wieder gefördert werden. Für die Planer in den Wasserwirtschaftsämtern heißt das, einen ökologischen Ausbau des Fließgewässers durchzuführen. Die Renaturierungsmaßnahmen, zum Teil mit schwerem Gerät und maschinellm Einsatz, stellen zwar einen massiven Eingriff in die bestehenden Uferbiotope dar. Aber in deren Wirkung auf die Flusslandschaft sind sie mit einem extremen Hochwasserereignis vergleichbar. Durch die darauffolgenden Hochwässer entsteht entlang der redynamisierten Flussabschnitte eine neue Strukturvielfalt. Die Natur erhält alte Lebensräume zurück (Rebhan 1998, v.Heßberg 2001). Das durch die beginnende eigendynamische Entwicklung des Flusses entstehende und sich weiter entwickelnde Biotop im Uferbereich eines redynamisierten Flussabschnittes ist trotz der Ähnlichkeit zu einer Wildflusslandschaft immer noch als ein sogenanntes sekundäres Biotop zu betrachten. Für die Bezeichnung als eine primäre, ursprüngliche Wildnislandschaft fehlen die Voraussetzungen, u.a. das ehemalige Arteninventar, welches vor der anthropogenen Beeinflussung des Auenbereichs existierte. Zudem ist auch das gesamte Einzugsgebiet durch die landwirtschaftliche Nutzung und Bebauung irreversibel verändert worden, was Auswirkungen auf die Flussdynamik hat.

Ziel eines dreijährigen Forschungsprojektes am Obermain von August 1999 bis August 2002 war es, festzustellen wie sich die modellierende Kraft des Fließgewässers auf die Dynamik der flussnahen Landschaft, der Vegetation und ausgesuchter Tiergruppen auswirkt (Völkl et al. 2002). Das Forschungsförderungsvorhaben des Bundesministeriums für Bildung, Forschung und Technologie (BMBF) zu dem Thema „Fließgewässerdynamik und Offenlandschaften“ (Fördernummer: AKZ-01LN0004) ist in mehrere Teilprojekte gegliedert, mit abgestuften räumlichen Maßstäben und Bearbeitungsintensitäten. Am Obermain und seinem Zufluss Rodach (beides Fließgewässer 1. Ordnung) wird die Entwicklung der Lebensgemeinschaften und ihrer Dynamik bearbeitet. Dafür werden neben den abiotischen Grundkenngrößen der Flussdynamik (Abfluss, Überflutungsdauer, Schleppspannungen, Störungsamplituden), die Vegetation, deren Diversität, räumliche und zeitliche Verteilung (v.Heßberg 2001, v.Heßberg 2003) sowie die Diversität ausgesuchter Tiergruppen analysiert. Zu diesen Tiergruppen gehört die Fischfauna (Speierl et al. 2002, Speierl 2002), die Avifauna (Metzner 2002), epigäische Raubarthropoden (Laufkäfer, Spinnen, Bodenwanzen), die Libellen (Hilt

2001) und Heuschrecken (Hoffmann 2003), sowie blütenbesuchende Hymenopteren (Mader & Völkl 2002).

In der vorliegenden Untersuchung wird das Teilprojekt 1 „Vegetationskundliche Untersuchungen zur Struktur und Dynamik der Vegetation auf Renaturierungsflächen“ behandelt .

Als Arbeitshypothese wird angenommen:

Die Flussdynamik entlang renaturierter Uferbereiche des Obermains und der Rodach  
führt zu einer hohen Biodiversität der flussnahen Vegetation.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden die folgenden Fragen untersucht:

Frage 1: Wie unterscheidet sich die Vegetationsstruktur und Artendiversität auf renaturierten Flussabschnitten von der begradigter Flussabschnitte?

Frage 2: Lässt sich die Dynamik der Landschafts- und Vegetationsstrukturen quantifizieren?

Frage 3: Ist die Flussdynamik ausreichend hoch, um mittel- oder langfristig Offenlandschaften (speziell vegetationsfreie Flächen) zu erhalten oder genügend neue zu schaffen?

Frage 4: Sind gebietsfremde Pflanzenarten (Neophyten) entlang der renaturierten Flussabschnitte ein Problem für die auentypischen einheimischen Arten?

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die in unserer Kulturlandschaft seltenen, vegetationsarmen Bereiche (sogenannte Rohbodenstandorte) gelegt, da diese ein Resultat der periodischen Störungen durch die Abflussdynamik des Flusses darstellen und für viele bedrohte Pflanzen- und Tiergruppen zentrale Bedeutung besitzen. Dieser spezielle Aspekt der vegetationsarmen Bereiche entlang der renaturierten Uferbereiche ist besondere für die tierökologischen Teilprojekte von zentraler Bedeutung.

Die erzielten Erkenntnisse sollen mit in die mittel- und langfristige gewässerbauliche Planung, speziell in weitere Projekte zu Flussredynamisierungen einfließen. Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere Flusssysteme wird angestrebt.

## 2 Untersuchungsgebiet

### 2.1 Geografische Lage und naturräumliche Gliederung der Region

Das Untersuchungsgebiet am Obermain und an der Rodach befindet sich im Norden Bayerns im Regierungsbezirk Oberfranken und liegt in den Landkreisen Bamberg und Lichtenfels (Abb.2.1).

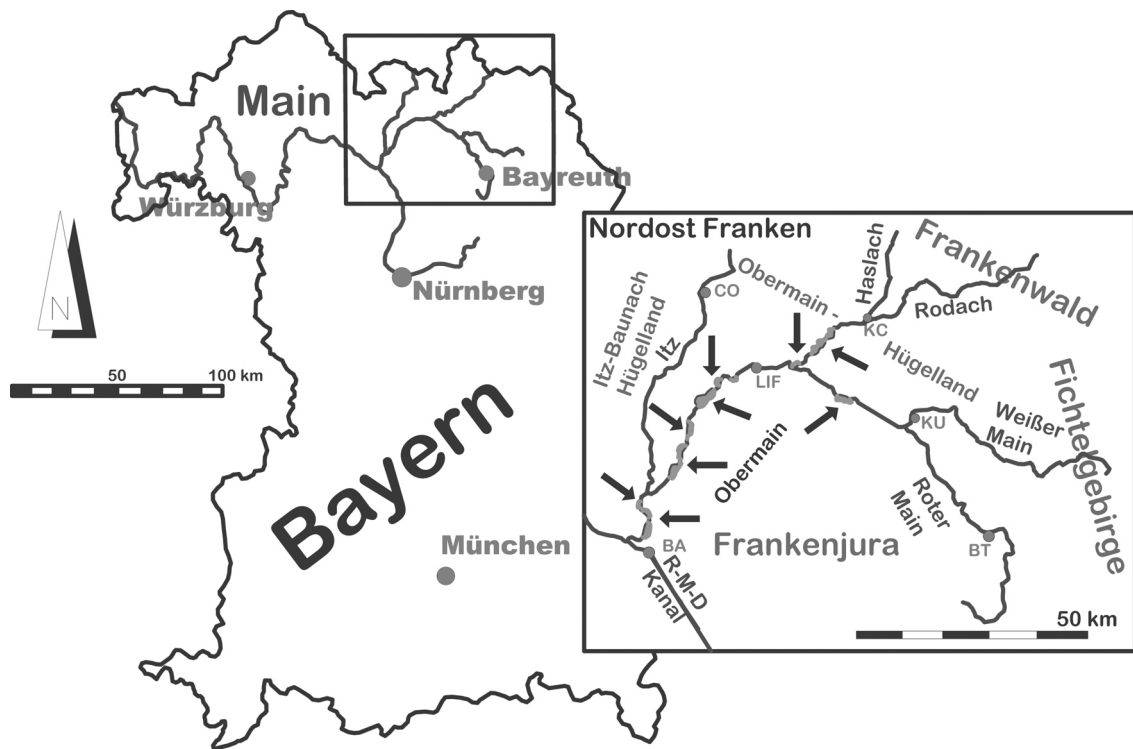


Abb. 2.1: Lage des Obermaintals in Nordostfranken, eingebettet zwischen dem Frankenjura und dem Obermainischen Bruchschollenland. Die Pfeile markieren die bisherigen Renaturierungsabschnitte.

Die südlichste Untersuchungsfläche bei Kemmern hat die geografischen Koordinaten  $49^{\circ}57' N$ ,  $10^{\circ}51' E$ , die nördlichste bei Nagel die Koordinaten  $50^{\circ}10' N$ ,  $11^{\circ}14' E$  und die östlichste Fläche bei Mainklein die Koordinaten  $50^{\circ}07' N$ ,  $11^{\circ}17' E$ . Ab dem Zusammenfluss von Rotem und Weißem Main bei Kulmbach (Schloss Steinhausen) wird der Fluss als Obermain bezeichnet. Von dort fließt er in einem halbkreisförmigen Bogen von Ost nach West durch Oberfranken (Abb. 2.2) und gliedert durch seinen breiten Talraum die Naturräume wie folgt auf (Müller-Hohenstein 1971, Beierkuhnlein & Türk 1991):

- Südlich dieses Mainbogens befindet sich die aus mesozoischen Sedimenten (Lias – Kreide) aufgebaute Nördliche Frankenalb mit Meereshöhen von 500 - 620 m. Im Westen und Norden fallen die Ränder zum Maintal hin scharf ab, z.T. einige Auslieger- und Zeugenberge (z.B. Staffelberg) bildend.

- Der Raum Bamberg im Südwesten des Untersuchungsgebietes wird durch einen weiten Talkessel bestimmt. Von Süden aus dem Mittelfränkischen Becken kommend mündet die Regnitz nordwestlich von Bamberg in den Main. Ab hier spricht man vom Mittelmain.
- Westlich des Obermaintals, im Bereich der Zuflüsse Itz und Baunach befindet sich eine pleistozän geformte Hochfläche, die durch das Gewässernetz der beiden Zuflüsse stark zerschnitten ist. Dieses Itz-Baunach-Hügelland hat eine Höhe von 350 - 450 m.
- Nördlich des Obermaintals und in einem breiten Band von Thüringen bis in die Oberpfalz streichend befindet sich der Naturraum des Obermainischen Bruchschollenlandes mit Höhen zwischen 350 und 500 m. Die Rodach als wichtiger Zufluss zum Obermain zerschneidet, aus dem Frankenwald kommend, dieses Hügelland in einer Nordost-Südwest Richtung. Der Rote Main als einer der beiden Quellflüsse des Obermains, entspringt südlich von Bayreuth in diesem Naturraum.
- Nordöstlich des Obermainischen Hügellandes befinden sich die nordostfränkischen und thüringischen Mittelgebirge, bestehend aus Thüringer Wald, Thüringer Schiefergebirge, Frankenwald, Münchberger Hochfläche und Fichtelgebirge (letzteres mit Maximalhöhen

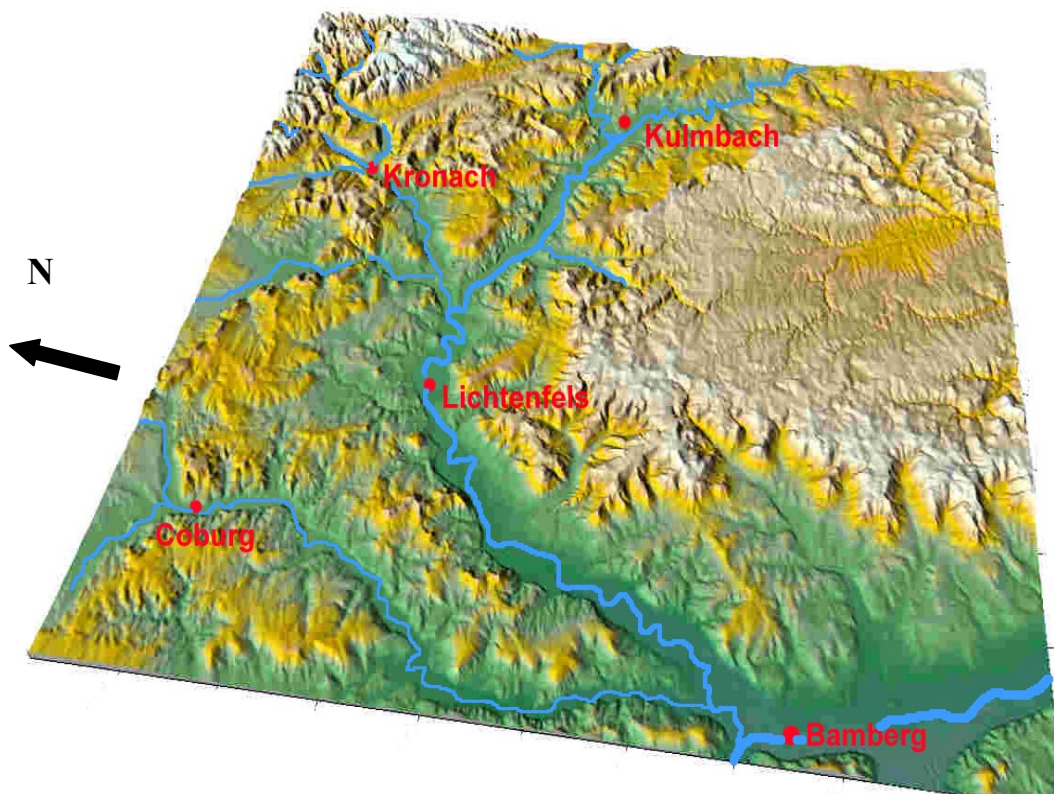


Abb. 2.2: Reliefkarte des Untersuchungsgebietes mit den naturräumlichen Landschaften Frankenjura (im Süden), Grundgebirge (im Nordosten), Obermainisches Bruchschollenland (Kronach – Kulmbach), Itz-Baunach Hügelland (im Nordwesten), Bamberger Talkessel mit Regnitztal (im Südwesten) und Obermaintal (halbkreisförmig von Osten nach Westen).

knapp über 1000 m). Das Fichtelgebirge ist durch das Aufsteigen eines granitischen Plutons im Tertiär gebildet wurde, dessen Ränder Kontaktmetamorphosen aufweisen mit Glimmerschiefern und Phylliten. Die Gesteine der übrigen vier Mittelgebirge sind größtenteils aus der Metamorphose präkambrischer Sedimente und deren anschließender variskischen Faltung hervorgegangen. Im Frankenwald haben die Mainzuflüsse Rodach (Wilde Rodach, Haslach, Kronach), im Fichtelgebirge die Flüsse Weißer Main und Warme Steinach ihre Quellgebiete.

## *2.2 Geologische Verhältnisse und Böden im Untersuchungsgebiet*

Der bedeutendste Naturraum, den der Obermain durchfließt, ist das Obermainische Bruchschollenland. Dieses stellt in geologischer und geomorphologischer Sicht den differenziertesten Naturraum in Oberfranken dar (Beierkuhnlein & Türk 1991). Hier liegen die Schichten des Buntsandsteins, des Muschelkalks und des Keupers nach Westen zur Fränkischen Alb hin in schräg ausstreichenden Schichten und gerichteten Stufenrändern (Bayerisches Geologisches Landesamt 1990). Das Flussnetz des Mains und seiner Zuflüsse schufen in diesem tektonisch reich gegliederten Gebiet ein abwechslungsreiches Relief. Die meisten Quellgebiete des Mains und seiner Zuflüsse liegen allerdings im Nordostfränkischen Grundgebirge (Frankenwald und Fichtelgebirge). Von dort aus wurden vornehmlich in den Glazialzeiten große Mengen an Schotter und Feinsediment in den Talraum des Obermains verfrachtet und abgelagert (Schirmer 1991).

Für die heutige landschaftsgestaltende Oberfläche des Obermaintals ist die quartäre Sedimentauflage die ausschlaggebende geologische Schicht. Terrassenreste aus dem Jungtertiär mit tropisch-feuchtem Klima fallen gegenüber den quartären Auflagen mit subpolar-kühlem Klima aufgrund ihrer weichen Formen (eiszeitliche Solifluktionen) kaum auf. Da selbst die kleinsten Bachläufe im Frankenwald durch die anthropogene Nutzung stark in ihrer Fließdynamik umgestaltet wurden, existiert momentan keine nennenswerte Verfrachtung von Flussschotter aus dem Bergland hinunter ins Obermaintal (Benker, WWA Bamberg, unveröffentlicht). Nach einer Redynamisierung der oberen Bachläufe im Einzugsgebiet könnte sich das in Zukunft wieder ändern. Der momentan von Rodach und Obermain verfrachtete Flussschotter ist größtenteils ehemals quartär abgelagerter Schotter, der im Uferbereich oder in der Flusssohle wieder aufgenommen wird (Abb. 2.3).



Abb. 2.3.: Bodenprofil eines durch das Hochwasser angeschnittenen Steilufers an der Renaturierungsfläche R 7/8 bei Schönbrunn im Sommer 2002. Schotterlagen wechseln sich mit Feinsedimenten schichtweise ab.

Die Oberböden des Obermaintals sind geprägt durch fruchtbare aber nicht besonders mächtige Auenbraunerden (ca. 1 m), die in engem Zusammenhang mit den nacheiszeitlichen Kälte- und Wärmephasen und der Rodung und Besiedlung ehemals walddreicher Gebiete im Frankenwald, Fichtelgebirge und Obermainischen Hügelland stehen (Schirmer 1986; Schirmer 1991). In den Randbereichen des Talraumes finden sich auch junge Flugsande (besonders im Bamberger Talkessel) oder Böden, die ihren Ursprung im Hang- und Fließschutt der Steilstufen des Frankenjuras haben. Auf den einzelnen Terrassen im Maintal nehmen die Mächtigkeiten der Auenbraunböden vom Fluss zum Hangfuß zu. Je älter die Terrassen sind, desto mehr spielt auch die fluviatile Serie vom Auensediment zur eigenen Bodenbildung eine Rolle.

### 2.3 *Klima des Untersuchungsgebietes*

Die Jahresdurchschnittstemperaturen im Naturraum des Obermaintals liegen zwischen 7 und 9 °C (Enders 1996). Je näher man dem Bamberger Talkessel (Abb. 2.4) mit seinem warmen und trockenen Klima kommt, um so höher liegen die Durchschnittstemperaturen und um so niedriger sind die jährlichen Niederschlagsmengen. Diese nehmen von Westen (Bamberger Talkessel 663 mm) nach Osten zu (Kulmbach 750 mm). Die klimatischen Verhältnisse ändern sich mit der Höhenlage und dem Relief sehr rasch, sobald man die thermisch begünstigte Lage des Obermaintals in Richtung Frankenjura oder Obermainisches Bruchschollenland verlässt. Der Ursprung von Rodach und Weißem Main im Bereich des Grundgebirges liegt in einem Gebiet mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 4 bis 7 °C und Niederschlägen von 600 bis über 1100 mm. In den Gipfellagen werden mitunter 1250 mm erreicht. Der Anteil an Schnee an dieser Niederschlagsmenge hat sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich ver-



ringert, ist aber für die Abflussdynamik der Frühjahrshochwässer noch immer von hoher Bedeutung.

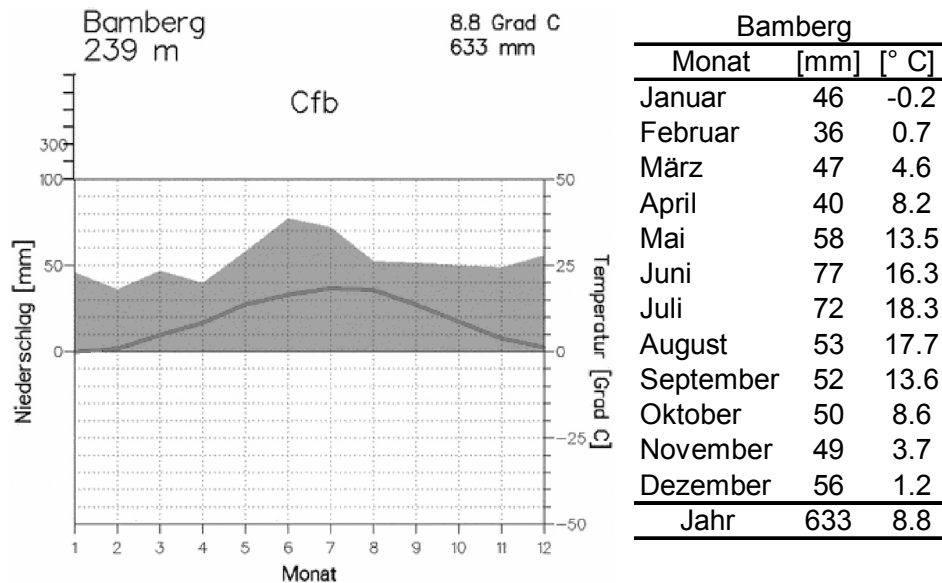


Abb. 2.4: Klimadiagramm von Bamberg (1971-2000)  
(Quelle: <http://www.klimadiagramme.de/Deutschland/bamberg2.html>)

## 2.4 Abflussverhalten des Obermains und seiner Zuflüsse

Das Abflussregime des Mains und seiner Zuflüsse Rodach, Itz und Baunach ist gekennzeichnet durch eine hohe Amplitude des Jahresgangs der Abflussmenge. Im trockenen und abflussarmen Spätsommer 2001 betrug beispielsweise am Rodachpegel bei Unterlangenstadt die Abflussmenge ca.  $2,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (Monatsdurchschnitt) während diese zur Zeit der Schneeschmelze im Februar 2002 bei  $235 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  lag. Noch höher ist die jahreszeitliche Schwankung am Mainpegel bei Kemmern, wo die entsprechenden Abflussmengen im Herbst 2001 bei ca.  $9 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  und im Frühjahr 2002 bei  $700 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  lagen (Daten des Wasserwirtschaftsamtes Bamberg). Das Obermaingebiet muss als hochwasseranfällig Gebiet bezeichnet werden, in welchem die Winterhochwässer die Sommerhochwässer bei weitem überwiegen (Gunzelmann 2001). Die Reaktion des Obermainsystems auf Wetterlagen, welche die Schneeschmelze im Einzugsgebiet begünstigen, aber auch auf Gewitterregen im Sommer, kann als sehr schnell eingestuft werden. Ein mehrstündiges Starkregenereignis im oberen Frankenwald kann im Bamberger Raum zu einer Hochwasserwelle führen, die innerhalb eines halben Tages das gesamte Flussbett ausfüllt und Kiesbänke sowie flache Uferbereiche überflutet. So schnell eine solche Welle kommt, so schnell stellt sich meist der normale Wasserstand wieder ein. Hochwässer traten am Main zu allen Zeiten auf, was die Chronisten der

letzten Jahrhunderte auch stets festgehalten hatten. Extremhochwässer fanden in den Jahren 1342, 1573, 1682, 1784, 1845, 1882, 1909, 1947 und 1967 statt. Besonders die Winterhochwässer (Abb. 2.5) waren für die Bevölkerung von großer, zum Teil bedrohlicher Kraft, da diese häufig mit Eisgang verbunden waren. Das Hochwasser im Jahr 1909 dient heute als Grundlage für den statistischen Wert eines sogenannten Jahrhunderthochwassers ( $HQ_{100}$ , Abb. 2.7 bis 2.10)

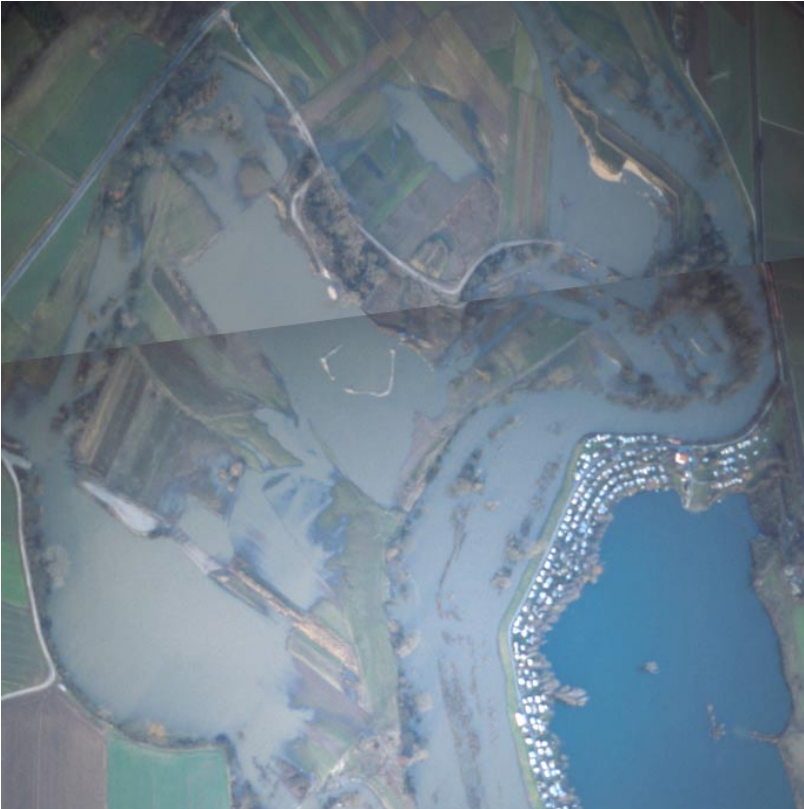


Abb. 2.5: Blick auf den Main und die beidseitig liegenden Baggerseen während des 15jährigen Hochwassers Ende Januar 2002. Der rechte Baggersee (blaue Färbung) ist noch nicht überflutet. Dazwischen ein Campingplatz.

Vom 15. bis zum 19. Jahrhundert hatten über 40 % aller Hochwässer auch einen Eisgang. Ebenso bedrohlich bei größeren Überflutungen für die Brücken, die Bootsfahrer und die Siedlungen waren die großen Mengen mitgeführten Totholzes aus dem walddreichen Einzugsgebiet.

Dagegen kommen aus dem Gebiet des Nördlichen Frankenjuras wegen der geologischen Beschaffenheiten des karstreichen Berglandes (Dolinen, Höhlen, unterirdische Abflüsse) kaum nennenswerte Abflüsse – trotz der durchschnittlichen 750 bis 800 mm Jahresniederschlag.

Die beiden Zuflüsse Itz (Größe des Einzugsgebietes: 1029 km<sup>2</sup>) bzw. Baunach (Größe des Einzugsgebietes: 426 km<sup>2</sup>) haben ihre Quellgebiete im Bereich des Vorlandes zum Thüringer Wald bzw. im Bereich des Grabfeldes bei Bad Königshofen / nördliche Hassberge und führen

aufgrund der niedrigeren Schneeauflagen im Einzugsgebiet viel geringere Mengen an Schmelzwasser mit sich.

Dieses hochdynamische Abflussverhalten in Verbindung mit der hohen Menge an mitgeschlepptem Totholz und den häufigen Eisgängen spielte besonders vor der Begradigung und Befestigung des Flusslaufes eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung ufernaher Ökosysteme und Landschaftsstrukturen. Der Fluss konnte aufgrund seines Abflussverhaltens rasch seinen Lauf ändern oder die Breite des Flussbettes stark variieren (Gerlach 1990). Das Flussbett war stellenweise bis zu 100 m breit bei entsprechend geringer Flusstiefe, was zwar Fuß- oder Wagenfurten begünstigte aber Brücken aufwändig und kostspielig machte. Der Main und seine Zuflüsse waren für den Menschen über Jahrhunderte hinweg unzähmbare Wildflüsse. Das Abflussverhalten änderte sich erst einschneidend im Rahmen der Befestigung und Begradigung der Uferbereiche von den obersten Bachläufen bis hinunter in den Unterlauf (Abschnitt 2.5). Ebenso wirkte sich im 18. und 19. Jahrhundert die flächendeckende Abholzung der Wälder im Frankenwald und Fichtelgebirge auf das Abflussregime aus. Extreme Hochwässer traten nun am Obermain häufiger und schneller auf, die Schäden in der Landwirtschaft und an Bauwerken nahmen zu und das zeitnahe Zusammentreffen der Hochwasserwellen aus anderen Flüssen bescherte den großen Städten bis an den Rhein immer höher steigende Hochwasserfluten.

Zur Quantifizierung dieser Flusssdynamik wurden die Daten der Pegelmessstellen der Wasserwirtschaftsämter ausgewertet. Die Abflusszahlen vom 1.1.1998 bis zum 30.6.2002 wurden näher untersucht. Nicht nur die Pegelhöhen der Hochwässer sondern auch die Frequenz und Dauer der Ereignisse können aus den Daten der Wasserwirtschaftsämter quantifiziert werden. Das Abflussjahr wird bei der vorliegenden Untersuchung beginnend vom 1. September eines Jahres an gerechnet. Das entspricht zwar nicht dem festgelegten Abflussjahr der Wasserwirtschaftsämter (1.11. – 31.10.), berücksichtigt damit aber den vollen Umfang der Überflutungen des Winterhalbjahres. Die Festlegung auf den 1. September wird mit den zwei größeren Überflutungen im September und Oktober 1998 begründet (Abb. 2.7 bis 2.10), die ihre Auswirkungen auf die Landschafts- und Vegetationsstrukturen im folgenden Frühjahr haben. In den drei nachfolgenden Abflussjahren gab es im Spätherbst keine Überflutungen.

Die Störungsdynamik, die auf eine Untersuchungsfläche wirkt, ist charakterisiert durch die Hochwasserabflusswerte, durch die Frequenz und Dauer des Auftretens von Überflutungen. Maßgeblich für die Höhe der Störungen bei Überflutungen ist nicht nur die Wassermenge alleine, sondern speziell die Geschiebebewegung des Flusses. Unter Geschiebe versteht

man Schotter, Kies, Sand und weiteres Feinsediment, welches durch das fließende Wasser am Gewässerbett bewegt wird. Das Geschiebe bewegt sich rollend, gleitend oder hüpfend und kann durch den mitgeführten Impuls starke Auswirkungen haben auf stehende Hindernisse wie krautige oder verholzte Vegetation. Maßgebend für die Geschiebebewegung ist die Schleppspannung. Das ist die Kraft fließenden Wassers je Flächeneinheit der Gewässersohle, welche auf die Sohle wirkt und dort Geschiebe vorwärtsbewegt (Rössert 1981). Diese Schleppspannung wird in der Einheit  $\text{Nm}^2$  (Kraft pro Fläche) ausgedrückt und kann als eine physikalische Störungsgröße auf überflutete Auenbereiche angewandt werden. So wünschenswert diese physikalische Störungsgröße bei der Korrelation mit den Daten der vegetationsstrukturellen Analysen wäre, ist der Aufwand, während einer Überflutung den Fließquerschnitt, die Höhe der Wassersäule über der zu beobachteten Fläche und die Art des bewegten Sedimentes zu erfassen, unverhältnismäßig groß.

Bekannt dagegen sind die kontinuierlichen Abflussdaten der vier über das Untersuchungsgebiet am Obermain und der Rodach verteilten Pegelmessstellen der Wasserwirtschaftsämter Bamberg und Bayreuth und die Daten der Messungen der 'bordvollen Wasserführung' vom März 2000. Die Daten einer 'bordvollen Wasserführung' beziehen sich auf die Abflussmenge bzw. der Pegelstand zu einer Hochwassersituation, bei der die beiden Uferschultern des Flusses vom Wasserstand erreicht werden. Mit diesen Daten ist die Berechnung der Überflutungsdauer [Tage] für das Frühjahr 2000 für jede einzelne Renaturierungsfläche möglich. Damit diese Daten auch für die Werte in den übrigen Untersuchungsjahren geeignet sind, wird das Flussquerprofile in dieser Zeit als konstant angenommen.

Es wird dabei nicht berücksichtigt, dass es auch einige Tage geben kann, in denen der Pegel allmählich zu- bzw. abnimmt. Mittels Tabellenwerken der Wasserwirtschaftsämter kann für den jeweiligen Tag auf die Pegelhöhe und die Abflussmenge geschlossen werden. Die Gewässerquerprofile entlang des Mains und der Rodach sind in den Jahren 1999 bis 2002 erstellt worden, verteilt auf verschiedene Abschnitte. Bei extremen Hochwasserereignissen sind die Werte der Abflussdaten und Querprofile nur noch näherungsweise benutzbar, da sich beispielsweise der Fluss über den gesamten Talraum verteilt.

Die sogenannten Hochwasserwahrscheinlichkeiten (HQ), also die langjährigen Wahrscheinlichkeiten für eine bestimmte Hochwassermenge, sind amtlich für den jeweiligen Pegel festgelegt. Beispielsweise steht  $\text{HQ}_1$  für die Bezeichnung eines einjährigen Hochwassers.

Pegelmessstelle Kemmern / Main

Im Zeitraum vom 1. September 1998 bis 30. Juni 2002 konnten an der Pegelmessstelle bei Kemmern (ca. 7 km nördlich von Bamberg) mehrere Hochwasserereignisse beobachtet werden (Abb. 2.6). Von den drei Maximalwerten zum Jahreswechsel 1998/99 ist der erste als ein sogenanntes ein- bis zweijähriges Hochwasser ( $368 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ), der dritte als ein zwei- bis dreijähriges Hochwasser ( $423 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) zu bewerten, während der Anfang November 1998 als ein sechsjähriges Hochwasserereignis ( $536 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) einzustufen ist. Die verwendeten Daten beziehen sich nur auf die Tagesmittelwerte der Pegelmessungen.

Der Maximalwert der Tagesmittel im gleichen Zeitraum September 1999 bis April 2000 betrug nur  $219 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  und stellte ein weit unterdurchschnittliches Frühjahrshochwasser dar. In dem siebenmonatigen Zeitraum von September 2000 bis April 2001 ergab sich mit einem Spitzenwert von  $281 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  wieder ein einjähriges Hochwasser. Erst die hohen Schneemengen und Regenereignisse im Frankenwald und Fichtelgebirge von Januar bis März 2002 brachten in vier separaten Hochwässern wieder Extremwerte von bis zu  $698 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , welche einem 15jährigen Hochwasser entsprachen.

Der aus allen tagesgemittelten Abflusszahlen der Jahre 1998 bis 2002 errechnete durchschnittliche Tagesabfluss beträgt für den Pegel bei Kemmern  $50,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Die Anzahl der Tage pro Untersuchungsjahr, an denen diese Abflussmenge oder das Mehrfache davon erreicht wurde sind aus dem Anhang I ersichtlich.

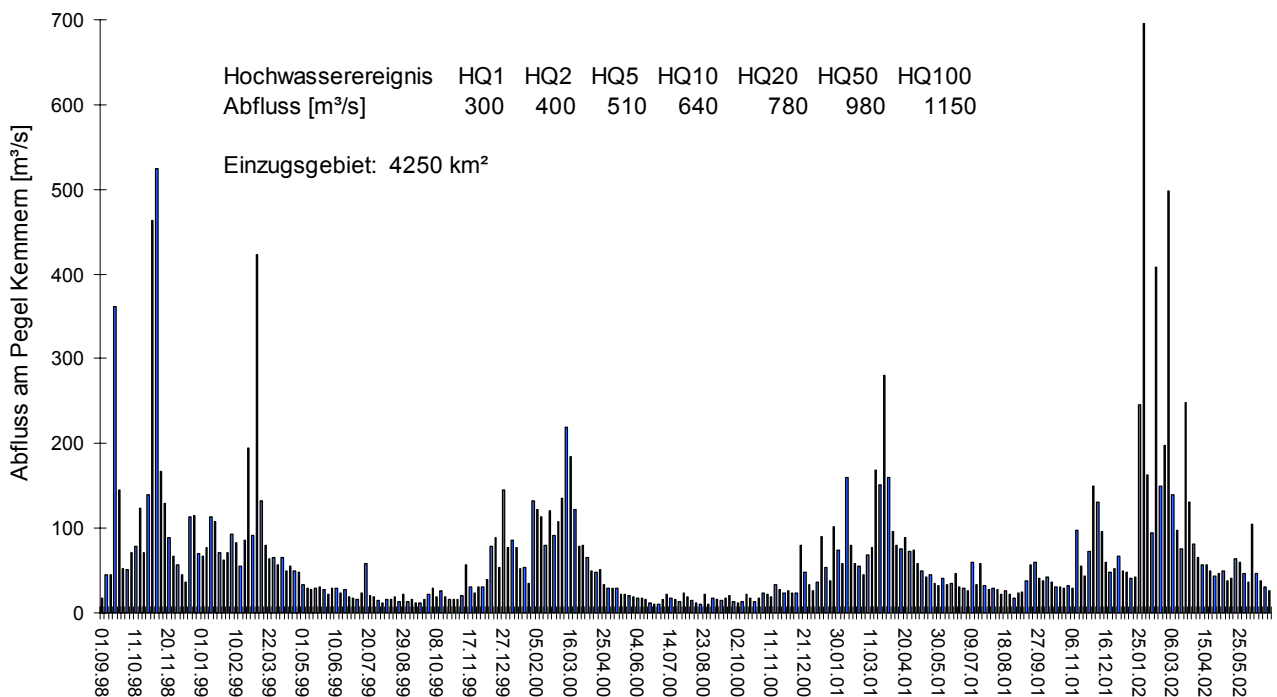


Abb. 2.6.: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Kemmern vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002. (Datengrundlage vom WWA Bamberg; Juli 2002)

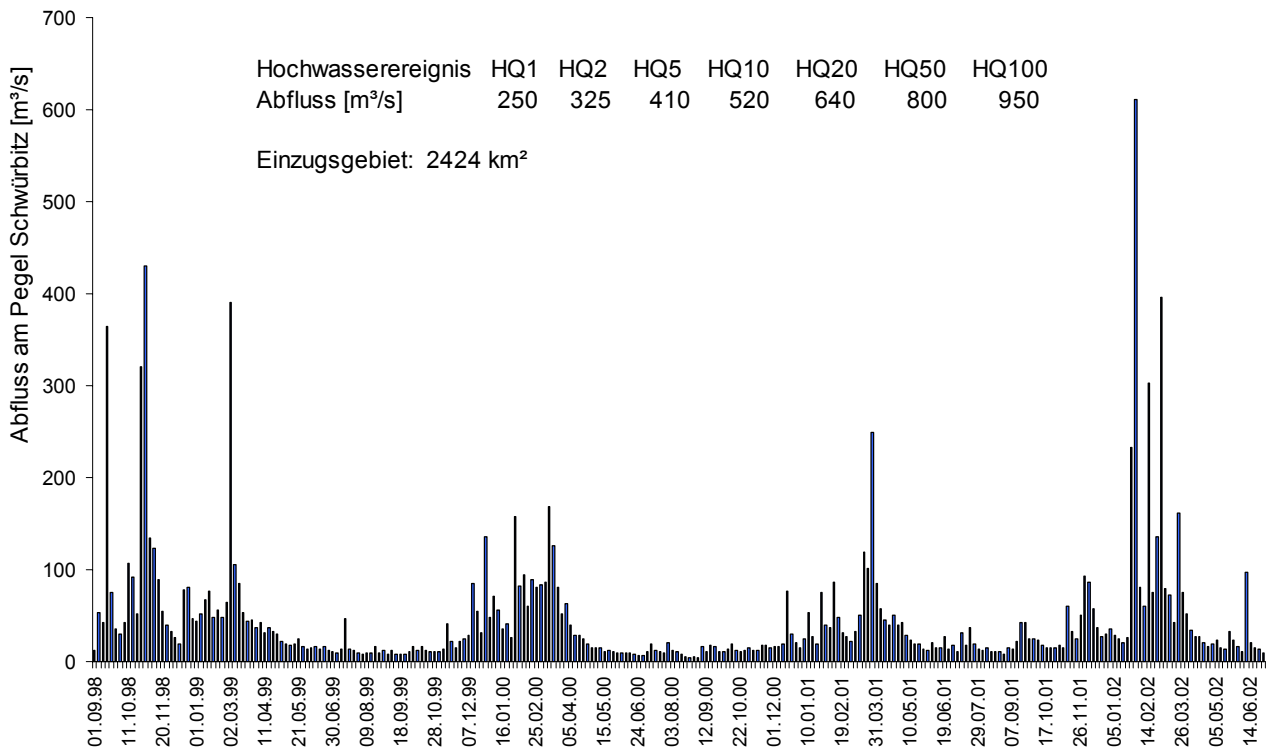


Abb. 2.7.: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Schwürbitz vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002. (Datengrundlage vom WWA Bamberg; Juli 2002)

### Pegelmessstelle Schwürbitz / Main

Die Ortschaft Schwürbitz liegt ca. 7 km mainaufwärts von Lichtenfels. Der dortige Pegel erfasst nach der Rodachmündung die gemeinsame Abflussmenge beider Flüsse. Das Abflusshistogramm im untersuchten Zeitraum vom 1.9.1998 bis 30.6.2002 zeigt ein sehr ähnliches Profil wie jene des Pegels Kemmern (Abb. 2.7). Die Werte der Hochwasserspitzen sind jedoch niedriger. Die drei Ereignisse zum Jahreswechsel 1998/99 entsprechen einem dreijährigen, einem fünf- bis sechsjährigen und einem vierjährigen Ereignis. Der Spitzenwert Ende März 2001 entsprach einem normalen einjährigen Hochwasser. Die zwei höchsten Werte im Winter bzw. Frühjahr 2002 entsprachen einem 19jährigen bzw. einem vierjährigen Abflussereignis. Das Hochwasser Ende Januar 2002 ist trotz der niedrigeren Abflusszahlen gegenüber dem Pegel in Kemmern als ein höheres Ereignis zu bewerten. Ein Grund dafür ist die relativ geringe Abflussmenge der zwischen diesen beiden Pegelmessstellen gelegenen Zuflüsse Itz und Baunach.

Der aus allen tagesgemittelten Abflusszahlen der Jahre 1998 bis 2002 errechnete mittlere Tagesabfluss beträgt für den Pegel bei Schwürbitz  $33,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

Die Anzahl der Tage, an denen dieser Wert und dessen Mehrfaches erreicht wurde ist aus Anhang I ersichtlich.

### Pegelmessstelle Mainleus / Main

Die Pegelmessstelle Mainleus befindet sich in der gleichnamigen Gemeinde, Landkreis Kulmbach. Die Abflussdaten im untersuchten Zeitraum vom 1.9.1998 bis 30.6.2002 zeigen hohe Abflusswerte im Spätherbst 1998 (Spitzenwert  $146 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , 1-2-jähriges HQ) und im Winter 2002 (Maximum bei  $312 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , 19-jähriges HQ) (Abb. 2.8). Die Hochwässer in den Jahren 2000 bzw. 2001 fallen erheblich niedriger aus ( $68 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  bzw.  $94 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) und liegen noch unter dem jährlichen Durchschnitt eines HQ1 ( $125 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ). Der errechnete durchschnittliche Tagesabfluss in den Jahren 1998 bis 2002 beträgt für den Pegel Mainleus  $14,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

### Pegelmessstelle Unterlangenstadt / Rodach

Die Abflusswerte im untersuchten Zeitraum vom 1.9.1998 bis 30.6.2002 zeigen die gleichen Hochwasserlinien im Abflusshistogramm wie die drei anderen Pegelmessstellen (Abb. 2.9). Eine Ausnahme bildet der hohe Abflusswert Anfang März 1999 (Maximum  $222 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ), der am Pegel Mainleus nicht ausgeprägt ist und somit seinen Ursprung im Frankenwald hat. Die drei Hochwässer zum Jahreswechsel 1998/99 werden als vier-, zwei- bzw. zehnjährige Ereignisse bezeichnet. In den beiden darauffolgenden Jahre gab es kein Hochwasserereignis. Erst im Winter / Frühjahr 2002 kam mit einem 13-, zwei- bzw. vierjährigem Hochwasser wieder eine größere Abflussmenge aus dem Frankenwald.

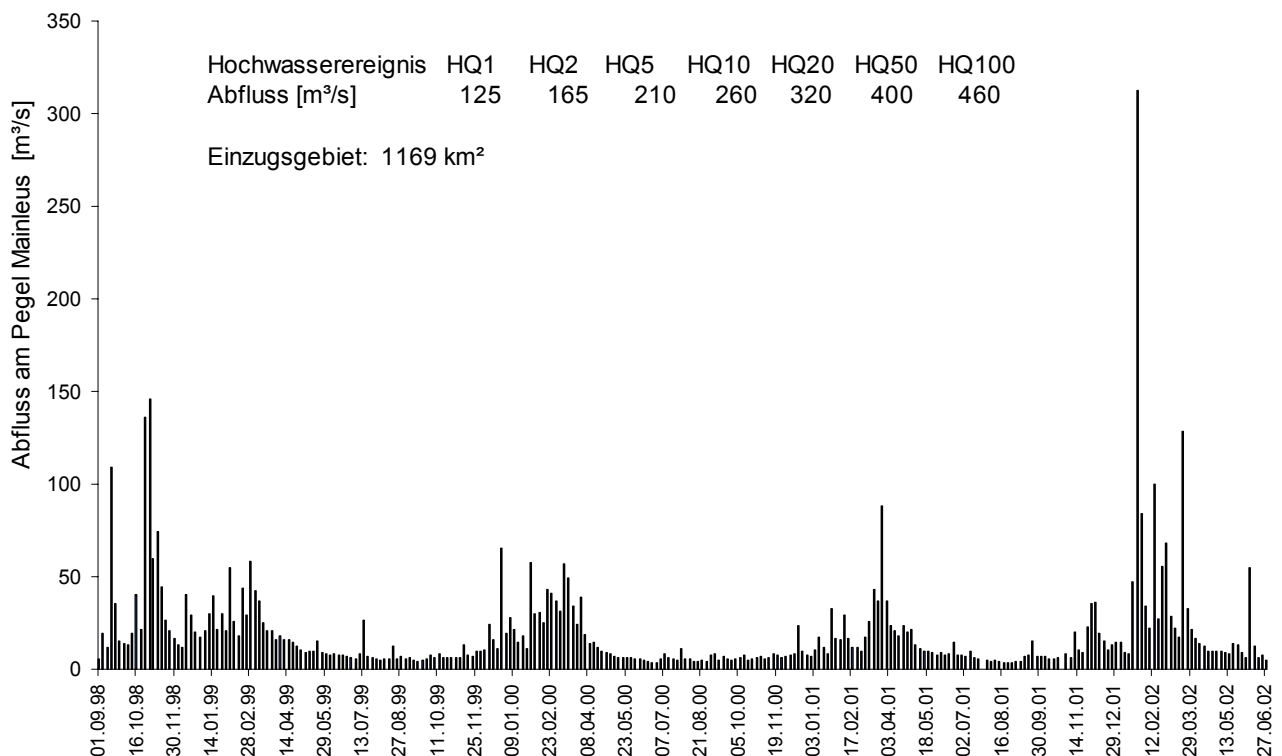


Abb. 2.8: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Mainleus vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002. (Datengrundlage vom WWA Bayreuth; Juli 2002). Beim Vergleich der Abflusslinie des Pegels Mainleus mit denen der beiden Pegeln Schwürbitz (Abb. 2.8) und Kemmern (Abb. 2.7) ist die unterschiedliche Achsenskalierung zu beachten.

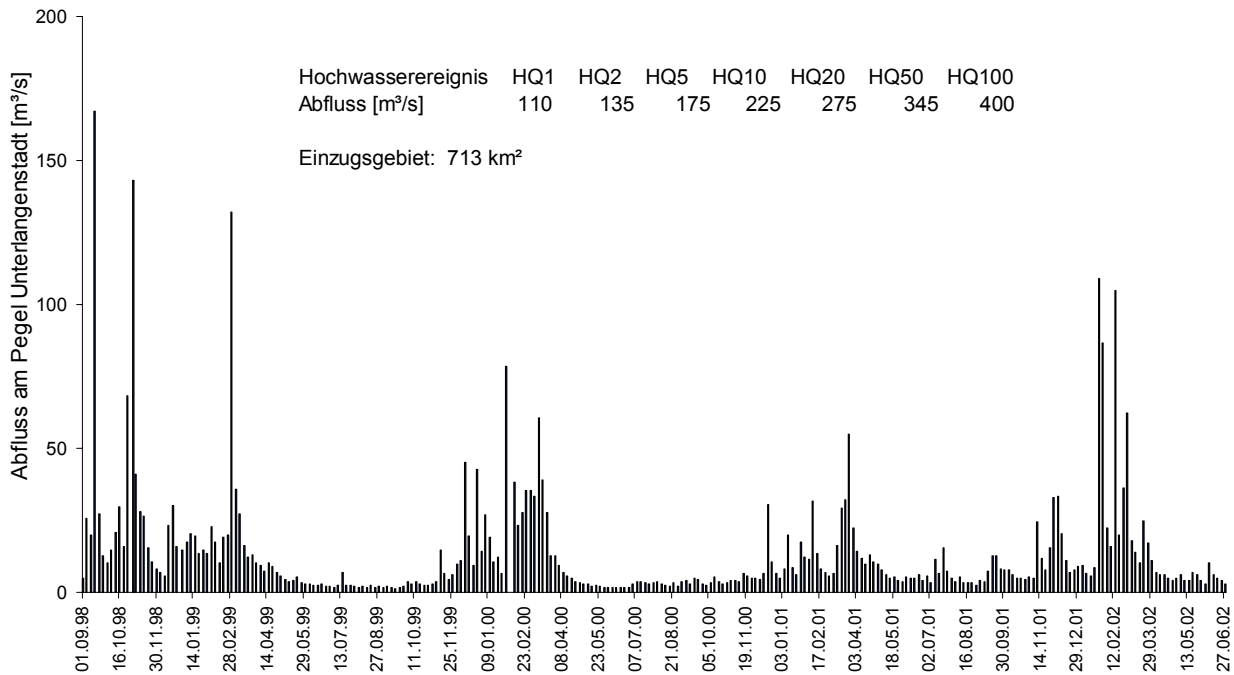


Abb. 2.9: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessestelle Unterlangenstadt vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002. (Datengrundlage vom WWA Bamberg; Juli 2002).

Der durchschnittliche Tagesabfluss der Jahre 1998 bis 2002 beträgt am Pegel Unterlangenstadt  $11,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

Je höher die Amplituden des Jahresgangs des Abflusses, also die Unterschiede zwischen Maximal- und Minimalabflüssen, desto dynamischer das Flusssystem, desto höher auch die Störungsamplitude. Diese Flussdynamik ist im Verhältnis zwischen Maximalwert und Minimalabfluss des jeweiligen Jahres erkennbar (Tab. 2.1). Diese dienen als ein Maß für die Höhe der Jahresamplitude der Abflussmenge an der jeweiligen Pegelmessestelle.

Tab. 2.1: Minimale und maximale Abflusswerte [ $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ] eines Jahres am jeweiligen Pegel und der vierjährige Jahres-Mittelwert (MW).

Pegel	Verhältnisse der minimalen und maximalen Abflüsse eines Jahres [ $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ]												Jahres- durchschnitt	
	1999			2000			2001			2002				
	Min.	Max.	Verhältnis	Min.	Max.	Verhältnis	Min.	Max.	Verhältnis	Min.	Max.	Verhältnis		
Kemmern	11.1	536	<b>48</b>	8.69	219	<b>25</b>	11.1	281	<b>25</b>	14.3	696	<b>49</b>	<b>37</b>	$\pm 14$
Schwübitz	7.55	430	<b>57</b>	2.15	191	<b>89</b>	3.88	250	<b>64</b>	10.1	611	<b>60</b>	<b>68</b>	$\pm 15$
Mainleus	4.34	146	<b>34</b>	4.18	67.7	<b>16</b>	3.17	64.4	<b>30</b>	4.6	313	<b>68</b>	<b>37</b>	$\pm 22$
Unterlangenstadt	1.34	222	<b>166</b>	1.26	95.1	<b>75</b>	2.49	54.7	<b>22</b>	2.53	235	<b>93</b>	<b>89</b>	$\pm 60$

In den Abflussjahre 1999 und 2000 hat die Rodach fast fünffach höhere Abflussamplituden als der Main bei Mainleus. Gegenüber dem Abfluss am Pegel Kemmern ist der Wert noch dreifach höher, trotz der weit geringeren tatsächlichen Abflussmenge. Im Jahr 2001 gleichen sich diese Verhältnisse an, da es an allen vier Messstellen kaum höhere Abflusswerte gab. Im



Jahr 2002 sind die Unterschiede zwischen Unterlangenstadt und Mainleus bzw. Kemmern nicht so groß, aber die Rodach zeigt auch in diesem Jahr eine höhere Abflussdynamik. Bildet man den Durchschnittswert über die vier Untersuchungsjahre 1999 bis 2002, so erhält man ein Maß für die Reaktionsamplitude des jeweiligen Gewässerabschnittes auf die Niederschläge der jeweiligen Einzugsgebiete. Beide Flüsse sind durch zahlreiche Querwehre (ca. zehn Sägemühlen und Elektrizitätswerke im Untersuchungsabschnitt) in ihrer ursprünglichen Flussdynamik gebremst. Dies hat einen hohen Einfluss auf die Menge an mitgeführtem Sediment und auf die Höhe der Abflusstagesmittel durch die Dämpfung kleinerer Hochwässer. Aber auf die Schwankungsbreite des möglichen jährlichen Abflusses hat es keinen Einfluss, da bei den Spitzenhochwässern die Wehre wegen des Wasserdrucks entweder geöffnet sind oder umströmt werden.

## *2.5 Nutzungsformen des Maintals in der Vergangenheit und Gegenwart*

Die Natur kennt keine Katastrophen. Erst der Mensch bezeichnet Ereignisse wie ein Extremhochwasser, welches Felder, Straßen oder Dörfer überflutet und schädigt, als eine solche. Dabei wussten die Menschen des frühen Mittelalters sehr wohl, welchem Risiko sie sich aussetzten, als sie von den schon besiedelten Hügeln und Hängen hinunter ins fruchtbare Maintal zogen. Sie begannen, den ursprünglichen Auenwald zu roden, in landwirtschaftliche Flächen umzuwandeln und in der Nähe des Flusses ihre Häuser zu bauen. Sie lernten mit den verschiedenen Gesichtern „ihres“ Flusses zu leben und seine dynamische Kraft zu respektieren. Durch die Mäandrierung des Mains verloren landwirtschaftliche Flächen an wirtschaftlicher Bedeutung (Auflandung von Schotter oder Sand) oder verschwanden komplett aus dem nutzbaren Bereich (Abtragung des Auenbodens, Seitenerosion). Andernorts entstanden durch die Flussdynamik neue Flächen oder schon bewirtschaftete Flächen erhielten nährstoffreiche Hochflutlehme, die nun von den Landwirten genutzt werden konnten.

Der Obermain floss seit der letzten Eiszeit in einer breiten Mulde. Nach jedem größeren Hochwasser ergaben sich Änderungen in seinem Lauf (Abb. 2.10). Seichte und tiefe Stellen, Inseln, Kiesbänke, Uferabbrüche, Altwässer und Röhrichtzonen waren typische Landschaftsstrukturen, wie sie an Wildflüssen zu finden sind. In flussnahen bzw. flussfernen Bereichen sorgten Weich- bzw. Hartholzauenwälder für ausgedehnte natürliche Retentionsräume während der Überflutungen. Die Zugehörigkeit und Abhängigkeit der Auenwälder zum Flussöko-

system war noch gewährleistet. All diese Landschaftselemente beherbergten ein an diese Flusssynamik angepasstes Arteninventar der Tier- und Pflanzenwelt.

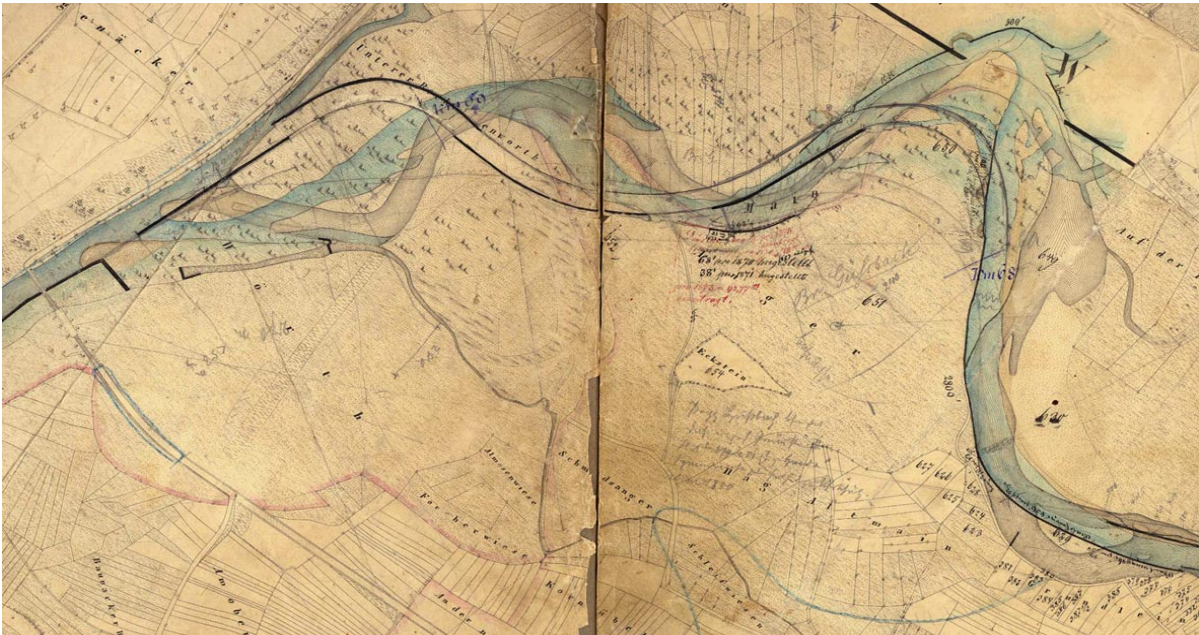


Abb. 2.10: Mündung der Itz (links oben) in den Main auf einer historischen Karte des Straßen- und Flussbauamtes von 1886. Neben den verschiedenen Mäandern des Mains ist auch schon die eingezeichnete Flusskorrektur (schwarz) zu erkennen. Quelle: Archiv des WWA Bamberg.

Die Mensch des Maintals nutzte das Flusssystem im Laufe der Besiedlungsgeschichte in steigendem Ausmaß. Die wichtigsten Nutzungsformen waren die des Transportes von Waren und Personen, der Energie- und Trinkwassergewinnung, der Fischerei, der Korbflechterei, der Kies- und Sandgewinnung und schließlich die der Freizeit und Erholung.

Die Flößerei von Stämmen und Brettern aus dem Frankenwald und z.T. aus dem Fichtelgebirge existierte vermutlich seit der frühesten Rodungsperiode um das Jahr 1000, auch wenn diese erstmalig 1386 schriftlich erwähnt wurde. Dabei waren die Flöße nicht nur Handelsgut, sondern auch Transportmedium für Menschen und Waren aus der Region. Erst als der LKW als flexibles Transportmedium und schließlich der Bau der Staustufen im Mittelmain die Flößerei erschwerte und verteuerte, wurde der gewerbliche Holztransport auf dem Obermain in den 50er Jahren des 20. Jahrhundert beendet (Jauerling & Heidenreich 1993).

Für die Flößerei von Langholz aus dem Frankenwald und die vereinfachte Streckenführung der Eisenbahn von Bamberg nach Kronach wurde der Lauf des Mains schließlich technisch verändert (Gunzelmann 2001) (Abb. 2.11). Diese aufwändigen Arbeiten zogen sich bis etwa 1910 hin. Hinzu kamen einige regelbare Querwehre, die der Wasserrückhaltung für die

Flößerei bei sommerlichen Niedrigwasser dienten (Gerlach 1990). Einige Querverbauungen dienten auch zur Stromgewinnung oder zum direkten Antrieb der Sägewerke.



Abb. 2.11: Flusslaufkorrektur bei Ebing, um 1890. Archiv WWA Bamberg.

Der Fluss wurde in ein trapezförmiges Bett mit gepflasterten Uferböschungen gezwängt und bekam den Charakter eines Kanals, der seinen Verlauf aus eigener Kraft praktisch nicht mehr verändern konnte (Baumann 2001). Gab es nach Spitzenhochwässern Abschnitte, an denen die Flussdynamik ihre Fähigkeit zur Ufergestaltung wieder zeigte, so wurde diese durch Ausbesserungsarbeiten wieder unterbunden. Die Einengung des Flusses in ein trapezförmiges Bett hatte eine massive Sohlenerosion zur Folge. Dem wurde versucht durch den Einbau von Sohlschwellen zu begegnen, was aber nicht überall zum gewünschten Erfolg führte. Stellenweise erreicht der Main heute eine Sohlentiefe von 3 m unter Flur. Zusammen mit dem Verschwinden der natürlichen Wasserrückhalteräume, wie Flutmulden, Altarme und Auenwälder, verursachte diese Sohleneintiefung eine massive Absenkung des Grundwasserspiegels im Talraum.

Neben der Funktion als Transportweg gewährleistete die Flussfischerei über viele Jahrhunderte den Bewohnern am Fluss Nahrung und Einkommen. Sie wurde erst Anfang des 20. Jahrhundert bedeutungslos, als sich die Wasserqualität aufgrund der privaten und industriellen Einleitungen, verbunden mit dem Ausbau zur Wasserstraße (Staustufen) im Mittel- und Unterlauf, dramatisch verschlechterte. Erwerbsfischer gibt es momentan am Obermain nicht mehr.

Eine weitere bedeutende Nutzungsform des Flussökosystems ist (bzw. war) die Korbflechterei, die das Ausgangsmaterial (junge Weidentriebe) im Bereich des Obermains findet. Heute werden große Mengen Weidentriebe für die noch ansässigen Korbflechter importiert.

Von großer wirtschaftlicher Bedeutung, vor allem in den letzten Jahrzehnten, ist die Kies- und Sandgewinnung für Bauzwecke am Obermain (Leistner 1996, Rebhan 1998). Mit dem Bau der Frankenwald-Eisenbahn 1882 setzte eine erhöhte Nachfrage nach Gleisbettungskies ein (Gunzelmann 2001). Zeitgleich zur Begradigung und Befestigung des Obermains (was den Abbau von Kies im Uferbereich unterband) und des Baus der überregionalen Eisenbahnverbindung entstanden die ersten vom Flusssystem getrennten Abbauflächen für Kies. Diese Zeitgleichheit ermöglichte es jedoch vielen Tier- und Pflanzenarten von ihrem mehr und mehr verschwindenden Primärhabitat einer dynamischen Auenlandschaft in die offenen, neu entstehenden Sekundärhabitats der Kiesgruben zu wechseln und dort bis in jüngste Zeit als Reliktpopulationen zu überleben (Köppel 1995, Rebhan 1998).

Nicht unberücksichtigt bleiben darf die Funktion des Obermains für seine Anwohner und Touristen als Bade- und Waschplatz und zur Erholung. Nach der Flussbegradigung ist die Freizeitfunktion auf die Baggerseen übergegangen und besteht heute immer noch. Inzwischen ist auch hier eine Rückorientierung der lokalen Bevölkerung zu erkennen, die renaturierte Flussabschnitte gegenüber den Baggerseen als attraktiver empfindet.

## ***2.6 Renaturierungsmaßnahmen des Wasserwirtschaftsamtes Bamberg***

Der seit der Mitte des 19. Jahrhunderts umgesetzte Ausbau des Obermains zur Regelung des Wasserhaushaltes hatte als Leitbild ein linear geführtes Gewässer mit Trapez-Profil, eine gepflasterte Uferböschung und eventuell noch eine befestigte Gewässersohle. Diese Gewässerform verursachte in der Unterhaltung geringe Kosten und einen geringen Personalaufwand und stellte die technische Funktionalität bewusst in den Vordergrund (Gunkel 1996).

Der Begriff „naturnaher Wasserbau“ oder „ökologischer Gewässerbau“ wurde gegen Ende der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts eingeführt (Pflug 1969) und ist vor allem seit der Zeit nach 1945 zu einem festen Begriff bezüglich der wasserwirtschaftlichen Behandlung der Fließgewässer geworden. Ein Umdenken in der Praxis der wasserbaulichen Betreuung der unnatürlich gestalteten Fließgewässer setzte jedoch erst allmählich ein (Niemeyer-Lüllwitz et al. 1988). Eine umfassende Übersicht zu verschiedenen Verfahren der Fließgewässerbehandlung und der Gewässerrenaturierung findet sich bei Friedrich & Lacombe (1992).





Abb. 2.12: Nach der Renaturierung eines Fließgewässers mit schweren Maschinen übernimmt die Flussdynamik die weitere Entwicklung der Uferbereiche (Renaturierungsfläche bei Redwitz an der Rodach im April 1999).

Im Jahr 1992 wurden erstmals im Rahmen eines Gewässerpflegeplanes Ideen zu einer Renaturierung des Obermains vom WWA Bamberg in die Tat umgesetzt. Im Bereich der Zapfendorfer Holzwerke wurde nach der Wegnahme der Uferbefestigung das Flussbett aufgeweitet. Die ursprüngliche Ufervegetation wurde zusammen mit dem Oberboden der Uferbereiche weitgehend entfernt. Vom Ufer her wurde dem Fluss Sediment (Kies) für eigendynamische Umlagerungsprozesse zugeführt. Ursprüngliche Uferreste blieben als Inseln im Fluss erhalten. Diese Maßnahmen wurden auch bei den darauffolgenden Renaturierungsprojekte in den nächsten Jahren angewandt (Abb. 2.12).

Die in den Folgejahren über die Fläche gegangenen Hochwässer formen neue Flussstrukturen wie Inseln, Kiesbänke oder Flachwasserzonen, wie sie am Obermain seit fast 100 Jahren nicht mehr existiert hatten.

In den nächsten Jahren folgten abschnittsweise Uferaufweitungen von Hallstadt bei Bamberg flussaufwärts am Main bis zur Landkreisgrenze zu Kulmbach und an der Rodach bis an die Landkreisgrenzen zu Kronach. Ebenso wurden schon bestehende Kiesgruben und alte Baggerseen im Rahmen einer Laufverlängerung an das Flusssystem angeschlossen (Gilcher & Bruns 1999). Ziel des WWA Bamberg ist es, in erster Linie, einen besseren Schutz vor Hochwasserfluten durch große Retentionsräume und breite Flussquerschnitte zu schaffen. Dabei verdient besonders die fließende Retention, also die Wasserrückhaltung im fließenden Bereich des Flusses hohe Aufmerksamkeit, da sie mit dem entsprechenden Sedimenttransport und der natürlichen Störungsdynamik noch am weitesten einer natürlichen Fließdynamik gleicht. Die stehende Retention, z.B. ein sich flutender Baggersee im Auenbereich, ist nicht abflusswirksam und wirkt größtenteils als Sedimentfalle, was weiter flussabwärts zu einem Geschiebemangel führt (Hajer, WWA Bamberg, mündliche Mitteilung).

Neben dem Hochwasserschutz sollen auch die Unterhaltskosten (Grasschnitt und Gehölzpflege im Uferbereich, Steinschüttungen und ingenieurbauliche Maßnahmen nach Uferzerstörungen durch ein Hochwasser) am Fluss minimiert werden. Der Fluss soll sich ohne weiteres menschliches Eingreifen zu einem dynamischen und damit ökonomisch tragfähigeren System entwickeln. Bis zum Frühjahr 2001 wurden durch die Maßnahmen des WWA Bamberg, in Zusammenarbeit mit den lokalen Kiesunternehmen, insgesamt 15 Flusskilometer redynamisiert (Metzner 2001). Durch die regelmäßigen Frühjahrshochwässer entstehen Haupt- und Nebenfließstrecken mit angebundenen Flachwasserzonen, Buchten und Altwässer. Durch die Aufweitung eines Flussabschnittes kommt die Sedimentfracht (Kies, Sand, Ton) zum Stillstand und wird in Form von Kiesbänken oder hoch aufgewölbten Inseln abgelagert. Andernorts wird durch die Redynamisierung des Gewässers Sediment in den aufgeweiteten Flussbereichen aufgenommen und flussabwärts transportiert.

Mitgeschlepptes Totholz bleibt in großen Mengen in den vorhandenen oder neu etablierten Weidensträuchern hängen und bildet Hindernisse in der Strömung. Der Fluss wird gezwungen, einen anderen Weg zu nehmen und die zuvor abgelegte Kiesfracht wieder zu umlagern.

### 3 Untersuchungsmethoden

#### 3.1 Auswahl der Untersuchungsflächen

Die Untersuchungen im Bereich des Obermains und der Rodach fanden im Zeitraum April 1999 bis Mai 2002 statt. Die vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg redynamisierten Flussabschnitte am Main sind von der Landkreisgrenze zwischen Lichtenfels und Kulmbach (bei Mainklein) bis kurz vor Bamberg (bei Hallstadt) verteilt (Detailkarte in Abb. 2.1). Die entsprechenden Abschnitte an der Rodach liegen flussaufwärts bis an die Landkreisgrenze zwischen Lichtenfels und Kronach (bei Nagel). Von diesen insgesamt 23 Renaturierungsflächen (R-Flächen) wurden 12 im April 1999 für die vorliegende Untersuchung ausgewählt (Tab. 3.1). Im Jahr 2000 kamen noch zwei neu geschaffene Renaturierungsflächen hinzu. Die übrigen neun Renaturierungsflächen waren zu Beginn der Feldarbeiten in unwegsamem Gelände bzw. schwierig erreichbar oder noch nicht fertig renaturiert.

Die vier nicht redynamisierten Flussabschnitte (NR-Flächen), die als Referenzflächen dienten, wurden im April 2000 ausgesucht. Diese mussten dafür entlang eines begradigten Flussabschnittes mit befestigter Uferböschung liegen. Die NR-Flächen sollten eine möglichst geringe Beeinflussung bezüglich der Sedimentfracht von einer oberhalb gelegenen renaturierten Flussstrecke besitzen, somit einen möglichst weiten Abstand zu diesen haben. Es wurden jeweils 500 m lange Flussbereiche ausgesucht, da die mittlere Flusslänge entlang der renaturierten Abschnitte bei 450 m lag. Für die Flächen NR 3 bzw. NR 4 wurden diese Referenzflächen flussaufwärts der Renaturierungsfläche R 4 bzw. R 5 festgelegt. Die Fläche NR 5 wurde so weit es möglich war in die Mitte des über 30 Flusskilometer langen Abstandes zwischen den beiden Renaturierungsflächen R 5 und R 7/8 gelegt. In diesem Bereich liegen mehrere Siedlungen (Lichtenfels, Michelau, Hochstadt, Burgkunstadt), sodass dort keine größeren Renaturierungsmaßnahmen des Wasserwirtschaftsamtes stattfanden. Der Bereich der Fläche NR 6 liegt direkt oberhalb der Renaturierungsfläche R 12 bei der Ortschaft Unterleiterbach. Der Abstand zur nächsten oberhalb gelegenen Renaturierungsfläche (R 11) beträgt einen Flusskilometer.

Die Grenzen der untersuchten Renaturierungsflächen und der Referenzflächen gegenüber dem Umland wurden so gelegt, dass landwirtschaftlich bearbeitete bzw. beeinflusste Bereiche (Ackerrand, Mährand der Wiese, Wege, Fahrspuren) außerhalb lagen. In der Regel wurde nur eine Flussuferseite renaturiert (Ausnahme ist R 1), sodass die Untersuchungsflächen auf der anderen Seite durch die Uferlinie begrenzt wurde. Die Begrenzungen entlang des Ufers flussaufwärts und –abwärts der Untersuchungsflächen wurden, so weit möglich, an wiederauffind-

baren Punkten (Bäume, Wege, Uferknicke) oder im rechten Winkel zum Ufer festgelegt. Entlang einiger Abschnitte gab die Erfassungsmethode (Fotos) diese oberen und unteren Grenzen vor. Jede Untersuchungsfläche behielt ihre einmal festgelegten Grenzen während des Untersuchungszeitraumes bei.

Tab. 3.1: Die untersuchten redynamisierten (R) und die nicht redynamisierten (NR) Flussabschnitte mit den dazugehörigen Flusskilometern, den Abschnittslängen, den jeweiligen Flächengrößen, dem Zeitpunkt der Renaturierungen und dem jeweiligen Untersuchungszeitraum.

bearbeitete Flussabschnitte						
Bez.	Name	Fluss-Km *	Länge ** [ m ]	Flächengröße *** [ m <sup>2</sup> ]	Renaturierungs- phase	Untersuchungs- jahre
R 1	Nagel	R 7.6 - 8.2	600	43959	VIII 94 bis V 95	1999 - 2002
R 2	Unterlangenstadt	R 5.8 - 6.2	400	81641	III 95 bis XI 96	1999 - 2002
R 3	Redwitz	R 5.4 - 5.6	200	60000	II 98 bis V 99	1999 - 2002
R 4	Rodachmündung	M 440.0 / R 0.0 - 0.2	200	9428	VII 97 bis X 97	1999 - 2002
R 5	Theisau	M 451.8 - 452.2	400	9201	1997	1999 - 2002
R 7/8	Schönbrunn	M 420.6 - 421.5	900	52313 (2000)	1998- IX 2000	2000 - 2002
R 9	Wiesen	M 415.2 - 415.5	300	16149	1997	1999 - 2002
R 11	Ebensfeld	M 407.6 - 408.5	900	71662	1995 bis 1996	1999 - 2002
R 12	Unterleiterbach Nord	M 405.7 - 406.2	500	27563	VI bis IX 1998	1999 - 2002
R 14	Unterleiterbach Süd	M 404.5 - 405.0	500	keine Daten	Herbst 1998	2000 - 2001
R 15	Zapfendorf Nord	M 403.1 - 403.4	300	8767	IX 91 bis V 92	1999 - 2002
R 16	Zapfendorf Süd	M 402.8 - 403.1	300	19501	Sommer 1995	1999 - 2002
R 18	Kemmern Nord	M 392.5 - 392.8	300	8866	2000	1999 - 2002
R 19	Kemmern Mitte	M 391.6 - 392.0	400	22778	1997	1999 - 2002
NR 3	Rodachmündung-begr.	R 0.2 - 0.7	500	16715	----	2000 - 2002
NR 4	Mainklein begradigt	M 452.2 - 452.7	500	12624	----	2000 - 2002
NR 5	Michelau-begradigt	M 434.1 - 434.6	500	11486	----	2000 - 2002
NR 6	Unterleiterbach - begrad.	M 406.3 - 406.8	500	13547	----	2000 - 2002

\* R = Rodach, M = Main \*\* gerechnet ohne die Laufverlängerungen \*\*\* zu Beginn der Untersuchungen 1999

Die Daten in Spalte 3 und 6 sind vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg

Für die vegetationskundlichen und -strukturellen Untersuchungen im großräumigen Maßstab wurden 21 Dauerflächen (D-Flächen; 5 m x 5 m) im Bereich aller in Tabelle 3.1 aufgelisteten 18 Flussabschnitte, außer auf der Fläche NR 6, eingerichtet.

Da zu Beginn der Untersuchungen im April 1999 keine Karten von den ausgewählten Uferbereichen existierten, konnten die Dauerflächen nicht mit einem Raster festgelegt werden. Die Bereiche der Dauerflächen wurden nach eigenen Auswahlkriterien gewählt. Die drei Dauerflächen entlang begradigter Flussabschnitte wurden direkt an die Mittelwasserlinie im Uferbereich gelegt. Die 18 übrigen Dauerflächen wurden entlang der renaturierten Flussabschnitte so verteilt, dass sie möglichst breit gestreut in Bereichen unterschiedlicher Entwicklungsstadien der Vegetation lagen (Abb. 3.1). Diese Entwicklungsstadien sind abhängig von der Anzahl der Jahre seit der Renaturierungsmaßnahme. Ein weiterer Gesichtspunkt war der Abstand vom Ufer und die Höhe über der Mittelwasserlinie. Diese Werte sind entscheidend für die jeweilige Überflutungsdauer während eines Hochwassers und für den möglichen Tro-



ckenstress während der Sommermonate. Es wurde davon ausgegangen, dass die Vegetation einer ufernahen Dauerfläche schon

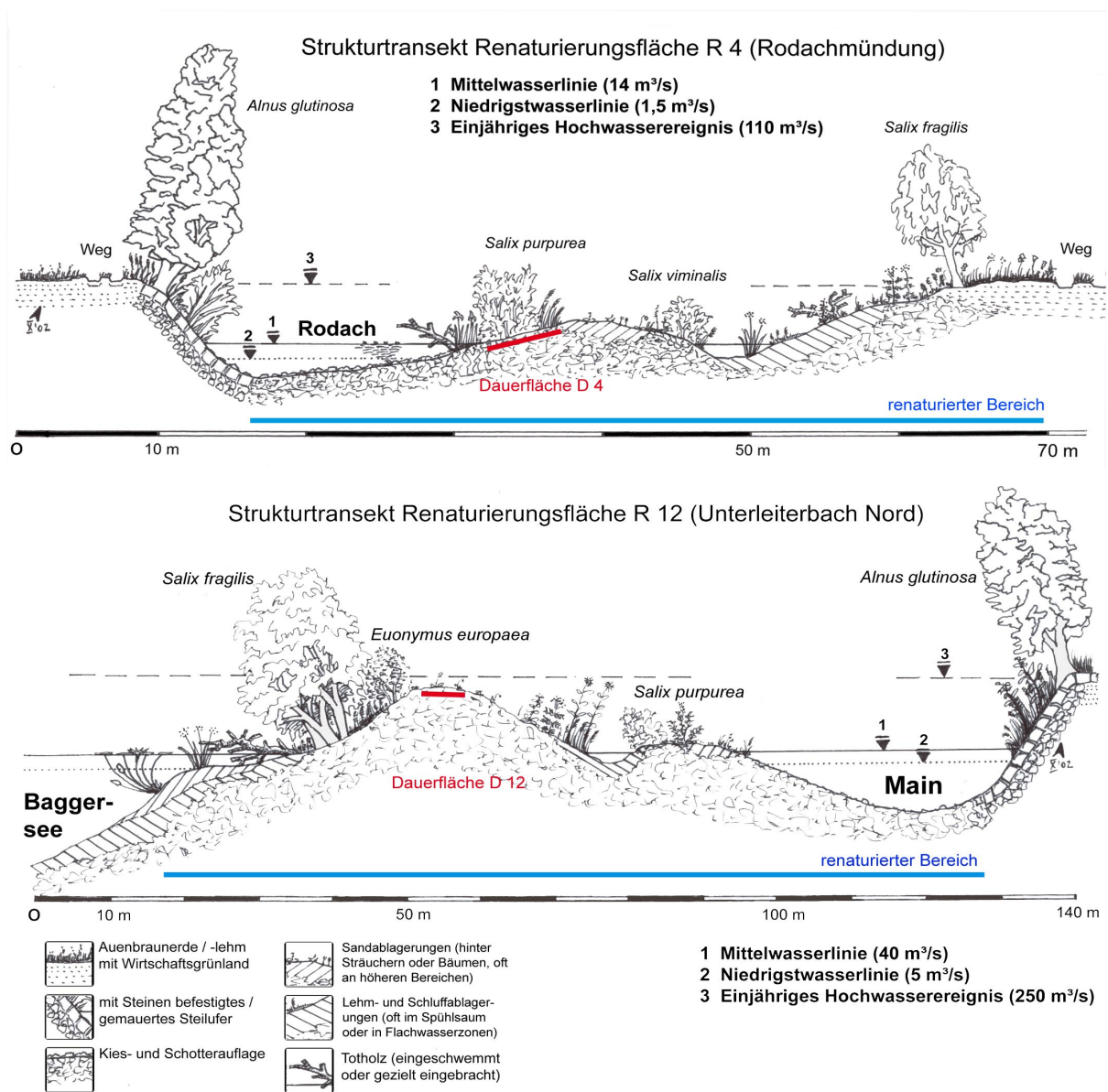


Abb. 3.1: Zwei Strukturtransekte als Beispiele für die unterschiedlichen ufermorphologischen Ausprägungen und unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Vegetation auf den renaturierten Flussabschnitten.

bei geringfügig erhöhten Abflussmengen gestört werden kann, während die einer uferfernen oder hochgelegenen Dauerfläche erst bei einem Mehrfachen des mittleren Abflusses beeinträchtigt wird. Durch die Positionierung von 21 Dauerflächen entlang dieses hochwasserbedingten Störungsgradienten wurde es möglich, Auswirkungen auf die Vegetationsstrukturen und deren Dynamik zu erfassen (Abb. 3.2). Bei dem gezeigten Verteilungsdesign der Dauerflächen muss bedacht werden, dass auf den renaturierten Uferbereichen schräge bzw. steile

Böschungen, wie im Bereich der begradigten Flussabschnitte oder der Baggerseen, nicht vorhanden sind.

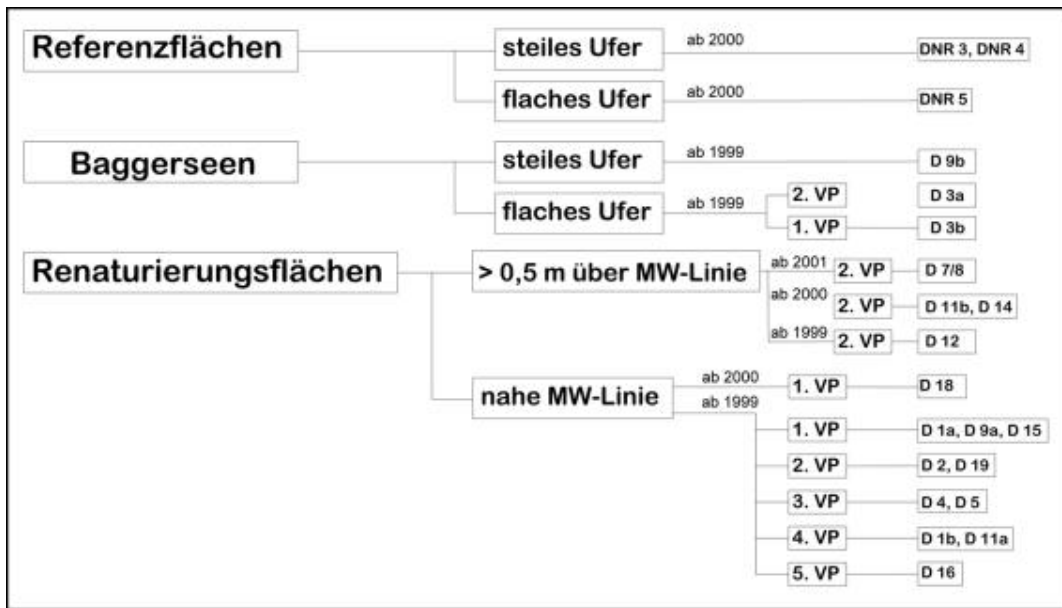


Abb. 3.2: Verteilungskonzept der 21 Dauerflächen (D) auf ufernahe (nahe der Mittelwasserlinie) und uferferne (hoch über der MW-Linie) bzw. flache und steile Bereiche. VP meint die Vegetationsperioden, die auf dem jeweiligen Bereich der Dauerfläche bis zum Untersuchungsbeginn stattfanden.

Tab. 3.2: Position, Uferabstand, Höhe über Mittelwasser, Entwicklungsalter und grobe Charakterisierung der vegetationskundlichen Situation zu Untersuchungsbeginn auf den 21 Dauerflächen.

Bez.	Name	ausgewählte Dauerflächen (D-Flächen)						Alter n (VP)	vegetationskd. Aspekt zu Beginn der Untersuchungen
		Nord-Wert *		Ost-Wert *		Uferabstand ** [m]	Höhe ü.MW ** [m]		
D 1a	Nagel	50	10 951	11	14 450	2,5	0,2	0	vegetationsfrei
D 1b		50	10 891	11	14 413	3,0	0,2	3	dreijährige Gehölzvegetation
D 2	Unterlangenstadt	50	10 863	11	13 046	7,2	0,4	1	gehölzfreie Hochstauden
D 3a	Redwitz	50	10 881	11	12 545	3,3	0,2	1	einjährige Gehölzvegetation / See
D 3b		50	10 969	11	12 491	16,7	0,3	0	vegetationsfrei / See
D 4	Rodachmündung	50	09 440	11	09 235	2,7	0,3	2	zweijährige Gehölzvegetation
D 5	Theisau	50	07 502	11	17 206	10,4	0,5	2	fast vegetationsfrei
D 7	Schönbrunn	50	07 378	11	00 075	4,6	1,2	****	gehölzfreie Hochstauden
D 9a	Wiesen	50	05 621	10	57 387	3,2	0,3	0	fast vegetationsfrei
D 9b		50	05 576	10	57 213	2,5	1,5	3	steile Uferböschung / See
D 11a	Ebensfeld	50	03 134	10	56 336	3,0	0,5	3	dreijährige Gehölzvegetation
D 11b		50	02 882	10	56 283	2,5	0,8	***	fast vegetationsfrei
D 12	Unterleiterbach Nord	50	02 108	10	56 079	21,6	2,6	1	fast vegetationsfrei
D 14	Unterleiterbach Süd	50	01 725	10	55 951	2,5	0,6	***	einjährige Gehölzvegetation
D 15	Zapfendorf Nord	50	01 276	10	55 468	2,5	0,3	0	fast vegetationsfrei
D 16	Zapfendorf Süd	50	01 214	10	55 302	3,3	0,6	4	Hochstauden, fast gehölzfrei
D 18	Kemmern Nord	49	57 665	10	51 507	2,5	0,1	***	vegetationsfrei
D 19	Kemmern Mitte	49	57 033	10	51 760	3,5	0,4	1	einjährige Gehölzvegetation
DNR 3	Rodachmündung-begr.	50	09 520	11	09 495	1,3	0,8	-	Hochstauden, Steilufer
DNR 4	Mainklein begradigt	50	07 436	11	17 553	1,3	0,8	-	Hochstauden, Steilufer
DNR 5	Michelau-begradigt	50	09 342	11	06 334	1,3	0,3	-	Hochstauden, Flachufer

\* gemessen im Juni 2000 \*\* gemessen von der Mitte der Dauerfläche, Mai 1999 ( MW= Mittelwasserlinie)

n(VP)=Anzahl der Vegetationsperioden seit der Renaturierung (im Mai 1999) (\*\*\*) diese Flächen kamen erst 2000, \*\*\*\* diese 2001 dazu)

Auf vier der 14 Renaturierungsflächen (R 1, R 3, R 9, R 11) lagen je zwei Dauerflächen, da hier zusätzliche Aspekte der Vegetationsentwicklung erfasst werden sollten (Tab. 3.2). Drei Dauerflächen wurden erst im Mai 2000 (D 11b, D 14, D 18), eine im Mai 2001 (D 7/8)

mit ins Untersuchungskonzept einbezogen, damit zusätzlich zu den bestehenden Flächen jüngere Entwicklungsstadien analysiert werden konnten. Drei Dauerflächen (D 3a, D 3b, D 9b) wurden im Uferbereich von Stillgewässern (Baggerseen), die mit dem Fluss in direkter Verbindung stehen, eingerichtet. Im Unterschied zu den Dauerflächen in Flussnähe sind diese nicht der Strömungslinie der Hochwässer ausgesetzt. Drei weitere Dauerflächen (DNR 3, DNR 4 und DNR 5) liegen im Bereich der ausgewählten Referenzflächen entlang begradigter Uferabschnitte (in den Maßen 10,0 m x 2,5 m). Die Anzahl von insgesamt 21 Dauerflächen ist einzig durch den hohen Bearbeitungsaufwand auf jeder Fläche limitiert.

Die Anzahl der abgelaufenen Vegetationsperioden im Bereich der Dauerflächen wurde aus dem Alter der etablierten Gehölzvegetation gewonnen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass sich die ersten Weidenkeimlinge im Sommer der ersten Vegetationsperiode der jeweiligen Dauerfläche etablieren. Wo diese Altersbestimmung nicht möglich war (bei vier D-Flächen) wurden Informationen vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg über die Flächenentwicklungen (z.B. Ende der Renaturierungsmaßnahmen) eingeholt.

Die Dauerflächen wurden an ihren Ecken mit 16er Baustahlstangen markiert (1,8 m lang, ca. 1,3 m weit in den Untergrund getrieben), um so die eingerichteten Flächen auch nach einem starken Hochwasserereignis wiederzufinden. Zusätzlich wurden die Positionen der Dauerflächen per GPS (GARMIN 45) erfasst und in die Karten der jeweiligen Redynamisierungsflächen eingemessen. So konnten die Dauerflächen auch dann wieder gefunden werden, wenn einzelne Eckstangen verloren gingen.

### ***3.2 Erfassungs- und Auswertungsmethoden***

Als begriffliche Grundlage zur Erfassung der Biodiversität der ufernahen Vegetation sei die folgende Definition verwendet (IUCN 1992): Biodiversität bedeutet Vielfalt im Sinne von Verschiedenartigkeit, Mannigfaltigkeit, Variation, Variabilität und Komplexität bei Lebewesen. Die Biodiversität schließt Merkmale innerhalb und zwischen Populationen, Arten, Teilbiozöosen, Biozöosen und Biozöosenkomplexen ein. Es lassen sich die folgenden vier Typen von Diversität unterscheiden: genetische Diversität (unterhalb des Artneiveaus), Artendiversität, strukturelle Diversität und funktionale Diversität.

#### ***Kleinmaßstäbliche Erfassung***

Für die kleinmaßstäblichen Untersuchungen über die jeweils gesamte Redynamisierungsfläche wurden in den Jahren 1999 bis 2002 sechs Überfliegungen (Okt.'99, Okt.'00, Mai

'01, Okt.'01, Feb.'02, Mai '02) mit einem privaten Kleinflugzeug durchgeführt und alle Untersuchungsflächen fotografiert. Dazu wurde der jeweilige Flussabschnitt möglichst in einer festgelegten Linie überflogen und aus dem offenen Fenster senkrecht nach unten fotografiert. Die Einzelfotos wurden gescannt, so weit wie möglich entzerrt und zu großflächigen Panoramafotos zusammengefügt (Abb. 3.3).

Als Referenzfotos lagen die Orthogonalfotos der Überfliegung des Wasserwirtschaftsamtes Bamberg von 1985 und 2000 vor. Mit Hilfe der digitalisierten Luftaufnahmen wurden im Programm AutoCAD Karten der Untersuchungsflächen gezeichnet (Abb. 3.4).

Aufgrund der Bildauflösung aus ca. 250 m Höhe wurde bei der Luftbildinterpretation nur unterschieden zwischen den verschiedenen oberirdischen Strukturelementen 'Rohboden' (vegetationsarme bis vegetationsfreie Flächen mit eindeutigen Rohbodencharakter), 'krautige Vegetation' (trennbar von Sträuchern durch die Grünfärbung und fehlende Schatten), 'junge Gehölzvegetation' (bis ca. 5 m Höhe) und 'hohe Bäume' (über 5 m Höhe; meistens vor der Renaturierungsmaßnahme schon auf der Fläche vorhanden).

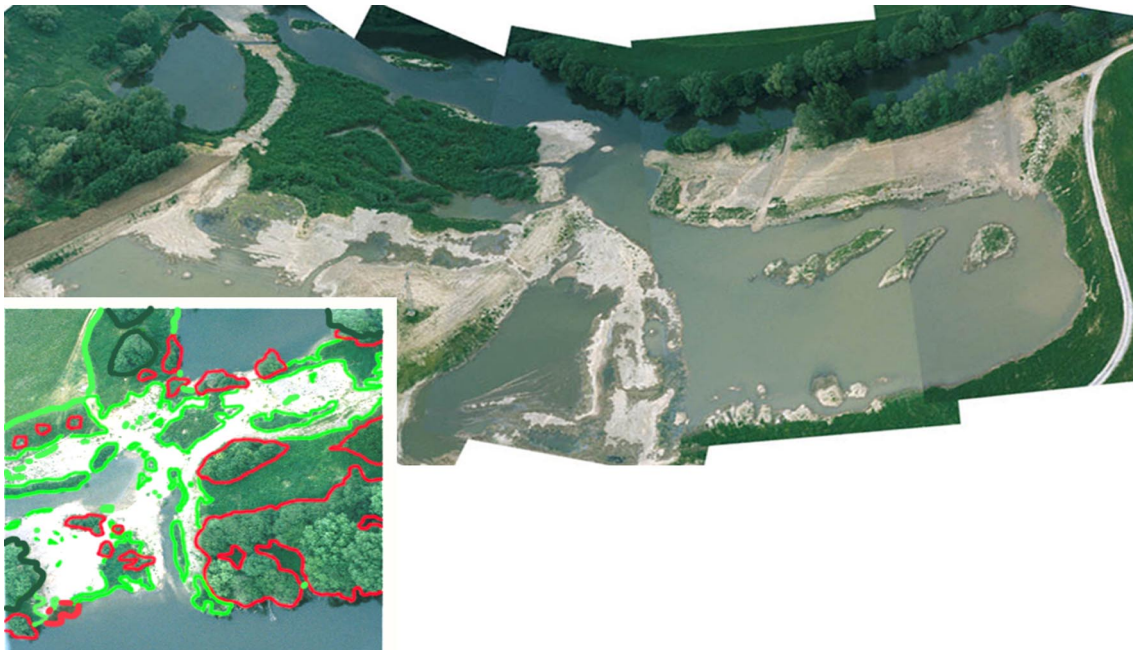


Abb. 3.3: Zusammengefügte und entzerrte Einzelbilder der Renaturierungsfläche R 7/8 (Mai 2001) und ein vergrößerter Ausschnitt der Fläche. Markiert sind die unterschiedlichen Strukturelemente 'hohe Bäume' (dunkelgrün), 'junge Gehölzvegetation' (rot) und 'krautige Vegetation' (hellgrün). Die grau bis weiß leuchtenden Flächen sind Rohbodenflächen. Die Uferlinie ist erkennbar.

Kam es zu Problemen bei der eindeutigen Unterscheidung zwischen den einzelnen Strukturelementen, was sowohl an der Qualität der Fotos (Unschärfe, Reflexionen) als auch am Aufnahmewinkel und der Verzerrung liegen konnte, so wurde die räumliche Struktur und die Art der Strukturelemente direkt auf der jeweiligen Fläche nachgeprüft ('ground check').

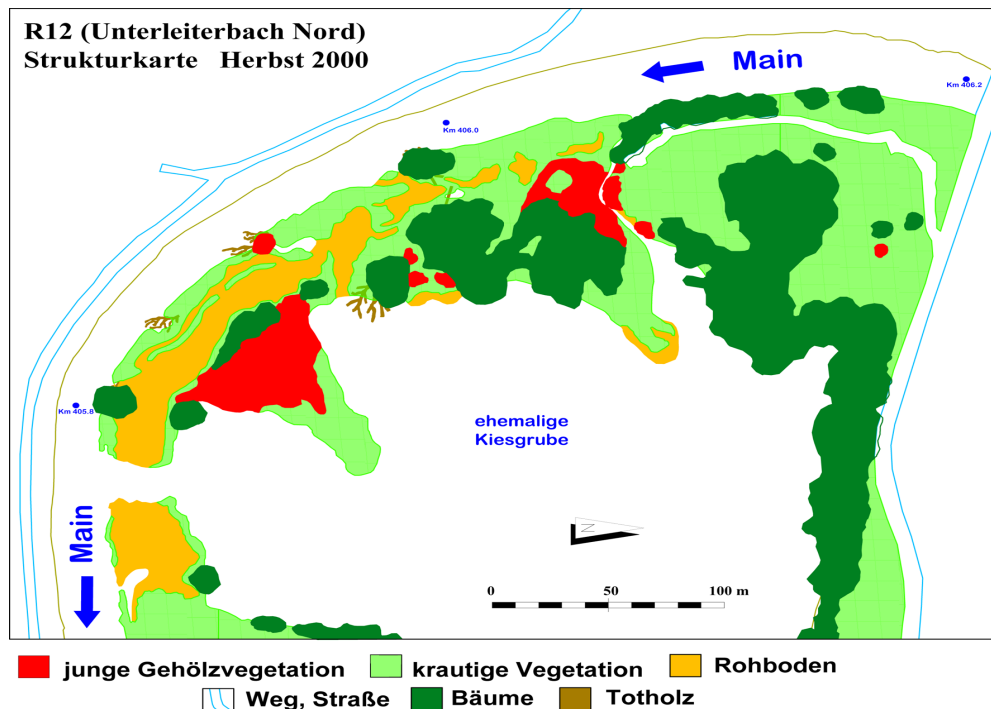


Abb. 3.4: Strukturkarte der Renaturierungsfläche R 12 vom Herbst (Oktober) 2000.

Aus diesen Strukturkarten konnten Grenzlinienkarten erstellt werden (Abb. 3.5). Durch die vektorisierten Struktur- und Grenzlinienkarten ist es möglich, die Flächengrößen und prozentualen Flächenanteile (bezüglich der jeweiligen Untersuchungsfläche) aller erfassten Strukturelemente (Rohboden, krautige Vegetation, jungen Gehölzvegetation, hohe Bäume, Totholz) quantitativ darzustellen. Als ein Maß für die Strukturheterogenität einer Untersuchungsfläche wurde die Grenzliniendichte herangezogen. Diese wird berechnet aus der Summe aller Grenzlinienlängen zwischen den verschiedenen erfassten Strukturelementen pro Einheitsfläche 1 Hektar (v.Heßberg & Beierkuhnlein 2000):

$$\text{Grenzliniendichte } \mathbf{GD} = (10.000 \cdot \Sigma \mathbf{GL}) \cdot 1 / \mathbf{A}_r \text{ [m/ha]}$$

Wobei **GL** die Summe der einzelnen Grenzlinienlängen zwischen zwei Strukturelementen darstellt [m]. **A<sub>r</sub>** ist die Gesamtfläche des Renaturierungsabschnitts [m<sup>2</sup>]. Mit der Multiplikation der 10.000 wird auf die Einheitsfläche Hektar hochgerechnet.

Die Grenzliniendichte ist zwar aus den digitalen Strukturkarten ein einfach zu quantifizierender Wert, der als Maß für die Strukturheterogenität genutzt wird, er gibt jedoch keine Information über die Art und die Anzahl der an dieser Heterogenität beteiligten Strukturelemente an. Um diesem Wert einen qualitativen Aspekt der Strukturdiversität zu geben, wird die Grenzliniendichte mit der Anzahl der an diesem Wert beteiligten Grenzlinientypen (maximal 10) multipliziert. Fehlen ein oder zwei dieser Grenzlinientypen auf einer Fläche (z.B. junge Gehölzvegetation – Rohboden), so ist die Grenzlinien-Diversität bei gleicher Grenzliniendichte verringert.

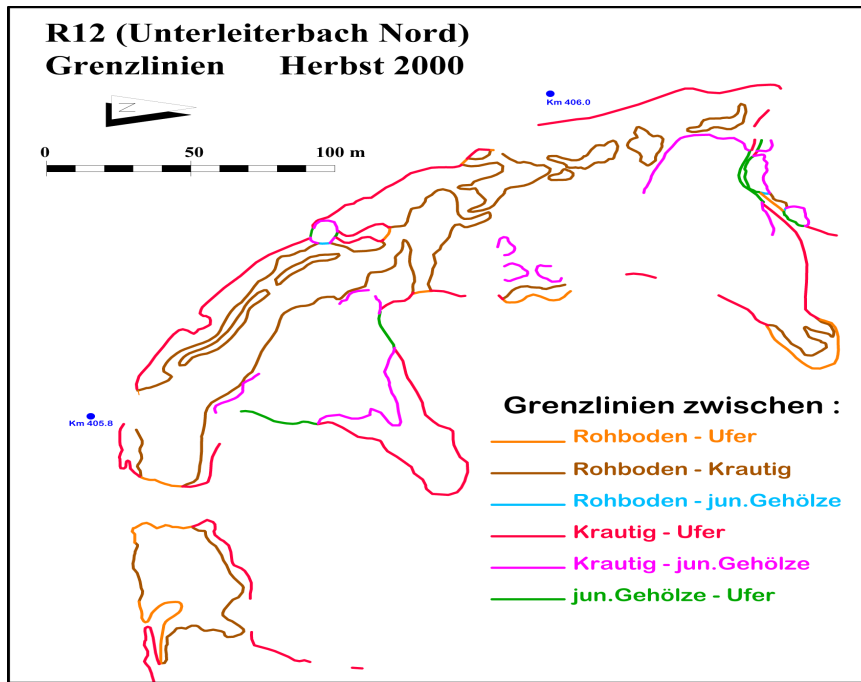


Abb. 3.5: Grenzlinienkarte der Renaturierungsfläche R 12 vom Herbst (Oktober) 2000 mit sechs der zehn möglichen Grenzlinientypen.

Durch die mehrfache Wiederholung der Überfliegungen und Kartenerstellung im Laufe des Untersuchungszeitraumes 1999 bis 2002 kann für jede Renaturierungsfläche die zeitliche Veränderung aller quantifizierte Flächengrößen und Grenzlinienlängen dargestellt und analysiert werden. Insgesamt wurden 80 Struktur- und Grenzlinienkarten erstellt und ausgewertet (Tab. 3.3).

		erstellte Struktur- und Grenzlinienkarten							
Untersuchungsflächen		1999		2000		2001		2002	
Bez.	Name	F	H	F	H	F	H	F	H
R 1	Nagel								
R 2	Unterlangenstadt								
R 3	Redwitz								
R 4	Rodachmündung								
R 5	Theisau								
R 7/8	Schönbrunn								
R 9	Wiesen								
R 11	Ebensfeld								
R 12	Unterleiterbach Nord								
R 14	Unterleiterbach Süd								
R 15	Zapfendorf Nord								
R 16	Zapfendorf Süd								
R 18	Kemmern Nord								
R 19	Kemmern Mitte								
NR 3	Rodachmündung-begr.								
NR 4	Mainklein begradigt								
NR 5	Michelau-begradigt								
NR 6	Unterleiterbach - begradigt								

	keine Überfliegung
	mißlungene Fotos
	erfolgreiche Kartierung

Tab. 3.3: Übersicht über die 80 erstellten Struktur- und Grenzlinienkarten der Renaturierungsflächen (R) und der Bereiche begradigter Flussabschnitte (NR) im Zeitraum 1999 bis 2002.

F = Frühjahr  
H = Herbst



### Großmaßstäbliche Erfassungen

Die vegetationskundliche Bearbeitung der Dauerflächen erfolgten, sofern möglich, in jedem der Untersuchungsjahre jeweils im Frühjahr nach dem Rückgang der Überflutungen (Anfang bis Mitte Mai), im Sommer (Mitte Juli bis Mitte August) und im Herbst (Mitte September bis Anfang Oktober). Gearbeitet wurde mit einem Datenblatt (siehe Anhang II), auf dem neben den Angaben zum Datum, der Flächebezeichnung, der Himmelsrichtung oder der GPS-Daten die Distanz und die Höhe zur aktuellen Uferlinie eingetragen wurden.

Die Dauerfläche wurde mit Hilfe eines 1m-Rasters in 25 Einzelflächen unterteilt. Es folgte eine genaue Bestimmung des Arteninventars (nur der Gefäßpflanzen; Rothmaler 1995, Aichele & Schwegler 1998) und eine handgezeichnete Flächenverteilung jeder dieser Arten in Form eines Aufsichtsdiagramms (Abb. 3.5). Wenn die Artbestimmung im Frühjahr mangels spezifischer phänologischer Merkmale nicht möglich war (z.B. fehlende Blüten), fand eine separate Kennzeichnung in der Aufsichtsskizze und eine Nachbestimmung im Sommer statt. Angeschwemmtes Totholz wurde mit eingezeichnet. Zusätzlich wurden von den Arten die Wuchshöhen gemessen. Hierfür wurden in zehn zufallsbedingten Messungen an unterschiedlichen Individuen einer Art die Höhen vom Boden bis zur Triebspitze erfaßt.

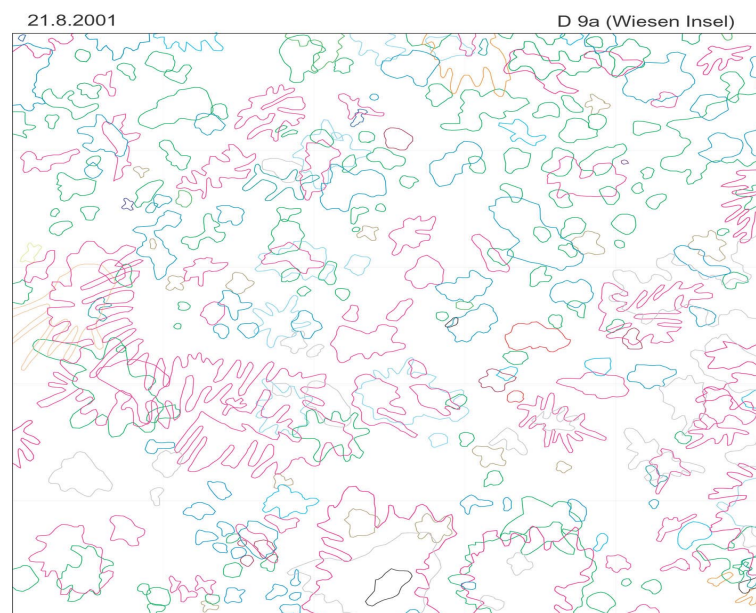


Abb. 3.5: Digitalisiertes Aufsichtsdiagramm der flächigen Verteilung der einzelnen Pflanzenarten (layerweise) einer Dauerfläche (21.8.2001, Fläche D 9a).

Die flächigen Verteilungsmuster in den gezeichneten Aufsichtsdiagrammen wurden artenweise (layerweise) abdigitalisiert und zu geschlossenen Polygonen verwandelt. Das führt zu einer weitgehend fehlerfreien Umsetzung der Handzeichnung zu digitalen und damit quantifizierbaren Werten. Im Programm AutoCAD14 konnten die Flächen- und Liniengrößen der einzelnen Polygone analysiert werden und einem Datenverarbeitungsprogramm (Excel, SigmaPlot) zugeführt werden. Des Weiteren konnte im Programm ArcView3.2 verschiedene der artenspezifischen Layer miteinander verschnitten werden, sodass die Möglichkeit bestand, Artgruppen (z.B. alle Weiden oder alle Süßgräser) aber auch funktionale Gruppen (z.B. alle einjährigen Arten, alle Horstgräser oder alle verholzenden Arten) zusammenzufassen und deren flächige Verteilungen darzustellen.

Im Folgenden wird der prozentuale Flächenanteil einer Art bzw. Artenzusammensetzung an der Gesamtfläche der 25 m<sup>2</sup> großen Dauerfläche als Abundanz bezeichnet, so wie dieser Begriff auch in der englischsprachigen Literatur für diesen Zweck üblich ist (IES und Studies 2003).

Mit Hilfe der mehrfachen Wiederholungen dieser vegetationskundlichen Aufnahmen im Laufe der Jahre 1999 bis 2002 (Tab. 3.4) besteht die Möglichkeit, die zeitlichen Veränderungen der Vegetationsstrukturen zu analysieren und graphisch darzustellen.

Tab. 3.4: Übersicht über die 172 erstellten Aufsichtsdiagramme der 21 Dauerflächen im Zeitraum 1999 bis 2002.

erstellte Aufsichtsdiagramme (Dauerflächen)		1999			2000			2001			2002		
Bez.	Name	F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H
D 1a	Nagel												
D 1b													
D 2	Unterlangenstadt												
D 3a	Redwitz												
D 3b													
D 4	Rodachmündung												
D 5	Theisau												
D 7	Schönbrunn												
D 9a	Wiesen												
D 9b													
D 11a	Ebensfeld												
D 11b													
D 12	Unterleiterbach Nord												
D 14	Unterleiterbach Süd												
D 15	Zapfendorf Nord												
D 16	Zapfendorf Süd												
D 18	Kemmern Nord												
D 19	Kemmern Mitte												
DNR 3	Rodachmündung-begr.												
DNR 4	Mainklein begradigt												
DNR 5	Michelau-begradigt												
												Summe: 172	

Die Auswertungen der Wuchshöhen führte zu einer quantifizierten Aussage über die dreidimensionalen Struktur der Vegetation der jeweiligen Dauerfläche. Bei dieser räumlichen Berechnung müssen jedoch drei entscheidende Einschränkungen akzeptiert werden:



- a) Die berechnete Durchschnittshöhe einer Pflanzenart auf der Dauerfläche berücksichtigt nicht die unterschiedlichen Wuchsbedingungen (z.B. im Licht und im Schatten).
- b) Das berechnete durchschnittliche Raumvolumen einer Pflanzenart (Gesamtgrundfläche  $\times$  durchschnittliche Wuchshöhe) berücksichtigt nicht die Stratigraphie und den strukturellen Aufbau einer jeden Art bzw. eines jeden Individuums. Diese Berechnung macht die Pflanze geometrisch gesehen zu einem Zylinder. Daher muss unterschieden werden zwischen dem Raumvolumen einer Pflanze bzw. der Vegetation einer bestimmten Fläche und dem Volumen der Pflanze im Raum. Letzteres ist im Freiland und in der mathematischen Berechnung nur mit einem extrem hohen Arbeitsaufwand erstellbar.
- c) Das berechnete Raumvolumen der Vegetation summiert die Raumvolumina der einzelnen Pflanzenarten auf. Die inneren Überschneidungen der einzelnen Arten in der Fläche und im Raum bleiben unberücksichtigt. Die tatsächliche Dichte der Vegetation im Raumvolumen bleibt unbekannt.

Stellt man nur die durchschnittliche Höhe des Bewuchses dar, so bliebe unberücksichtigt, dass die einzelnen Arten mit unterschiedlicher Dominanz auftreten. In die Berechnung des Raumvolumens der Vegetation  $V$  auf der Dauerfläche geht die Fläche  $F$  jeder einzelnen Art in die Ermittlung des Durchschnittswertes ein:

$$V_a = [\sum (F_x \cdot h_x)_a] \quad [m^3]$$

Wobei  $F_x$  die Summe der einzelnen Grundflächen aus dem Aufsichtsdigramm und  $h_x$  die durchschnittliche Wuchshöhe der Art  $x$  im Jahr  $a$  darstellt. Die Einheit ist  $m^3$ .

So stellt zwar das berechnete Raumvolumen der Vegetation eine relativ ungenaue Situation der Realität dar, kann aber für die einzelnen Untersuchungsjahre und Störungsparameter die Dynamik des Standortes und der Vegetation verdeutlichen.

Bei der Berechnung des Raumvolumens der Vegetation werden nur die Frühjahrsaspekte berücksichtigt. Die Flussdynamik besitzt für die Dynamik der Vegetation innerhalb einer Wachstumsperiode nur geringerer Bedeutungen, da starke Sommerhochwässer ( $HQ_1$  oder höher) im Untersuchungszeitraum nicht auftraten. Ein weiterer Grund für die ausschließliche Nutzung der Frühjahrsaspekte bei der Volumenberechnung ist die Möglichkeit, die Schwankungen über die einzelnen Jahre, unabhängig von den restlichen Geschehnissen der Vegetationsperiode (z.B. Schwankungen durch die Therophyten), darzustellen.

Für die Volumenberechnung wird unterschieden zwischen der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation einer Dauerfläche.

Darüber hinaus wurden die Dauerflächen taxonomisch-floristisch bearbeitet, indem die Alpha-, Beta- und Gamma-Diversität berechnet und analysiert wurden. Die Alpha-Diversität wird als diskrete Artenzahl einer taxonomischen Aufnahme dargestellt. Zusätzlich wird der Shannon-Weaver-Index, als ein Maß für die Diversität und Gleichverteilung der Arten innerhalb einer oder mehrerer Aufnahmen, genutzt (Shannon & Weaver 1949, Waite 2000, Jongman et al. 1987).

Die Formel zur Berechnung des Shannon-Weaver-Index lautet:  $H_s = - \sum (p_i * \ln p_i)$

Wobei  $p_i$  die analysierte Abundanz der Art  $i$  innerhalb der jeweiligen Dauerfläche ist. Die Summe wird gebildet über alle Arten  $i$  (= 1 bis  $s$ ) der jeweiligen Dauerfläche.

Als Maß für die Beta-Diversität wurde der Sørensen-Index (auch Czekanowski-Index genannt) verwendet, der ein Ähnlichkeitsmaß zweier miteinander verglichener Aufnahmeflächen oder Untersuchungszeitpunkte eignet. Der Sørensen-Index wird mit Hilfe des Excel-Macros „Biodiv97.xls“ errechnet. Die Formel dazu lautet  $SI = 2a / 2a + b + c$ , wobei  $a$  die Zahl der vorhandenen Arten beider verglichener Flächen und  $b$  bzw.  $c$  die Zahlen der auf nur einer der Flächen vorhandenen Arten darstellt (Waite 2000, Jongman et al. 1987). Als Grundgesamtheit für die Berechnung ist eine Artenliste aller Arten von allen Flächen nötig. Der Sørensen-Index erfasst somit die Ähnlichkeit zweier oder mehrerer Flächen auf der Basis der Anwesenheit und Abwesenheit von Arten (presence & absence).

Die Gamma-Diversität wird wieder in Form einer diskreten Artenzahl angewendet – üblicherweise als eine Arten-Diversität eines größeren naturräumlichen Aspektes (Shannon & Weaver 1949, Beierkuhnlein 1999). Da die einzelnen Renaturierungsflächen auf Grund ihrer unterschiedlichen Flächengrößen nicht flächentreu mit den Uferabschnitten begradigter Flussbereiche verglichen werden können, ist ein anderer Lösungsansatz notwendig. Statt die Arten-Diversität einer kompletten Renaturierungsfläche zu erfassen, was rein technisch und zeitlich wegen der räumlichen Ausdehnung (Durchschnittsgröße der R-Flächen 33.500 m<sup>2</sup>) nicht möglich gewesen wäre, wurde die taxonomische Erfassung auf eine einheitliche auf eine Stunde festgelegte Zeit durchgeführt. Innerhalb dieser Stunde wurde die gesamte zugängliche Fläche abgegangen und alle Arten schriftlich erfasst. So berechnet sich auch die Gamma-Diversität nicht auf eine Einheitsfläche (z.B. ein Hektar), sondern auf einen einheitlichen Erfassungszeitraum. Trotz der zeitlichen Einschränkungen war die Erfassung der Artenzahlen auf einer möglichst großen Fläche der Untersuchungsabschnitte mit hohem Aufwand verbunden, da das Vorkommen durch die z.T. sehr dichte Vegetation und die Erreichbarkeit

einiger Teilbereiche (Inseln) eingeschränkt war. Die einstündige Erfassungen der gesamten Arten auf den Untersuchungsflächen begradigter und renaturierter Uferbereiche fanden im Juni und Juli 2000 statt. Für die Darstellung der Gamma-Diversität konnte somit nur zwischen diesen beiden Landschaftsausschnitten aber nicht zwischen den drei Untersuchungsjahren verglichen werden.

Für die Berechnungen der Matrizen, Indices, Signifikanzniveaus und Korrelationsfaktoren sowie für die grafischen Darstellungen der Ergebnisse wurde mit Unterstützung einer Access-Datenbank die Programme Excel, SigmaPlot und Statistica herangezogen. Signifikanzwerte (p) zwischen 0 und 0,05 werden als signifikant bezeichnet, Werte zwischen 0,05 und 0,10 werden als deutlich bezeichnet.

Wenn die Diversität als naturschutzfachliches Bewertungskriterium herangezogen werden sollen (Remmert 1992, Remmert 1988), darf neben der zahlenmäßigen, mathematischen Betrachtungsweise der qualitative Aspekt nicht unberücksichtigt gelassen werden. Deshalb sind zusätzlich die Artenlisten auf sogenannte 'Rote Liste'-Arten und auf invasive (nicht heimische) Arten hin überarbeitet worden (Merkel & Walter 1998).

Der dritter Punkt der Analyse der Biodiversität betrifft neben den strukturellen und taxonomischen Untersuchungen den funktionalen Aspekt der Vegetation und deren Diversität. Hierfür wurden den 228 Arten der 21 Dauerflächen funktionale Attribute zugewiesen, die sich nach sechs ausgewählten funktionalen Syndromen (Lebens- und Wuchsformen, Verbreitungsart der Diasporen, Vermehrungsart, der Speicherorgane und der Ausläuferbildung) richten (Ellenberg 1979, Soltau 1993 Rothmaler 1996, Haeupler & Muer 2000).

Die erfolgte Quantifizierungen der vegetationskundlichen Daten ermöglicht eine Korrelation mit hydrologischen Daten der vorangegangenen Hochwasserereignisse (Abfluss, Überflutungsdauer)(Tab. 3.5). Des weiteren dienen die vegetationskundlichen Daten der Korrelation mit den faunistischen Daten innerhalb der beiden Teilprojekte 2 und 3 des BMBF-Forschungsprojektes >Dynamischer Obermain<.

	über MW [m]	überflutet ab [m³/s]	Überflutungsdauer [Tage]			
			98/99	99/00	00/01	01/02
D 1a	0.2	10	195	116	93	125
D 1b	0.2	10	195	116	93	125
D 2	0.4	25	57	57	32	51
D 3a	0.2	20	85	67	38	67
D 3b	0.3	25	57	57	32	51
D 4	0.3	20	85	67	38	67
D 5	0.5	30	76	44	30	58
D 7	1.2	40	-	-	79	104
D 9a	0.3	30	219	120	106	130
D 9b	1.5	120	24	16	9	26
D 11a	0.5	35	198	113	93	113
D 11b	0.8	60	89	66	39	73
D 12	2.6	150	16	5	7	20
D 14	0.6	50	125	85	61	82
D 15	0.3	40	174	105	79	104
D 16	0.6	60	89	66	39	73
D 18	0.1	20	-	158	285	289
D 19	0.4	80	106	70	65	86
DNR 3	0.8	60	16	6	0	18
DNR 4	0.8	70	12	0	4	17
DNR 5	0.3	30	218	120	106	130

Tab. 3.5: Dauer der Überflutung der Dauerflächen renaturierter (D-Flächen) und begradigter (DNR-Flächen) Flussabschnitte in den vier Winterhalbjahren von 1999/2000 bis 2001/2002. Dargestellt sind auch die jeweiligen Höhen der Dauerflächen über der Mittelwasserlinie (MWL) (zweite Spalte) und der Abflussmenge, ab der diese Fläche überflutet ist (dritte Spalte).

Die einzelnen Flussabschnitte im Untersuchungsgebiet sind aufgrund ihrer klimatischen und geomorphologischen Situation und ihrer anthropogenen Nutzungsgeschichte sehr gut miteinander vergleichbar. Die Unterschiede liegen dagegen im jeweiligen Abflussregime und im jeweiligen Flächenalter (= Anzahl der Vegetationsperioden auf der Fläche seit der Baumaßnahme des Wasserwirtschaftsamtes). Die verwendeten Daten der verschiedenen flussspezifischen Parameter (z.B. Abflusszahlen, Pegelstände, Flusskilometer, Querschnittprofile) wurden von den Wasserwirtschaftsämtern Bamberg und Bayreuth an den vier Pegelmessstellen erhoben (Abschnitt 2.4). Die aufgenommenen vegetationskundlichen Daten der Untersuchungsflächen werden in der Regel mit den hydrologischen Daten des oberhalb gelegenen Pegels in Beziehung gebracht (Tab. 3.6).

Relevante Pegelmessstellen für die Untersuchungsflächen										
Pegel Mainleus	R 5	NR 4								
Pegel Unterlangenstadt	R 1	R 2	R 3	R 4	NR 3					
Pegel Schwürbitz	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 14	R 15	R 16	NR 5	NR 6	
Pegel Kemmern	R 18	R 19								

Tab. 3.6: Die Zuordnung der Untersuchungsflächen zu den vier Pegelmessstellen am Obermain und der Rodach.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Strukturdiversität

Die Grundlage für die Quantifizierung der vierdimensionalen Struktur der Landschaft bzw. der Vegetation bildet die räumliche Auflösung dieser Strukturen, die im vorliegenden Fall in zwei unterschiedlichen Betrachtungsebenen durchgeführt wird: in einer kleinmaßstäblichen Ebene, die den gesamten renaturierten Flussbereich im Überblick behandelt und in einer großmaßstäblichen Ebene, in der die Strukturanalyse innerhalb von Dauerflächen vorgenommen wird.

#### 4.1.1 Kleinmaßstäbliche Betrachtungen

Im Folgenden werden fünf Einzelbeispiele der dreizehn analysierten Renaturierungsflächen dargestellt, um eine bessere Vorstellung von den räumlichen Strukturen und deren Dynamiken auf den einzelnen Flächen zu bekommen. Hierfür wird die oberste Fläche an der Rodach (R 1), die Rodachmündung (R 4), die oberste Fläche am Main (R 5), eine Fläche in etwa der Mitte des Obermains (R 12) und eine Fläche im unteren Bereich des Obermains (R 15) ausgewählt, um eine homogene Verteilung der Beispielflächen über das gesamte Untersuchungsgebiet zu erhalten. Die übrigen acht Renaturierungsflächen werden anschließend mit diesen fünf Beispielflächen zusammenfassend analysiert. Die Ergebnisse der vier Referenzflächen an begradigten Flussabschnitten werden separat zusammengefasst und den Renaturierungsflächen gegenübergestellt.

##### 4.1.1.1 *Beispielfläche R 15 'Zapfendorf Insel'*

Der Flussabschnitt am Obermain bei Zapfendorf (Km 403,1 bis Km 403,4) wurde vom Herbst 1991 bis zum Frühjahr 1992 durch das WWA Bamberg renaturiert. Die darauf folgenden Hochwässer hatten die Fläche weiter umgeformt, so dass von den ursprünglichen Baggerarbeiten im Frühjahr 1999 nichts mehr zu erkennen war. Die Abbildung 4.1.1 zeigt die Fläche im Frühjahr 2001. Die aus den Luftaufnahmen gewonnenen digitalen Strukturkarten der Untersuchungsfläche R 15 im Zeitraum Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 zeigen Veränderungen der flächigen Verteilung der ausgewählten fünf Strukturelemente (Abb. 4.1.2 und 4.1.3).



Abb. 4.1.1: Luftaufnahme vom Frühjahr 2001 und Seitenansicht vom Frühjahr 2002 der Untersuchungsfläche R 15.

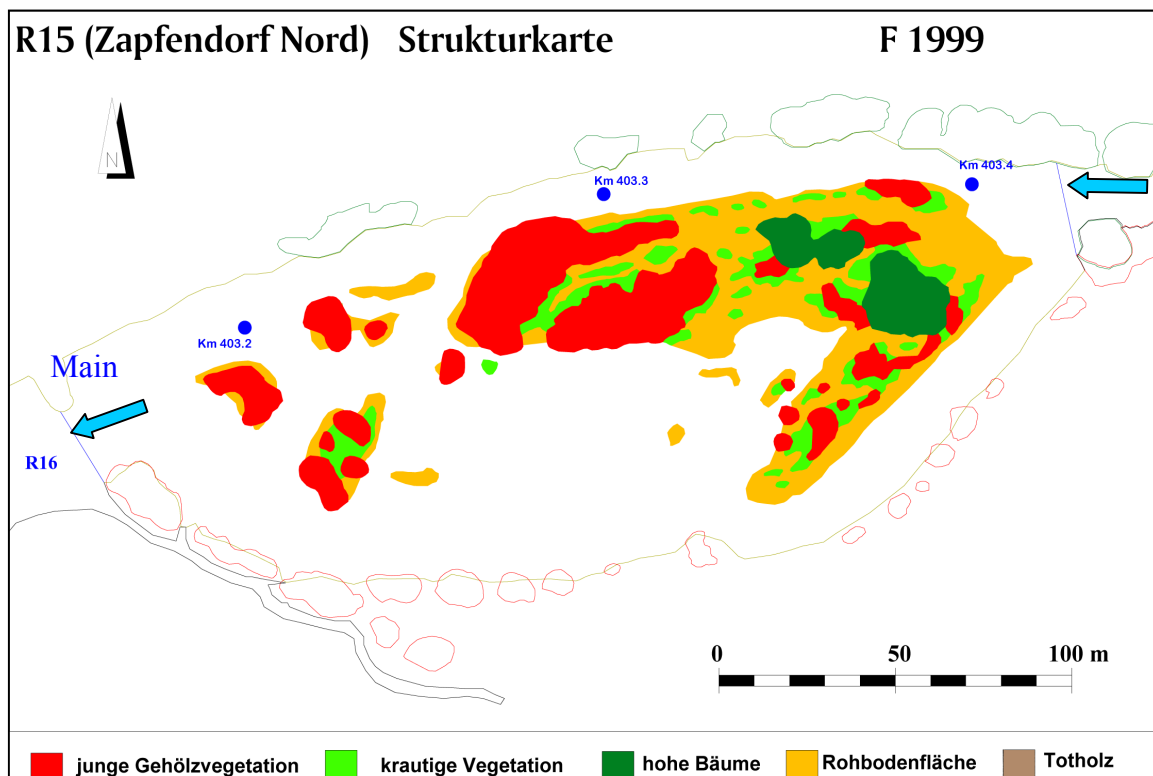


Abb. 4.1.2: Vegetationsstrukturen auf der Renaturierungsfläche R 15 im Frühjahr 1999.

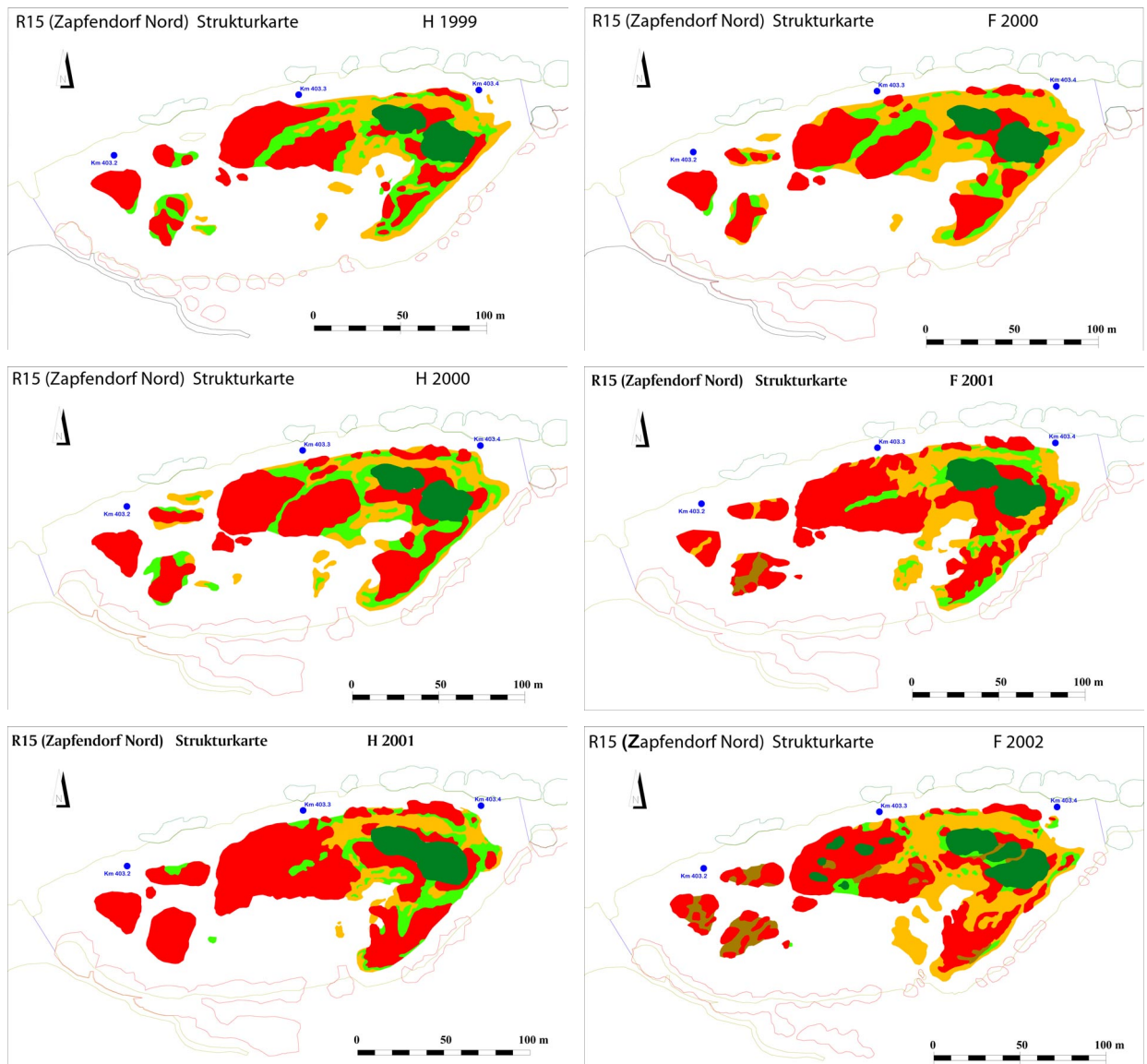


Abb. 4.1.3: Vegetationsstrukturen auf der Renaturierungsfläche R 15 (Zapfendorf Insel) vom Herbst 1999 bis zum Frühjahr 2002. Legende siehe Abb. 4.1.2.

### Flächenentwicklung

Auf Grundlage der digitalen Strukturkarten werden die Gesamtflächen des Renaturierungsabschnitts (hier Inselgrößen) (Abb. 4.1.4) und die prozentualen Flächenanteile der einzelnen Strukturelemente ermittelt und deren zeitliche Veränderung (Dynamik) dargestellt (Abb. 4.1.5). Innerhalb des Untersuchungszeitraums vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002 existiert eine Tendenz zur Flächenvergrößerung der Maininseln entlang des renaturierten Flussabschnittes R 15 bei Zapfendorf. Dieser Zuwachs ist allerdings nicht stetig, da es im Frühjahr 2001 und Frühjahr 2002 auch Flächenabnahmen gibt.

Im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002 schwankt der prozentuale Flächenanteil des untersuchten Strukturelements 'Rohboden' (vegetationsarme Flächen) im jahreszeitlichen Rhythmus und gegenläufig zu den Flächenanteilen an 'krautiger Vegetation'.



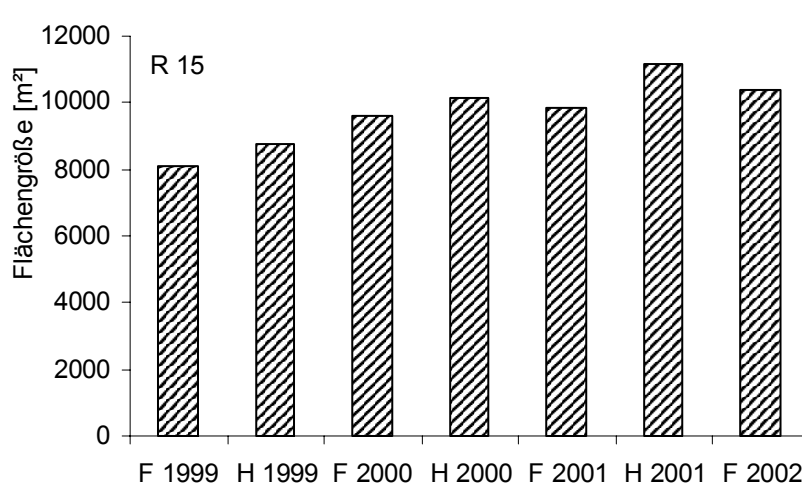


Abb. 4.1.4: Die Flächengrößen der Maininsel im Renaturierungsabschnitt R 15.

Die durch das Hochwasser im Winter bzw. Frühjahr freigelegten oder neu geschaffenen Rohbodenanteile werden zu Beginn jeder Vegetationsperiode von einer Vielzahl an Annuellen und Pionierarten besiedelt. Der Rohbodenanteil nimmt dabei entsprechend ab. Nach den drei heftigen Hochwässern von Januar bis März 2002 mit zusammen 27 Überflutungstagen lag der Rohbodenanteil im Frühjahr 2002 wieder auf der Höhe des Wertes vom Frühjahr 2000 (ca. 30 %). Der entsprechende Flächenanteil an krautiger Vegetation ist im Frühjahr 2002 weiter auf ein sehr niedriges Niveau (5,7 %) gefallen. Im Frühjahr 1999, zum Beginn der achten Vegetationsperiode auf der Untersuchungsfläche (seit 1992 gerechnet), existierte ein Rohbodenanteil von 40,7 %. Zu Beginn der elften Vegetationsperiode liegt dieser Anteil bei 28,5 %. Die Abnahme von 1999 auf 2000 bzw. von 2000 auf 2001 ergibt 8,9 % bzw. 7,9 %, während der Zuwachs von 2001 auf 2002 bei 4,6 % liegt.

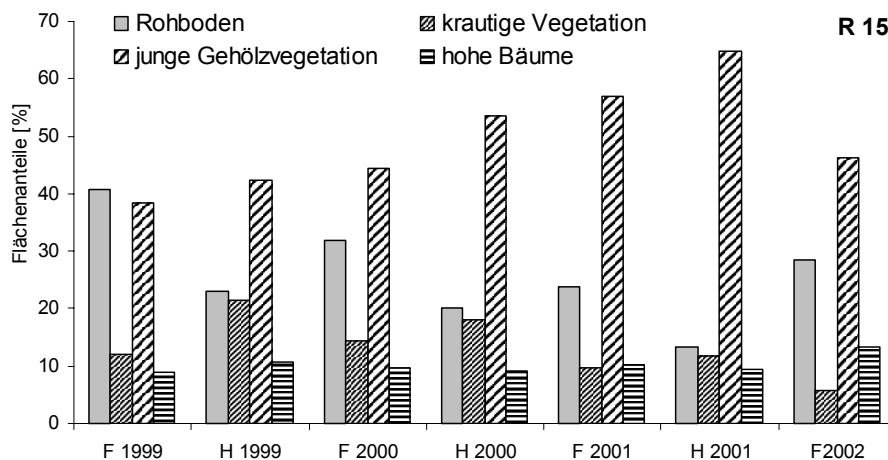


Abb. 4.1.5: Die Veränderung der Flächenanteile der Strukturelemente auf der Renaturierungsfläche R 15 vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002.



Das Strukturelement 'junge Gehölzvegetation' nimmt kontinuierlich von Frühjahr 1999 (38,4 %) bis Herbst 2001 (64,8 %) zu und besitzt auch keine ausgeprägte saisonale Schwankung. Der jährliche Flächenzuwachs 1999 bis 2001 beträgt 10,2 % (+/- 2,9 %) . Nach den starken Hochwässern 2002 reduziert sich dieser Flächenanteil um 10,6 %.

Der Flächenanteil der hohen Bäume kann bis zum Herbst 2001 als konstant angesehen werden (9,7 % +/- 0,6 %). Ab dem Frühjahr 2002 wachsen einige Flächenanteile der jungen Gehölzvegetation in die darüber liegende Schicht der hohen Bäume und erhöhen so diesen Wert auf 13,2 %. Der prozentuale Flächenanteil an liegendem Totholz erhöht sich im Untersuchungszeitraum um 220 % (Frühjahr 2001: 2,4 %, Frühjahr 2002: 7,7 %).

### Grenzlinien

Die Grenzlinienlängen zwischen den einzelnen Strukturelementen (Rohboden, krautige Vegetation, Büsche, Bäume) werden untereinander sowie auch gegenüber der Uferlinie aus den digitalen Karten quantifiziert. Als Beispiel für die Untersuchungsfläche R15 dient die Situation vom Frühjahr 1999 (Abb. 4.1.6). Die einzelnen Grenzlinien sind farblich voneinander abgesetzt.

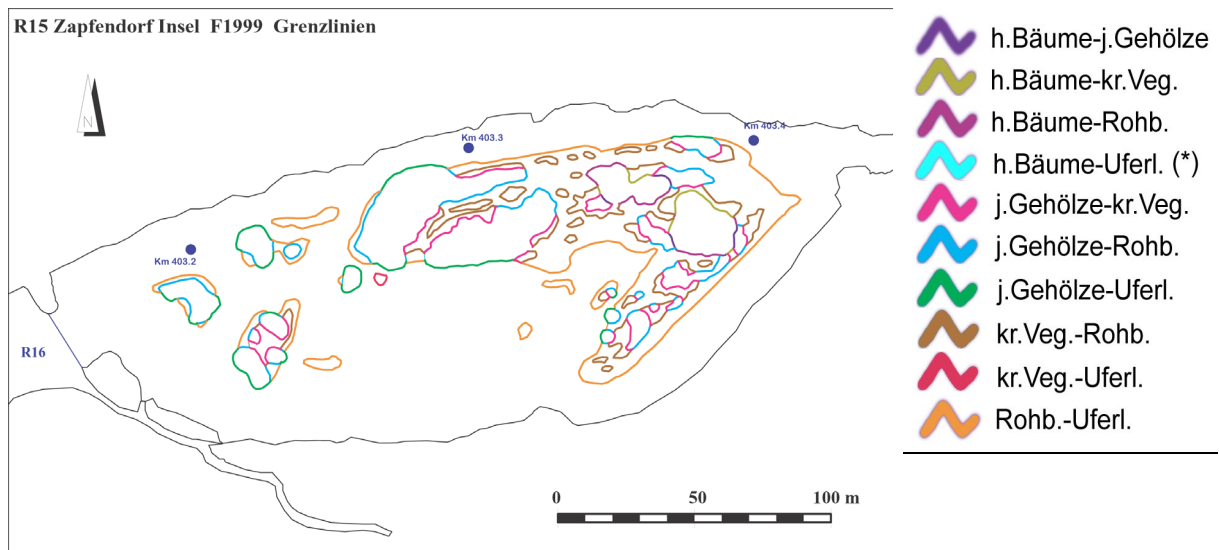


Abb. 4.1.6: Karte der Grenzlinien zwischen den ausgewählten Strukturelementen untereinander und jeweils zur Uferlinie auf der Fläche R 15 vom Frühjahr 1999.

(\*) Diese Grenzlinientyp existierte auf der Fläche R 15 nicht.

Die zeitliche Veränderung dieser Untersuchungsgröße (Abb. 4.1.7) zeigt eine deutlich Tendenz: während zu Beginn der Untersuchungen im Frühjahr 1999 die Grenzliniendichte noch bei 2991 m/ha lag fiel sie bis zum Herbst 2001 auf 1976 m/ha ab. Erst im Frühjahr 2002 steigt die Grenzliniendichte wieder leicht an (um 227 m/ha oder 11 %).

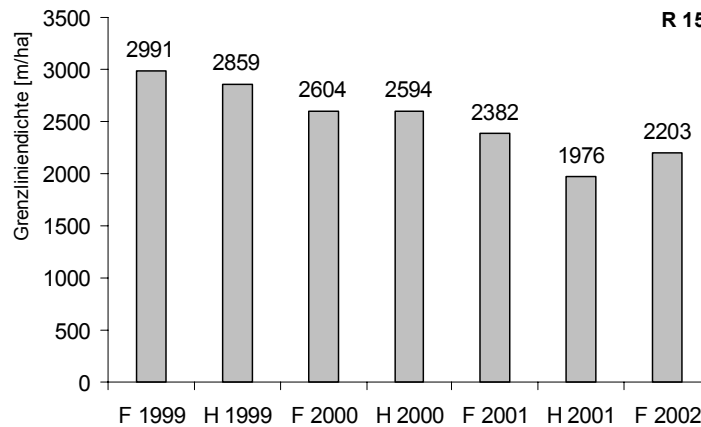


Abb. 4.1.7: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 15 im Untersuchungszeitraum.

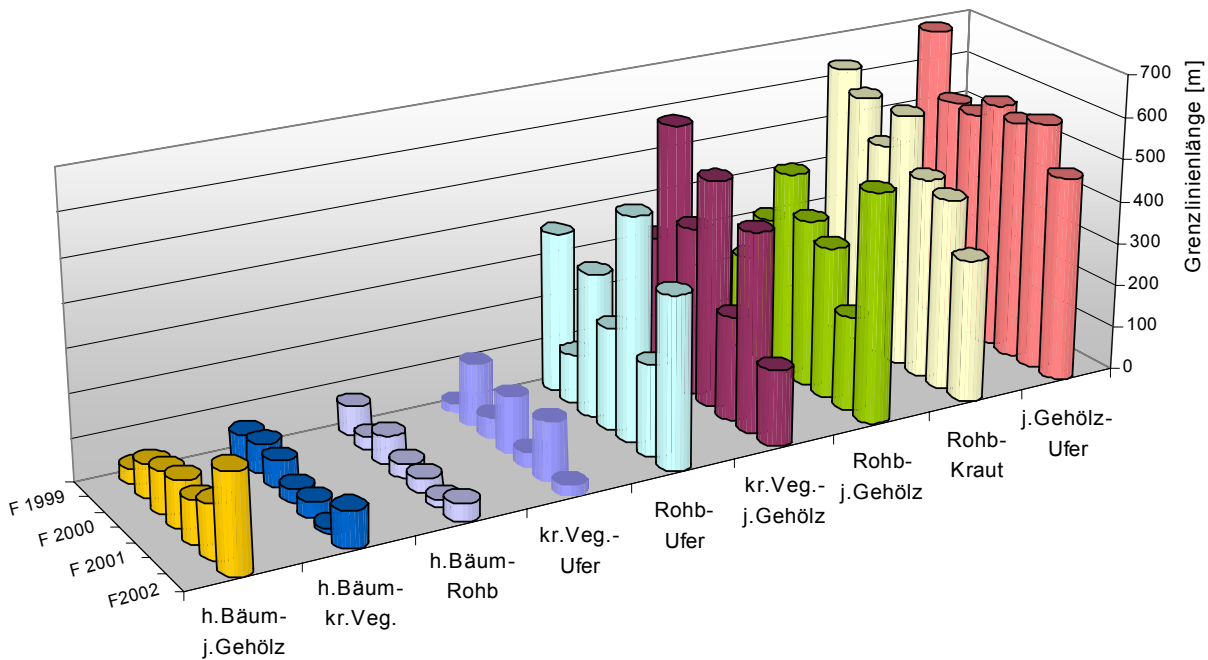


Abb. 4.1.8: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 15 im Zeitraum Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 (dazwischen die Herbstaspekte). Abkürzungen: h-Bäum: hohe Bäume, j.Gehölz: junge Gehölzvegetation, kr.Veg.: krautige Vegetation, Rohb.: Rohbodenflächen, Ufer: Uferlinie.

Die Grenzliniendichte setzt sich aus der Summe der verschiedenen Einzelgrenzlinien zusammen, die zwischen den Strukturelementen erfasst wurden. Wie sich die Längen der verschiedenen Grenzlinientypen seit Frühjahr 1999 verändern, ist in Abbildung 4.1.8 dargestellt. Zu erkennen sind saisonale Schwankungen (z.B. bei den Grenzliniendichten zwischen krautiger Vegetation und der Uferlinie oder zwischen den Rohbodenflächen und der Uferlinie), Zu- bzw. Abnahmen (Rohboden – junge Gehölze bzw. Rohboden – krautige Vegetation) und mit beiden Effekten überlagerte Schwankungen (krautige Vegetation – junge Gehölze). Teilflächen der jungen Gehölzvegetation (Weidenbüsche) wachsen seit Frühjahr 2002 in die Baumschicht

hinein und erhöhen mit diesem zusätzlichen Element die Länge der Grenzlinien an dieser Stelle. Die Grenzlinienlängen zwischen hohen Bäumen und der krautigen Vegetation bzw. den Rohbodenflächen bleibt auf niedrigem Niveau fast unverändert. Die Grenzlinienlängen zwischen der krautigen Vegetation und dem Ufer schwankt saisonal, da wegen der Hochwässer die Kiesuferbereiche im Frühjahr unbewachsen sind. Konträr dazu verhält sich die Grenzlinienlänge zwischen Rohboden und Ufer, dessen Wert jeweils im Frühjahr am höchsten ist. Da sich große Teile der krautigen Vegetation in jedem Frühjahr neu etablieren müssen (Annuelle), ist die Grenzlinienlänge zwischen diesem Strukturelement und den jungen Gehölzen jeweils im Frühjahr niedriger als im Herbst. Dennoch ist im gesamten Untersuchungszeitraum ein Absinken dieses Wertes erkennbar. Ähnliches gilt – jedoch ohne die saisonale Schwankungen – für den Grenzlinientyp zwischen Rohboden und krautiger Vegetation. Dagegen sinkt der Wert für den Grenzlinientyp zwischen den Rohbodenflächen und den jungen Gehölzen über die Jahre ab, steigt aber nach dem Hochwasser 2002 wieder stark an. Die Grenzlinie zwischen den jungen Gehölzen und der Uferlinie bleibt über die Untersuchungsjahre auf einem ähnlich hohen Wert.

#### *4.1.1.2 Beispielfläche R 12 'Unterleiterbach Nord'*

Die Beispielfläche R 12 liegt am Obermain zwischen Flusskilometer 405,7 und 406,2 und wurde im Herbst 1998 renaturiert (Abb. 4.1.9). Die linke (östliche) Uferverbauungen wurde auf 500 m zurückgebaut und der nebenliegende Baggersee wurde an den Main angeschlossen. Es wurde auch damit begonnen, den Uferstreifen zwischen dem See und dem Fluss abzutragen, um so dem Hochwasser verschiedene Überflutungsrillen anzubieten. Die darauffolgenden Hochwässer (November 1998 und März 1999) hatten die Fläche so weit geformt, dass weitere Baumaßnahmen von Seiten des WWA Bamberg nicht mehr erforderlich waren und eingestellt wurden. Mit der ersten Vegetationsperiode im Frühjahr 1999 begannen die strukturellen Untersuchungen auf dieser Fläche. Die erste Überfliegung der Fläche für die Strukturkartierung fand im Herbst 1999 statt (Abb. 4.1.10).

#### Flächenentwicklung

Die Flächengröße der Untersuchungsfläche R 12 wächst vom Herbst 1999 mit 27.563 m<sup>2</sup> zum Frühjahr 2002 mit 27.987 m<sup>2</sup> nur schwach an (Tab. 4.1.1). Nachdem es kein Frühjahrshochwasser 2000 gab, steigt der Flächenzugewinn in diesem Jahr zwar höher (wie schon bei R 15), aber nach den Hochwässern 2001 und 2002 pendelt sich dieser Wert wieder auf den ur-

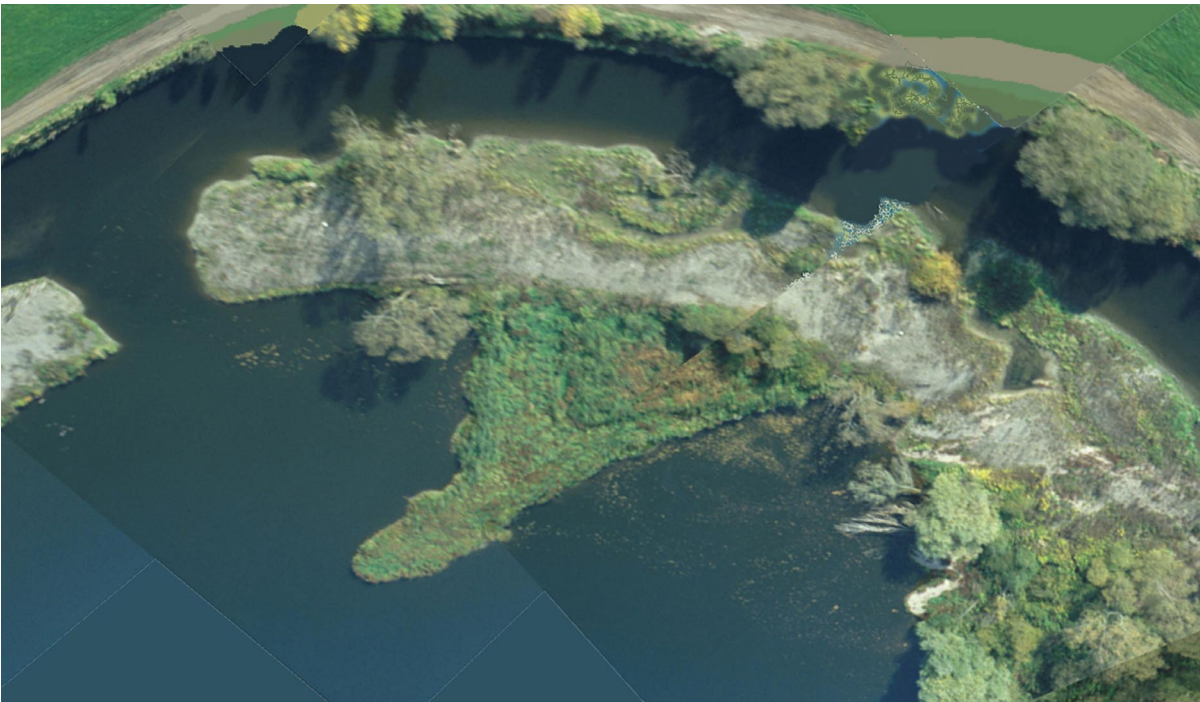


Abb. 4.1.9: Ausschnitt der Untersuchungsfläche R 12 in einer Luftaufnahme vom Herbst 2000.

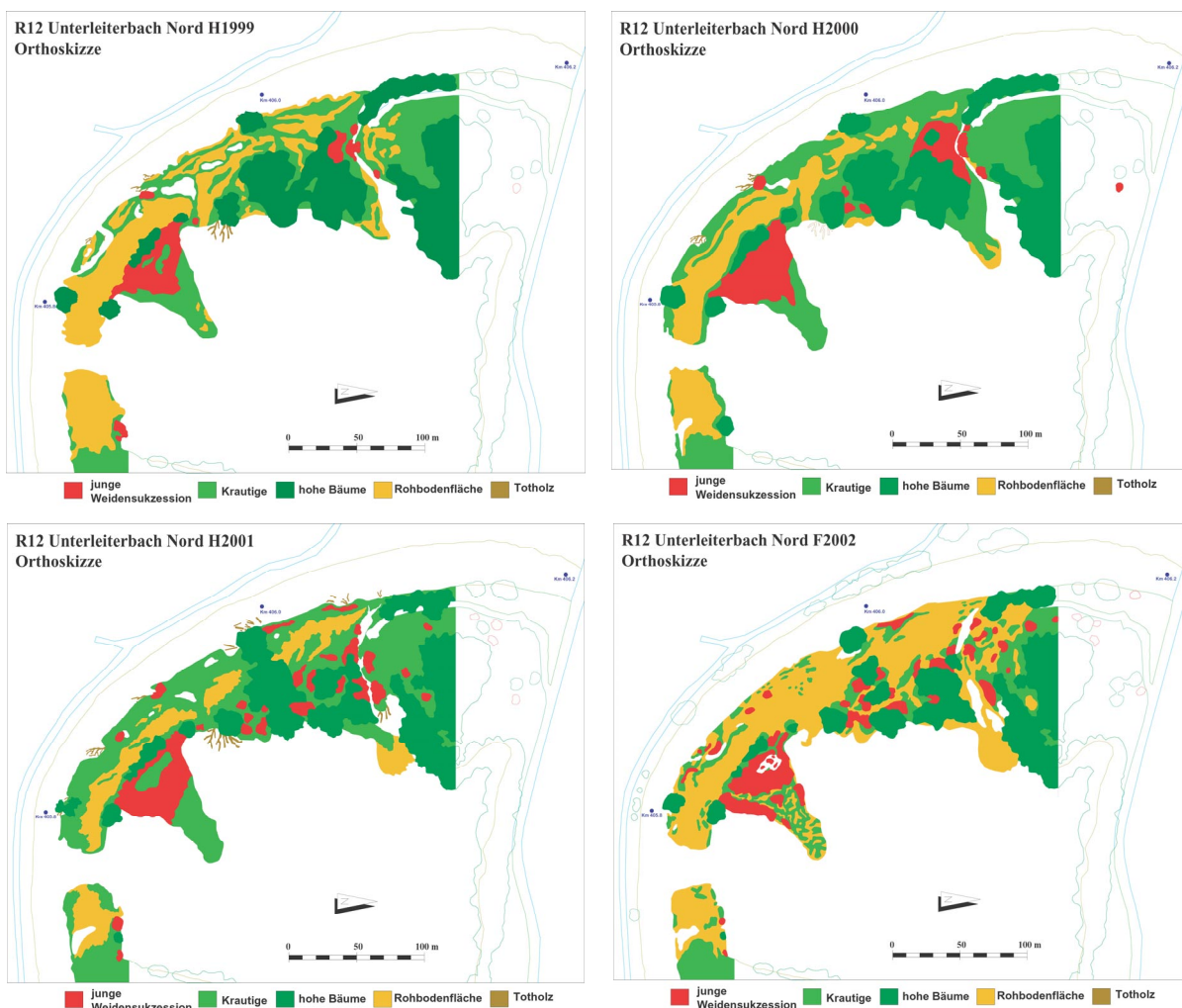


Abb. 4.1.10: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 12 (Herbst 1999, 2000, 2001, Frühjahr 2002).

sprünglichen ein. Die anfangs auf der Landzunge existierenden ephemeren Gewässer und kleinen Buchten verschwinden allmählich, was den erreichten Flächenzuwachs ausmacht.

Tab. 4.1.1: Zeitliche Veränderungen der Flächengröße (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002) (R 12).

Flächengröße [m <sup>2</sup> ] auf der Fläche R 12					
H 1999	F 2000	H 2000	F 2001	H 2001	F 2002
27563	28686	29249	27730	28305	27987

Für das Frühjahr 1999 (keine Überfliegung) gibt es keine Strukturdaten der Fläche R 12 (Abb. 4.1.11). Wie in der zeitlichen Veränderung der prozentualen Flächenanteile zu erkennen ist, verschwinden die Rohbodenanteile allmählich und wachsen im Laufe der Jahre 1999 bis 2001, auch saisonal schwankend, mit krautiger Vegetation zu. Es bleiben im Herbst 2001 nur noch 15 % der Fläche vegetationsfrei. Nach den Spitzenhochwässern Januar bis März 2002 steigt dieser Wert wieder auf 44 % an.

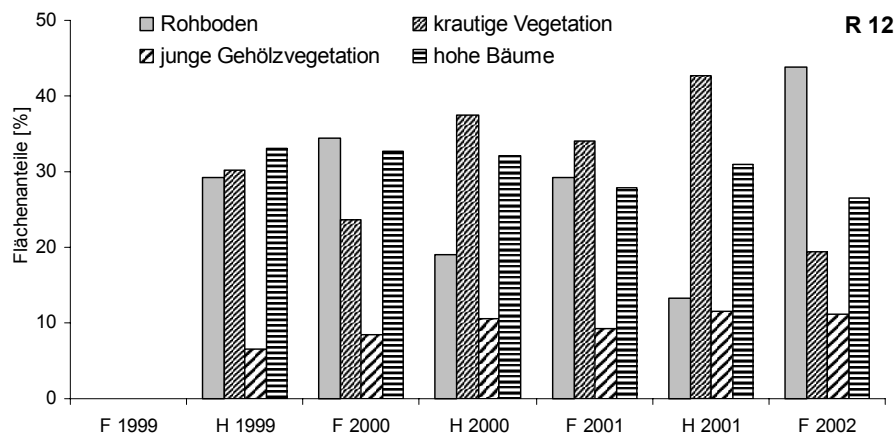


Abb. 4.1.11: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Renaturierungsfläche R 12 (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002).

Der Flächenanteil an jungen Gehölzen (Weidenbüsche) wächst nur sehr langsam (von 5 % auf 11 %). Die krautige Vegetation übernimmt mit jedem weiteren Sukzessionsjahr einige Flächenanteile des Rohbodens: 7 % in 2000 und 5 % in 2001. Im Frühjahr 2002 waren die Flächenanteile der krautigen Vegetation auf 19 % zurückgeworfen worden. Große Bereiche der Untersuchungsfläche sind mit neuem Sediment überlandet worden (Abb. 4.1.12). Bemerkenswert ist auch die leichte Veränderung der Flächenanteile bei den hohen Bäumen im Jahr 2001 und besonders im Frühjahr 2002. Bei beiden Störungsereignissen fiel eine der großen Weiden um und bewirkte so die Reduzierung des prozentualen Flächenanteiles der hohen Bäume um jeweils 4 %.





Abb. 4.1.12: Panoramafotos der Fläche R 12 mit großflächigem Aufwuchs der krautigen Vegetation (2. Vegetationsperiode der Fläche) und der jungen Weiden im Mai 2000 (Bild oben) und frisch aufge-landeten Bereichen im Mai 2002 (Bild unten).

### Grenzlinien

Die untersuchten Grenzliniendichten auf der Fläche R12 verändern sich in einem engen Zusammenhang mit der über die Fläche gegangenen Hochwasserspitzenwerten (Abb. 4.1.13). Tendenziell sinkt die Grenzliniendichte in den Jahren 1999 und 2000 stetig ab (im Herbst 2000 auf 1292 m/ha). Durch das leichte Hochwasser 2001 ist der Wert auf 1807 m/ha angehoben worden, sinkt aber im gleichen Herbst wieder. Das Hochwasser 2002 erhöht diesen Wert wieder auf 2022 m/ha.

Die Grenzlinienlängen zwischen den einzelnen Strukturelementen untereinander und jeweils zur Uferlinie sind weit niedriger, als es auf der Fläche R 15 der Fall ist (Abb. 4.1.14). Die Längen einiger Grenzlinientypen verändern sich über die drei Jahre kaum (z.B. zwischen hohen Bäumen und der jungen Gehölzvegetation oder zwischen den hohen Bäumen und der Uferlinie) und einige zeigen nur saisonale Schwankungen (z.B. hohe Bäume - Rohboden). Sehr prägnant ist der Anstieg der Grenzlinienlänge zwischen den Rohbodenflächen und der Uferlinie und konträr dazu das Absinken dieses Wertes zwischen der krautigen Vegetation und der Uferlinie. Die Grenzlinienlänge zwischen den Rohbodenflächen und der krautigen Vegetation verringert sich von Herbst zu Herbst zunehmend, während dieser Wert von Frühjahr zu Frühjahr ansteigt.

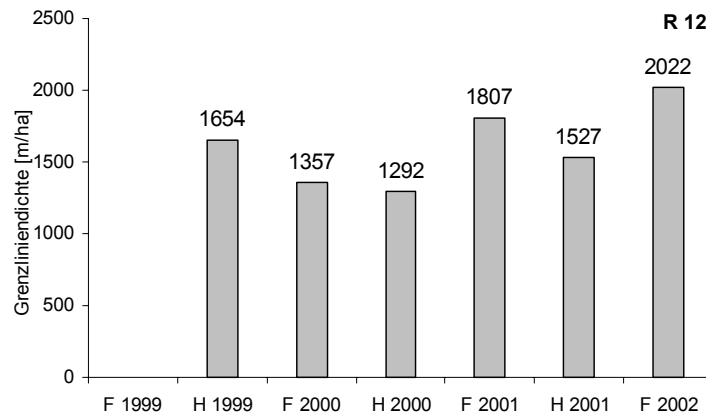


Abb. 4.1.13: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 12 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002.

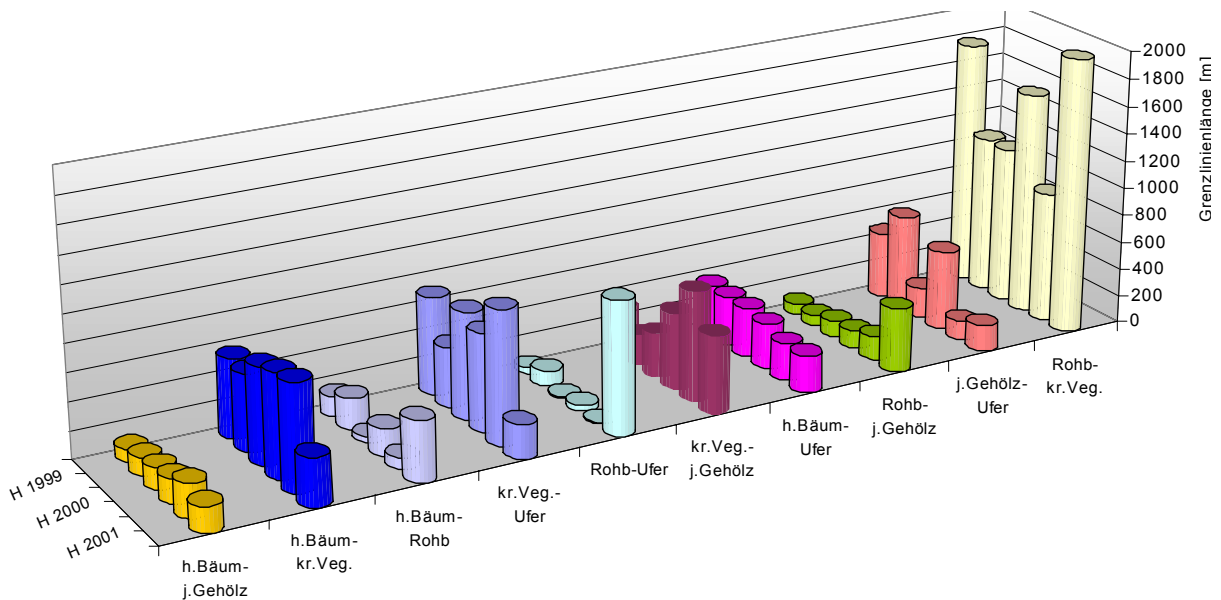


Abb. 4.1.14: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 12 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. Abkürzungen siehe Abb. 4.1.8.

#### 4.1.1.3 Beispielfläche R 5 'Theisau'

Die Beispielfläche R 5 liegt zwischen den Ortschaften Theisau und Mainklein am Obermain, ca. 12 Flusskilometer oberhalb der Einmündung der Rodach, zwischen Flusskilometer Km 451,9 und 452,25 (Abb. 4.1.15). Entlang dieses Flussabschnittes wurde im Sommer 1997 die linke Uferbebauung zurückgenommen und das Gewässerbett aufgeweitet. Durch die Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit im Bereich der Renaturierungsfläche wird die mitgeführte Sedimentfracht im Flussbett abgelegt, so dass es zu einer Sohlenanhebung kommt. Deshalb wird der rückgebaute Uferbereich schon bei geringen Erhöhungen der Abflusswerte überflutet (1999: 76 Tage, 2000: 44 Tage, 2001: 30 Tage, 2002: 58 Tage). Im Frühjahr 1999 begann die zweite Vegetationsperiode auf dieser Fläche.

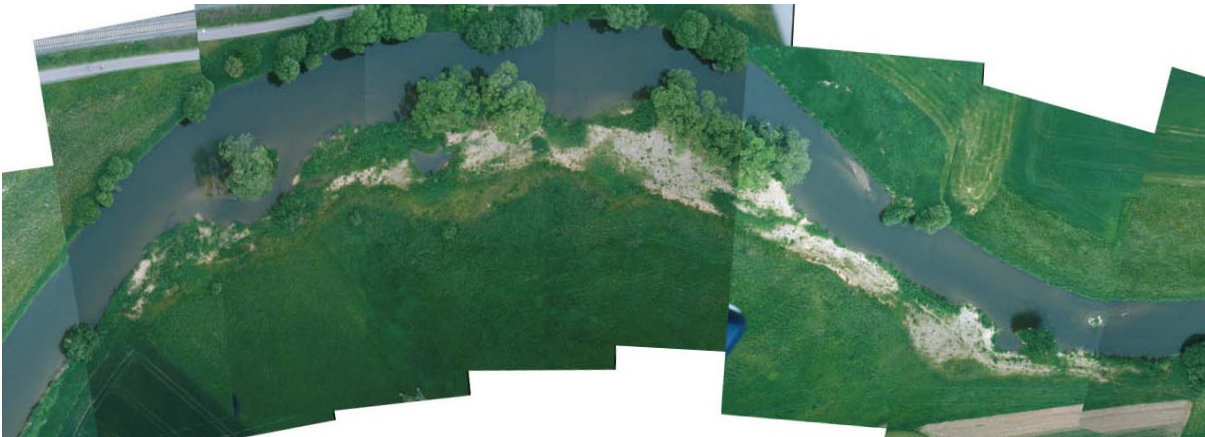


Abb. 4.1.15: Gesamtüberblick über die Renaturierungsfläche R 5 zwischen den Ortschaften Theisau und Mainklein vom Frühjahr 2001.

Tab. 4.1.2: Zeitliche Veränderungen der Flächengröße (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002) (R 5).

Flächengröße des Renaturierungsabschnitts R 5						
F 1999	H 1999	F 2000	H 2000	F 2001	H 2001	F 2002
	9201	9123	9327	9421	9635	9505

### Flächenentwicklung

Die erste Strukturkarte wurde im Herbst 1999 erstellt (Abb. 4.1.16). Die Flächengröße des renaturierten Uferbereiches steigt im Untersuchungszeitraum leicht an (Ausnahme: Frühjahr 2000 und 2002)(Tab. 4.1.2). Allerdings liegt diese Wachstumsrate vom Herbst 1999 bis zum Frühjahr 2002 bei nur ca. 3 % (im Vergleich dazu R 12: ca. 18 %, R 15: ca. 29 %).

Die Flächenverhältnisse sind zugunsten der krautigen Vegetation verschoben und tendieren 2001 (vierte Vegetationsperiode auf der Fläche) leicht in Richtung Zunahme des Gehölzanteils (*Salix* spp.) (Abb. 4.1.17). Die alten Bäume, die schon vor der Renaturierung auf der Fläche standen, veränderten ihre Flächenanteile kaum (Zunahme in drei Jahren um 4 %). Die Werte der Rohbodenflächen sinken mit jeder weiteren Vegetationsperiode ab: um 48 % von 1999 auf 2000 und um 31 % von 2000 auf 2001. Der prozentuale Anteil der Rohbodenflächen ist im Frühjahr 2002, zur fünften Vegetationsperiode, wieder bei 30 %, so hoch, wie er es zur dritten Vegetationsperiode im Frühjahr 2000 war. Der Flächenanteile der jungen Gehölzvegetation erhöht sich bis zum Herbst 2001 auf 10 %, sinkt nach den Winterhochwässern 2002 auf 7,3 % ab.



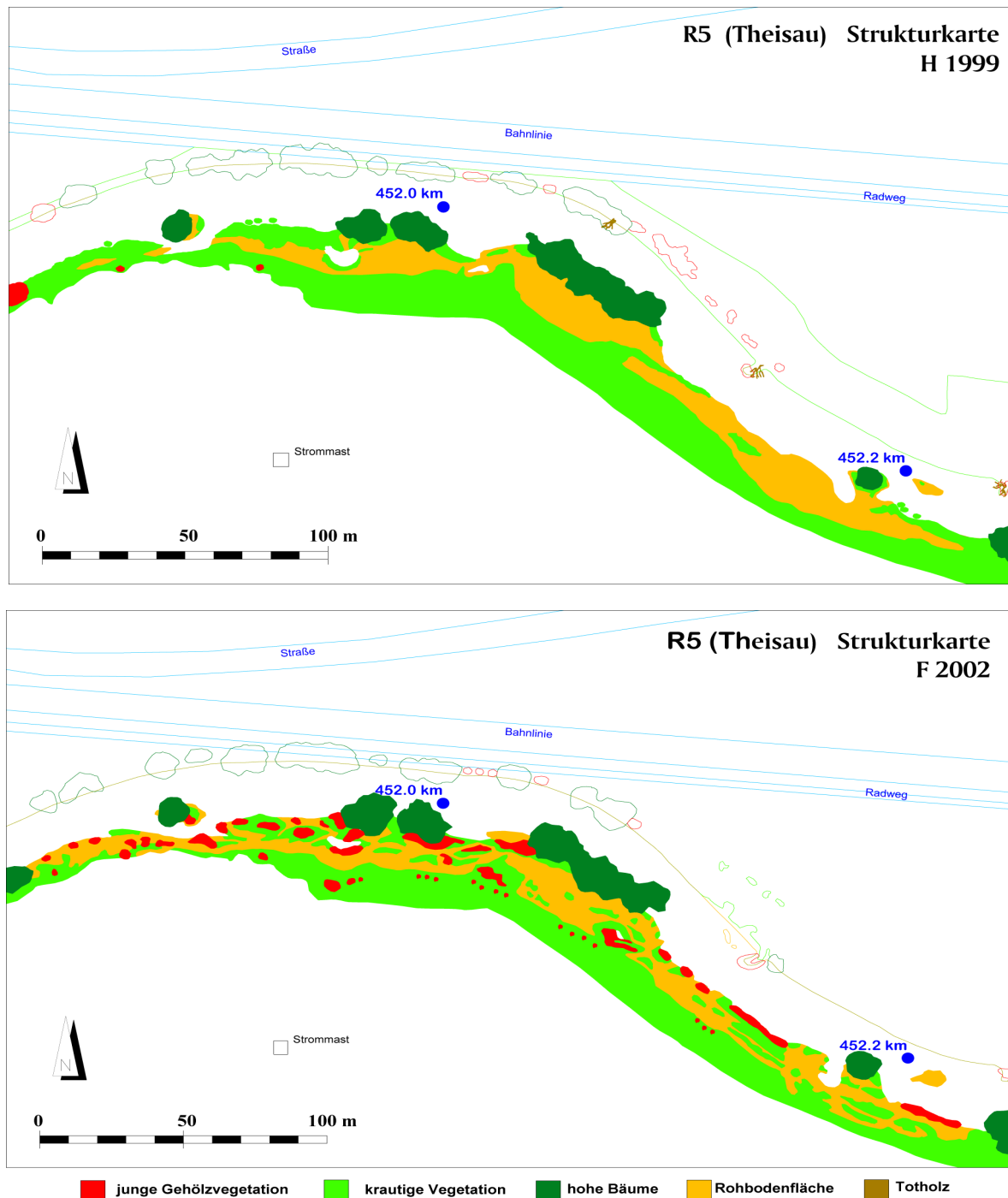


Abb. 4.1.16: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 5 (Herbst 1999, Frühjahr 2002).

### Grenzlinien

Die Grenzliniendichte im untersuchten Zeitraum vom Herbst 1999 bis zum Frühjahr 2002 verändert sich in den Jahren 1999 bis 2000 kaum, steigt dann aber im Frühjahr 2001 und besonders im Frühjahr 2002 stärker an (Abb. 4.1.18).

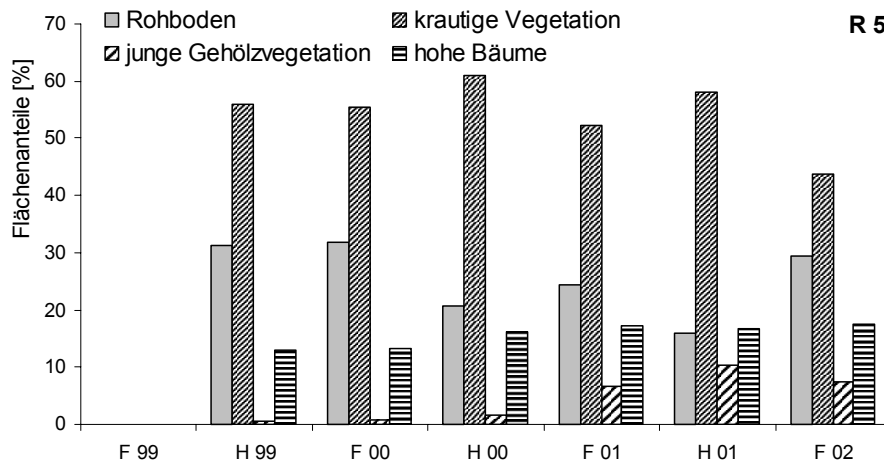


Abb. 4.1.17: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Renaturierungsfläche R 5 (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002).

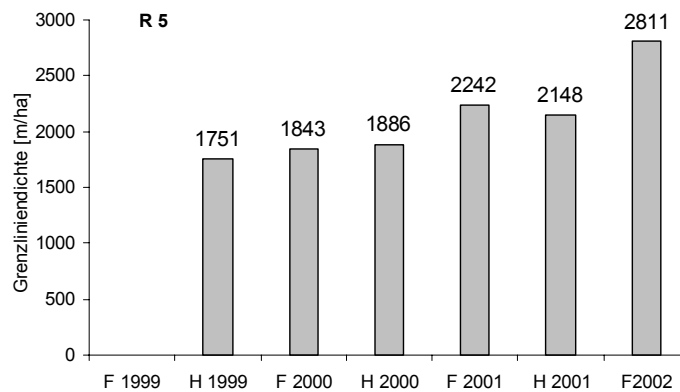


Abb. 4.1.18: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 5 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002.

Bei der näheren Betrachtung der Längen der unterschiedlichen Grenzlinientypen erkennt man wie bei den anderen Untersuchungsflächen heterogene Muster (Abb. 4.1.19). Die Längen der vier Grenzlinientypen, die mit den hohen Bäumen in Zusammenhang stehen, verändern sich im Untersuchungszeitraum kaum. Die ufernahen Rohbodenflächen sind im Herbst 1999 (zweite Vegetationsperiode auf der Fläche) schon größtenteils zugewachsen. Entsprechend geht der Wert für die Summe der Grenzlinienlängen zwischen den beiden Strukturen 'Rohboden' und 'Ufer' zurück. Bis zum Herbst 2001 bleibt dieser Wert annähernd konstant. Im Frühjahr 2002 sind durch die Auflandungen mit Sediment (Kies) wieder Uferbereiche vegetationsfrei. Entsprechend geht der Wert für die Grenzlinienlänge zwischen krautiger Vegetation und der Uferlinie zurück. Dadurch, dass sich die ersten Weiden (*Salix* spp.) auf der Fläche R 5 etablieren, steigen auch die Werte der Grenzlinienlängen zwischen den jungen Gehölzen und der krautigen Vegetation bzw. den Rohbodenflächen.

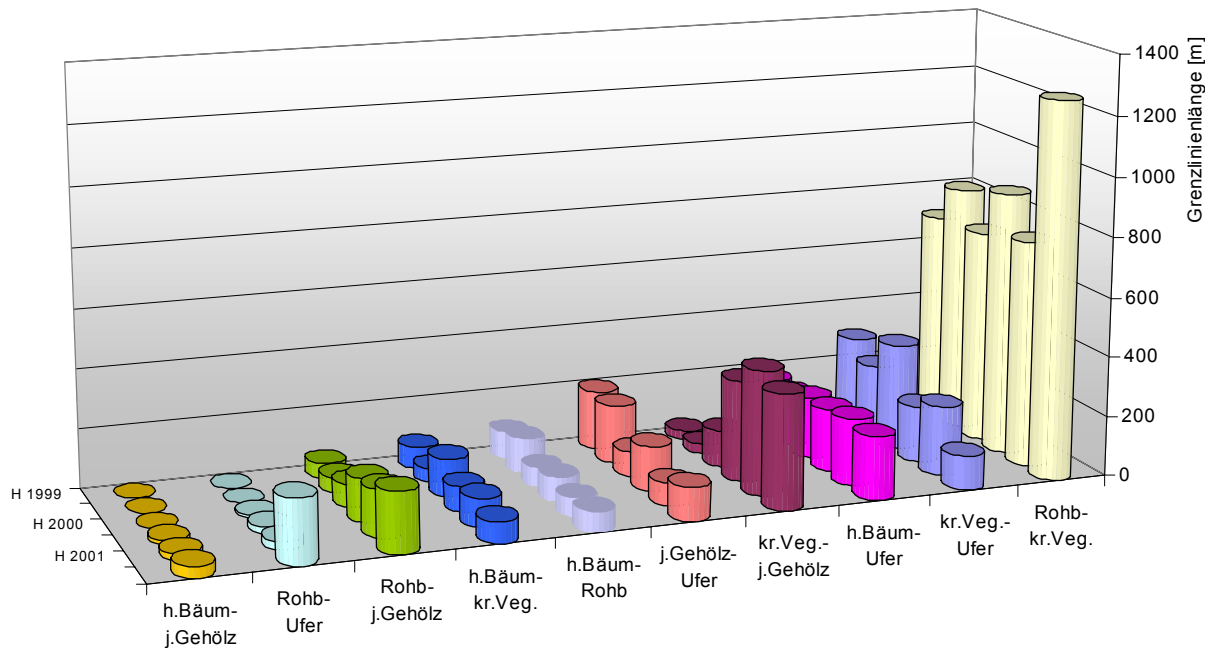


Abb. 4.1.19: Zeitliche Veränderung der Länge der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 5 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. Abkürzungen siehe Abb. 4.1.8.

#### 4.1.1.4 Beispielfläche R 4 'Rodachmündung'

Die Untersuchungsfläche R 4 liegt an der Rodach im Mündungsbereich in den Obermain (Main-Flusskilometer 440,0 / Rodach-Kilometer 0,0 bis 0,2) (Abb. 4.1.20). In der Zeit von Starkhochwässern befinden sich die der Mündung nahe liegenden Teilbereiche der Fläche R 4 im Einflussbereich beider Flüsse. Der Uferbereich an der Rodach wurde vom Juli bis Oktober 1997 renaturiert. Auf der Untersuchungsfläche begann im Frühjahr 1999 die zweite Vegetationsperiode. Der durchschnittliche Jahresabfluss am Pegel in Unterlangenstadt (Flusskilometer 7,0 ab der Mündung) beträgt  $11,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die Abflussspitzen der Rodach sind, wie in Kapitel 2.4 erläutert, ähnlich dem des Obermain. Jedoch verlaufen die Abflussspitzen in kürzeren Zeiträumen. Außerdem besitzt die Rodach eine sehr viel niedrigere Jahresabflussamplitude (niedrige Sommerwasserlinie und hohe Winterwasserlinie). Die Kies- und Lehmfächen im Bereich der Fläche R 4 sind nicht weit über der jährlichen Mittelwasserlinie. Das führt zu einer relativ hohen Zahl an Tagen, in denen die Fläche überflutet ist: 85 Tage (1999), 67 Tage (2000), 38 Tage (2001) und 67 Tage (2002).

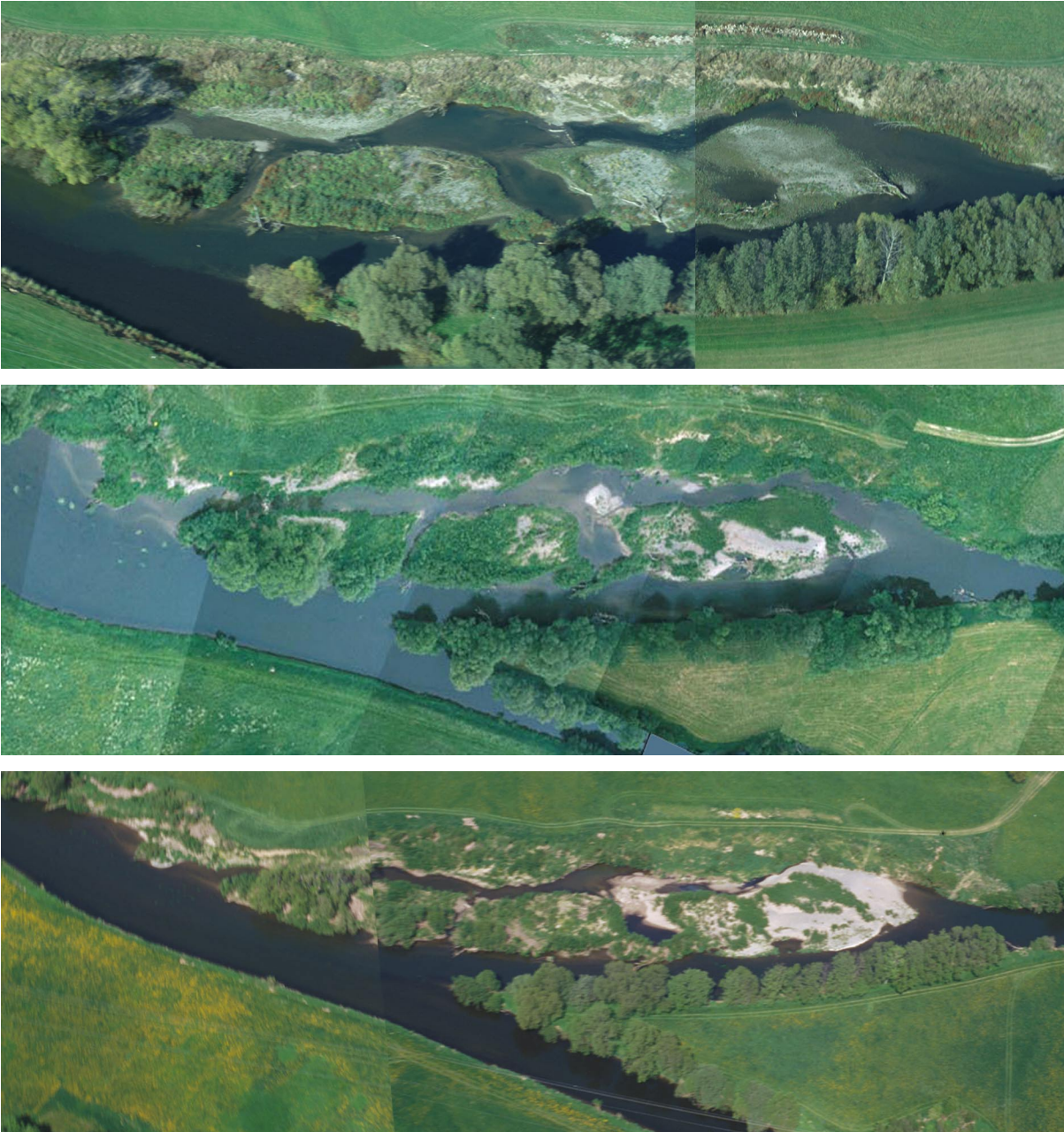


Abb. 4.1.20: Zusammengesetzte Fotos der Überfliegungen Herbst 1999 (oben), Frühjahr 2001 (mitte) und Frühjahr 2002 (unten) der Renaturierungsfläche R 4. Der Main kommt vom unteren Bildrand, die Rodach vom rechten.

### Flächenentwicklung

Die Flächengröße steigt von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 an (Tab. 4.1.3). Der Anstieg ist jedoch nicht kontinuierlich. Im Herbst 2000 sinkt dieser Wert leicht ab und steigt dann wieder zum Frühjahr 2001. Insgesamt ist die Fläche des untersuchten Flussabschnitts bis zum Frühjahr 2002 um 22 % gegenüber dem Ausgangswert vom Frühjahr 1999 gewachsen (im Vergleich dazu R 5: 3 %, R 12: 1,5 % und R 15: 29 %).

Tab. 4.1.3: Veränderung der Flächengröße der Untersuchungsfläche R 4 vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002.

Flächengröße [m <sup>2</sup> ] auf der Fläche R 4						
F 1999	H 1999	F 2000	H 2000	F 2001	H 2001	F 2002
9061	9428	9865	9688	9797	9987	11090

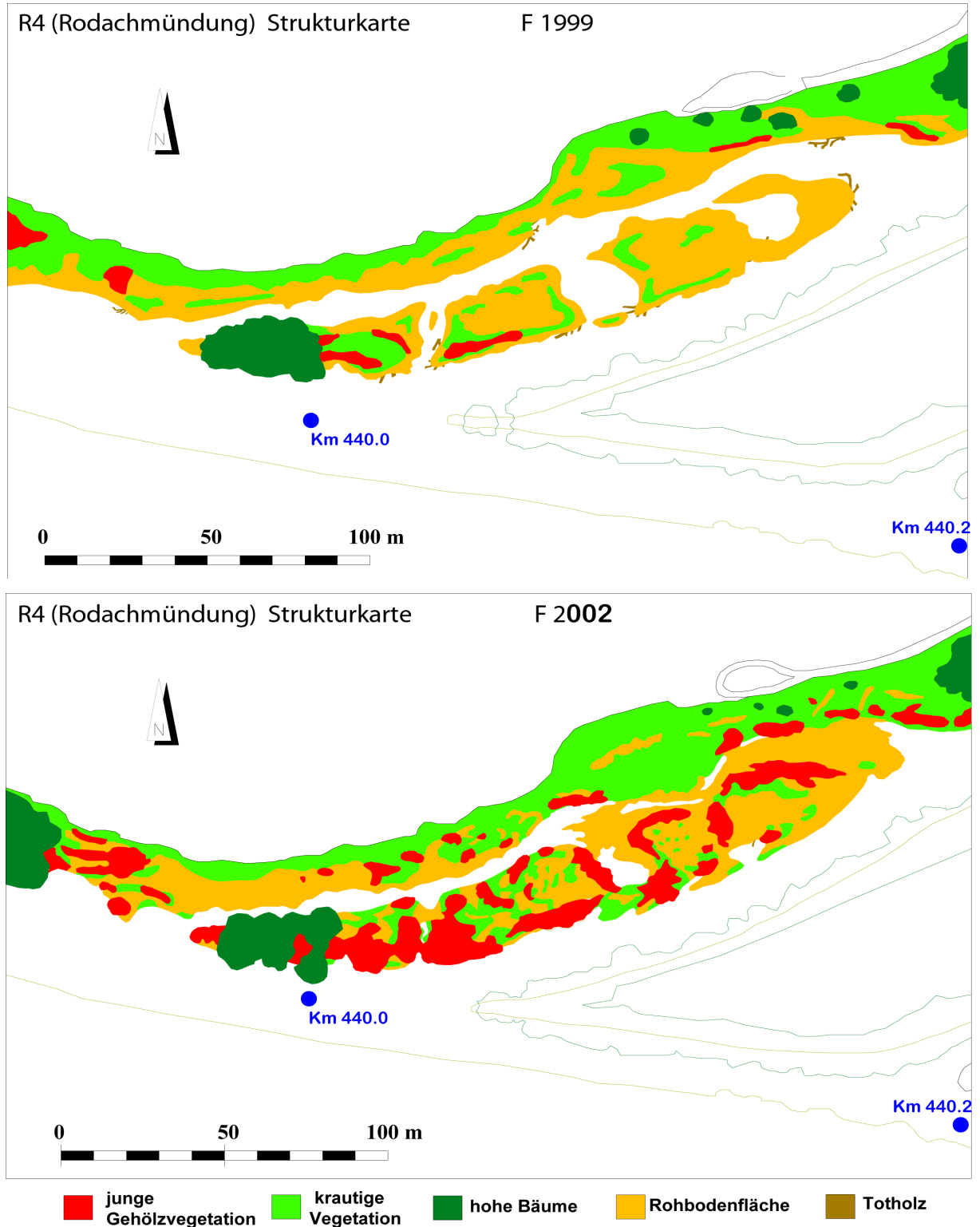


Abb. 4.1.21: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 4 im Frühjahr 1999 (oben) und im Frühjahr 2002 (unten).

Im Frühjahr 1999, zur zweiten Vegetationsperiode auf der Fläche R 4, lag der Rohbodenanteil noch bei 51 % (Abb. 4.1.22). Bis zum Herbst 2001 sinkt dieser Wert auf 8 % ab. Im Frühjahr 2002 steigt der prozentuale Rohbodenanteil auf den Wert 35 % an. Das gilt auch für die Flächenanteile der jungen Gehölzvegetation (*Salix* spp.), die im Frühjahr 2002 die Hälfte ihres Wertes vom vorherigen Herbst (41 %) verloren.

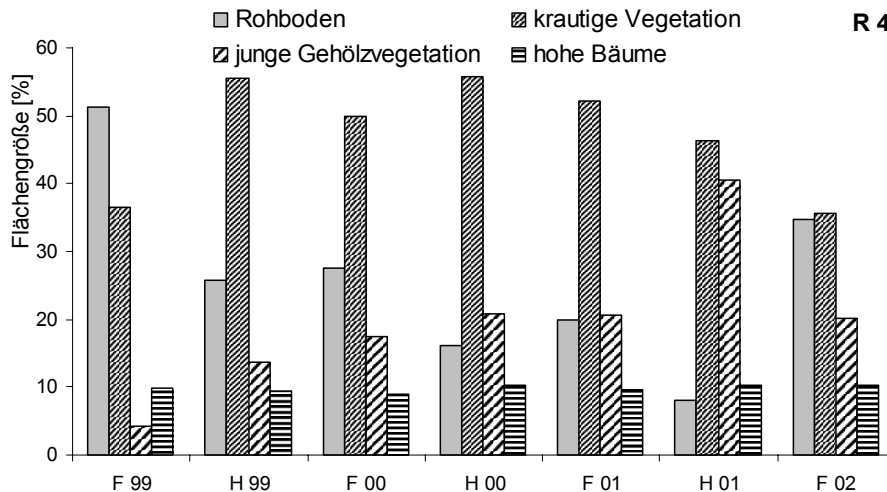


Abb. 4.1.22: Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Fläche R 4 im Zeitraum Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.

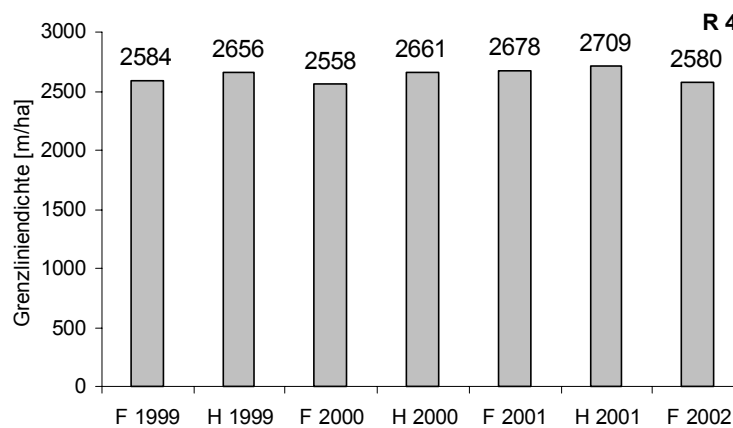


Abb. 4.1.23: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 4 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002.

### Grenzlinien

Die Grenzliniendichte auf der Untersuchungsfläche R 4 zeigt eine leichte saisonale Schwankung (Abb. 4.1.23), bleibt aber im Untersuchungszeitraum von 1999 bis 2002 (n=7) fast unverändert (Mittelwert 2632 m/ha +/- 58 m/ha, das sind ca. 2 %).

Die nähere Analyse der Grenzlinienlängen ergibt keine ausgeprägte saisonale Schwankung bei den zehn untersuchten Grenzlinientypen (Abb. 4.1.24). Die Werte der vier Grenzli-



nientypen, die in einem Zusammenhang mit den Flächeanteilen der hohen Bäume stehen, schwanken kaum. Bei diesem Strukturelement sind im Laufe der Untersuchungsjahre keine merklichen Veränderungen in Hinsicht auf Flächengröße oder Linienlängen ersichtlich. Die Grenzlinienlänge zwischen den Rohbodenflächen und der Uferlinie steigt im Frühjahr 2002 durch die hochwasserbedingte massive Neugestaltung der oberen Insel an. Dementsprechend sinkt im Frühjahr 2002 der Wert für die Grenzlinien zwischen der krautigen Vegetation und der Uferlinie. Ein entsprechendes Absinken der Länge zwischen der jungen Gehölzvegetation und der Uferlinie ist auch erkennbar. Die Grenzlinienlänge zwischen der jungen Gehölzvegetation und den Rohbodenflächen schwankt saisonal. Die Grenzlinienlänge zwischen der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation wächst kontinuierlich bis zum Herbst 2001 an, fällt aber wegen der großflächigen Auflandungen im Frühjahr 2002 wieder stark ab. Außerdem etablieren sich mehr und mehr Weiden (*Salix* spp.) auf der Fläche, was zu einem kleinräumigeren Mosaik der jungen Gehölze und damit zu einem höheren Wert der Grenzlinienlänge führt.

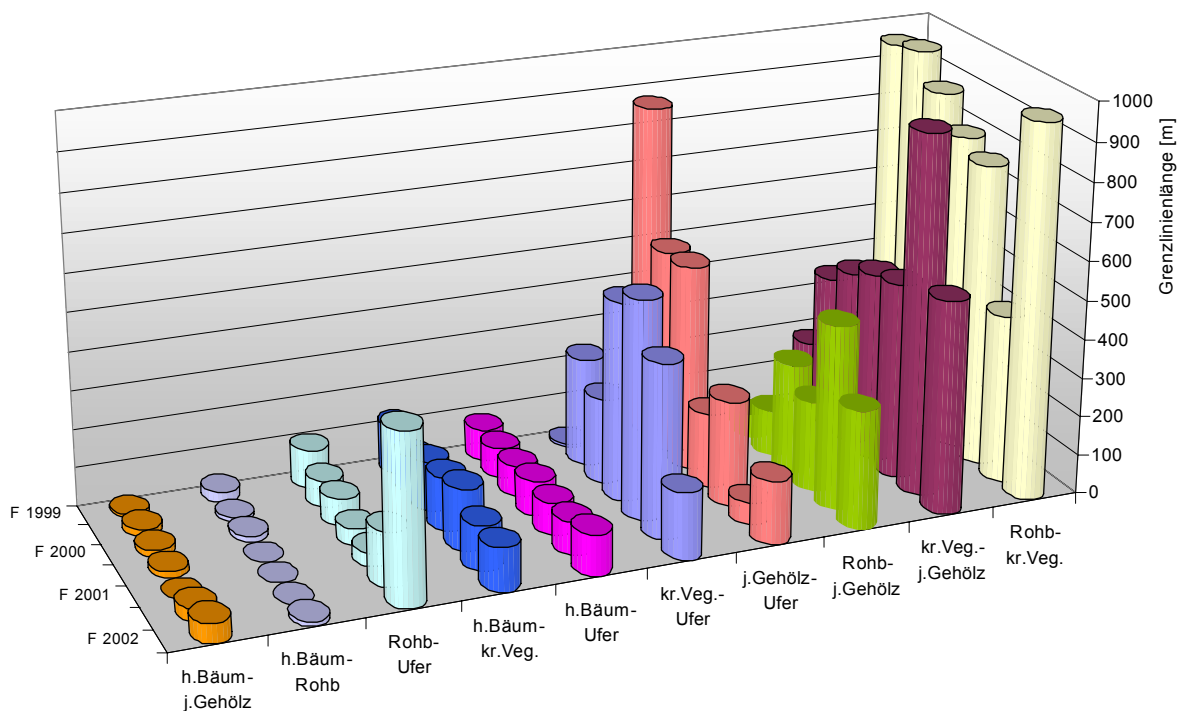


Abb. 4.1.24: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 4 vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 (Herbstaspekte jeweils dazwischen). Abkürzungen siehe Abb. 4.1.8.

#### 4.1.1.5 Beispielfläche R 1 'Nagel'

Die Beispielfläche R 1 liegt beidseitig des Rodachufers zwischen Flusskilometer 7,6 und 8,3. Hier wurden von Seiten des Wasserwirtschaftsamtes vom August 1994 bis Mai 1995 die

befestigten Ufer zurückgebaut, der Gewässerquerschnitt verbreitert und die Uferbereiche strukturell geformt (Abb. 4.1.25). Im Frühjahr 1999 begann die fünfte Vegetationsperiode auf der Fläche.



Abb. 4.1.25: Die Renaturierungsfläche R 1 im Frühjahr 2001 aus ca. 300 m Höhe.

Die gelben Pfeile markieren die beiden ca. 200 Jahre alten Traubeneichen, die als Landschaftselemente bei der Renaturierung 1994/95 auf der Fläche belassen wurden. Die linke Eiche wurde durch das Hochwasser 2002 unterspült und umgeworfen (s. Abb. 4.1.26).



Abb. 4.1.26: Der ehemalige, durch das Hochwasser unterspülte Wuchsort der nun seit Frühjahr 2002 rechts in der Flussmitte quer liegenden Traubeneiche auf der Renaturierungsfläche R 1. Der Fluss wurde dadurch links um die Insel gezwungen.

### Flächenentwicklung

Vom Abschnitt R 1 existiert vom Frühjahr 1999 bzw. Herbst 2001 keine Strukturkartierung (keine Überfliegung bzw. misslungene Fotos). Aus den übrigen Daten kann gezeigt werden, dass sich die Flächengröße der Untersuchungsfläche R 1 im Laufe der drei Jahre kaum ändert (Tab. 4.1.4). Das arithmetische Mittel von  $43976 \text{ m}^2$  ( $\pm 324 \text{ m}^2$ ) wird im Zeit-



raum Herbst 1999 bis Frühjahr 2001 kaum überschritten (ca. 0,7 %). Es stellt sich an diesem Flussabschnitt ein Flächengleichgewicht zwischen Erosion und Sedimentation ein.

Tab. 4.1.4: Veränderung der Flächengröße der Untersuchungsfläche R 1 vom Herbst 1999 bis zum Frühjahr 2002.

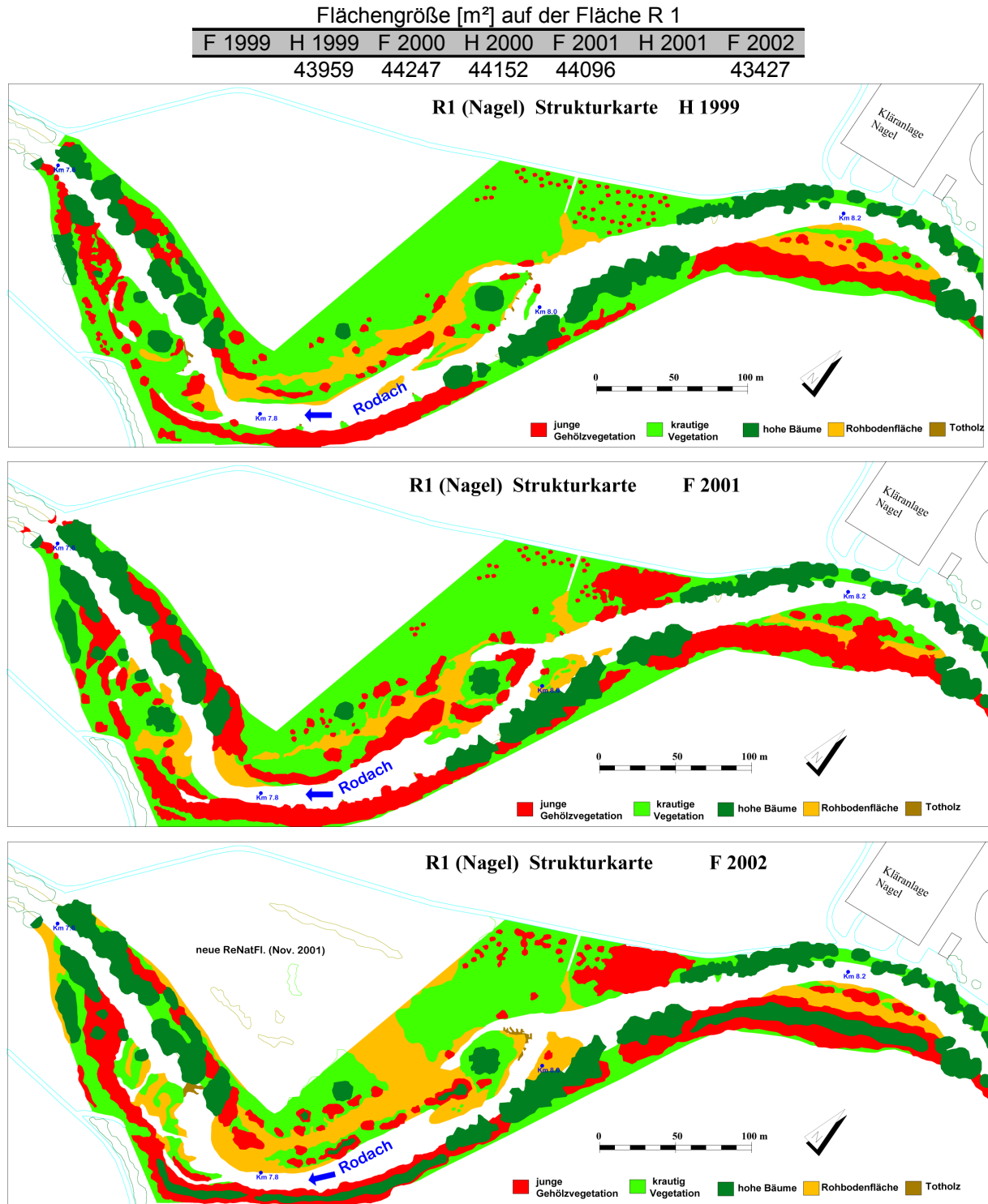


Abb. 4.1.27: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 1 (oben: Herbst 1999, mitte: Frühjahr 2001, unten: Frühjahr 2002).

Die prozentualen Flächenanteile der untersuchten Strukturelemente (Abb. 4.1.27) zeigen ein schon weiter vorangeschrittenes Sukzessionsstadium als es beispielsweise die Fläche R 4 aufweist (s. Abb. 4.1.22). Bis zum Herbst 2001 waren die Rohbodenanteile niedrig (Frühjahr 2001 nur 9 %), die Flächenanteile der jungen Gehölzvegetation (30 %) und der krautigen Vegetation (39 %) hoch (Abb. 4.1.28). Bis zum Jahr 2001 nehmen die Flächenanteile der jungen Gehölzvegetation zu, die der krautigen Vegetation ab. Diese Tendenz ist im Frühjahr 2002 etwas gebremst: der Anteil an Rohbodenflächen nimmt wieder zu (auf 19 %), der der jungen Gehölzvegetation nimmt ab (auf 23 %). Die Flächenanteile der hohen Bäume nehmen im Frühjahr 2002 um 28 % zu, da die ersten jungen Weiden, die sich 1997 auf der Fläche etablierten, in diese Schicht hinein wachsen.

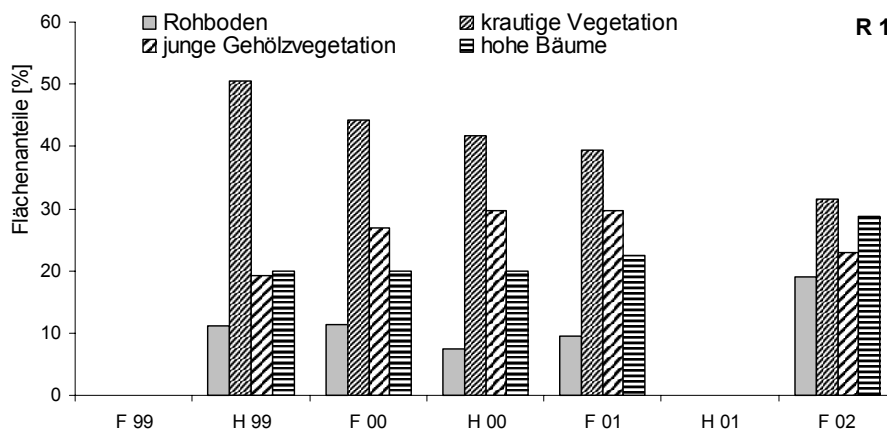


Abb. 4.1.28: Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Fläche R 1 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002.

### Grenzlinien

Trotz der Datenlücken vom Frühjahr 1999 und Herbst 2001 lässt sich bei der Grenzlinien-dichte auf der Fläche R 1 ein Muster erkennen (Abb. 4.1.29): der Wert steigt vom Herbst 1999 bis zum Herbst 2000 um ca. 7 % an, sinkt zum Frühjahr 2001 um ca. 8 % ab und steigt wieder zum Frühjahr 2002 um ca. 7 % auf 1722 m/ha.

Gliedert man die Grenzlinienlängen in die zehn untersuchten Typen auf, so erkennt man, dass die einzelnen Werte relativ unverändert bleiben (Abb. 4.1.30). Eine Ausnahme bildet die Linienlänge zwischen den hohen Bäumen und der jungen Gehölzvegetation im Frühjahr 2002: die ersten auf der Fläche etablierten jungen Weiden vom Sommer 1997 wachsen im Frühjahr 2002 in die Baumschicht hoch. Der Wert für die Grenzlinienlänge zwischen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation nimmt vom Herbst 1999 bis zum Herbst 2000 zu und sinkt bis zum Frühjahr 2002 wieder ab. Bemerkenswert ist der quantitative Unterschied zwischen dieser Grenzlinienlänge und den Werten der übrigen Linientypen.

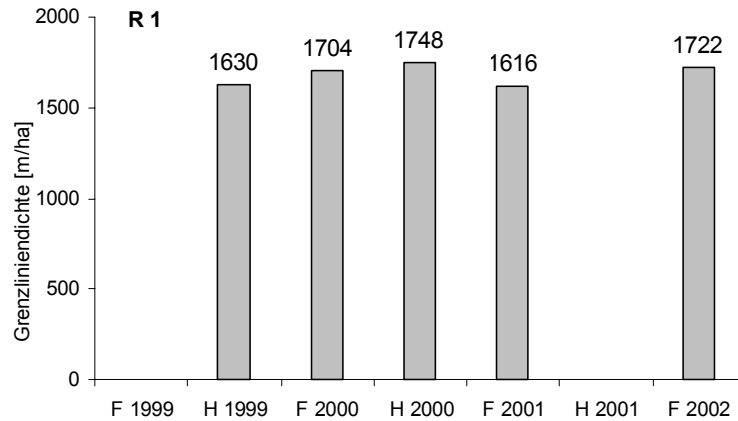


Abb. 4.1.29: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 4 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002.

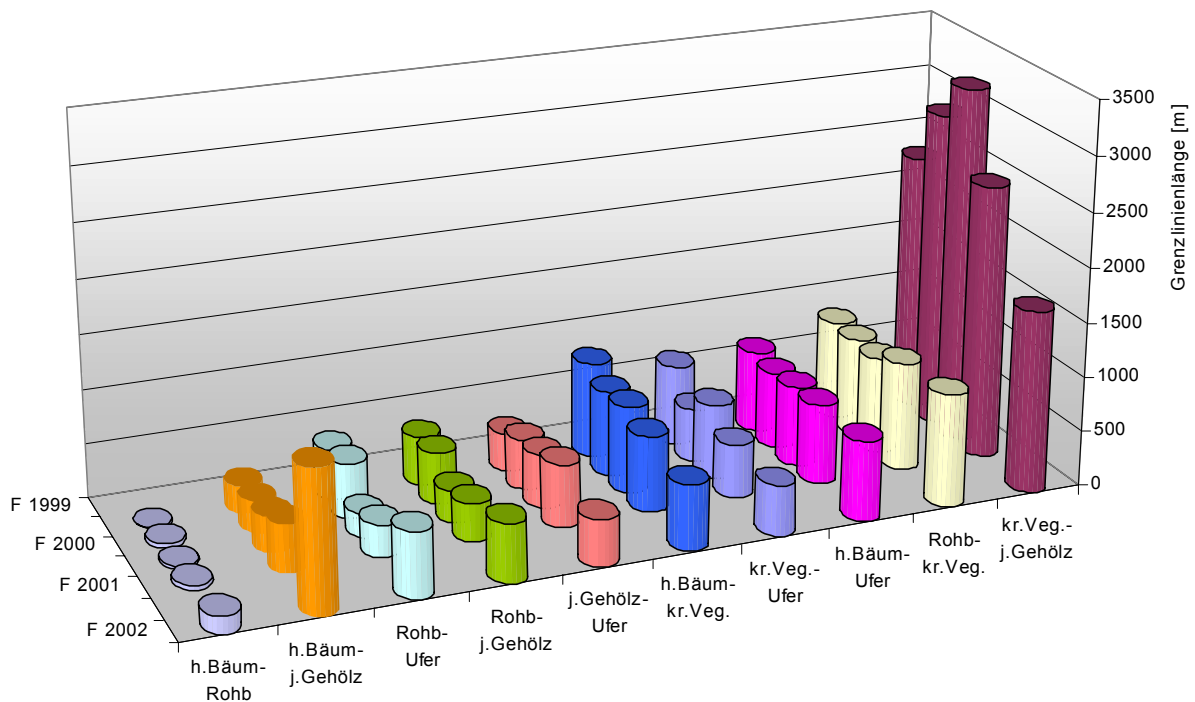


Abb. 4.1.30: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 1 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. Abkürzungen siehe Abb. 4.1.8.

#### 4.1.1.6 Referenzflächen NR 3, NR 4, NR 5 und NR 6

Die drei Referenzflächen NR 3, NR 4 und NR 6 liegen jeweils oberhalb eines untersuchten Renaturierungsabschnittes, im Bereich eines begrädeten Flussabschnittes: NR 3 oberhalb R 4 (Abb. 4.1.31), NR 4 oberhalb R 5 (Abb. 4.1.32) und NR 6 oberhalb R 12 (Abb. 4.1.33). Die Fläche NR 5 befindet sich im Bereich der Gemeinde Michelau am Main, ca. 6 km unterhalb der Rodachmündung gelegen (Abb. 4.1.34). Die Flächen NR 3, NR 4 und NR 6 liegen

im Bereich von freifließenden Flussabschnitten während die Fläche NR 5 im Bereich eines staugeregelten Mainabschnittes liegt. Dort ist die Fließgeschwindigkeit durch den Rückstauereffekt einer Querverbauung bei Lichtenfels herabgesetzt.

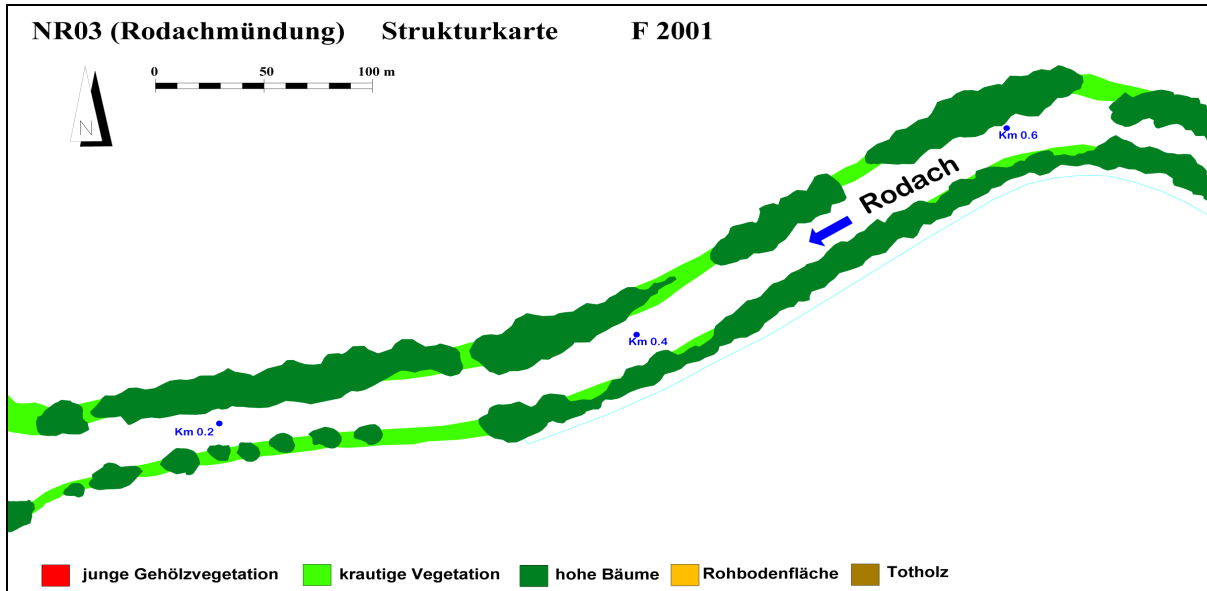


Abb. 4.1.31: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 3 (Frühjahr 2001).

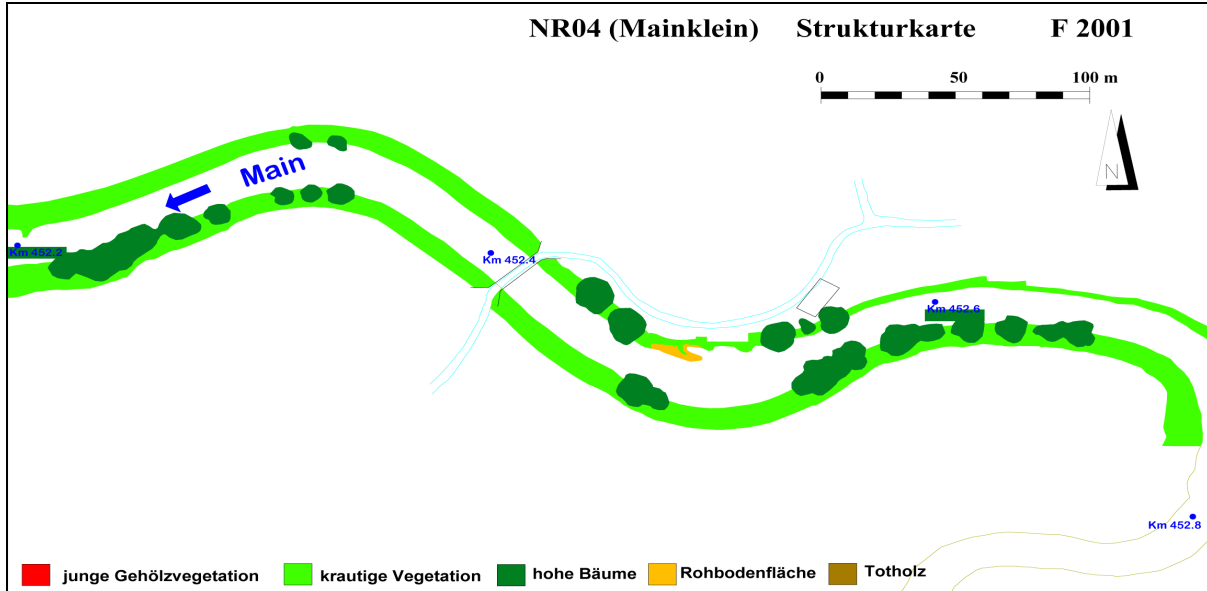


Abb. 4.1.32: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 4 (Frühjahr 2001).

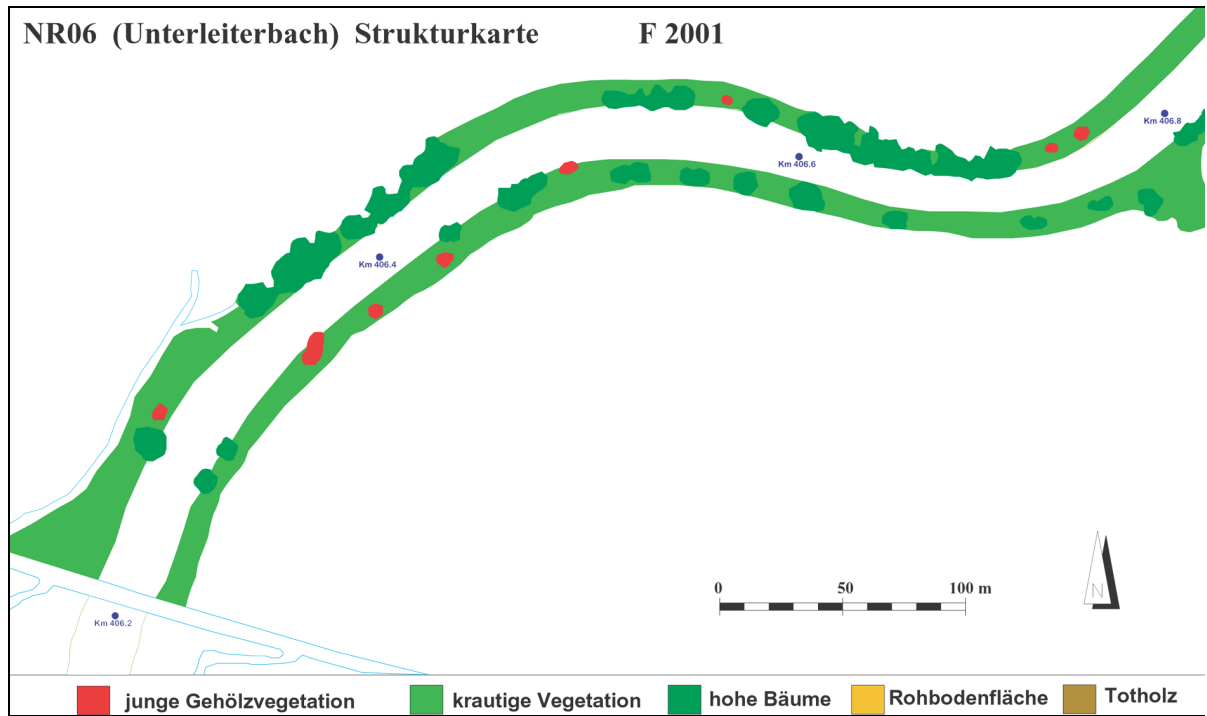


Abb. 4.1.33: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 6 (Frühjahr 2001).

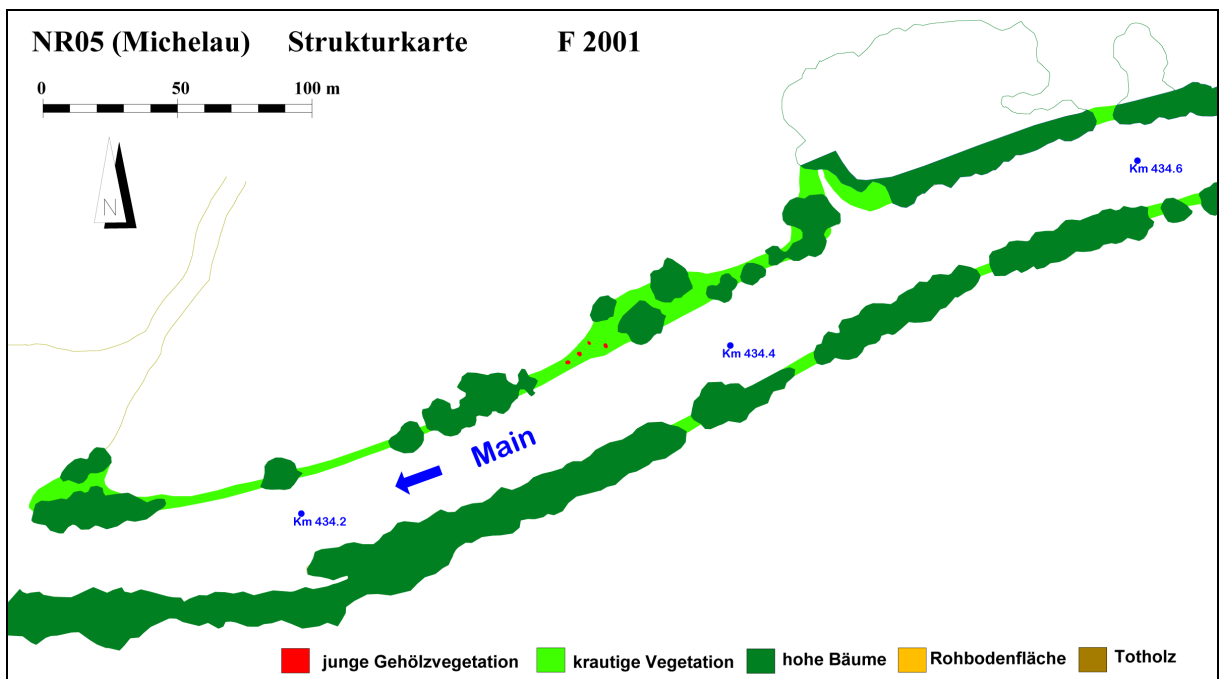


Abb. 4.1.34: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 5 (Frühjahr 2001).

Flächenentwicklung

Tab. 4.1.5: Absolute Flächengrößen [m<sup>2</sup>] der vier Referenzflächen vom Frühjahr 2001.

Flächengröße [m <sup>2</sup> ]			
NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
16 715	12624	11486	13547

Im Untersuchungsdesign war festgelegt worden, dass sich die Flächengrößen der vier Referenzflächen (Tab. 4.1.5) über den Untersuchungszeitraum 2000 und 2001 nicht verändern. Die drei Flächen besitzen keine oder sehr geringe prozentuale Flächenanteile der Strukturelemente 'Rohboden' und 'junge Gehölzvegetation'. Im Frühjahr 2001 existieren auf der Fläche NR 4 ca. 1,2 % Rohbodenanteil (Abb. 4.1.35), auf der Fläche NR 5 findet sich ca. 0,06 % junge Gehölzvegetation. Der Main hatte im Bereich NR 4 während der Frühjahrshochwässer im März 2001 begonnen, sich in den Prallhang einzuarbeiten und am gegenüberliegenden Gleithang eine kleine Kiesbank auszubilden. Die Beobachtung vor Ort bestätigt die weitere Tendenz zu diesem Verlagerungsprozess. Der Main formt durch seine Eigendynamik (ohne aktive Maßnahme des WWA Bamberg) einen natürlicheren Uferbereich.

Auf den Flächen NR 5 und NR 6 sind innerhalb der krautigen Vegetation einige junge Gehölze (Erlen und Weiden) erkennbar.

Für das Frühjahr 2002 (nach den starken Hochwässern) existieren keine Strukturkartierungen.

Die beiden Referenzflächen NR 3 und NR 5 sind aufgrund der prozentualen Flächenanteile der hoher Bäume und krautiger Vegetation einander ähnlich. Gleiches gilt für die beiden Flächen NR 4 und NR 6.

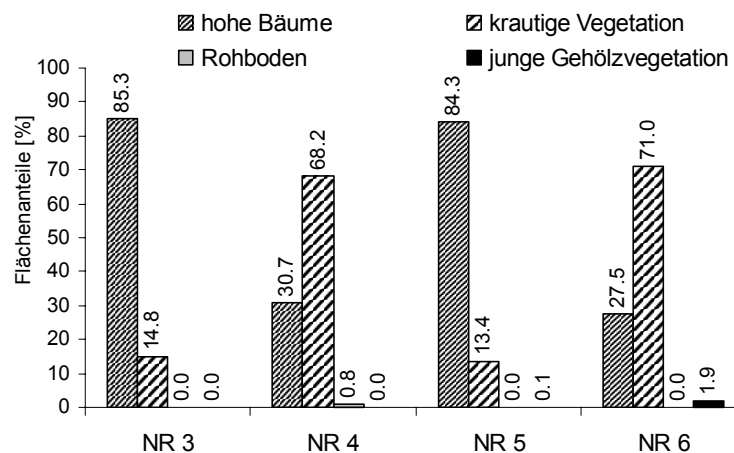


Abb. 4.1.35: Die prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf den Referenzflächen NR 3, NR 4, NR 5 und NR 6 (Frühjahr 2001).

### Grenzlinien

Die Referenzflächen zeichnen sich durch niedrigere Werte der Grenzliniendichten aus (1247 m/ha +/- 118 m/ha) als die Werte der Flächen renaturierter Flussabschnitte (1865 m/ha +/- 562 m/ha) (Tab. 4.1.6).

Tab. 4.1.6: Die Grenzliniendichte [m/ha] auf den vier Referenzflächen NR3, NR 4, NR 5 und NR 6 im Frühjahr 2001. Daneben der Mittelwert und die Standardabweichung der Grenzliniendichten dieser vier Flächen und der Mittelwert und die Standardabweichung der Flächen renaturierter Flussbereiche.

Grenzliniendichte [m/ha]							
NR 3	NR 4	NR 5	NR 6	MW NR	Stabw	MW R	Stabw
1078	1290	1270	1351	1247	118	1865	562

Von den zehn möglichen Grenzlinientypen zwischen den vier Strukturelementen untereinander und zur Uferlinie existieren auf der Fläche NR 3 drei, auf der Fläche NR 5 vier und auf den Flächen NR 4 und NR 6 fünf dieser Typen (Abb. 4.1.36).

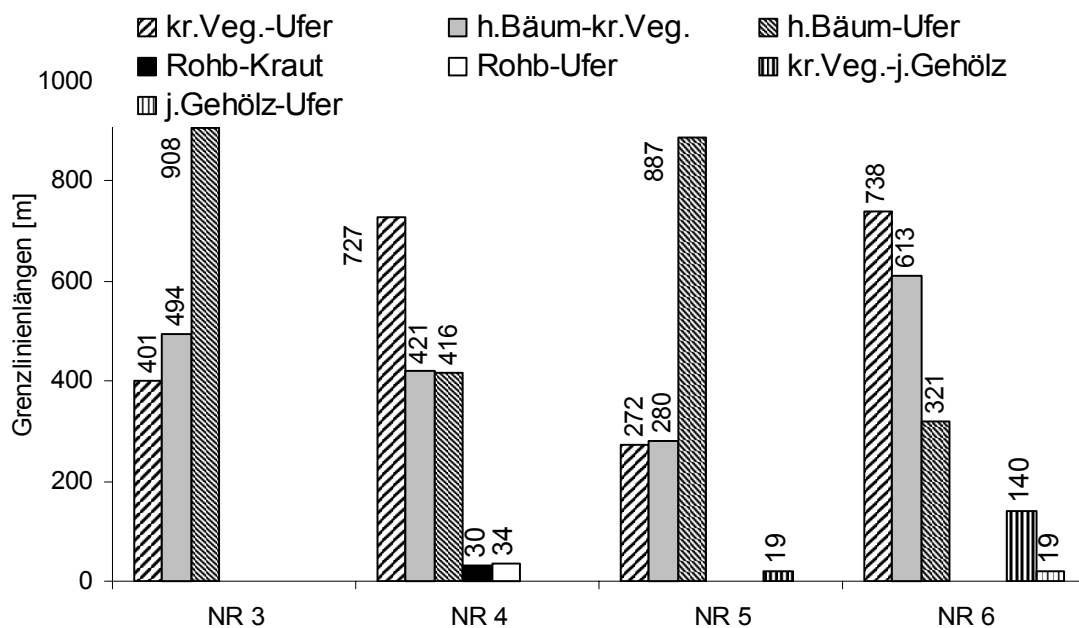


Abb. 4.1.36: Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf den Referenzflächen NR 3, NR 4, NR 5 und NR 6 im Frühjahr 2001. Abk. s. Abb. 4.1.8.

#### 4.1.1.7 Zusammenfassung aller Untersuchungsflächen

Für einen Vergleich der einzelnen Untersuchungsflächen müssen die unterschiedlichen Flächenalter (Abb. 3.1) und die jeweilige Überflutungsdauer (Tab. 3.5) berücksichtigt werden. Wurde eine Renaturierungsmaßnahme im Frühjahr oder Sommer beendet, so gilt das gleiche Jahr als das erste der Vegetationsentwicklung. Die Zeitangaben des Bauabschlusses vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg waren allerdings nicht immer auf den Monat genau datierbar.

#### Flächenentwicklung und Flussdynamik

Die Veränderungen der Flächengrößen ergibt ein Maß für die Hydrodynamik der vorangegangenen Hochwässer und damit auch ein Maß für die Störungsanfälligkeit bzw. die Störungsresistenz der Untersuchungsflächen bzw. der darauf wachsenden Vegetation. Die Flächengrößen verändern sich im Laufe der Untersuchungsjahre unterschiedlich stark (Tab.

4.1.7). Die Amplitude reicht von einer Flächenveränderung um 0,7 % (R 1) bis zu 10,6 % (R 15). Darunter sind Flächen, die leicht an Größe verloren haben (2,5 %, R 18) und solche, die stark zugenommen haben (28,7 %, R 15). Im Vergleich von Frühjahr 2002 gegenüber dem Anfangszustand der Untersuchung (i.d.R. 1999) besteht die leichte Tendenz zu einer Zunahme der Flächengrößen (durchschnittliche Zunahme von 5,9 % +/- 9,8 %).

Stellt man die Änderung der Flächengröße im Frühjahr der Anzahl der Tage gegenüber, die eine Renaturierungsfläche im Winterhalbjahr zuvor (ab dem 1.9. gerechnet) überflutet ist, so erkennt man keine Signifikanz ( $p > 0,05$ ) (Abb. 4.1.37). Das gleiche ist bei der Korrelation zwischen der Flächenänderung im Frühjahr und dem Spitzenwert des vorherigen Hochwasserabflusses erkennbar (Abb. 4.1.38). Ebenso ist keine Signifikanz zwischen der Flächenänderung im Frühjahr und dem Flächenalter, also der Anzahl der Vegetationsperioden auf der jeweiligen Fläche, erkennbar (Abb. 4.1.39).

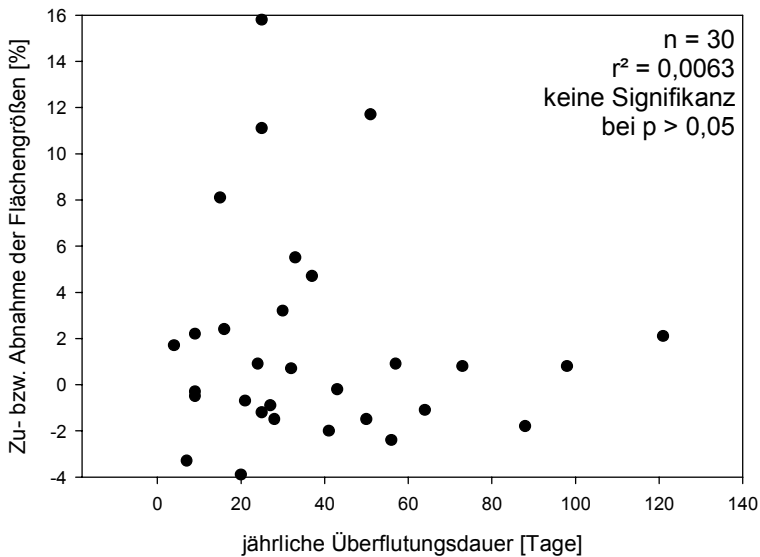


Abb. 4.1.37: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Flächengröße [%] im Frühjahr und der Dauer der Überflutung [Tage] im vorangegangenen Winterhalbjahr.

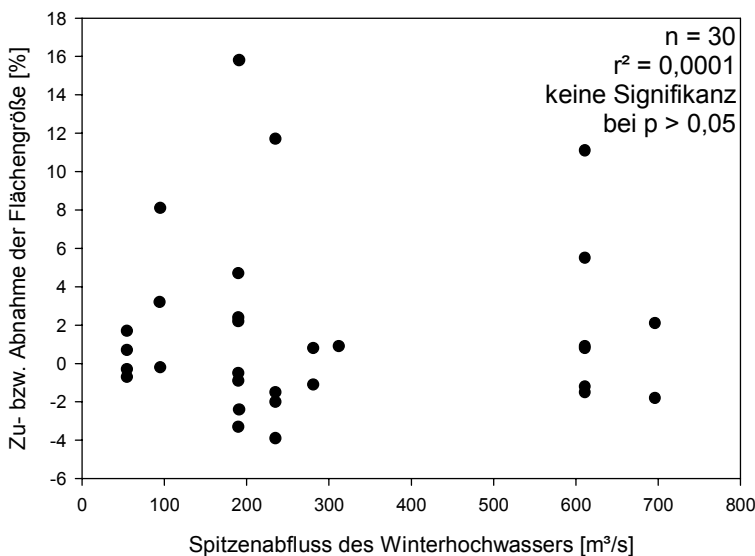


Abb. 4.1.38: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Flächengröße [%] im Frühjahr und dem Spitzenwert des Hochwasserabflusses [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] im vorangegangenen Winterhalbjahr.



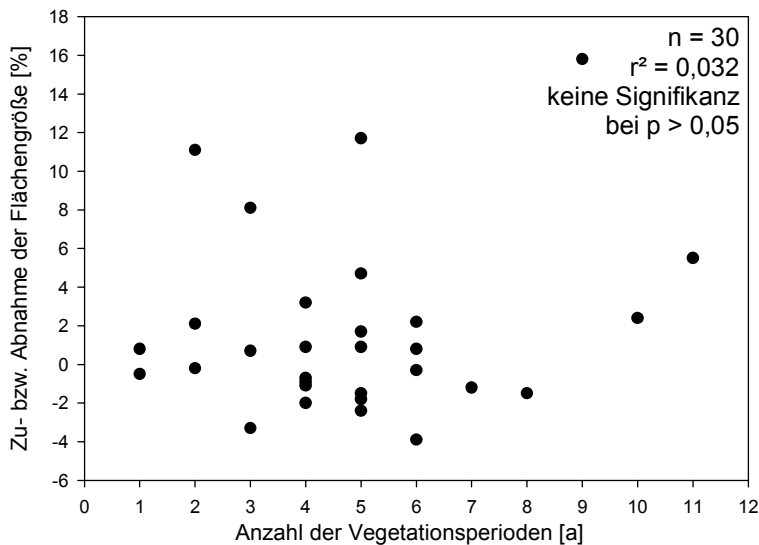


Abb. 4.1.39: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Flächengröße [%] im Frühjahr und dem Flächenalter (= Anzahl der Vegetationsperioden) einer Renaturierungsfläche.

Weder die Überflutungsdauer, noch die Hochwasserspitzenwerte oder das Alter der einzelnen Untersuchungsflächen zeigen einen deutlich erklärbaren Zusammenhang zu der alljährlichen prozentualen Änderung der Flächengrößen.

Bez.	Flächengröße [m <sup>2</sup> ]			Zu/Abnahme [%]
	MW	StAbw	%	
R1	43976	324	0.7	-1.2
R2	82972	1382	1.7	-0.2
R3	60428	477	0.8	-1.4
R4	9845	631	6.4	22.4
R5	9369	191	2.0	3.3
R7/8	55536	3253	5.9	12.0
R9	17907	1002	5.6	9.2
R11	72066	1777	2.5	1.5
R12	28254	633	2.2	1.5
R15	9707	1028	10.6	28.7
R16	19704	355	1.8	-1.4
R18	8651	223	2.6	-2.5
R19	24070	863	3.6	4.4
NR3	16715			---
NR4	12624			---
NR5	11486			---
NR6	13547			---

Tab. 4.1.7: Mittelwerte und Standardabweichungen (+/- und %) der Flächengrößen der jeweiligen untersuchten Flussbereiche, sowie der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Flächengröße über den gesamten Untersuchungszeitraum (1999 – 2002).

Die progressive Sukzession der Vegetation (Zuwachsen der vegetationsfreien Flächen, Aufwachsen einer Gehölzvegetation) und damit die Anzahl der bisherigen Vegetationsperioden beeinflusst die prozentualen Flächenanteile der untersuchten Strukturelemente ('Rohboden', 'krautige Vegetation', 'junge Gehölzvegetation' und 'hohe Bäume'; Abb. 4.1.40). Die Konstruktion einer 'Unechten Zeitreihe' (Dierschke 1994) ist jedoch mit den Eingangs erwähnten Problemen versehen und kann nur Tendenzen aufzeigen. Des weiteren lässt sich keine statistische Aussage über die Flächenaltersklassen 9, 10 und 11 machen, da hierfür zu wenig Daten vorhanden sind. Daher bleiben diese drei Werte im Folgenden unberücksichtigt.

Anzahl n der Vegetationsperioden VP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Anzahl n der Flächen in der Berechnung	3	4	4	6	5	6	4	4	2	1	1

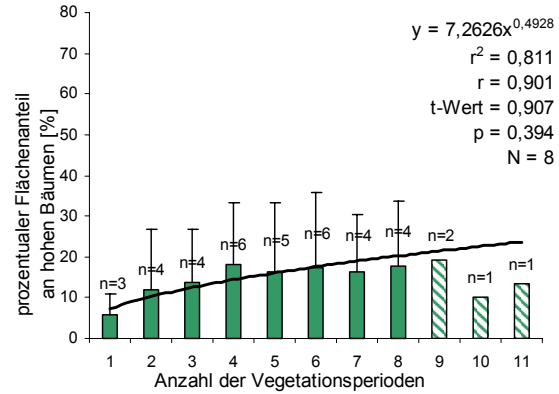
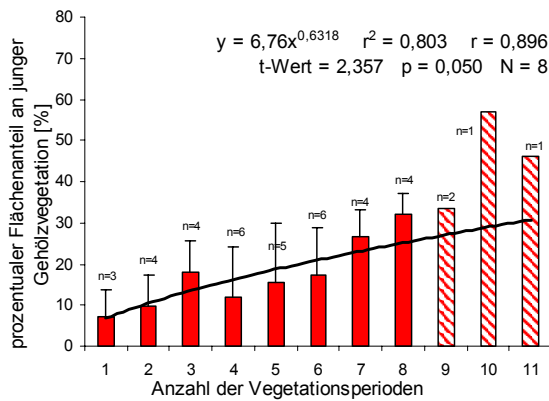
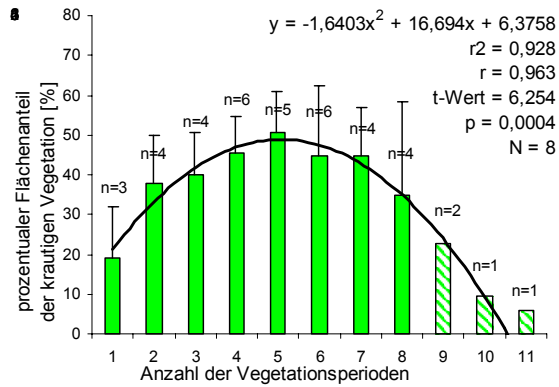
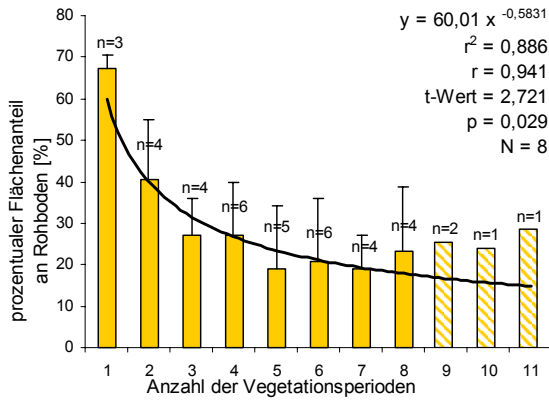


Abb. 4.1.40: Zusammenhang zwischen dem Flächenalter (= Anzahl der Vegetationsperioden) und den prozentualen Flächenanteilen der untersuchten Strukturelemente. Bei den Altersklassen 9, 10 und 11 ist die Anzahl der Berechnungsflächen zu gering, um sichere statistische Aussagen zu treffen.

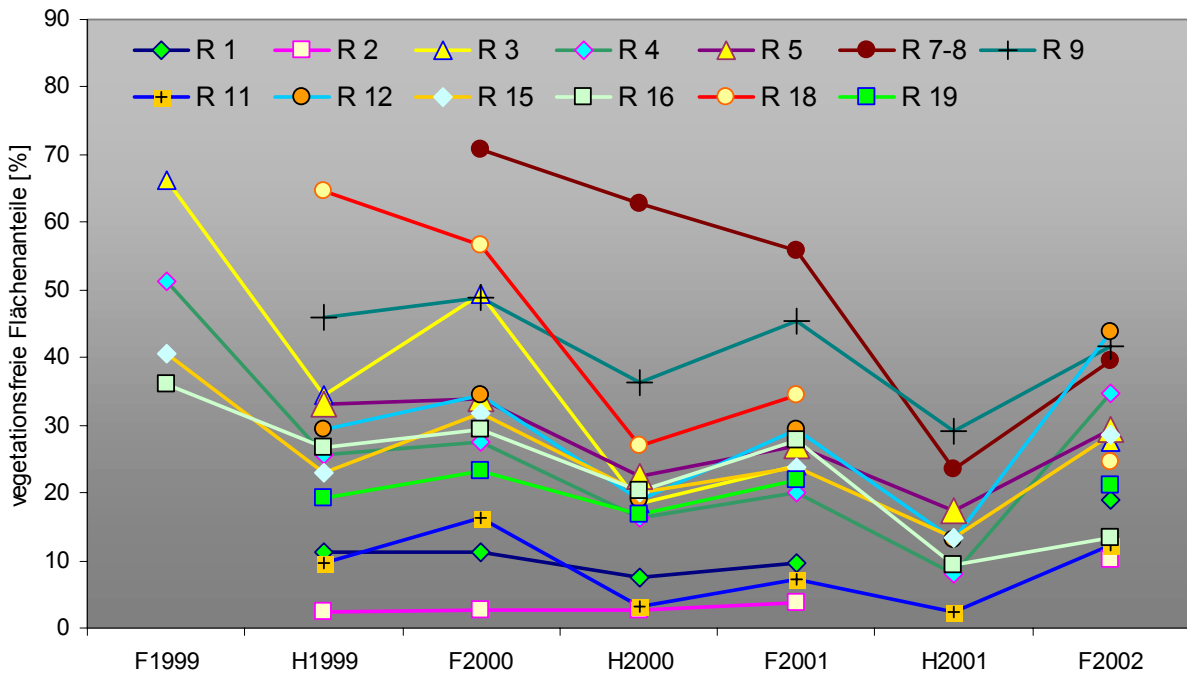


Abb. 4.1.41: Veränderung der prozentualen Anteile an Rohbodenflächen vom Frühjahr 1999 bis 2002.

Es wird deutlich, dass die prozentualen Anteile an Rohbodenflächen von 1999 bis 2002 auf allen 13 Untersuchungsflächen tendenziell sinken (Abb. 4.1.41). Dabei unterliegt diese langfristige Abnahme einer regelmäßigen Schwankung: zum Herbst jeden Untersuchungsjahres nimmt der Anteil an vegetationsfreien Flächen ab, während zum Frühjahr der Anteil wieder steigt. Die Rohbodenanteile auf den Flächen R 18 (im Herbst 1999) und R 7/8 (im Herbst 2000) müssen wegen der damals dort noch laufenden Baggerarbeiten als Ausnahme dieser Schwankung gesehen werden. Auf keiner der 13 Renaturierungsflächen erreichen die Rohbodenanteile im Frühjahr der beiden Jahre 2000 und 2001 die Frühjahrswerte des jeweiligen Vorjahres. Nur nach den starken Winterhochwässern 2002 finden sich auf acht dieser Flächen höhere Rohbodenanteile als im Frühjahr 2001. Darunter sind die vier Flächen oberhalb der Rodachmündung und drei weit nach dem staugeregeltem Bereich (Wehr Hausen bei Km 422,3) mainabwärts gelegenen Flächen R 11, R 12 und R 15. Auf den fünf Flächen R 7/8, R 9, R 16, R 18 und R 19 reduziert sich der Rohbodenanteil auch im Frühjahr 2002 gegenüber dem Frühjahr 2001.

Die Gesamtabnahme an Rohbodenflächen innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes schwankt stark und reicht von -4 % (R 19) bis zu -63 % (R 3). Stellt man die prozentualen Flächenanteile der anderen drei ausgewählten Strukturelemente in die Unechte Zeitreihe der unterschiedlichen Flächenalter (bzw. Jahre seit dem Ende der Renaturierungsmaßnahmen), wie in Abbildung 4.1.40 geschehen, so erkennt man weitere Tendenzen: die Werte der Flächenanteile krautiger Vegetation steigen in den ersten fünf Jahren an und nehmen anschließend wieder ab, die Anteile der jungen Gehölzvegetation nehmen mit dem Flächenalter zu und die Flächenanteile der hohen Bäume zeigen nur leichte Schwankungen über die Untersuchungsjahre.

Die Korrelation der prozentualen Veränderung der Rohbodenfläche mit der jährlichen Überflutungsdauer (gerechnet jeweils ab dem 1.9. eines Jahres) zeigt eine starke Signifikanz ( $r^2 = 0,505$ ,  $r = 0,711$  bei  $n = 30$ ) bezüglich zunehmender vegetationsfreier Flächen bei lang anhaltenden Überflutungen (Abb. 4.1.42). Bei kurzen Überflutungsperioden nehmen die Rohbodenanteile stets ab. Mittlere Werte der Überflutungsdauer (50 bis 100 Tage) haben indifferente Auswirkungen auf die vegetationsfreien Flächengrößen. Einige der Flächen zeigen diesbezüglich jedoch starke Flächenzunahmen bei einer Überflutungsdauer von 50 bis 100 Tagen. Die beiden Extremwerte mit über 120 Tagen Überflutungsdauer weisen sehr hohe Zunahmen auf.

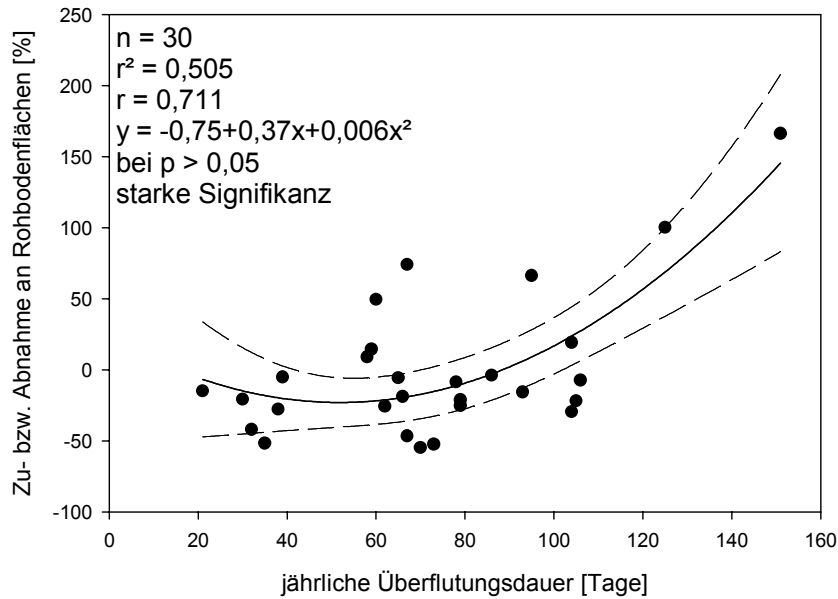


Abb. 4.1.42: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Rohbodenflächen und der jährlichen Überflutungsdauer.

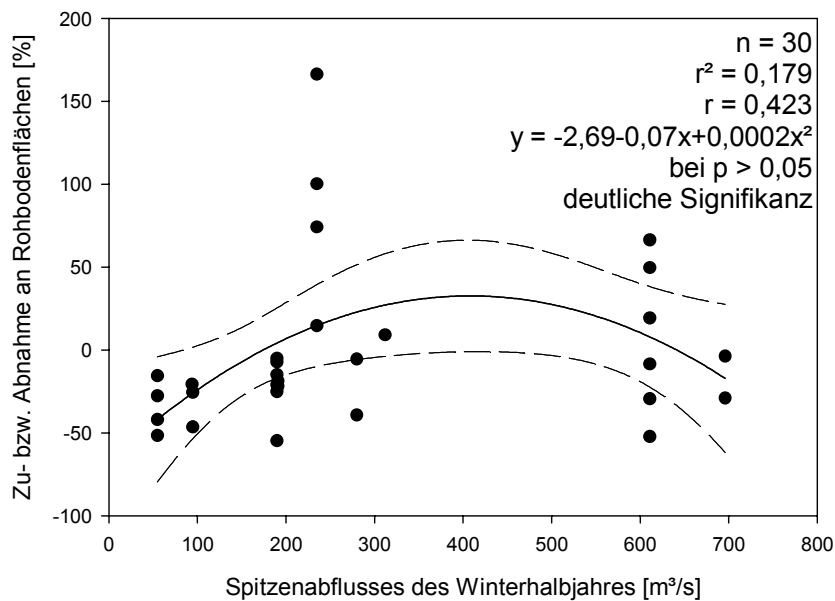


Abb. 4.1.43: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Rohbodenflächen und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.

Der Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Rohbodenfläche im Frühjahr und der Höhe des Spitzenabflusses im vorangegangenen Winterhalbjahr zeigt ähnlich wie die Überflutungsdauer eine deutliche Signifikanz ( $r^2 = 0,179$ ,  $r = 0,423$  bei  $n = 30$ ) (Abb. 4.1.43).

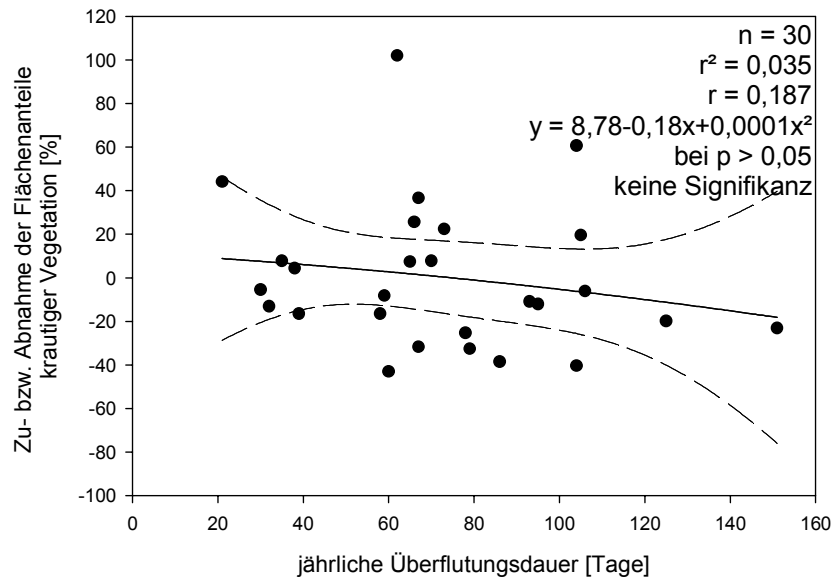


Abb. 4.1.44: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Flächen mit krautiger Vegetation und der Überflutungsdauer während des Winterhalbjahres.

Ebenso wie die Rohbodenflächen sind die prozentualen Veränderungen der Flächenanteile krautiger Vegetation im Uferbereich ein mögliches Maß für die einwirkende Flussdynamik. Die Korrelation der prozentualen Zu- bzw. Abnahmen dieser Flächen mit der jährlichen Überflutungsdauer weist allerdings keine Signifikanz auf ( $r^2 = 0,035$ ,  $r = 0,187$ ) (Abb. 4.1.44).

Ein Zusammenhang zwischen der Veränderung der Flächenanteile krautiger Vegetation im Frühjahr und dem Spitzenabfluss der Hochwasserperiode im vorangegangenen Winterhalbjahr besitzt ebenso keine Signifikanz ( $r^2 = 0,129$ ,  $r = 0,359$ ) (Abb. 4.1.45). Allerdings fehlen für eine sichere Aussage Werte für Spitzenabflüsse zwischen 350 und 550 m<sup>3</sup>/s, die im Untersuchungszeitraum sich nicht ereigneten.

Die Werte der jährlichen Zu- bzw. Abnahmen der Flächen mit krautiger Vegetation liegen zwischen einer 138 %igen Zunahme (R 7/8) und einer 43 %igen Abnahme (R 12). Verteilt man die jährlichen Änderungen auf die einzelnen Abflussjahre, so wird ersichtlich, dass durch die sehr viel stärkeren Hochwässer des Abflussjahres 2001/2002 vornehmlich diese Flächenanteile reduziert werden, während es nach dem schwachen Hochwasser im Abflussjahr 2000/2001 zu einer Flächenzunahme kommt:

2000/2001: Zunahme um 13,5 % +/- 43,8 %

2001/2002: Abnahme um 12,1 % +/- 29,8 %.

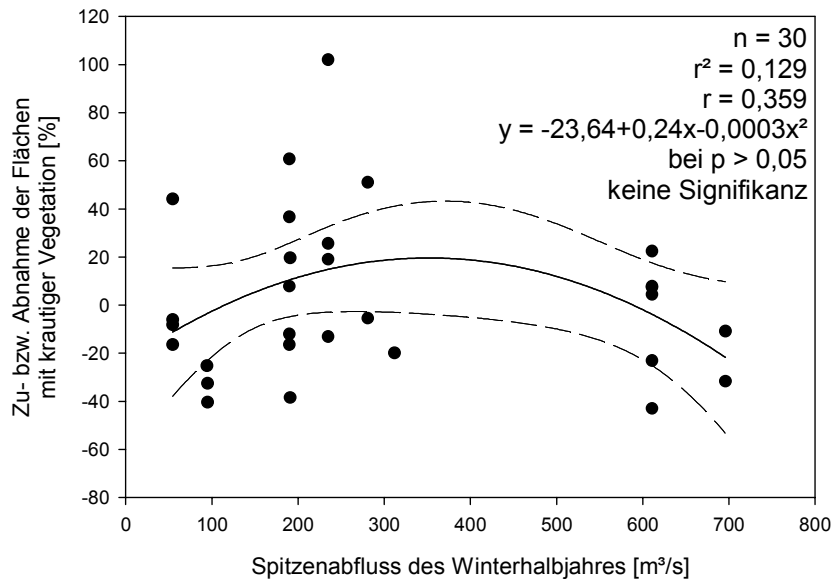


Abb. 4.1.45: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Flächen mit krautiger Vegetation und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.

Bei den gezeigten Korrelationen (Abb. 4.1.42 bis 4.1.45) sind die statistischen Aussagen zu schwach um klare Tendenzen aufzuweisen. Die stark ausgeprägte Individualität jeder Untersuchungsfläche bezüglich der hydrologischen Gegebenheiten (incl. Sedimentfracht) und des Flussquerprofils bleibt bei den Datensätzen und der Analyse unbeachtet. Deshalb werden vier Gruppen mit ähnlichen gewässermorphologischen Situationen gebildet (Tab.4.1.8). Ein quantitativ besserer Ansatz wäre es, die Fläche des Flussquerprofils zur jeweiligen Abflussmenge zu kennen. Dieses ist jedoch nicht realisierbar.

Tab. 4.1.8: Aufteilung der Untersuchungsflächen in gewässermorphologische Gruppen

enges Querprofil	R 4	R 5	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19		
weites Querprofil	R 1	R 2	R 3	R 7/8	R 9	R 11			
in direkter HQ-Linie	R 1	R 4	R 5	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19
abseits der HQ-Linie	R 2	R 3	R 7/8	R 9					

Nach den schwachen Überflutungen im Winterhalbjahr 2000/2001 wachsen alle vorhandenen Rohbodenflächen weiter zu. Die prozentualen Rohbodenanteile an den Gesamtflächen nehmen deutlich ab. Abseits der Hauptabflusslinie und an weiten Flussquerprofilen ist diese Abnahme höher, als an engen Querprofilen und an der direkten Abflusslinie gelegenen Flächen (Abb. 4.1.46). Die Unterschiede sind nicht signifikant.

Im Frühjahr 2002 sind die Rohbodenanteile durch die starken Hochwässer deutlich gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Hier sind die Zunahmen der vegetationsfreien Flächen an weiten Flussquerprofilen höher als an engen Querprofilen. In direkter Abflusslinie sind die Werte niedriger als abseits der Abflusslinie. Die Unterschiede sind jeweils nicht signifikant.

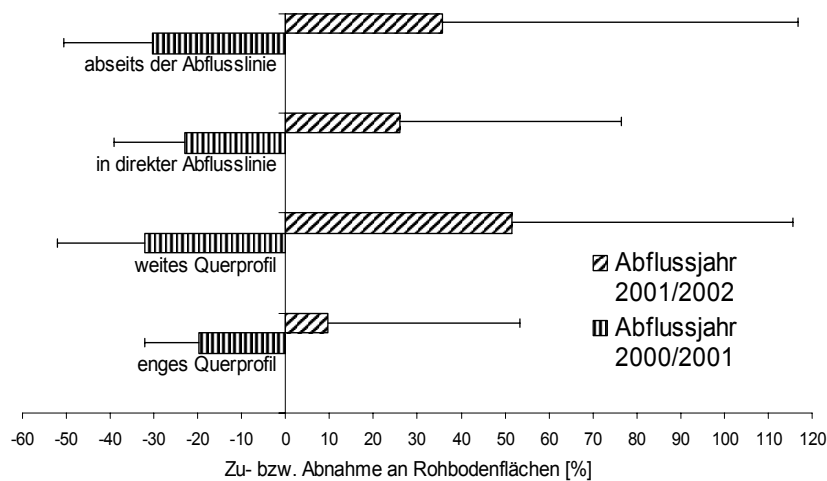


Abb. 4.1.46: Änderungen der Anteile an Rohbodenflächen in flussmorphologischen Gruppen.

Die Flächenveränderungen krautiger Vegetation nach den beiden Abflussjahren zeigt ein konträres Muster zu dem der Rohbodenflächen (Abb. 4.1.47). Nach dem Abflussjahr 2000/2001 nehmen die Flächenanteile der krautigen Vegetation in allen vier Gruppen zu. Abseits der Abflusslinie und an weiten Flussquerprofilen sind diese Zunahmen höher. Die Unterschiede sind nicht signifikant. Nach den schweren Überflutungen 2002 haben in drei der Gruppen die Flächenanteile der krautigen Vegetation gegenüber dem Vorjahr abgenommen. Nur auf Flächen abseits der Abflusslinie gab es eine sehr geringe Zunahme. Auch hier sind die Unterschiede nicht signifikant.

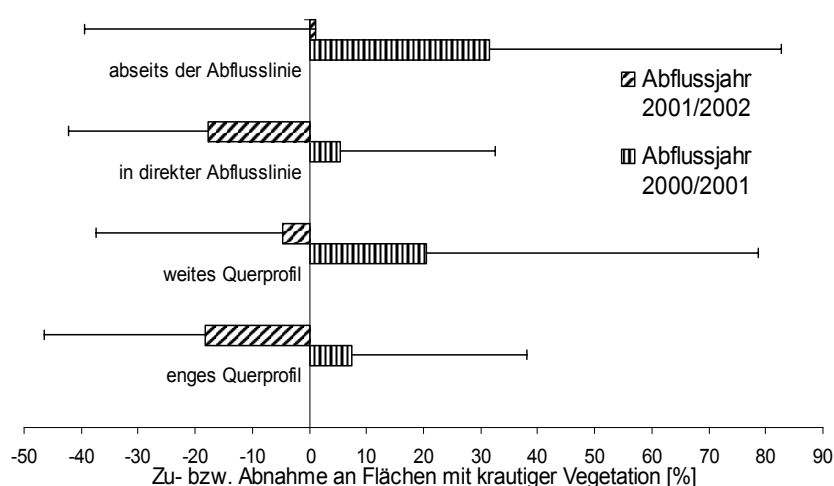


Abb. 4.1.47: Änderungen der Anteile krautiger Vegetation in flussmorphologischen Gruppen.

Die deutliche Zunahme der Flächenanteile der jungen Gehölzvegetation in beiden Abflussjahren zeigt die Tendenz in Richtung einer Weichholzaue (Abb. 4.1.48). Auch nach dem

Abflussjahr 2001/2002 nehmen diese Flächenanteile noch zu, wenn auch deutlich geringer gegenüber dem Vorjahr. Die Unterschiede der Werte zwischen den beiden Abflussjahren sind nicht signifikant (t-Test: mittlerer t-Wert 1,50; mittleres  $p = 0,15$ ).

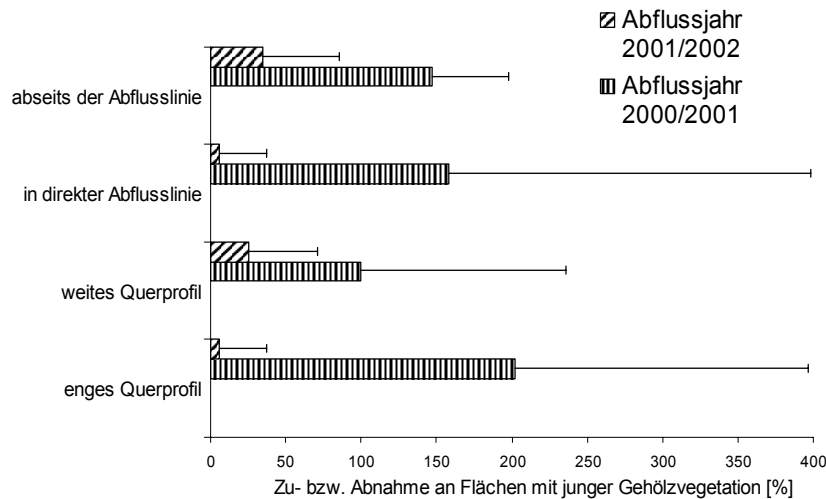


Abb. 4.1.48: Änderungen der Anteile junger Gehölzvegetation in flussmorphologischen Gruppen.

Die Zu- bzw. Abnahme von Rohbodenflächen auf einer Untersuchungsfläche und in einem Jahr muss nicht mit der Zu- bzw. Abnahme der krautigen Vegetation gekoppelt sein, wie Abbildung 4.1.49 zeigt.

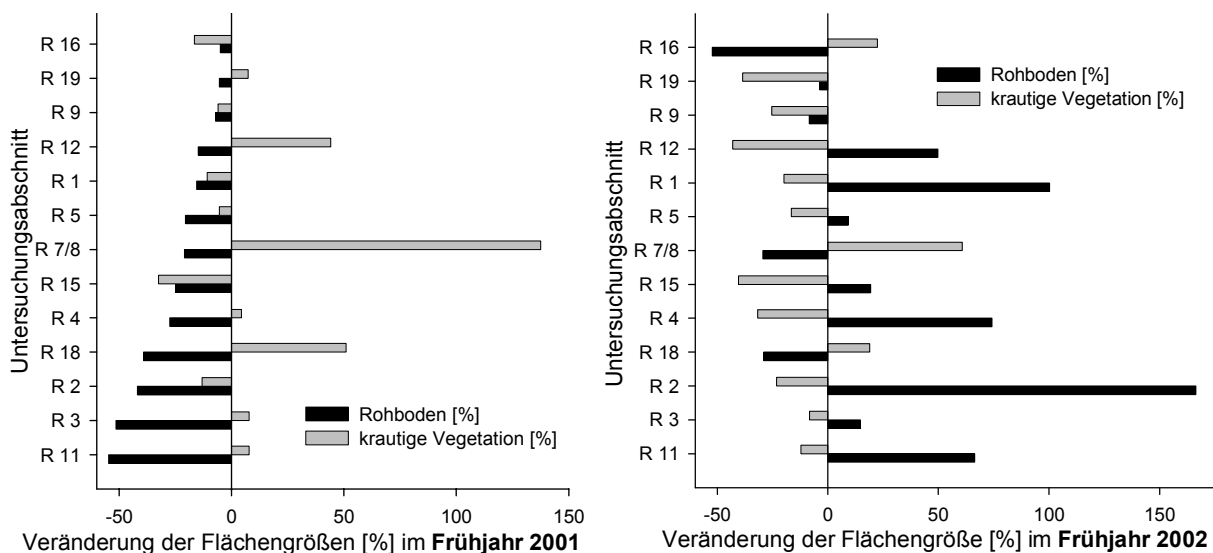


Abb. 4.1.49: Veränderungen der Flächengrößen der beiden Strukturelemente 'Rohboden' und 'krautige Vegetation' im Frühjahr 2001 (links) und 2002 (rechts).

Im Frühjahr 2001 nimmt auf sieben der 13 Untersuchungsflächen der Anteil an krautiger Vegetation zu während der Rohbodenanteil abnimmt. Auf sechs Flächen nimmt der Flächen-



anteil beider Strukturelemente ab. Im Frühjahr 2002 sind es elf der 13 Flächen, auf denen die Flächenzu- bzw. abnahme der beiden Strukturelemente in gegengesetzte Richtungen tendieren und nur auf zwei Flächen ist die Rohbodenabnahme auch mit einer Abnahme der krautigen Vegetationsflächen gekoppelt.

Im Frühjahr 2001, nach einem schwachen Winterhochwasser (Abflussspitze  $250 \text{ m}^3/\text{s} = \text{HQ}_1$  am Pegel in Schwüribitz), sind es besonders die beiden Flächen R 7/8 und R 18, die sehr hohe Zunahmen der Flächengrößen mit krautiger Vegetation aufweisen. Beide Flächen wurden erst im Sommer des Jahres 2000 vom WWA Bamberg fertig renaturiert. Die Situation der Fläche R 12 im Frühjahr 2001 ist ähnlich. Diese Fläche liegt zu großen Teilen hoch über der Mittelwasserlinie, was dazu führt, dass ein einjähriges Hochwasser nur wenige Bereiche des Untersuchungsabschnitts überflutet.

Nach dem Abflussjahr 2000/2001 sind die Anteile mit junger Gehölzvegetation auf allen Untersuchungsflächen gestiegen (Abb. 4.1.50). Nach den starken Winterhochwässern 2002 sind bei neun der 13 Flächen diese Anteile weiter gestiegen. Auf vier Flächen (R 1, R 3, R 7/8) verliert dieses Strukturelement zum Frühjahr 2002 Anteile ( $20,0 \% \pm 14,1 \%$ ).

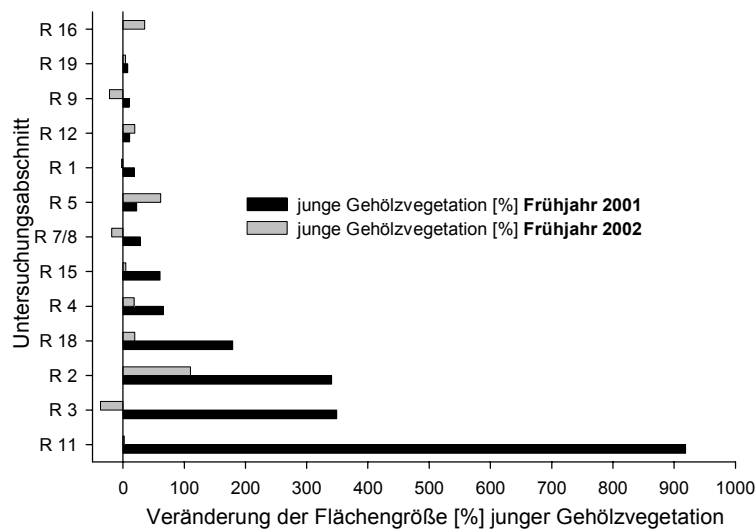


Abb. 4.1.50: Veränderungen der Flächengrößen des Strukturelements 'junge Gehölzvegetation' im Frühjahr 2001 und 2002.

Bei der Korrelation der Flächenänderungen der jungen Gehölzvegetation mit der Höhe der vorherigen Winterabflüsse lässt sich keine klare Aussage machen (Abb. 4.1.51). Im Gegensatz dazu zeigt die Korrelation zwischen der Flächenänderung junger Gehölzvegetation mit

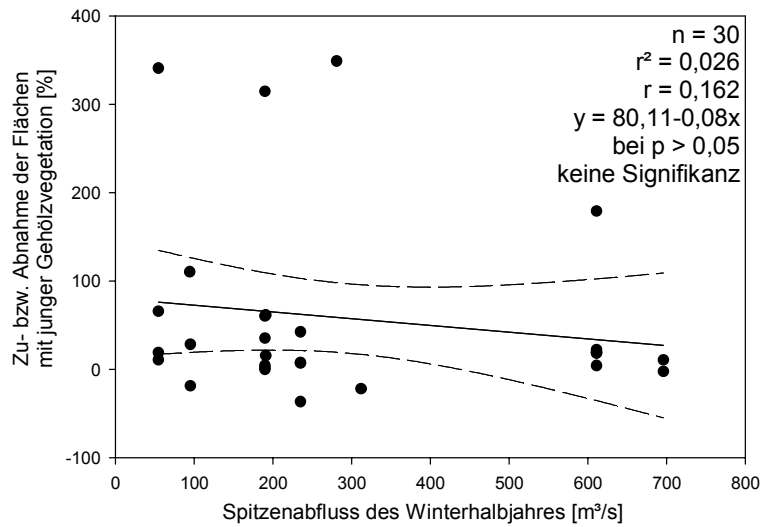


Abb. 4.1.51: Zusammenhang zwischen der Flächenänderung junger Gehölzvegetation und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.

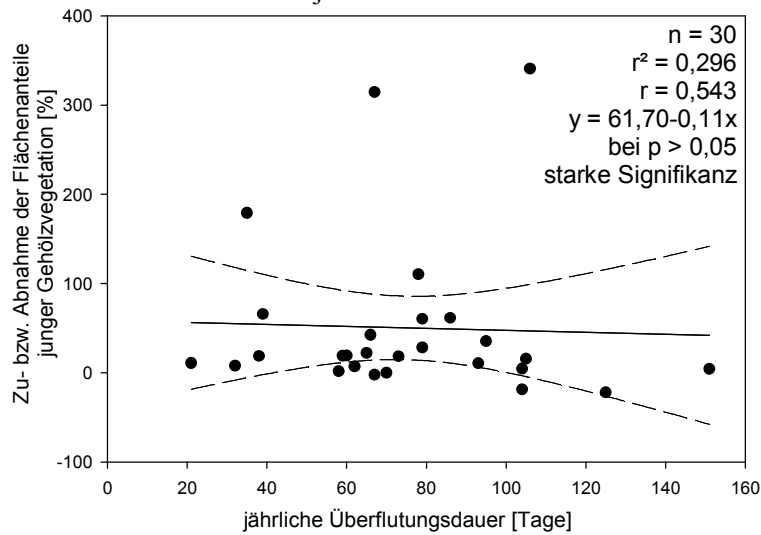


Abb. 4.1.52: Zusammenhang zwischen der Flächenänderung junger Gehölzvegetation mit der Überflutungsdauer während des vorangegangenen Winterhalbjahres.

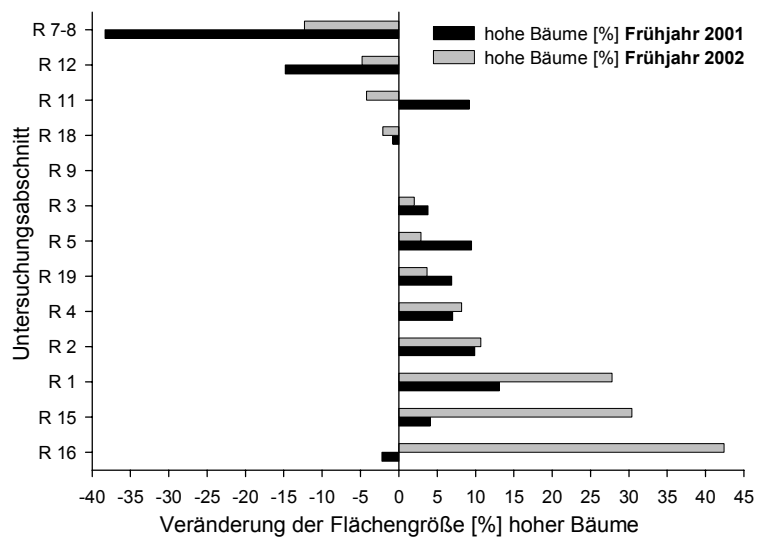


Abb. 4.1.53: Veränderungen der Flächengrößen des Strukturelements 'hohe Bäume' im Frühjahr 2001 und 2002.

der vorangegangenen jährlichen Überflutungsdauer eine starke Signifikanz ( $r^2 = 0,296$ ,  $r = 0,543$  bei  $n = 30$ ) (Abb. 4.1.52).

Für den gesamten Untersuchungszeitraum kann auf fünf der dreizehn Flächen eine Abnahme des Flächenanteils an hohen Bäumen gezeigt werden (Abb. 4.1.53). Auf diesen Flächen sind durch die Hochwassereinwirkungen Bäume entwurzelt worden wodurch der prozentuale Flächenanteil verringert wurde: im Abflussjahr 2000/2001 auf der Fläche R 7/8 um 38 %, auf R 12 um 15 %, auf R 16 um 2 % und auf R 18 um 1 %; im Abflussjahr 1999/2000 auf der Fläche R 7/8 um 12 %, auf R 12 um 5 %, auf R 11 um 4 % und auf R 18 um 2 %. Ersichtlich ist auf neun der Flächen das allmähliche Hineinwachsen der jungen Gehölzvegetation in die Baumschicht, was mit einem Anstieg dieser Flächenanteile einhergeht. Am deutlichsten tritt das auf den drei ältesten Untersuchungsfläche (R 15, R 16, R 1) hervor.

### Grenzlinien und Flussdynamik

Bei einer Zunahme der Anzahl an Vegetationsperioden (Flächenalter) ist eine deutliche prozentuale Abnahme der Grenzliniendichten erkennbar ( $r^2 = 0,219$ ,  $r = 0,468$  bei  $n = 30$ ) (Abb. 4.1.54). Bei der Korrelation der Werte der Grenzliniendichten [m/ha] mit dem Flächenalter ist keine Signifikanz zu erkennen (Abb. 4.1.55). In den Altersklassen 9, 10 und 11 Jahre ist jedoch eine zu geringe Anzahl an Flächen vorhanden, um für diese Altersgruppen eine sichere Aussage treffen zu können.

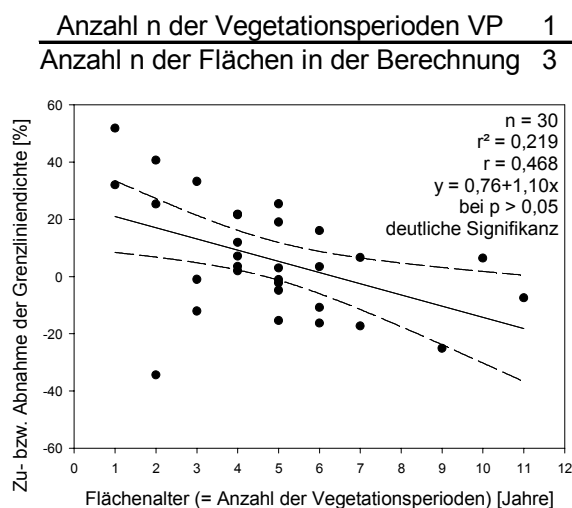


Abb. 4.1.54: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Grenzliniendichte und der Anzahl der Vegetationsperioden. Bei den Altersklassen 9 bis 11 ist die Anzahl der Flächen für eine sichere statistische Aussagen zu gering.

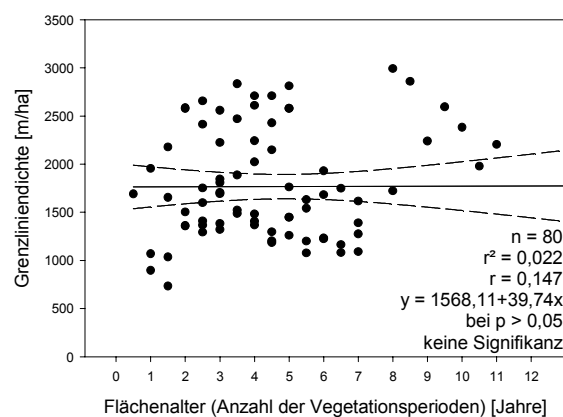


Abb. 4.1.55: Zusammenhang zwischen der Werte der Grenzliniendichte [m/ha] dem Flächenalter (= Anzahl der Vegetationsperioden).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zu- bzw. Abnahme der Grenzliniendichte und der vorangegangenen Überflutungsdauer und dem Spitzenabfluss des Hochwassers ist nicht ersichtlich (Abb. 4.1.56).

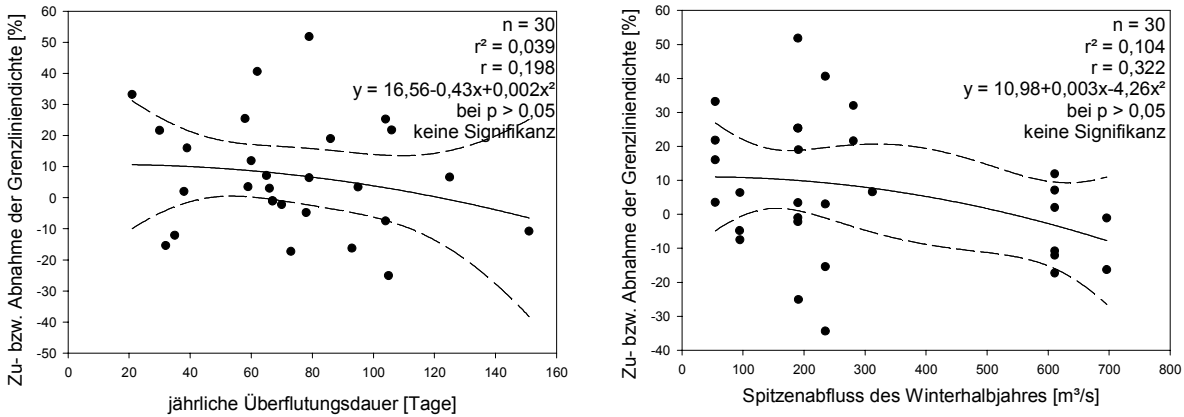


Abb. 4.1.56: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Grenzliniendichte und der jährlichen Überflutungsdauer (links) und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres (rechts).

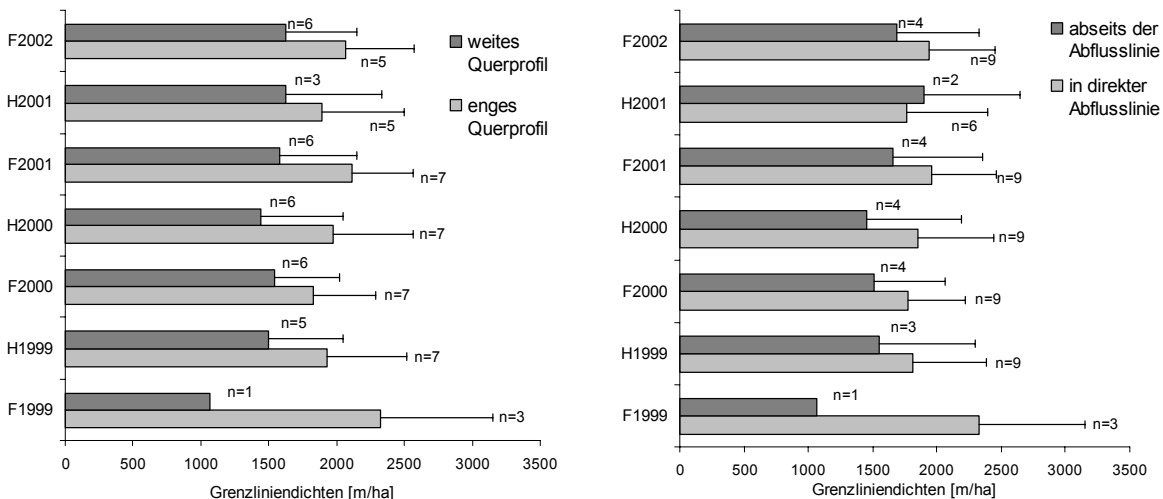


Abb. 4.1.57: Veränderungen der Grenzliniendichte von 1999 bis 2002 von in Gruppen zusammengefassten Renaturierungsflächen, abhängig von der Lage zum Flussquerprofil bzw. der Hochwasserabflusslinie.

Für Renaturierungsflächen im Bereich enger Flussquerprofile und in direkter Position zur Hauptabflusslinie (Abb. 4.1.57), kann tendenziell eine höhere Grenzliniendichte gefunden werden, als auf Renaturierungsflächen mit einem weiten Querprofil und der Lage abseits zur Hauptabflusslinie. Die Unterschiede sind allerdings nicht signifikant.

Aus den Änderungen der Werte der Grenzliniendichten zwischen 1999 bis 2002 ist keine deutliche Tendenz erkennbar.

Die Grenzliniendichten begradigter Flussabschnitte sind signifikant niedriger als die entsprechenden Werte renaturierter Flussabschnitte (t-Test der Grenzliniendichten im Frühjahr 2001: t-Wert 2,14;  $p = 0,04$ ) (Tab. 4.1.9; vgl. auch Tab. 4.1.6 und Anhang III).

Grenzliniendichte [m/ha]				MW R
NR 3	NR 4	NR 5	NR 6	
1078	1290	1270	1351	1865

Tab. 4.1.9: Grenzliniendichten der begradigten Flussabschnitte NR 3 bis NR 6 und der entsprechende Mittelwert der Renaturierungsflächen (MW R).

Die Grenzliniendichte stellt einen aus den Strukturkarten quantifizierbaren Teilaspekt der Strukturdiversität dar. Um dieser Diversität auch einen qualitativen Aspekt zu geben, werden die an der Grenzliniendichte beteiligten Grenzlinientypen mit berücksichtigt und daraus die Grenzlinien-Diversität berechnet.

Die Zusammenfassung der 13 Renaturierungsflächen in Gruppen mit gemeinsamer Lage zur Hochwasserabflusslinie bzw. zum Charakter des Flussquerprofils zeigt, wie schon bei der Grenzliniendichte, eine leichte Tendenz zwischen den Gruppen (Abb. 4.1.58). Die Werte der Grenzlinien-Diversitäten an Flussabschnitten mit engem Flussquerprofil und in direkter Abflusslinie sind höher als die an weiten Querprofilen und abseits der Abflusslinie.

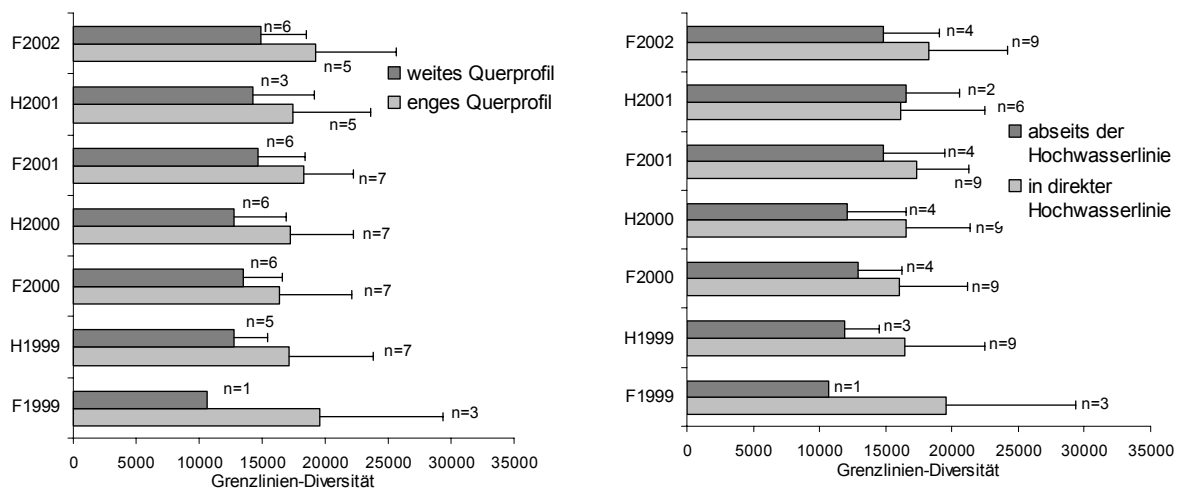


Abb. 4.1.58: Veränderungen der Grenzlinien-Diversität von 1999 bis 2002 von in Gruppen zusammengefassten Renaturierungsflächen, abhängig von der Lage zum Flussquerprofil bzw. der Hochwasserabflusslinie.

Zwischen den Werten der gegenübergestellten Gruppen gibt es keinen signifikanten Unterschied.

Eine Tendenz zu deutlich veränderten Werten der Grenzlinien-Diversität im Laufe der Untersuchungsjahre ist nicht erkennbar. Auf Flächen an engen Flussquerprofilen und in direk-

ter Abflusslinie existiert eine leichte Tendenz zu höheren Grenzlinien-Diversitäten jeweils nach den Überflutungen im Frühjahr 2001 und 2002.

Die Grenzlinien-Diversitäten der Uferbereiche begradigter Flussabschnitte besitzen signifikant niedrigere Werte (t-Test: t-Wert 5,20;  $p = 0,0001$ ) als die Werte renaturierter Flächen (Tab. 4.1.10). An Uferbereichen begradigter Flussabschnitte fehlen die meisten der zehn verschiedenen Grenzlinientypen.

Grenzlinien-Diversität			
NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
3235	6448	5080	6756

Tab. 4.1.10: Grenzlinien-Diversität der begradigten Flussabschnitte NR 3 bis NR 6.

#### 4.1.2 Großmaßstäbliche Betrachtungen

Die Strukturuntersuchungen in der tieferen Betrachtungsebene dienen dazu, detailgenauere Erkenntnisse über die räumliche und zeitliche Anordnung der einzelnen Pflanzenarten oder ausgewählter Artengruppen zu erhalten. Für diese Analysen wird, wie schon in der kleinmaßstäblichen Ebene, unterschieden zwischen den Rohbodenflächen, der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation. Das Strukturelement der hohen Bäumen tritt innerhalb der Dauerflächen nicht auf. Jedes der drei Strukturelemente wird in einer eigenen Schicht betrachtet, sodass es auch zu Gesamtabundanzen von über 100 % kommen kann.

##### 4.1.2.1 Dauerflächen, sortiert nach unterschiedlichen Sukzessionsreihen

Die 18 Dauerflächen renaturierter Bereiche sind im Folgenden in fünf unterschiedliche Sukzessionsreihen zusammengefasst, innerhalb derer die Vegetationsentwicklung ein gleiches Alter aufweisen (Abb. 4.1.59). Der Sukzessionsstart ist entweder durch das Ende der Renaturierungsmaßnahme des Wasserwirtschaftsamtes definiert, oder durch das Alter der ersten auf der Fläche gekeimten Weidensträucher festgestellt worden. Die Fläche D 16 (Vegetationsstart 1995) ist mit in die Sukzessionsreihe 5 (Start 1996) eingegliedert. Die Dauerflächen begradigter Uferbereiche sind in einer eigenen Gruppe zusammengefasst. Im Vorfeld der Analyse jeder der fünf Sukzessionsreihen wird eine Beispielfläche exemplarisch vorgestellt.

##### Sukzessionsreihe 1 (Beispielfläche D 18)

Die Flächen und die dort aufkommende Pioniervegetation innerhalb der jüngsten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 2000) sind nach beiden Vegetationsperioden (2000/2001 und 2001/2002) regelmäßigen Störungen durch die Hochwässer ausgesetzt. Ein Jahr ohne eine derartige Störung erlebten diese Flächen im Gegensatz zu den Flächen der anderen vier Sukzessionsreihen nicht (das Winterhalbjahr 1999/2000 war ohne Hochwasser) (Abb. 4.1.60).

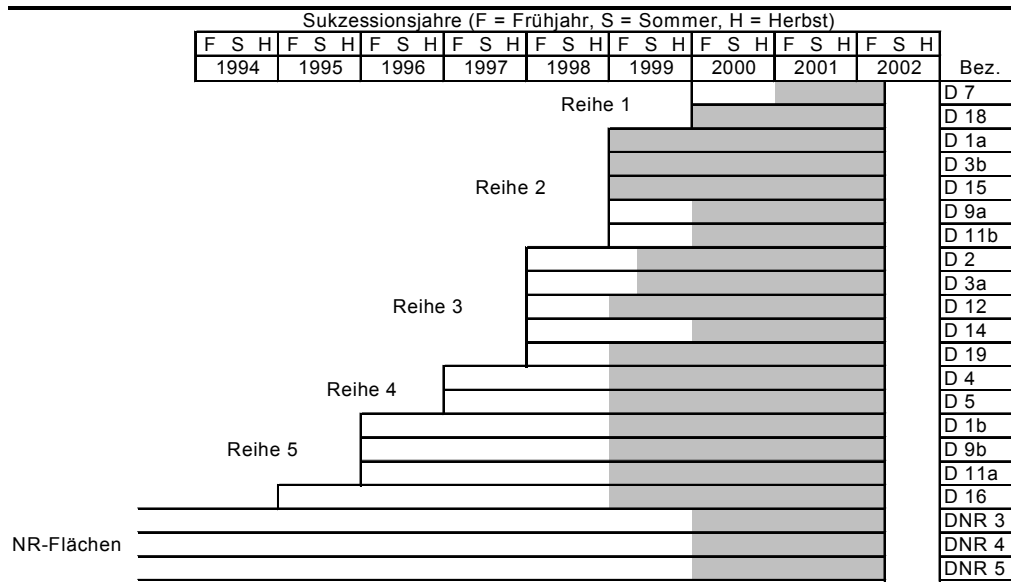


Abb. 4.1.59: Beginn der ersten Vegetationsperioden (weißer Rahmen) und der Zeitraum der Untersuchungen zur taxonomischen Diversität auf den Dauerflächen (grau) entlang renaturierter und begradigter Flussabschnitte. Die Dauerflächen sind für die Einteilung in fünf verschiedene Sukzessionsreihen sortiert.

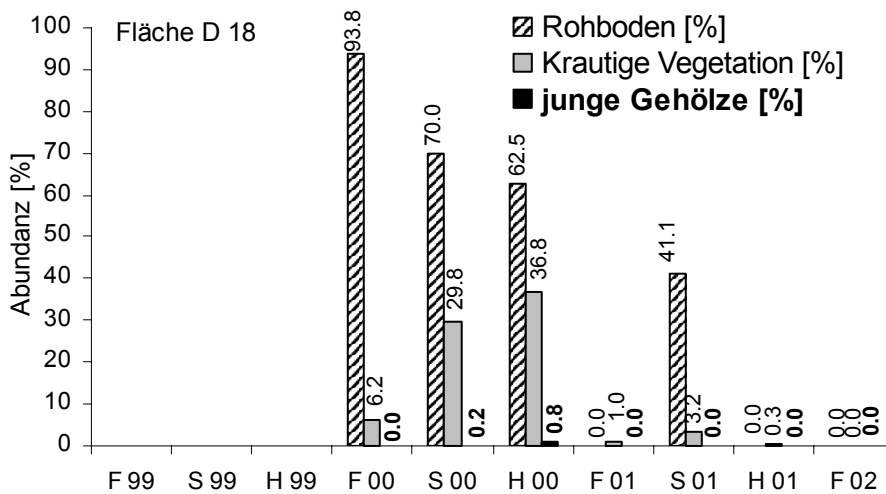


Abb. 4.1.60: Zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden, krautiger Vegetation und jungen Gehölzen auf der Dauerfläche D 18 vom Frühjahr 2000 bis zum Frühjahr 2002.

Die prozentualen Anteile an Rohbodenflächen nehmen innerhalb der ersten Vegetationsperiode von 94 % auf 63 % ab. Die Abundanzen der krautigen Vegetation nimmt dagegen kontinuierlich auf 37 % bis zum Herbst 2000 zu. Nach den leichten Hochwasserstörungen (HQ<sub>1</sub>) im Frühjahr 2001 ist die Insel im Bereich der Renaturierungsfläche R 18 stark erodiert worden und 99 % der Dauerfläche befinden unter der Wasseroberfläche. Zum Sommer 2001 liegen zwar wieder 44 % oberhalb der Wasserlinie, aber nur wenige Arten haben diese lange Überflutung überdauert. Zum Frühjahr 2002 ist die Fläche komplett erodiert worden und die Vegetation nicht mehr vorhanden.



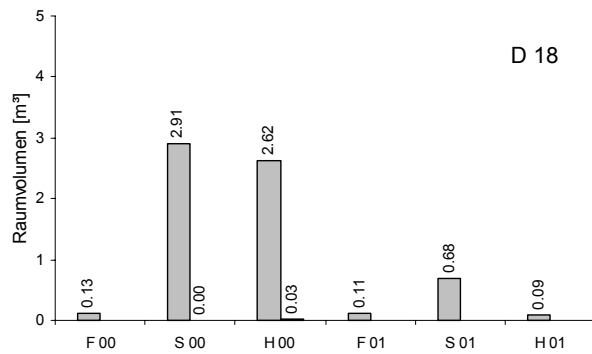


Abb. 4.1.61: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation (grau) und der jungen Gehölzvegetation (schwarz, nur im Herbst 2000) auf der Fläche D 18 vom Frühjahr (F) 2000 bis Herbst (H) 2001.

Das errechnete Raumvolumen der Vegetation zeigt den Zuwachs dieses Wertes innerhalb der ersten Vegetationsperiode und den Zusammenbruch der Vegetation im Jahr 2001 (Abb. 4.1.61).

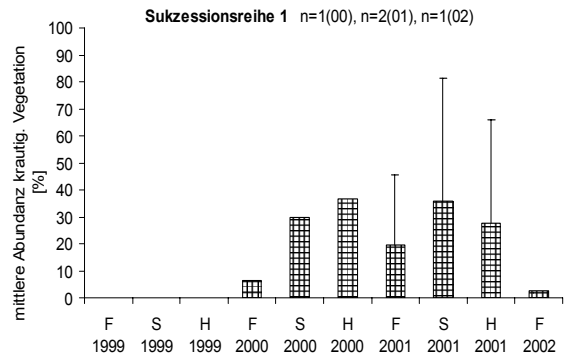
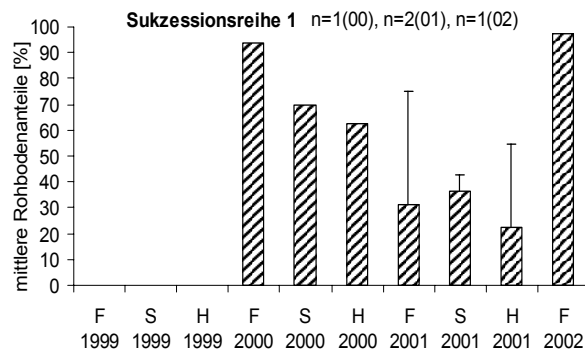


Abb. 4.1.62: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (rechts) innerhalb der ersten Sukzessionsreihe von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

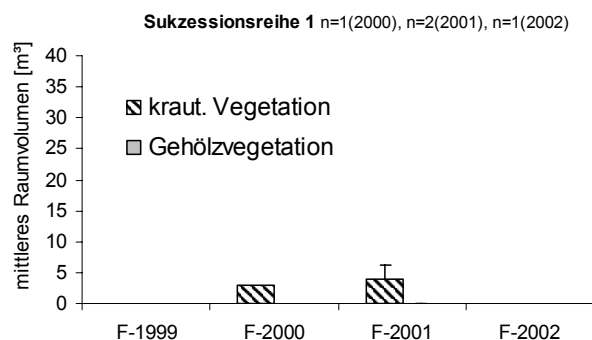


Abb. 4.1.63: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation der ersten Sukzessionsreihe in den Jahren 2000 und 2001. Gehölzvegetation ist keine vorhanden.

Innerhalb der jüngsten Sukzessionsreihe besteht wegen des allmählichen Verschwindens der Fläche D 18 keine gute Möglichkeit zu einer statistischen Aussage über das Verhalten der Vegetationsstrukturen im Laufe der beiden Untersuchungsjahre (Abb. 4.1.62). Das durchschnittliche Raumvolumen der Vegetation der beiden jüngsten Flächen zeigt in den ersten

beiden Vegetationsperioden nur sehr geringe Werte von unter  $5 \text{ m}^3$  (Abb. 4.1.63). Die Gehölzvegetation besitzt im Jahr 2001 ein Raumvolumen von  $0,02 \text{ m}^3$ .

### Sukzessionsreihe 2 (Beispielfläche D 1a)

Als Beispielfläche für die Sukzessionsreihe 2 dient die Dauerfläche D 1a auf der Renaturierungsfläche R 1 (Nagel), auf der die Baumaßnahmen im Sommer 1995 beendet wurden (Abb. 4.1.64). Die Kiesbank, auf der im Frühjahr 1999 die Dauerfläche D 1a eingerichtet wurde, entstand durch die Hochwässer vom September 1998 bis zum März 1999. Auf der Fläche D 1a findet zu Beginn der Untersuchungen die erste Vegetationsperiode statt.



Abb. 4.1.64: Ausschnitt der Renaturierungsfläche R 1 vom Frühjahr 2001. Die roten Punkte markieren die eingerichtete Dauerfläche D 1a (die blauen Punkte die Fläche D 1b). Zu erkennen sind graue (ältere) und weiße (neue) Kiesflächen.

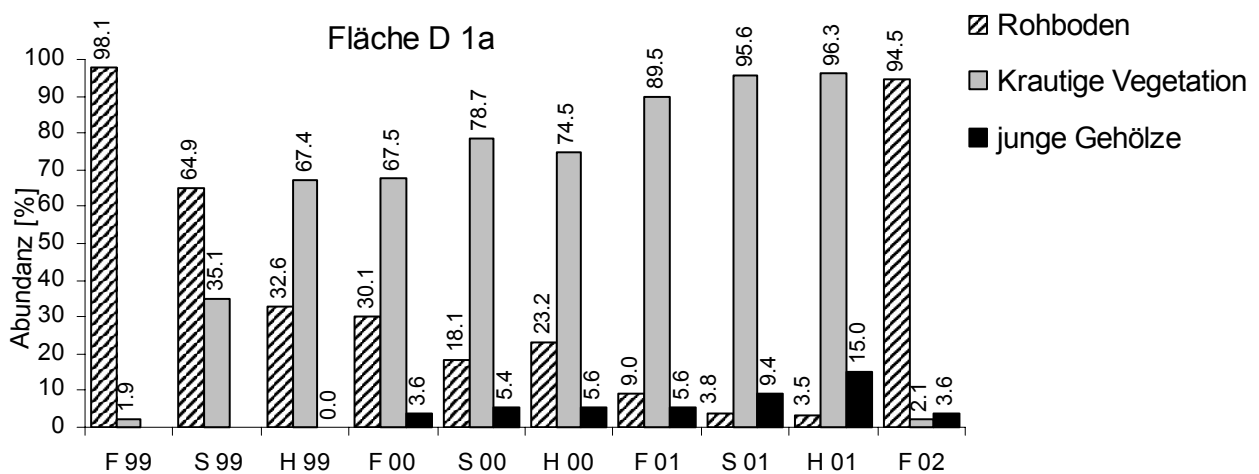


Abb. 4.1.65: Zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden, krautiger Vegetation und jungen Gehölzen auf der Dauerfläche D 1a vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002.

Die Strukturuntersuchungen auf der Dauerfläche D 1a zeigen zwischen Frühjahr 1999 und Frühjahr 2002 eine Tendenz zu höheren Bedeckungsgraden der Vegetation und somit zu abnehmenden Anteilen an vegetationsfreien Flächen (Rohbodenflächen). Diese Tendenz ist nur schwach von saisonalen Schwankungen in den einzelnen Untersuchungsjahren begleitet (Abb. 4.1.65).

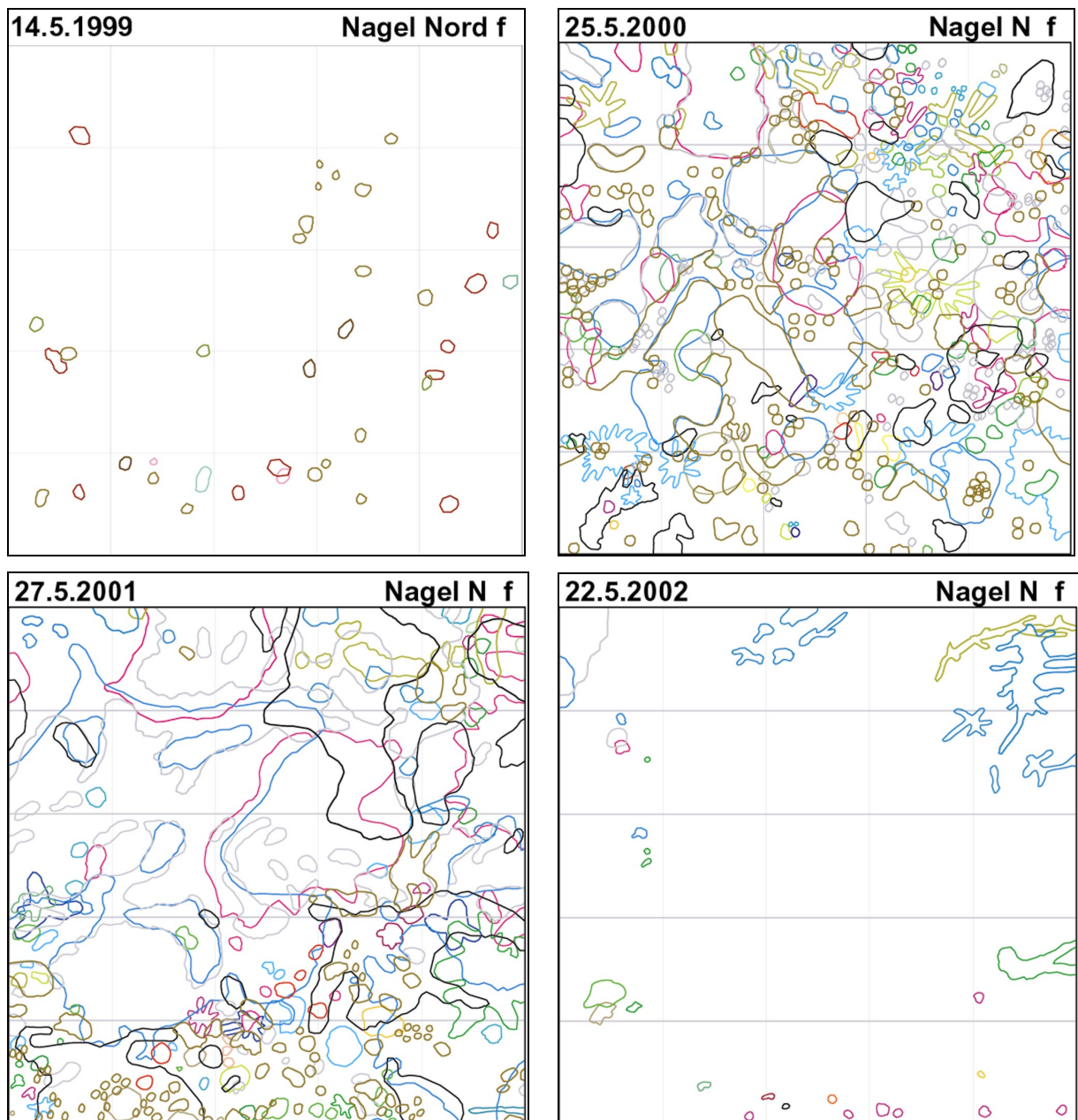


Abb. 4.1.66: Zweidimensionale Strukturkarten der Dauerfläche D 1a und die zeitliche Veränderung der Vegetationsstrukturen 1999 bis 2002 (jeweils Frühjahr). Jede Farbe stellt eine Pflanzenart dar.

Der entscheidende Aspekt ist der vom Frühjahr 2002 (Abb. 4.1.66). Die drei Spitzenhochwässer (max.  $HQ_{13}$ ) werfen die Vegetationsentwicklung auf den Anfangszustand der bis dahin dreijährigen Sukzession zurück. Der Unterschied der Situationen vom Frühjahr 1999

und 2002 liegt in den Flächenanteilen, welche die Gehölze einnehmen. Die ersten Weiden keimen im Sommer 1999 auf der Fläche D 1a. Am Ende der zweiten Vegetationsperiode liegt der prozentuale Flächenanteil der Gehölze bei 15 %.

Die saisonale Abnahme der Rohbodenfläche beträgt innerhalb der ersten Vegetationsperiode 66,8 %. In den beiden Folgejahren 2000 bzw. 2001 liegen diese Werte bei 23 % bzw. 61,4 %. Betrachtet man dagegen nur die jährlichen Unterschiede vom Frühjahr zweier aufeinander folgender Jahre, so erkennt man eine Abnahme von 69 % (1999 auf 2000) und von 70 % (2000 auf 2001). Von 2001 auf 2002 liegt dagegen ein Zuwachs von 90,4 % vor.

Der Zuwachs der Gehölze beträgt innerhalb des Jahres 2000 36 %, innerhalb 2001 schon 63 %. Die Abbildung 4.1.66 veranschaulicht die schnelle Entwicklung von der Rohbodenfläche im Frühjahr 1999 zur dicht bewachsenen Vegetation im Frühjahr 2001 und dem massiven Rückschlag dieser Sukzession im Frühjahr 2002. Für die Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Raumvolumen der Vegetation und den Störungen durch die Hochwässer werden bei den weiteren Analysen nur die Volumina der Frühjahrsaspekte herangezogen.

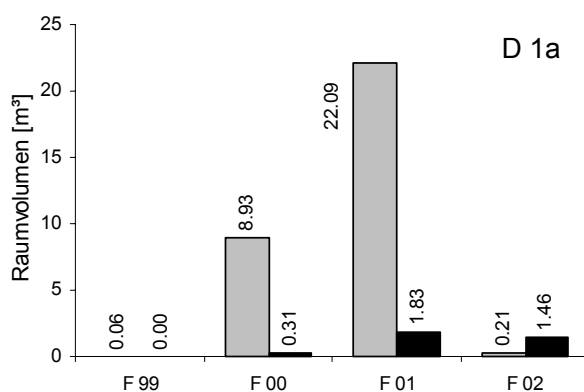


Abb. 4.1.67: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation (grau) und der jungen Gehölzvegetation (schwarz) auf der Fläche D 1a vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.

Auf der Dauerfläche D 1a entwickelt sich im Laufe der ersten drei Vegetationsperioden 1999 bis 2001 eine Zunahme des Raumvolumens auf 22,1 m<sup>3</sup> (Abb. 4.1.67). Die Gehölzvegetation erreicht im gleichen Zeitraum ein Volumen von 1,8 m<sup>3</sup>. Durch die Auflandungen während der Hochwässer 2002 ist die krautige Vegetation fast auf Null gesetzt worden während die Gehölzvegetation eine Abnahme auf 1,5 m<sup>3</sup> verzeichnet.

Innerhalb der ersten drei Vegetationsperioden der zweiten Sukzessionsreihe zeigt sich ein deutlicher Trend hin zu abnehmenden Rohbodenanteilen, zu einer saisonal schwankenden Abundanz der krautigen Vegetation, die nicht höher als 50 % steigt, und zu einem allmählichen Ansteigen der Abundanzen der jungen Gehölzvegetation (Abb. 4.1.68). Der Rückgang der Rohbodenanteile wird erst zum Sommer 2001 deutlich gering (t-Test gegenüber Frühjahr

2001: t-Wert 2,00;  $p = 0,08$ ). Der Anstieg der Rohbodenanteile zum Frühjahr 2002 ist signifikant (t-Test gegenüber Herbst 2001: t-Wert 2,39;  $p = 0,04$ ).

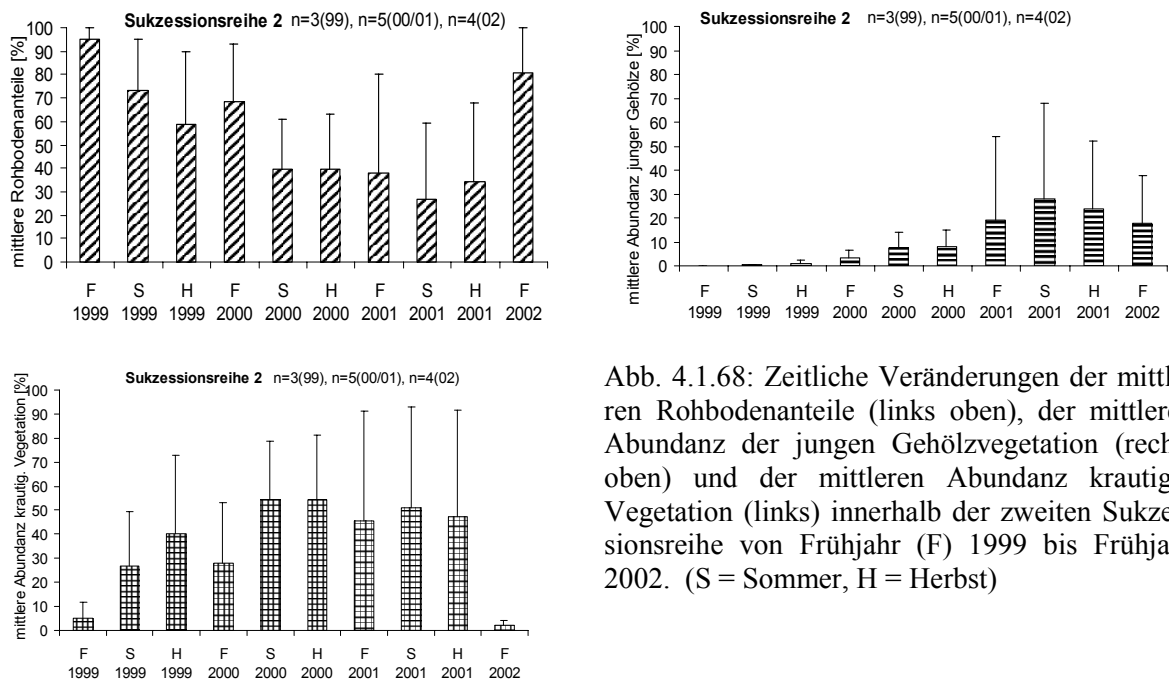


Abb. 4.1.68: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) innerhalb der zweiten Sukzessionsreihe von Frühjahr (F) 1999 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

Die mittleren Abundanzen der Gehölzvegetation steigen bis zum Ende der dritten Vegetationsperiode auf ca. 25 %. Dieser Wert wird durch die Hochwässer 2002 auf 17 % reduziert (nicht signifikant). Die Abundanz der krautigen Vegetation nimmt in der ersten Vegetationsperiode kontinuierlich zu. In den beiden folgenden Jahren schwanken die Abundanzen saisonal mit dem niedrigsten Wert jeweils im Frühjahr. Zu Beginn der vierten Vegetationsperiode (2002) ist dieser Wert auf ca. 2 % zurückgesetzt worden (t-Test gegenüber Herbst 2001: t-Wert 2,03;  $p = 0,02$ ).

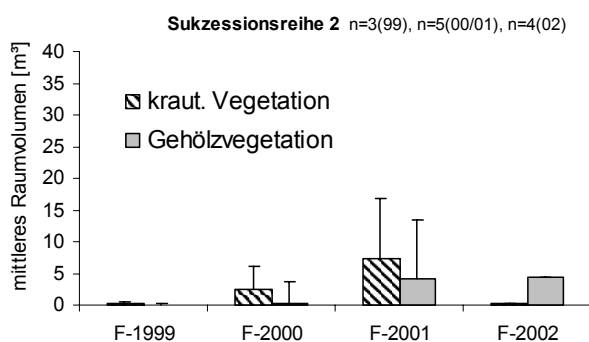


Abb. 4.1.69: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der zweiten Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002.

Das durchschnittliche Raumvolumen der krautigen Vegetation nimmt in den ersten drei Vegetationsperioden kontinuierlich zu (jedoch nicht signifikant) und erreicht einen Wert von



ca. 7 m<sup>3</sup>, fällt aber zum Frühjahr 2002 fast auf Null zurück (Abb. 4.1.69). Das Raumvolumen der Gehölzvegetation nimmt nur allmählich bis zur dritten Vegetationsperiode zu (bis auf ca. 5 m<sup>3</sup>), verliert aber kaum durch die Hochwässer 2002.

### Sukzessionsreihe 3 (Beispielfläche D 19)

Als nächste Beispielfläche der Interaktionen zwischen den Vegetationsstrukturen und dem Flächenalter dient die Dauerfläche D 19 auf der Renaturierungsfläche R 19 (Kemmern). Dieser Renaturierungsabschnitt ist im Herbst 1997 durch das Wasserwirtschaftsamt Bamberg fertig gestellt worden. Im Frühjahr 1998 begann die erste Vegetationsperiode auf der Fläche D 19 (Abb. 4.1.70). Da die Fläche nur ca. 1 m vom Ufer entfernt liegt, ist eine ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen während der trockenen und heißen Sommermonate gewährleistet. Die ersten Weiden etablierten sich im Sommer 1998 in diesem Bereich.

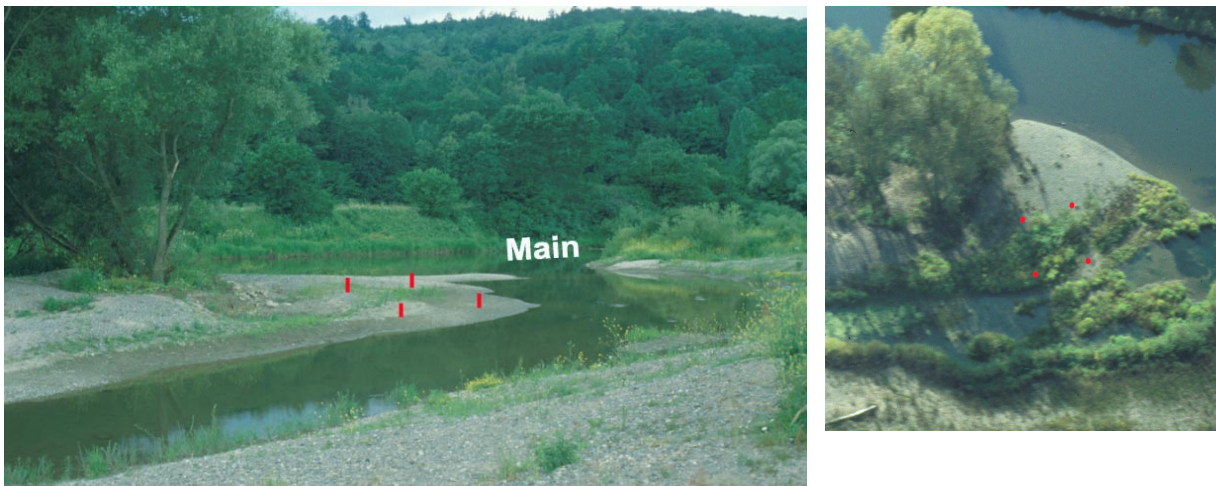


Abb. 4.1.70: Zwei verschiedene Aspekte der Vegetationszusammensetzung auf der Fläche R 19: linkes Bild vom Frühjahr 1999 (erste Pflanzen etablieren sich), rechtes Bild vom Herbst 2001 (2 bis 3 m hohe Weidensträucher auf der Dauerfläche). Die Markierung stellt die Dauerfläche D 19 dar.

Die Analyse der dreidimensionalen Dynamik der Strukturelemente 'Rohboden', 'krautige Vegetation' und 'junge Gehölzvegetation' zeigt einige sehr heterogene Reaktionen auf die Hydrodynamik an diesem Uferbereich (Abb. 4.1.71).

Im Gegensatz zu den bisher gezeigten Beispielen ist eine Tendenz zu höheren Bedeckungsgraden der Vegetation und somit zu abnehmenden Flächenanteilen an vegetationsfreien Flächen (Rohbodenflächen) nicht auf den ersten Blick erkennbar. Die Rohbodenanteile sinken zwar innerhalb jeder Vegetationsperiode, sind aber jeweils im Frühjahr (1999, 2000 und 2001) auf einem immer höheren Niveau (71 % bis 82 %). Darüber hinaus ist erkennbar, dass die Abnahme an Rohbodenflächen mit jeder weiteren Vegetationsperiode schneller im Jahresverlauf stattfindet. So reduziert sich dieser Flächenanteil im Laufe des Jahres 1999 um

30 %, in 2000 um 40 % und in 2001 um 60 %. Diese mehrjährige Dynamik wird begleitet von der saisonalen Schwankung der krautigen Vegetation, deren Flächenanteile im Frühjahr am geringsten und im Herbst am höchsten sind.

Der Flächenanteil der Gehölze steigt über die drei Jahre von 8 % auf 53 % an. Bis zum Herbst 2001 beträgt der Anteil der Gehölze (*Salix fragilis*, *S. purpurea*, *S. viminalis*) 49 %. Das 15jährige Hochwasser 2002 bewirkt keine erkennbaren Abnahmen der Flächenanteile der Gehölze, auch wenn einige Weidentriebe oberirdisch geschädigt sind. Auch ist die Abnahme der krautigen Vegetation noch im Bereich der saisonalen Schwankungen der Vorjahre. Die Tendenz zur Entwicklung einer Weichholzaue wird selbst durch ein starkes Hochwasser HQ<sub>15</sub> nicht gebremst.

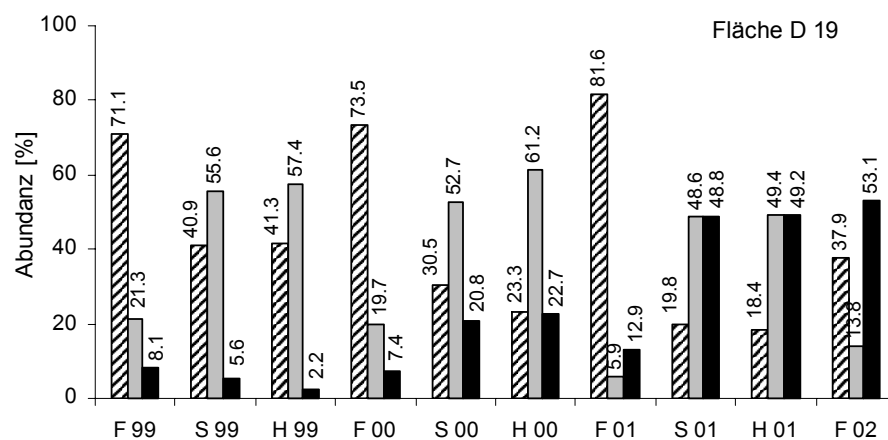


Abb. 4.1.71: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden (gestreift), krautiger Vegetation (grau) und junger Gehölzvegetation (schwarz) auf der Dauerfläche D 19 vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002. Legende siehe 4.1.65.

Beim Vergleich der berechneten Raumvolumina der Gehölzvegetation und der krautigen Vegetation wird die Geschwindigkeit offensichtlich, mit der die Weiden die Dauerfläche im dreidimensionalen Raum strukturell dominieren (Abb. 4.1.72). Die Weiden erreichen zu Beginn ihrer fünften Vegetationsperiode (seit 1998) ein Raumvolumen von 27 m<sup>3</sup>.

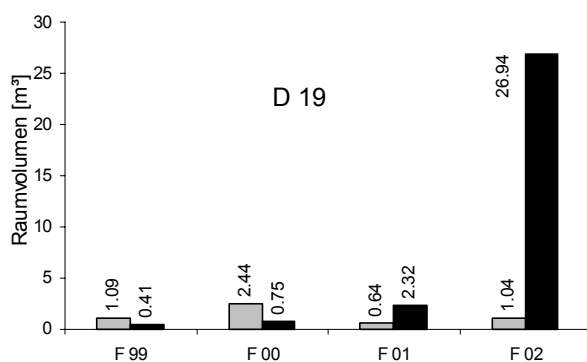


Abb. 4.1.72: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation (grau) und der jungen Gehölzvegetation (schwarz) auf der Fläche D 19 vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.

Die Rohbodenanteile und Abundanzen der krautigen Vegetation der dritten Sukzessionsreihe schwanken in den Jahren 1999 bis 2001 saisonal stark, während die Abundanzen der Gehölzvegetation von der zweiten (1999) bis zur vierten (2001) Vegetationsperiode einen Trend zu höheren Werten zeigen (Abb. 4.1.73). Die Abundanz der krautige Vegetation wird durch die Überflutungen 2002 weniger stark reduziert (von 44 auf 35 %), als dies in der zweiten Sukzessionsreihe gezeigt wird. Die Gehölzvegetation wird durch diese Störungen ebenfalls leicht reduziert (von 35 auf 21 %). Die Flächen der dritten Sukzessionsreihe zeigen einen Trend zu immer höheren Bedeckungsgraden mit zunehmendem Alter. Selbst die 15jährigen Hochwässer 2002 schaffen es nicht mehr, die Rohbodenanteile höher zu setzen, als es im Frühjahr davor der Fall war, als nur ein leichtes Hochwasser über die Flächen lief (HQ<sub>1</sub>).

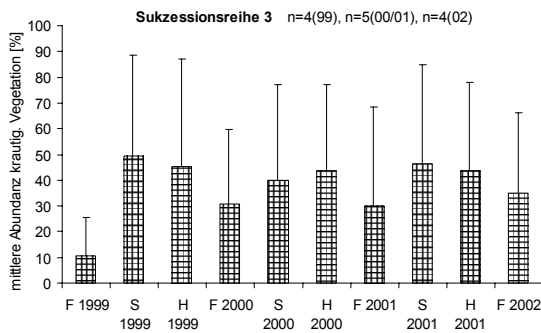
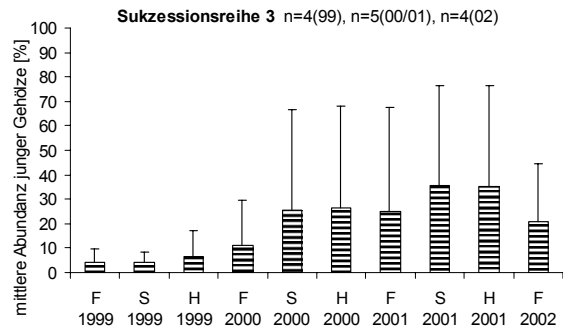
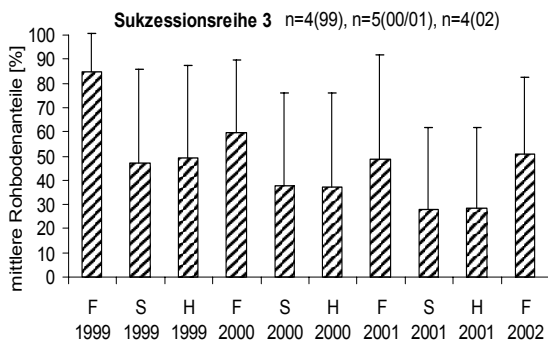


Abb. 4.1.73: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) innerhalb der dritten Sukzessionsreihe von Frühjahr (F) 1999 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

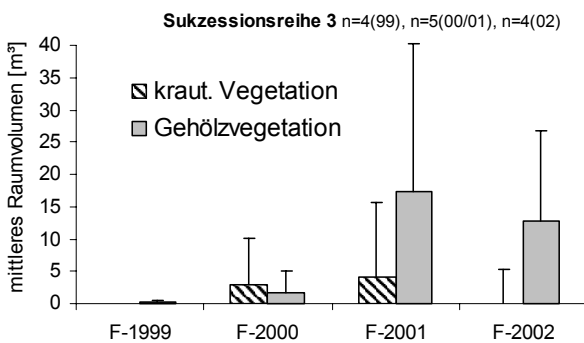


Abb. 4.1.74: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der dritten Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002.

Die Dynamik innerhalb der dritten Sukzessionsreihe wird auch durch die Analyse der mittleren Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation deutlich (Abb.



4.1.74). Der Durchschnittswert der krautige Vegetation liegt in der dritten und vierten Vegetationsperiode unter  $5 \text{ m}^3$ . In der fünften Vegetationsperiode ist dieser Wert nahezu bei Null angelangt. Das mittlere Raumvolumen der Gehölze liegt dagegen in der vierten Vegetationsperiode (2001) mit  $15 \text{ m}^3$  schon beim dreifachen Wert der krautigen Vegetation.

#### Sukzessionsreihe 4 (Beispielfläche D 4)

Zu Untersuchungsbeginn im Frühjahr 1999 liegt der Rohbodenanteil auf der Dauerfläche D 4 noch bei 61 %. Bis zum Frühjahr 2002 sinkt dieser Wert auf 1 % ab (Abb. 4.1.75). Die prozentualen Flächenanteile der krautigen Vegetation steigen im gleichen Zeitraum von 22 % auf 80 %, nehmen aber im Frühjahr 2002 etwas ab (um 20 %). Diese Abnahme kann ihre Ursachen sowohl im Spitzenhochwasser vom Januar 2002 als auch in der zunehmenden Abdunkelung und Verdrängung durch die Gehölzschicht haben. Die junge Gehölzvegetation (*Salix viminalis*, *S. fragilis*, *S. purpurea* und *Alnus glutinosa*) nimmt kontinuierlich an Flächenanteilen zu und liegt im Frühjahr 2002 bei 77 %. Der Flächenanteil der Gehölze steigt über die drei Jahre von 19 % auf 77 % an. Das ist vergleichbar mit der Geschwindigkeit der Gehölzsukzession auf der Dauerfläche D 19.

Das berechnete Raumvolumen der krautigen Vegetation nimmt vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2001 von  $1,3 \text{ m}^3$  auf  $15,1 \text{ m}^3$  zu und geht im Frühjahr 2002 auf  $13,0 \text{ m}^3$  etwas zurück (Abb. 4.1.76). Die Gehölzvegetation nimmt im Untersuchungszeitraum kontinuierlich an Raumvolumen zu: von  $2,5 \text{ m}^3$  auf  $84,6 \text{ m}^3$ .

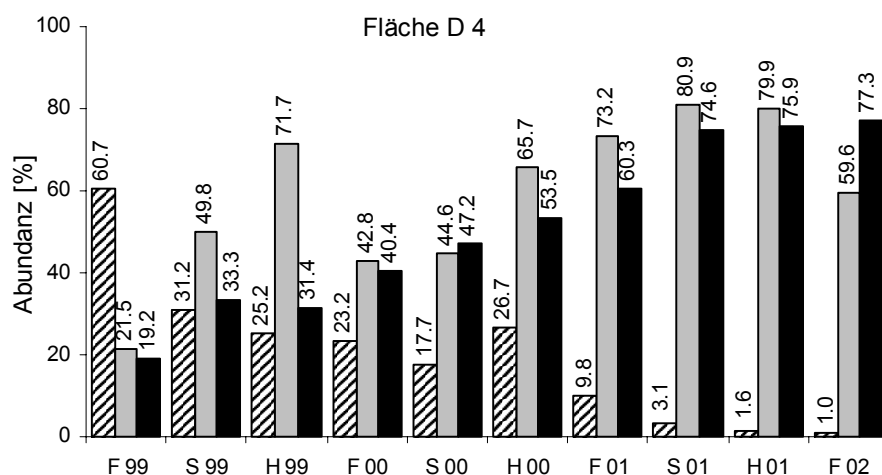


Abb. 4.1.75: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden (gestreift), krautiger Vegetation (grau) und jungen Gehölzen (schwarz) auf der Dauerfläche D 4 vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002. Legende siehe 4.1.65.

Der schnelle Anstieg der Gehölzvegetation in allen drei Raumrichtungen ist auf dieser Dauerfläche noch höher als auf der Fläche D 19. Zu Beginn 2002 liegt dieser Wert auf der

Fläche D 19 (Beginn der fünften Vegetationsperiode) bei 27 m<sup>3</sup>, während dieses zu Beginn der fünften Vegetationsperiode auf der Fläche D 4 (2001) schon 46 m<sup>3</sup> sind. Bemerkenswert in dieser Hinsicht ist die Zunahme der Höhe bei *Salix viminalis*, während *S. purpurea* und *S. fragilis* geringe Zuwächse der gemessenen Höhen zeigen (Abb. 4.1.77). *Salix viminalis* ist an die Dynamik dieses Standortes gut angepasst und nimmt selbst durch die schweren Hochwässern 2002 an Wuchshöhe noch zu (über 4 m).

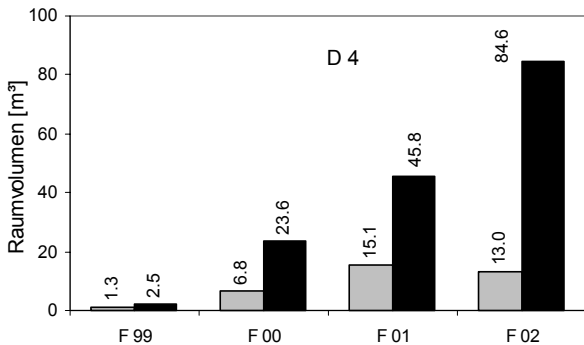
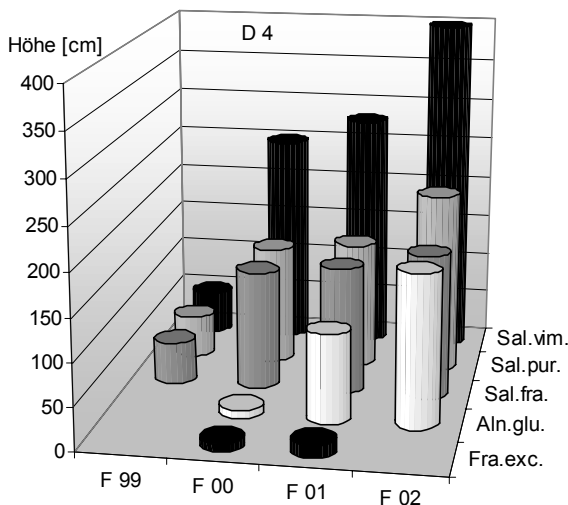


Abb. 4.1.76: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation (grau) und der jungen Gehölzvegetation (schwarz) auf der Fläche D 4 vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.

Die beiden Flächen in der Sukzessionsreihe 4 (D 4 und D 5) zeigen eine kontinuierliche Abnahme der prozentualen Rohbodenanteile (Ausnahme Herbst 2000) von 80 % (1999) auf 26 % (Abb. 4.1.78). Die Gehölzvegetation nimmt im gleichen Zeitraum kontinuierlich an Abundanz zu (von 10 auf 40 %). Die durchschnittliche Abundanz der krautigen Vegetation steigt von 12 % zu Beginn der dritten Vegetationsperiode (1999) auf 62 % am Ende der fünften Vegetationsperiode (2001). Die Abundanz dieses Strukturelementes wird durch die Überflutungen im Winter / Frühjahr 2002 um 9 % reduziert. Die Abundanzen der Gehölze werden zum Frühjahr 2002 nicht verringert.



Wuchshöhen der jungen Gehölzarten [cm]

Fläche D 4	F 99	F 00	F 01	F 02
Alnus glutinosa		10	105	180
Fraxinus excelsior		10	15	170
Salix fragilis	50	140	150	215
Salix purpurea	50	140	150	215
Salix viminalis	50	250	280	400

Abb. 4.1.77: Tabellarische und grafische Darstellung der Wuchshöhen [cm] der fünf Gehölzarten auf der Dauerfläche D 4 (jeweils nur die Frühjahrsaspekte 1999 bis 2002).

Das mittlere Raumvolumen der Gehölzvegetation nimmt von 1999 bis 2002 ebenfalls kontinuierlich zu (von 1 % auf 42 %, jedoch nicht signifikant), während die krautige Vegetation nicht über die 10 m<sup>3</sup> hinaus kommt (Abb. 4.1.79).

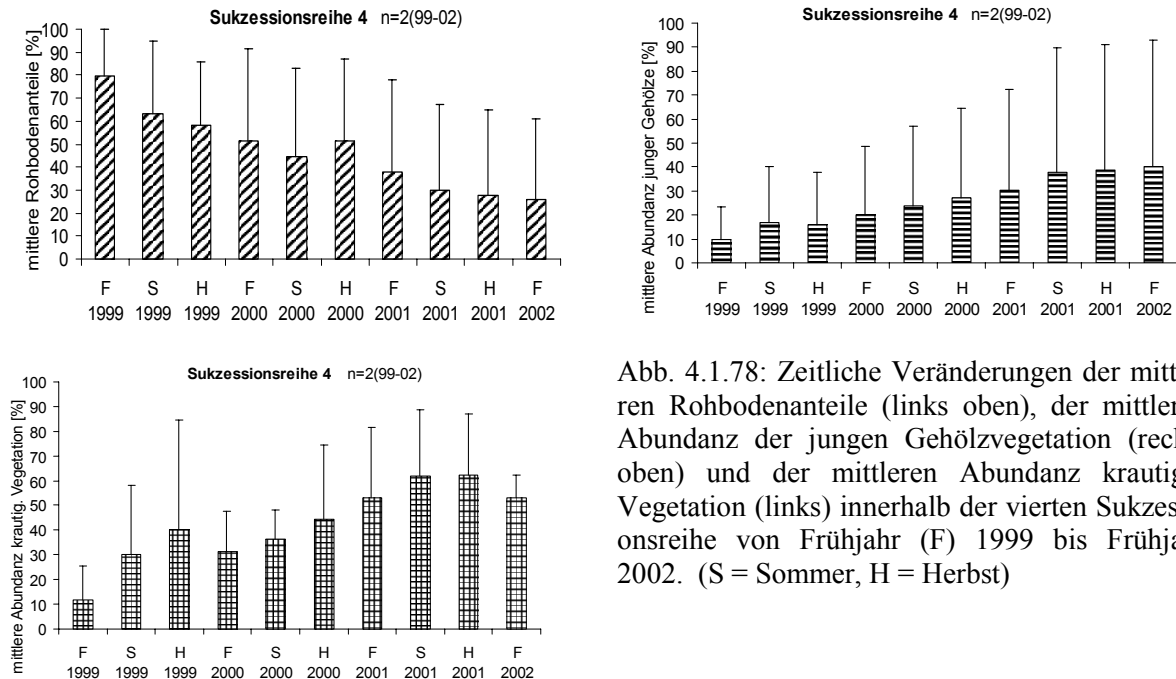


Abb. 4.1.78: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) innerhalb der vierten Sukzessionsreihe von Frühjahr (F) 1999 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

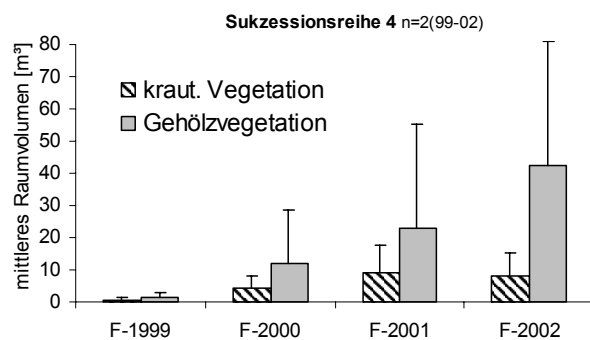


Abb. 4.1.79: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der vierten Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002. Man beachte die veränderte Skalierung der Achse zur Abbildung 4.1.57.

Sukzessionsreihe 5 (Beispielfläche D 1b)

Die Dauerfläche D 1b liegt ca. 100 m flussabwärts von der Fläche D 1a (Abb. 4.1.64). Im Mai 1999 befindet sie sich ca. 1 m vom aktuellen Flussufer entfernt. Bis zum Frühjahr 2002 wächst dieser Abstand auf 1,50 m an, da die Rodach ihren Lauf weiter nach Süden verlegt (Abb. 4.1.27). Der Weidenaufwuchs auf der Dauerfläche konnte im Frühjahr 1999 als vierjährig bestimmt werden (Jahresringe). Somit sind die Weiden im Sommer 1995, kurz nach Be-

endigung der Renaturierungsmaßnahmen, gekeimt. Zu Untersuchungsbeginn im Mai 1999 beginnt die vierte Vegetationsperiode im Bereich der Dauerfläche.

Die strukturellen Untersuchungen auf dieser Fläche zeigen vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 die Tendenz zu höheren Vegetationsbedeckungen (Abb. 4.1.80). Die vegetationsfreien Rohbodenflächen nehmen von 43 % zu Beginn der vierten Vegetationsperiode auf 2,6 % zum Sommer der fünften Vegetationsperiode ab. Am Ende der fünften Vegetationsperiode gibt es keine Rohbodenflächen mehr. Die Gehölzvegetation, bestehend aus *Salix viminalis* und *Salix purpurea*, bedeckt zu Beginn der vierten Vegetationsperiode (1999) schon einen Flächenanteil von 26,4 %. Am Ende der sechsten Vegetationsperiode (Herbst 2001) liegt dieser Wert bei 84,4 %. Diese Zunahme der Abundanzen der Gehölze entsprechen den äquivalenten Werten auf den Dauerflächen D 19 und D 4.

Im Frühjahr 2002 werden auf dieser Dauerfläche keine quantitativen Strukturuntersuchungen durchgeführt. Es kann jedoch rein qualitativ beobachtet werden, dass die fünfjährigen Weiden keine sichtbaren Schäden selbst durch die Spitzenhochwässer vom Januar bis März 2002 aufzeigten. Der Gehölzbestand der Fläche ist aus der Gefahrenzone, in der er mit Kies überlandet werden kann (im Gegensatz zur Situation auf der Fläche D 1a), herausgewachsen.

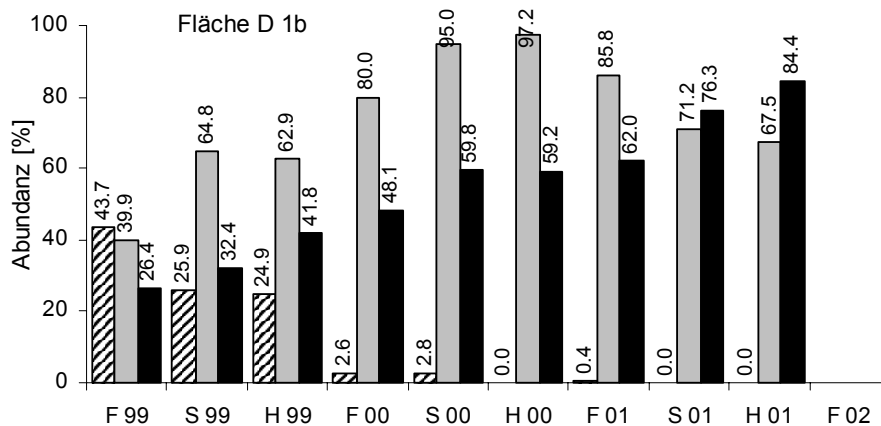


Abb. 4.1.80: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden (gestreift), krautiger Vegetation (grau) und jungen Gehölzen (schwarz) auf der Dauerfläche D 1b vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002. Legende siehe 4.1.65.

Das berechnete Raumvolumen der Vegetation steigt im Untersuchungszeitraum an (Abb. 4.1.81). Betrachtet man nur das Raumvolumen der krautigen Vegetation, so erkennt man eine deutliche Verlangsamung der Volumenzunahme zum Frühjahr 2001. Die Ursache hierfür liegt in der Abnahme der Abundanzen der krautigen Vegetation ab dem Frühjahr 2001, was nicht mit einem Hochwasser in Zusammenhang steht, sondern durch die zunehmende Abdunkelung

durch die Gehölze verursacht wird. Die Gehölzvegetation nimmt im Zeitraum 1999 bis 2001 von ca. 7 m<sup>3</sup> auf ca. 50 m<sup>3</sup> zu.

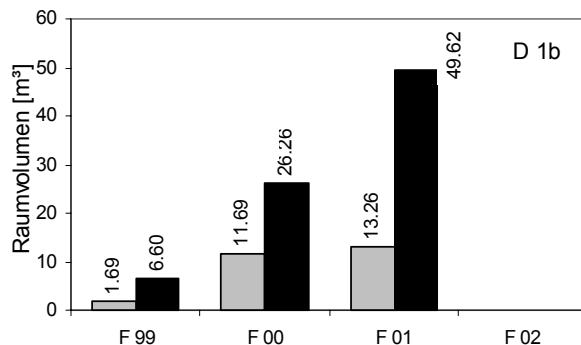


Abb. 4.1.81: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation (grau) und der jungen Gehölzvegetation (schwarz) auf der Fläche D 1b vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2001.

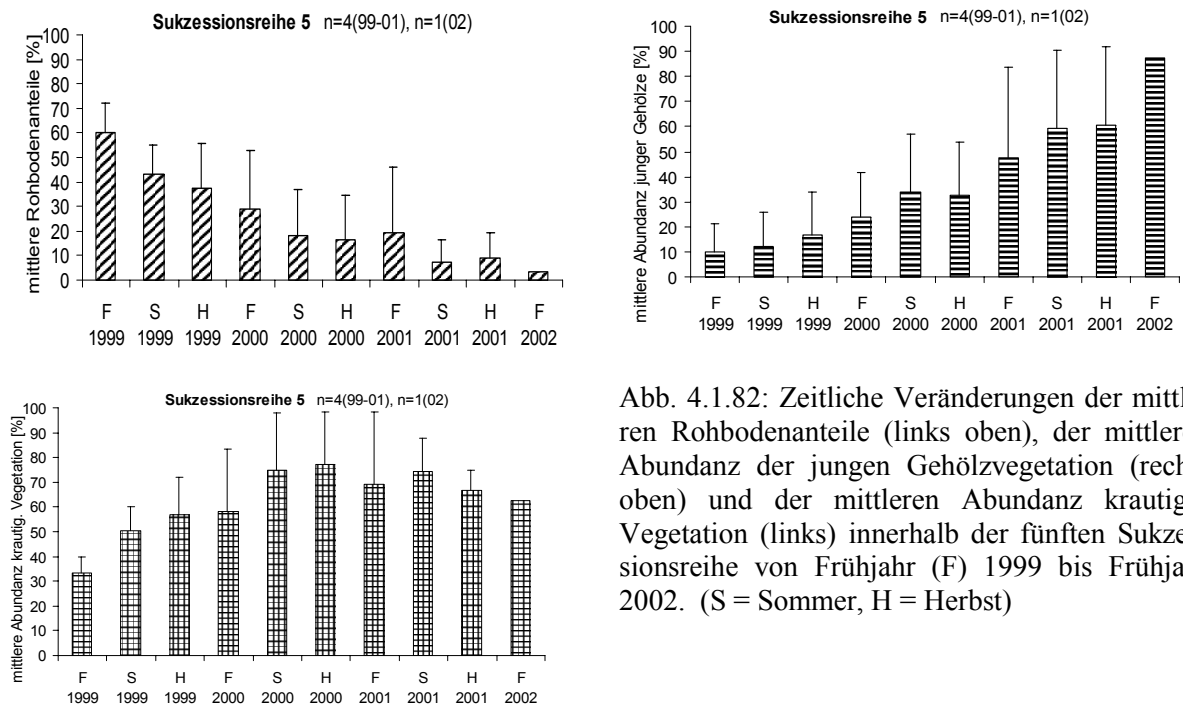


Abb. 4.1.82: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) innerhalb der fünften Sukzessionsreihe von Frühjahr (F) 1999 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

Die zunehmende Abdunkelung und Verdrängung der krautigen Vegetation ist auch in der Zusammenfassung der ältesten Flächen in der Sukzessionsreihe 5 erkennbar (Abb. 4.1.82). Die maximal erreichten Abundanzen der krautigen Vegetation liegen am Ende der fünften Vegetationsperiode (bei ca. 77 %). Anschließend sinkt die Abundanz der krautigen Vegetation bis zum Frühjahr 2002 wieder auf 63 %. Die mittlere Abundanz der Gehölzvegetation steigt kontinuierlich (Ausnahme Herbst 2000) von 10 % (1999) auf 87 % (2001). Der Rohbodenanteil liegt zu Beginn der vierten Vegetationsperiode noch bei 60 %. Im Frühjahr 2002 ist davon noch 3 % übrig.

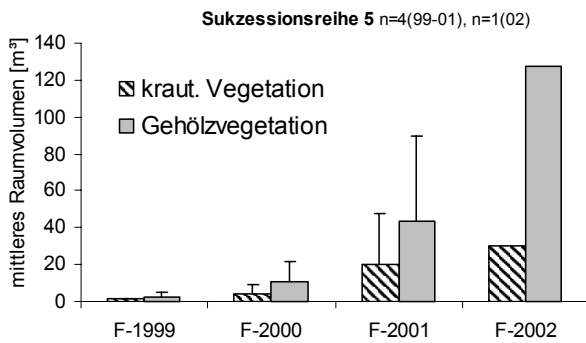


Abb. 4.1.83: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der fünften Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002. Man beachte die veränderte Skalierung der Achse gegenüber den entsprechenden Abbildungen der jüngeren Sukzessionsreihen.

Das mittlere Raumvolumen der Gehölzvegetation steigt in dieser Sukzessionsreihe bis zum Beginn der sechsten Vegetationsperiode (2001) auf einen gleich hohen Wert, wie er zu Beginn der sechsten Vegetationsperiode in der vierten Sukzessionsreihe erreicht ist (ca. 43 m<sup>3</sup>) (Abb. 4.1.83). Zum Frühjahr 2002 liegen die sehr hohen Werte von nur einer Fläche vor (D 11a). Schätzt man die Raumvolumina der Gehölzvegetation auf den anderen drei Flächen der fünften Sukzessionsreihe an Hand der jährlichen Volumenzuwächse ab, so würde man hier ein mittleres Raumvolumen von 60 m<sup>3</sup> erwarten können, und nicht 127 m<sup>3</sup>.

#### NR-Flächen (Dauerflächen an begradigten Uferbereichen)

Die eingerichteten drei Dauerflächen entlang nicht renaturierter Uferbereiche der Rodach und des Mains wurden in den Jahren 2000 bis 2002 hinsichtlich ihrer Struktur untersucht. Die Flächen lagen stets im Bereich des nur wenige Meter breiten Uferstreifens und mussten daher auf das Flächenmaß 10,0 m x 2,5 m ausgeweitet werden. Als Beispiel sind die Frühjahrsaspekte der Fläche DNR 3 dargestellt (Abb. 4.1.84).

Gegenüber den zuvor dargestellten Dauerflächen an renaturierten Flussabschnitten sind auf diesen Dauerflächen die Rohbodenanteile niedriger (durchschnittlich 3,5 % +/- 1,1 %) (Abb. 4.1.85). Dieser Wert wird nur von der fünften Sukzessionsreihe zu Beginn der siebten Vegetationsperiode erreicht (Abb. 4.1.82). Die Dynamik der Rohbodenanteile ist ebenfalls sehr viel niedriger als auf den renaturierten Bereichen. Selbst nach den starken Hochwässern 2002 nimmt dieser Anteil nicht zu. Der über alle DNR-Flächen und im gesamten Untersuchungszeitraum gemittelte prozentuale Flächenanteil der krautigen Vegetation liegt bei 95,4 % +/- 1,5 %. Auf den Flächen DNR 4 und DNR 5 hatte sich im Laufe des Untersuchungszeitraumes eine Gehölzvegetation etablieren können: bis zum Herbst 2001 auf der Fläche DNR 4 mit 5 % und zum Frühjahr 2002 auf der Fläche DNR 5 mit 35 % Abundanz.

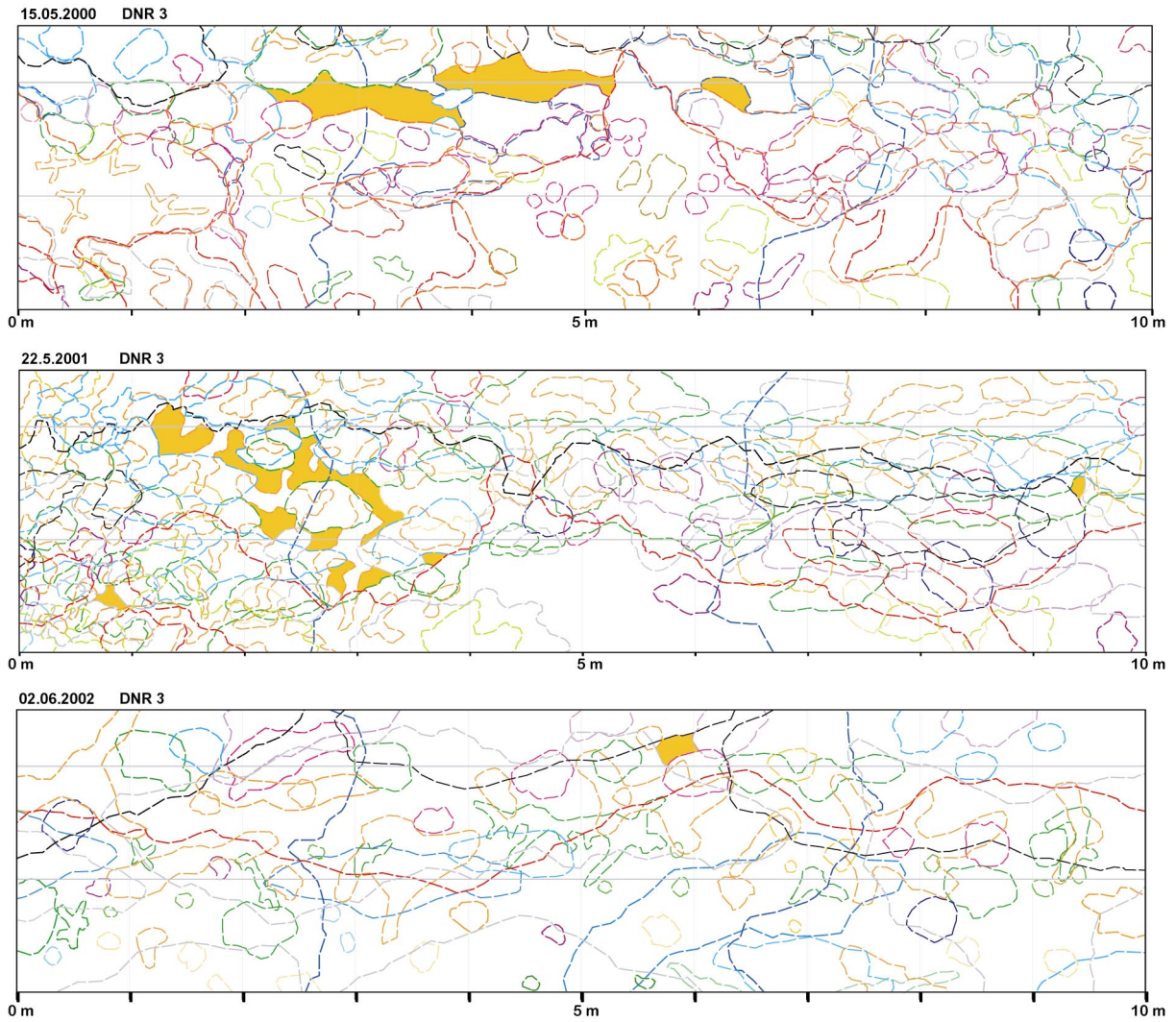


Abb. 4.1.84: Darstellung der Aufsichtsdiagramme der Referenzfläche DNR 3 jeweils vom Frühjahr 2000, 2001 und 2002. Die Rohbodenflächen sind orange eingefärbt.

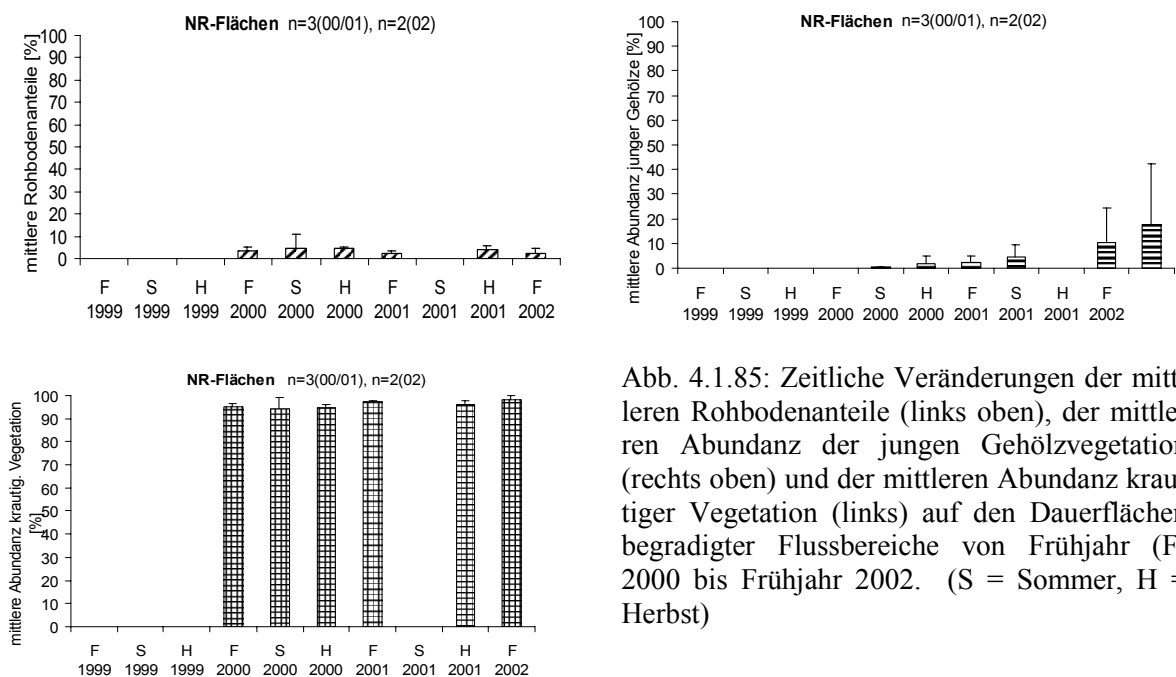


Abb. 4.1.85: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) auf den Dauerflächen begradigter Flussbereiche von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

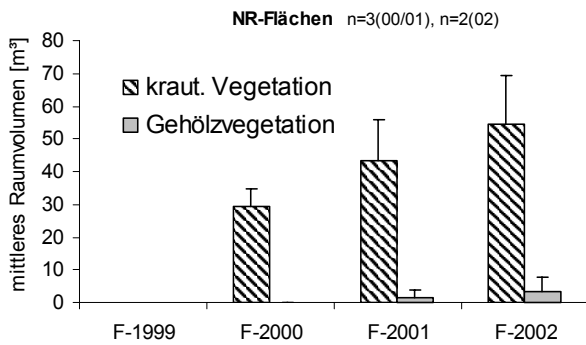


Abb. 4.1.86: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den Dauerflächen begradigter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. Man beachte die veränderte Skalierung der Achse gegenüber den entsprechenden Abbildungen der fünf Sukzessionsreihen.

Es ist davon auszugehen, dass durch das Herbsthochwasser 1998 kleine Rohbodenflächen (aufgerissener Oberboden) entstanden, auf denen in der Folge Weiden- und Erlensamen auf ein passendes Keimbett treffen konnten. Auf der Fläche DNR 4 sind dies *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis* und *Acer pseudoplatanus*, auf der Fläche DNR 5 nur *Alnus glutinosa*. Die prozentualen jährlichen Flächenzunahmen der Gehölzvegetation liegen mit ca. 7 % nahe den Werten, die an den renaturierten Flussabschnitten mit gleich alter Gehölzsukzession festgestellt werden.

Das mittlere Raumvolumen der krautigen Vegetation (Abb. 4.1.86) nimmt im Untersuchungszeitraum kontinuierlich zu (von 29 m<sup>3</sup> auf 54 m<sup>3</sup>, t-Test: nicht signifikant). Die Gehölzvegetation ist auf den NR-Flächen mit nur niedrigen Raumvolumina von unter 3 m<sup>3</sup> vorhanden. Die Zuwächse sind bis zum Frühjahr 2002 noch sehr gering (unter 2 m<sup>3</sup>).



#### 4.1.2.2 Dauerflächen, sortiert nach ihrer Höhe über der Mittelwasserlinie

Eine zweite Möglichkeit der Zusammenfassung der 18 Dauerflächen renaturierter Uferbereiche ist die Sortierung nach ihrer Lage zur Mittelwasserlinie (MWL) des Flusses (gemessen von der Mitte der Dauerfläche aus) (Tab. 4.1.11). Dazu werden ausgehend von der Wasserlinie vier Höhenklassen gebildet (in 20 cm Abständen von der MWL) und die darin zusammengefassten Dauerflächen jeweils gemeinsam analysiert. Die drei Dauerflächen, die an angeschlossenen Baggerseen gelegen sind, bilden eine eigene Gruppe (Gruppe B). Die Gruppe der Flächen begradigter Uferbereiche entspricht der Gruppe der NR-Flächen, die schon im vorangegangenen Abschnitt dargestellt ist.

Tab. 4.1.11: Einteilung der 21 Dauerflächen in sechs Gruppen, abhängig von ihrer Höhe über der MWL des Flusses oder ihrer Lage an angeschlossenen Baggerseen (B) oder begradigten Flussabschnitten (NR).

Höhe über MWL	Dauerflächen	Einteilung
0 bis 20 cm	D1a, D1b, D18	Gruppe 1
30 bis 40 cm	D1, D4, D9a, D15, D19	Gruppe 2
50 bis 60 cm	D5, D11a, D14, D16	Gruppe 3
> 60 cm	D7, D11b, D12	Gruppe 4
an Baggerseen	D3a, D3b, D9b	Gruppe B
an begrad. Ufern	DNR3, DNR4, DNR5	Gruppe NR

MWL = Mittelwasserlinie

#### Gruppe 1 (Dauerflächen bis 20 cm über der MWL)

Auf den Dauerflächen, die bis zu 20 cm über der Uferlinie (Mittelwasserlinie MWL) liegen, verringert sich die vegetationsfreie Fläche innerhalb der drei Untersuchungsjahre 1999 bis 2001 von ca. 70 % auf ca. 1 % (Abb. 4.1.87). Die starken Hochwässer 2002 erhöhten diesen Wert wieder auf 95 %, sogar über den Wert vom Frühjahr 1999. Die Gehölzvegetation steigt von anfänglichen 13 % (Frühjahr 1999) auf 33 % (Herbst 2001), wird allerdings stark durch die Hochwässer gestört und liegt im Frühjahr 2002 bei ca. 4 %. Die prozentualen Anteile der krautigen Vegetation schwanken in den Jahren 1999 und 2000 mit einem jeweiligen Tiefststand im Frühjahr und einem Höchststand (ca. 70 %) im Herbst. Die Sukzession war in beiden Jahren frei von Störungen durch die Überflutungen. Im Jahr 2001 (einjähriges Hochwasser vor der Vegetationsperiode) sinken die Anteile der krautigen Vegetation vom Frühjahr (ca. 59 %) bis zum Herbst (ca. 55 %) leicht ab. Die starken Störungen im Jahr 2002 reduzierten diesen Wert auf 2,1 %.

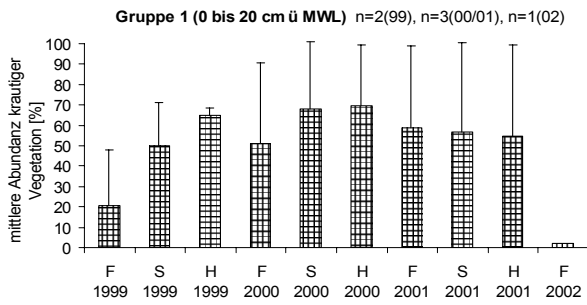
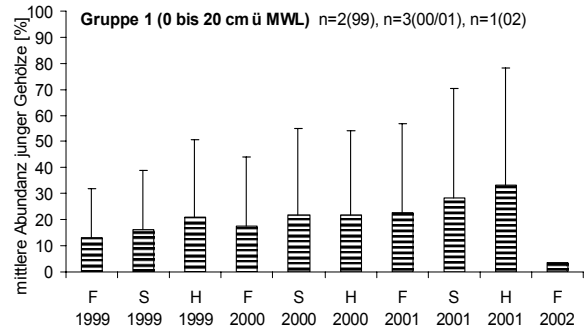
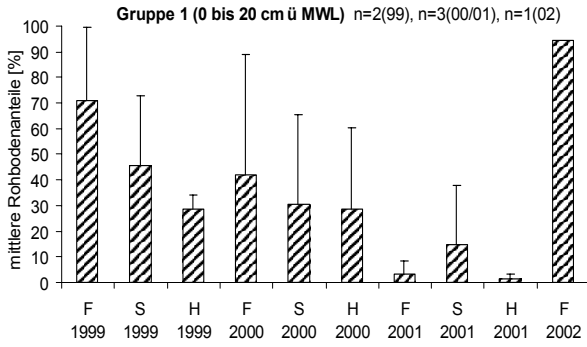


Abb. 4.1.87: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) auf den Dauerflächen der Gruppe 1 (0 bis 20 cm über der MWL) von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

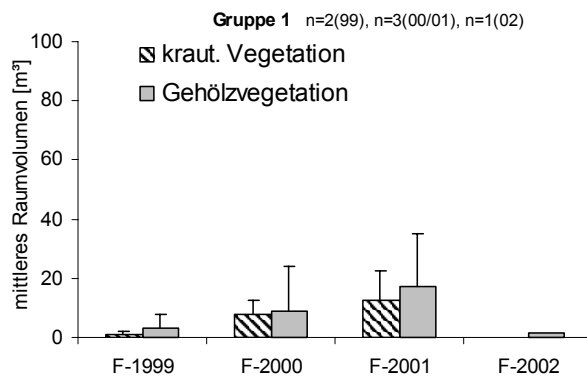


Abb. 4.1.88: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den bis 20 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 1) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002.

Die durchschnittlichen Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölze in der Gruppe 1 steigen über die drei Untersuchungsjahre 1999 bis 2001 kontinuierlich an (Abb. 4.1.88). Die Hochwässer 2002 verursachen einen Rückgang beider Raumvolumen auf fast Null.

Gruppe 2 (Dauerflächen zwischen 20 und 40 cm über der MWL)

Die prozentualen Rohbodenanteile schwanken auf den in der Gruppe 2 zusammengefassten Flächen saisonal und über die drei Untersuchungsjahre hinweg (Abb. 4.1.89). Die höchsten Werte eines Jahres liegen stets zum Frühjahr vor. Im Sommer und Herbst sinken diese Werte deutlich nach unten. Über Veränderung der drei Frühjahrswerte (1999 bis 2001) erkennt man einen Trend zu immer niedrigeren Rohbodenanteilen. Die Hochwässer 2002 bremsen diesen Trend etwas. Der Wert 2002 erreicht den Frühjahrswert 2001. Die Abundanz der Gehölzvegetation steigt kontinuierlich bis zum Herbst 2001 auf 55 % an und sinkt zum Früh-

jahr 2002 auf 44 %. Die krautige Vegetation wird immer wieder durch die Hochwässer zurückgesetzt und besitzt jeweils im Frühjahr der drei Untersuchungsjahre die niedrigsten Werte. Die Störungen durch die Überflutungen 2002 reduzieren die Abundanzen nicht viel stärker, als es das einjährige Hochwasser im Jahr zuvor schaffte.

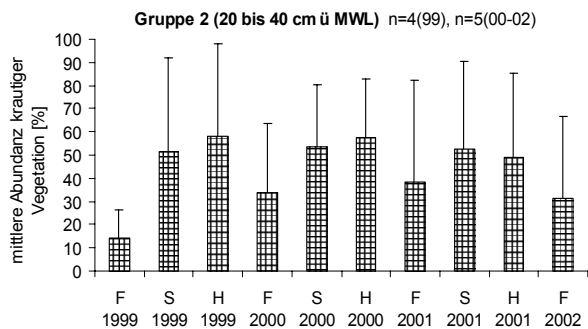
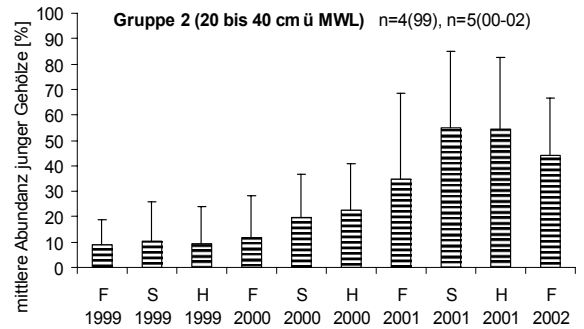
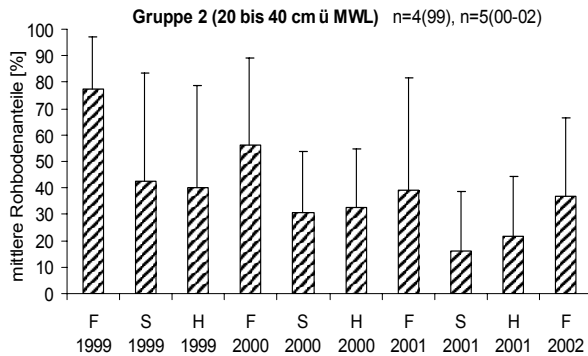


Abb. 4.1.89: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links unten) auf den Dauerflächen der Gruppe 2 (20 bis 40 cm über der MWL) von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

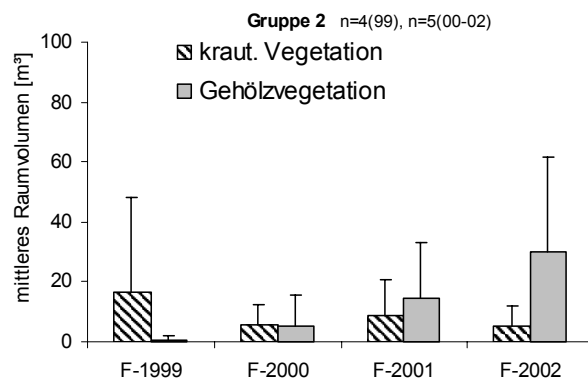


Abb. 4.1.90: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den zwischen 20 und 40 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 2) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002.

Das mittlere Raumvolumen der krautigen Vegetation besitzt in der Gruppe 2 einen Wert von fast 20 m<sup>3</sup>, der allerdings über die darauffolgenden Vegetationsperioden auf unter 10 m<sup>3</sup> absinkt (Abb. 4.1.90). Die entsprechenden Werte für die Gehölzvegetation nehmen im gleichen Zeitraum von nahezu Null auf über 30 m<sup>3</sup> zu.

### Gruppe 3 (Dauerflächen zwischen 40 und 60 cm über der MWL)

Weit geringeren saisonalen Schwankungen unterliegen die prozentualen Rohbodenanteile in der weiter von der MWL gelegenen Gruppe 3 (Abb. 4.1.91). Bis auf den Wert im Frühjahr 2001 (mit einem  $HQ_1$ ), sinkt der Anteil vegetationsfreier Flächen vom Frühjahr 1999 (72 %) bis zum Herbst 2001 (27 %) kontinuierlich ab. Im Frühjahr 2002 ist der Wert wieder erhöht (38 %). Er erreicht aber nicht mehr das Vorjahresniveau. Die mittleren Abundanzen der Gehölzvegetation steigen von ca. 4 % im Frühjahr 1999 auf ca. 33 % im Sommer 2001. Anschließend stagnieren diese Werte auf diesem Niveau. Die mittleren Abundanzen der krautigen Vegetation zeigen, im Gegensatz zu den entsprechenden Werten der Gruppen 1 und 2, nur geringe saisonale Schwankungen. Im Frühjahr 1999 liegen diese Werte bei 24 %, im Sommer 2001 bei 67 %. Kleine Einbrüche dieser Werte gibt es zum Frühjahr 2000 und Frühjahr 2001. Ab dem Sommer 2001 sinkt die mittlere Abundanz der krautigen Vegetation ab und erreicht im Frühjahr 2002, nach den starken Hochwässern, 49 %.

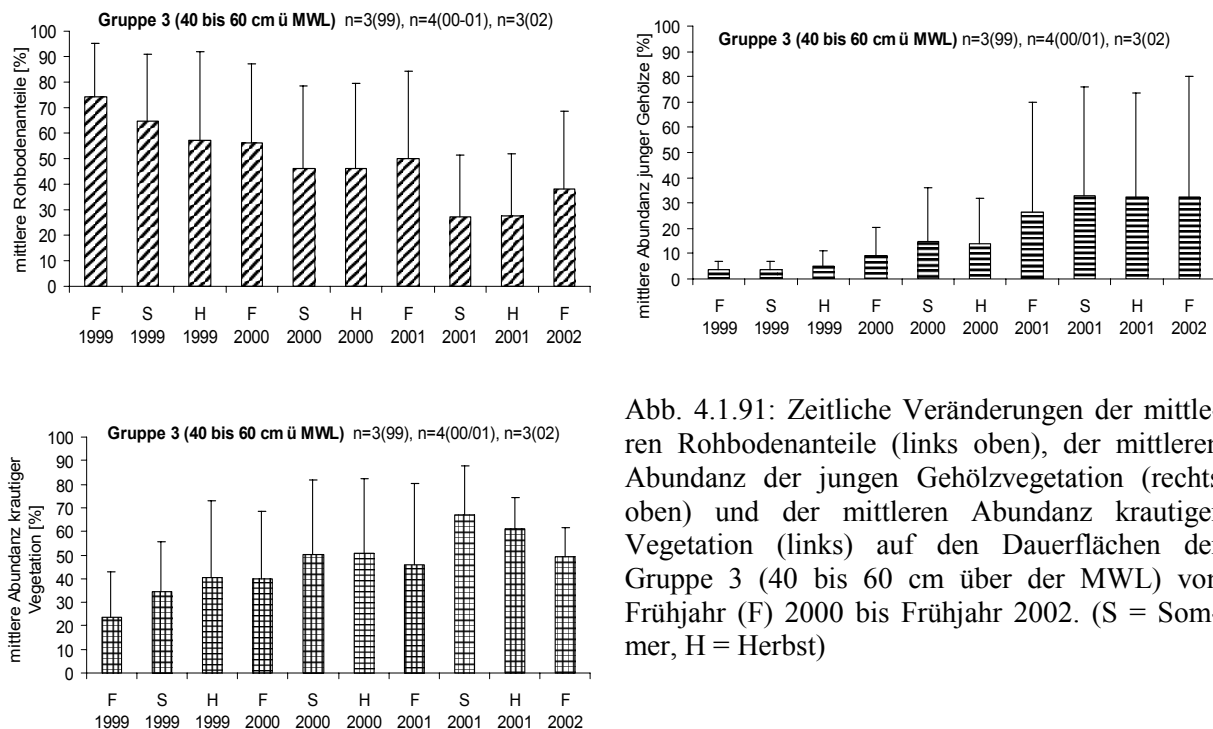


Abb. 4.1.91: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) auf den Dauerflächen der Gruppe 3 (40 bis 60 cm über der MWL) von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

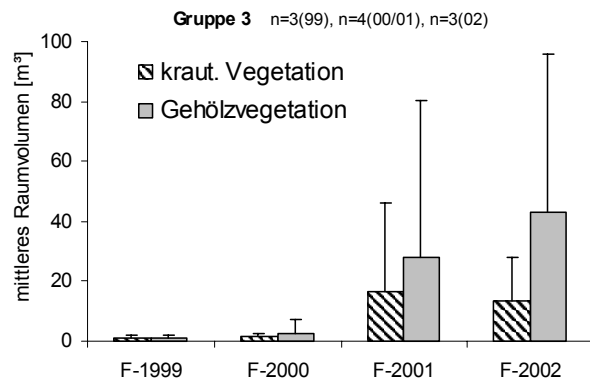


Abb. 4.1.92: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den zwischen 40 und 60 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 3) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002.

Die Abnahme der mittleren Abundanzen der krautigen Vegetation in der Gruppe 3 zum Frühjahr 2002 spiegelt sich auch in deren Raumvolumen wider (Abb. 4.1.92). Der höchste Wert wird im Frühjahr 2001 mit 17 m<sup>3</sup> erreicht. Die Gehölzvegetation nimmt in den vier Frühjahrsaspekten kontinuierlich zu und erreicht im Frühjahr 2002 ein mittleres Raumvolumen von 43 m<sup>3</sup>.

Gruppe 4 (Dauerflächen über 60 cm über der MWL)

Die Situation auf den am höchsten über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen ist in den drei Untersuchungsjahren eine völlig andere, als in den drei zuvor gezeigten Gruppen (Abb. 4.1.93).

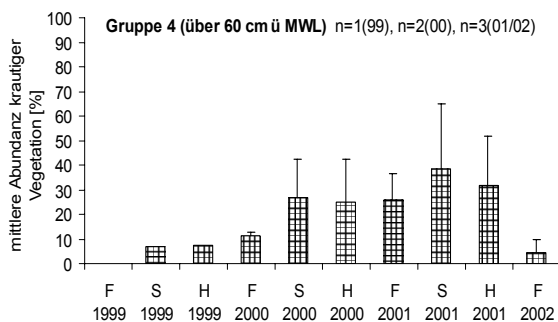
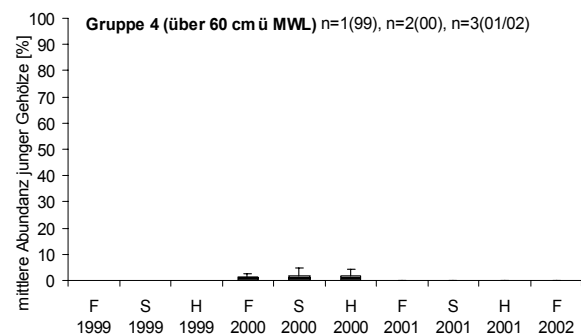
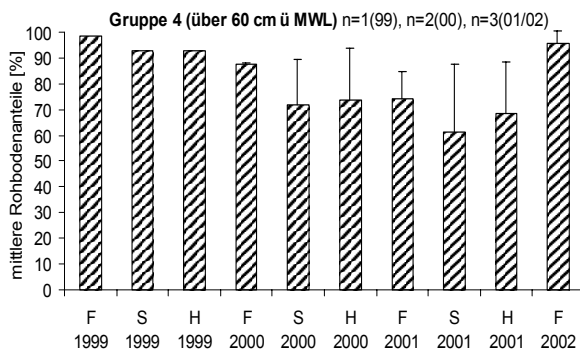


Abb. 4.1.93: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links) auf den Dauerflächen der Gruppe 4 (über 60 cm über der MWL) von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

Die prozentualen Rohbodenanteile sinken zwar auch hier bis zum Jahr 2001 und steigen zum Frühjahr 2002 wieder an, aber auf einem deutlich höherem Niveau (Werte zwischen 100 % und 60 %). Die Abundanzen der Gehölzvegetation liegen entweder auf sehr niedrigem Niveau (im Jahr 2000 bei maximal 2 %) oder sind nicht vorhanden (1999, 2001 und 2002). Die mittlere Abundanz der krautigen Vegetation steigt bis zum Sommer 2001 auf deren höchsten Wert von 39 %, fällt aber zum Frühjahr 2002 wieder auf die Höhe der Werte vom Jahr 1999 zurück.

Ein Raumvolumen der Gehölzvegetation ist in der Gruppe 4 fast nicht existent (Abb. 4.1.94). Die äquivalenten Werte für die krautige Vegetation nehmen bis zum Frühjahr auf ca. 3 m<sup>3</sup> zu und fallen auf nahezu Null im Frühjahr 2002. Beim Vergleich dieses Raumvolumens mit den entsprechenden Werten in den Gruppen 1 bis 3 muss die veränderte Achsenskalierung beachtet werden.

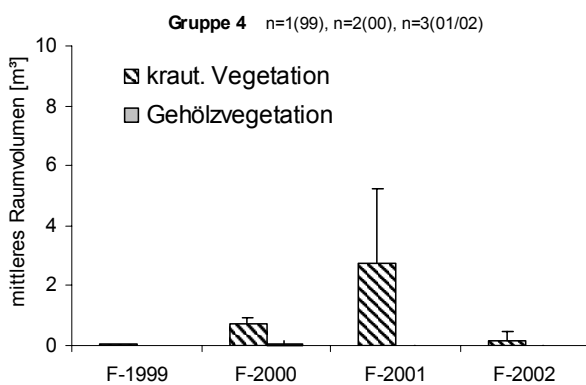


Abb. 4.1.94: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf über 60 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 4) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. Man beachte die stark verkleinerte Achsenskalierung gegenüber den entsprechenden Abbildungen der Gruppen 1 bis 3.

#### Gruppe B (Dauerflächen an angeschlossenen Baggerseen)

Die Dauerflächen D 3a, D 3b und D 9b wurden im Uferbereich von an das jeweilige Flusssystem angeschlossenen Baggerseen eingerichtet. Die Flächen D 3a und D 3b liegen bei der Ortschaft Redwitz auf der Renaturierungsfläche R 3. Die Dauerfläche D 9b liegt an einem Baggersee bei der Ortschaft Wiesen im Anschluss an die Renaturierungsfläche R 9. Im Frühjahr 2002 wurden auf diesen drei Flächen keine Vegetationsstrukturen erfasst.

Die Vegetationsentwicklung auf den drei Flächen ist zwar unterschiedliche alt, aber die Ausgangssituation im Frühjahr 1999 zeigt untereinander sehr ähnliche Werte der prozentualen Rohbodenanteile (ca. 80 %) (Abb. 4.1.95). Die vegetationsfreien Flächen nehmen bis zum Herbst 2001 auf 6 % ab. Die Situation der zeitlichen Veränderung der Abundanz der Gehölzvegetation zeigt die unterschiedlichen Entwicklungsmöglichkeiten im Uferbereich der Baggerseen (große Standardabweichungen im Jahr 2000 und 2001). Auf einer der Flächen (D 3b) ist fast keine Gehölzvegetation vorhanden, auf einer anderen Fläche (D 3a) ist im

Sommer der dritten Vegetationsperiode (2000) die komplette Fläche mit Erlen zugewachsen. Die Abbildung 4.1.96 veranschaulicht diese schnelle Ausbreitung der Gehölzvegetation auf der Fläche und in die Höhe.

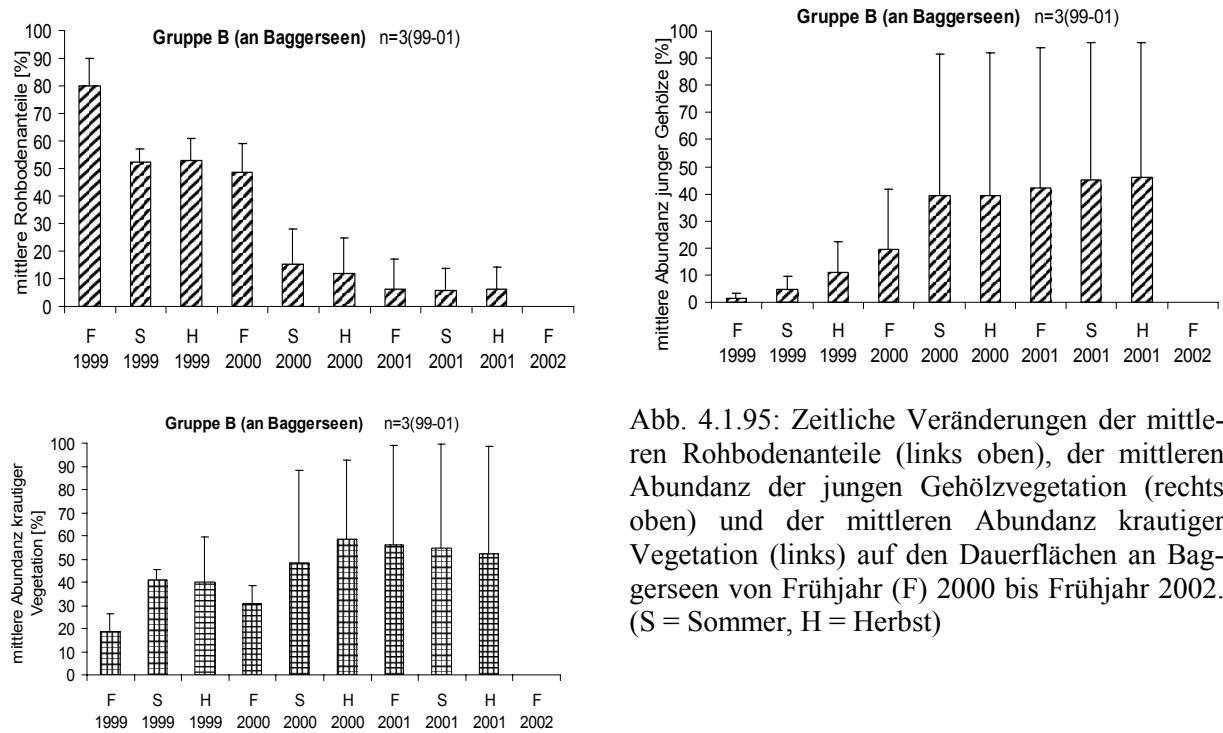


Abb. 4.1.95: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile (links oben), der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation (rechts oben) und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation (links unten) auf den Dauerflächen an Baggerseen von Frühjahr (F) 2000 bis Frühjahr 2002. (S = Sommer, H = Herbst)

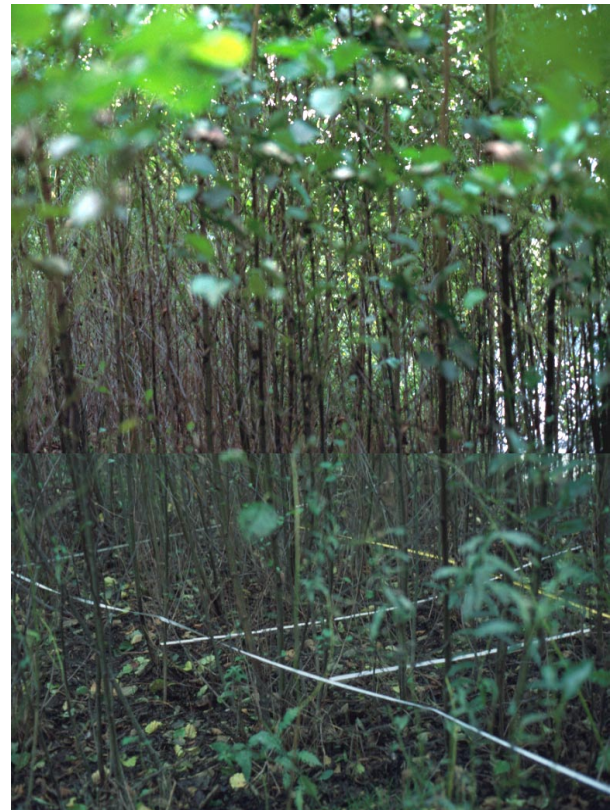


Abb. 4.1.96: Erlenaspekt auf der Dauerfläche D 3a. Bild links oben im Frühjahr 2000, links unten im Herbst 2000, rechtes Bild vom Herbst 2001.

Im gleichen Ausmaß wie die Abundanzen der Gehölzvegetation 2000 und 2001 von ihren Mittelwerten abweichen, zeigen dies auch die Werte der krautigen Vegetation. Auf der gehölzfreien Dauerfläche D 3b erreicht die krautige Vegetation Abundanzen von fast 100 %, während sie unter den über 4 m hohen Erlen der Fläche D 3a mit nur sehr geringen Abundanzen vorhanden ist (unter 10 %). Unter den hohen Erlen können auch die vegetationsfreien Flächenanteile nicht mehr als Rohbodenflächen ausgewiesen werden. Mit viel Laub und Streu aus der Gehölzschicht ist der vorausgesetzte offene Charakter dieses Strukturelementes nicht mehr gegeben.

Das mittlere Raumvolumen der krautigen Vegetation zeigt trotz der teilweise hohen Abundanzen sehr niedrige Werte (ca. 6 m<sup>3</sup> im Frühjahr 2001; Abb 4.1.97). Die Werte der Gehölzvegetation steigen bis zum Frühjahr 2001 auf durchschnittlich 30 m<sup>3</sup>, allerdings mit einer hohen Standardabweichung. Werte von ca. 40 m<sup>3</sup> werden im Untersuchungszeitraum nur in der Gruppe 3 erreicht.

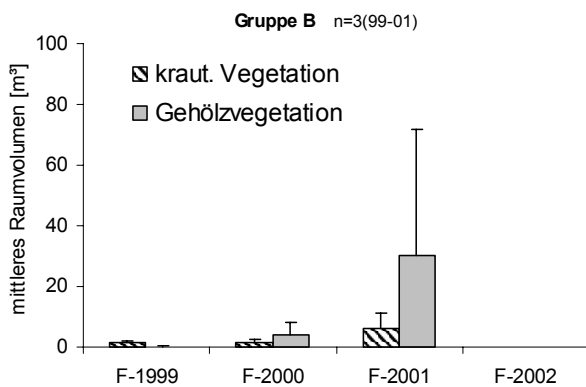


Abb. 4.1.97: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den an Baggerseen gelegenen Dauerflächen (Gruppe B) in den Jahren 2000 bis 2002. Man beachte die stark verkleinerte Achsenskalierung gegenüber den entsprechenden Abbildungen der Gruppen 1 bis 3.



## 4.2 Taxonomisch-floristische Diversität

Die vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg ausgeführten Renaturierungen entlang einiger Uferbereiche des Obermains und der Rodach wirken sich nicht nur auf die räumlichen Strukturen der flussnahen Vegetation aus, sondern auch auf ihre taxonomische Diversität. Hierin wird unterschieden zwischen der Alpha-, der Beta- und der Gamma-Diversität. Darüber hinaus wurde der Aspekt der Diversität von Neophyten auf den Untersuchungsflächen analysiert. Da von den 228 Arten der 21 Dauerflächen 'Rote-Liste'-Arten eine sehr geringe Rolle in Frequenz und Abundanz spielen (jeweils unter 1 %), wurde auf eine Analyse dieses für die naturschutzfachliche Bewertung wichtigen Aspektes der taxonomischen Diversität verzichtet.

### 4.2.1 Alpha-Diversität

Im Folgenden werden zuerst die Artenzahlen, anschließend die Mannigfaltigkeit (Evenness) und die Artenumsätze (turnover-Werte) analysiert

#### *Dauerflächen, sortiert nach ihrer Höhe über der Mittelwasserlinie*

Die Dauerflächen sind zuerst, wie schon im Abschnitt 4.1.2.2, nach den Höhen über der Mittelwasserlinie (MWL) (gemessen vom jeweiligen Mittelpunkt der Flächen) in vier Gruppen eingeteilt. Diese vier Gruppen fassen 15 Dauerflächen in 20 cm Höhenstufen über der MWL zusammen (Tab. 4.1.11). Darüber hinaus sind je drei an Baggerseen (B-Flächen) und an begradigten Flussabschnitten (NR-Flächen) gelegene Dauerflächen in eigenen Gruppen zusammengefasst.

Bei der Analyse der durchschnittlichen Alpha-Diversitäten der einzelnen Höhengruppen innerhalb der drei Untersuchungsjahre zeigt sich keine signifikante Tendenz zu einer Abhängigkeit der Artenvielfalt (weder eine Zu- noch eine Abnahme) mit zunehmender Entfernung von der Mittelwasserlinie (MWL) an renaturierten Flussabschnitten (Abb. 4.2.1). Die Alpha-Diversitäten der Flächen 1 und 2 sind untereinander sehr ähnlich (t-Test: t-Wert 0,04;  $p = 0,97$ ). Die Flächen der Gruppe 1 sind von den Flächen der Gruppe 3 bezüglich der Alpha-Diversitäten kaum verschieden (t-Test: t-Wert 1,84;  $p = 0,12$ ). Zwischen den Flächen der Gruppe 2 und der Gruppe 3 gibt es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied (t-Test: t-Wert 1,18;  $p = 0,28$ ). Ähnliches gilt auch für die Vergleiche der Gruppen 1 und 2 mit der Gruppe 4 (t-Test: t-Wert 0,68;  $p = 0,52$ ). Zwischen der Gruppe 3 und der Gruppe 4 gilt wiederum (t-Test: t-Wert 2,20;  $p = 0,08$ ). Die durchschnittliche Alpha-Diversität über die drei Jahre auf

den Dauerflächen der Gruppe B entspricht ungefähr den Werten der Gruppen 1 bis 4 (durchschnittlich  $p = 0,46$ ). An begradigten Flussabschnitten liegt hingegen eine signifikant geringere Artenvielfalt gegenüber den Flächen an renaturierten Bereichen vor (t-Test: t-Wert 3,23;  $p = 0,005$  ohne Einbeziehung der B-Flächen und t-Wert 3,53;  $p = 0,002$  mit den B-Flächen).

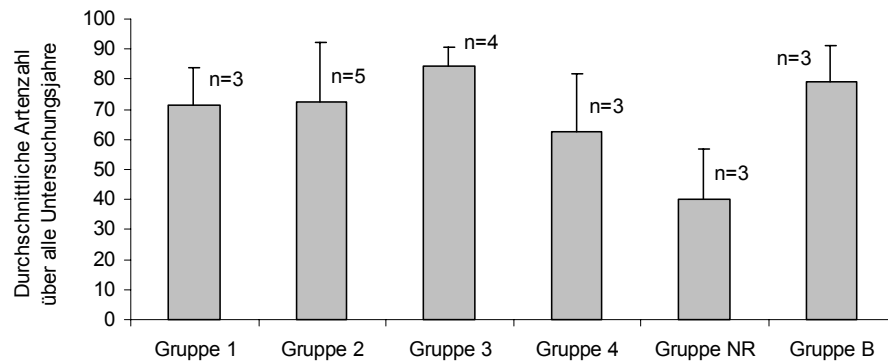


Abb. 4.2.1: Durchschnittliche Alpha-Diversität innerhalb aller Untersuchungsjahre (1999 bis 2002) der Dauerflächen, eingeteilt in vier Gruppen nach deren Höhe über der Mittelwasserlinie, der Dauerflächen an Baggerseen (B) und an begradigten Flussabschnitten (NR).

Die Alpha-Diversität schwankt nicht nur zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren, sondern auch saisonal zwischen Frühjahr, Sommer und Herbst auf den in den sechs Gruppen zusammengefassten Dauerflächen (Abb. 4.2.2). Allen Dauerflächen an renaturierten Flussabschnitten (zusammengefasst in Gruppe 1 bis 4) liegt ein ähnliches Muster der zeitlichen Veränderungen der Alpha-Diversität zu Grunde: vom Frühjahr 1999 zum Sommer 1999 steigt die Alpha-Diversität stark an, fällt zum Herbst 1999 wieder ab, um dann vom Frühjahr bis zum Herbst 2000 wieder anzusteigen. Nach den leichten Überflutungen im Frühjahr 2001 liegt der Wert erneut auf einem niedrigeren Niveau. Je näher die Flächen zur MWL liegen, je stärker sie also der Flusssdynamik ausgesetzt sind, desto deutlicher ist dieser Rückgang, desto größer ist der Unterschied zwischen Herbst 2000 und Frühjahr 2001 (Tab. 4.2.1).

Tab. 4.2.1: Signifikanz des Rückgangs der Alpha-Diversität der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen zwischen Herbst 2000 und Frühjahr 2001.

Alpha-Diversität von Herbst 2000 zu Frühjahr 2001, t-Test						
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe B	Gruppe NR
t-Wert	1.35	2.54	1.5	-0.78	-0.19	0.22
p	0.28	0.34	0.48	0.94	0.86	0.83

Auf den Flächen der Gruppe 2 und 3 steigt die Alpha-Diversität zum Herbst 2001 wieder leicht an. Zum Frühjahr 2002 nimmt dieser durchschnittliche Wert für die Alpha-Diversitäten aller Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte stark ab. Der Vergleich der Alpha-

Diversitäten zwischen Herbst 2001 und Frühjahr 2002 innerhalb der vier Gruppen mit Dauerflächen renaturierter Flussbereiche zeigt, einen gegenteiligen Trend gegenüber dem Frühjahr 2001 (Tab. 4.2.2). Besonders bei hoch über der MWL gelegenen Flächen ändert sich die Alpha-Diversität stärker als bei den niedrig gelegenen Dauerflächen.

Tab. 4.2.2: Signifikanz des Rückgangs der Alpha-Diversität der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen zwischen Herbst 2001 und Frühjahr 2002.

Alpha-Diversität von Herbst 2001 zu Frühjahr 2002, t-Test

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe B	Gruppe NR
t-Wert	0.2	0.71	1.07	1.85	0.3	-0.97
p	0.85	0.5	0.32	0.14	0.78	0.38

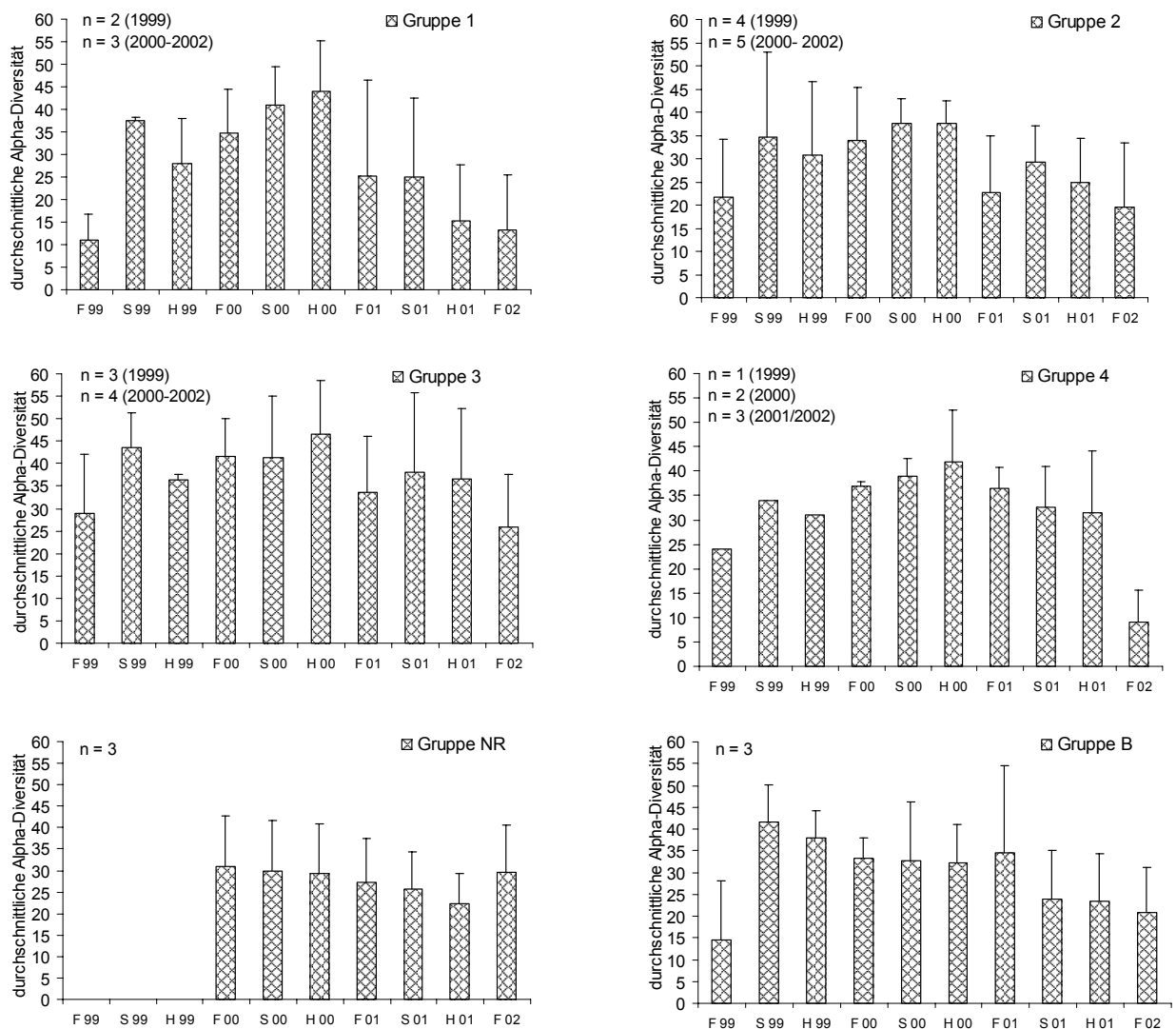


Abb. 4.2.2: Zeitliche Veränderungen der durchschnittlichen Alpha-Diversität von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 innerhalb der Dauerflächen, zusammengefasst in sechs Gruppen. (F = Frühjahr, S = Sommer, H = Herbst)

Auf den Flächen der Gruppe 1 bzw. 4, die besonders häufig bzw. nur selten überflutet werden, liegt zum Frühjahr 2002 die Alpha-Diversität auf einem niedrigeren Niveau als auf Flächen die in einer mittleren Höhe über der MWL liegen (Gruppen 2 und 3) (t-Test: t-Wert 1,6;  $p = 0,13$ ).

Auf den drei Dauerflächen an begradigten Flussabschnitten (hier liegen für das Jahr 1999 keine Daten vor) sinkt die durchschnittliche Alpha-Diversität vom Frühjahr 2000 bis zum Herbst 2001 stetig ab. Zum Frühjahr 2002 zeigen die Daten wieder einen Anstieg, was auf die starken Hochwässer zurückzuführen ist, während die schwachen Hochwässer vom Frühjahr 2001 keinen Anstieg verursachen. In der Gruppe B (Flächen an Baggerseen gelegen) steigt die Alpha-Diversität vom Frühjahr 1999 zum Sommer 1999 stark an. Vom Sommer 1999 bis zum Frühjahr 2002 sinkt sie bis auf einen leicht erhöhten Wert im Frühjahr 2001 (leichtes Hochwasser) kontinuierlich ab. Die Hochwässer im Winter / Frühjahr 2002 sind nicht mehr stark genug die vorhandene Vegetation so zu stören, dass sich wieder neue Arten (speziell Therophyten; vgl. Abschnitt 4.3.1) etablieren könnten. Aufgrund der geringen Störung durch die Flussdynamik schreitet die Sukzession auf den B-Flächen beschleunigt in Richtung einer artenarmen Vegetationszusammensetzung, die von *Phalaris arundinacea*, *Alnus glutinosa* und *Salix* spp. dominiert wird.

#### Dauerflächen, sortiert nach unterschiedlichen Sukzessionsreihen

Die zweite Möglichkeit der Zusammenfassung der 21 Dauerflächen in definierte Gruppen mit ähnlichen Eigenschaften ist die des gemeinsamen Alters bzw. der gleich alten Vegetationsentwicklung (wie schon im Abschnitt 4.1.2). Im Folgenden werden die Dauerflächen zu Sukzessionsreihen zusammengefasst, auf denen die Vegetationsentwicklungen ein gleiches Alter aufweisen (Abb. 4.1.59).

Bei der Analyse der durchschnittlichen Alpha-Diversität der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen innerhalb der drei Untersuchungsjahre zeigt sich die Tendenz zu einer Zunahme der Artenvielfalt in den ersten vier Sukzessionsjahren und einer Abnahme bei älteren Flächen bis hin zu einer deutlich geringeren Alpha-Diversität auf Flächen begradigter Flussabschnitte (Abb. 4.2.3).

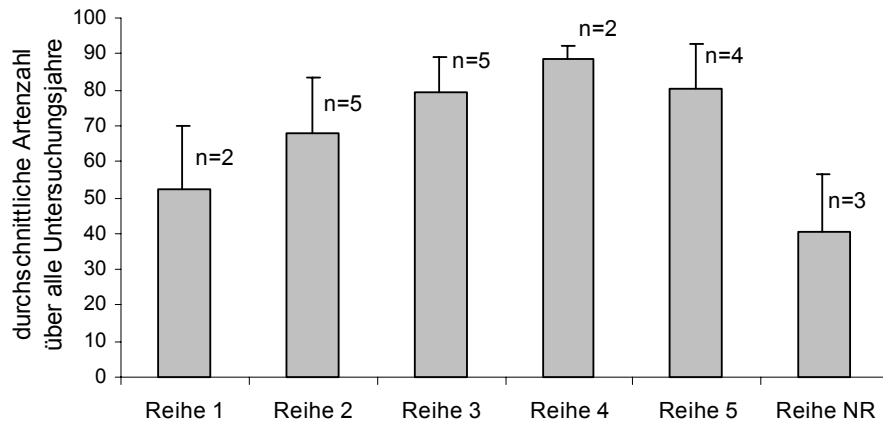


Abb. 4.2.3: Durchschnittliche Alpha-Diversität innerhalb aller Untersuchungsjahre (1999 bis 2002) der Dauerflächen, eingeteilt in fünf Sukzessionsreihen und der Flächen an begründeten Flussbereichen (NR).

Die Alpha-Diversität der Dauerflächen in der Sukzessionsreihe 1 unterscheidet sich gegenüber der Alpha-Diversität der Reihe 2 kaum (t-Test: t-Wert 1,14;  $p = 0,31$ ). Gegenüber den Flächen der Reihe 3 existiert jedoch ein signifikanter Unterschied (t-Test: t-Wert 2,71;  $p = 0,04$ ). Die Flächen der Reihe 2 sind dagegen mit den Flächen der Reihen 3 bzw. 4 nicht signifikant verschieden (t-Test: t-Wert 2,82;  $p = 0,10$  bzw. t-Wert 2,27;  $p = 0,08$ ). Der Anstieg der Alpha-Diversität im Laufe der ersten vier Sukzessionsjahre ist somit nicht durchgehend signifikant aber der Trend ist dennoch deutlich. Der Trend zu einem Rückgang der Alpha-Diversität im fünften Entwicklungsjahr (Reihe 5) ist nicht signifikant (t-Test Alpha-Diversität Reihe 4 gegen Reihe 5: t-Wert 0,85;  $p = 0,44$ ). Die Anzahl der Flächen in der Reihe 4 ( $n = 2$ ) ist für eine klare Aussage zu gering.

Die Alpha-Diversität auf den Flächen begründeter Flussabschnitte ist gegenüber der an renaturierten Flussabschnitten (gegenüber den fünf Sukzessionsreihen) signifikant geringer (t-Test: t-Wert 3,53;  $p = 0,02$ ).

Die Alpha-Diversität variiert auch saisonal innerhalb der fünf Sukzessionsreihen sehr unterschiedlich (Abb. 4.2.4). Auf den jüngsten Flächen, deren Vegetationsentwicklung im Jahr 2000 (D 7 und D 18) beginnt, wird die einjährige Sukzession nach dem Hochwasser im Frühjahr 2001 schon so stark gestört, dass die Alpha-Diversität stark verringert wird (von 65 Arten in 2000 auf 40 Arten in 2001). Auf den Dauerflächen mit einer jungen Sukzession (Reihe 2) erhöht sich im Laufe des Jahres 2001 die Alpha-Diversität wieder etwas. Auf den älteren Flächen (der Reihe 4 und 5) sinkt die Alpha-Diversität weiter.

Das Hochwasser im Winter / Frühjahr 2002 (HQ<sub>15</sub>) hatte auf der Fläche D 7 die Alpha-Diversität auf 5 Arten zurückgesetzt, während die Fläche D 18 durch Erosion komplett unter der Wasseroberfläche verschwand. Die jüngste Sukzessionsreihe ist somit durch die starken

Hochwasserereignisse fast auf den Ursprungszustand einer reinen Rohbodenfläche zurückgesetzt worden.

Innerhalb der zweiten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1999) steigt die Alpha-Diversität bis zum Herbst 2000 kontinuierlich an. Das einjährige Hochwasser 2001 reduziert die Artenanzahl im Frühjahr 2001 gegenüber der vom Herbst 2000 (t-Test: t-Wert 1,47;  $p = 0,17$ ). Im Laufe der dritten Vegetationsperiode (2001) steigt zwar die Alpha-Diversität wieder geringfügig an, wird aber durch die starken Hochwässer 2002 signifikant verringert (t-Test: t-Wert 3,27;  $p = 0,01$ ).

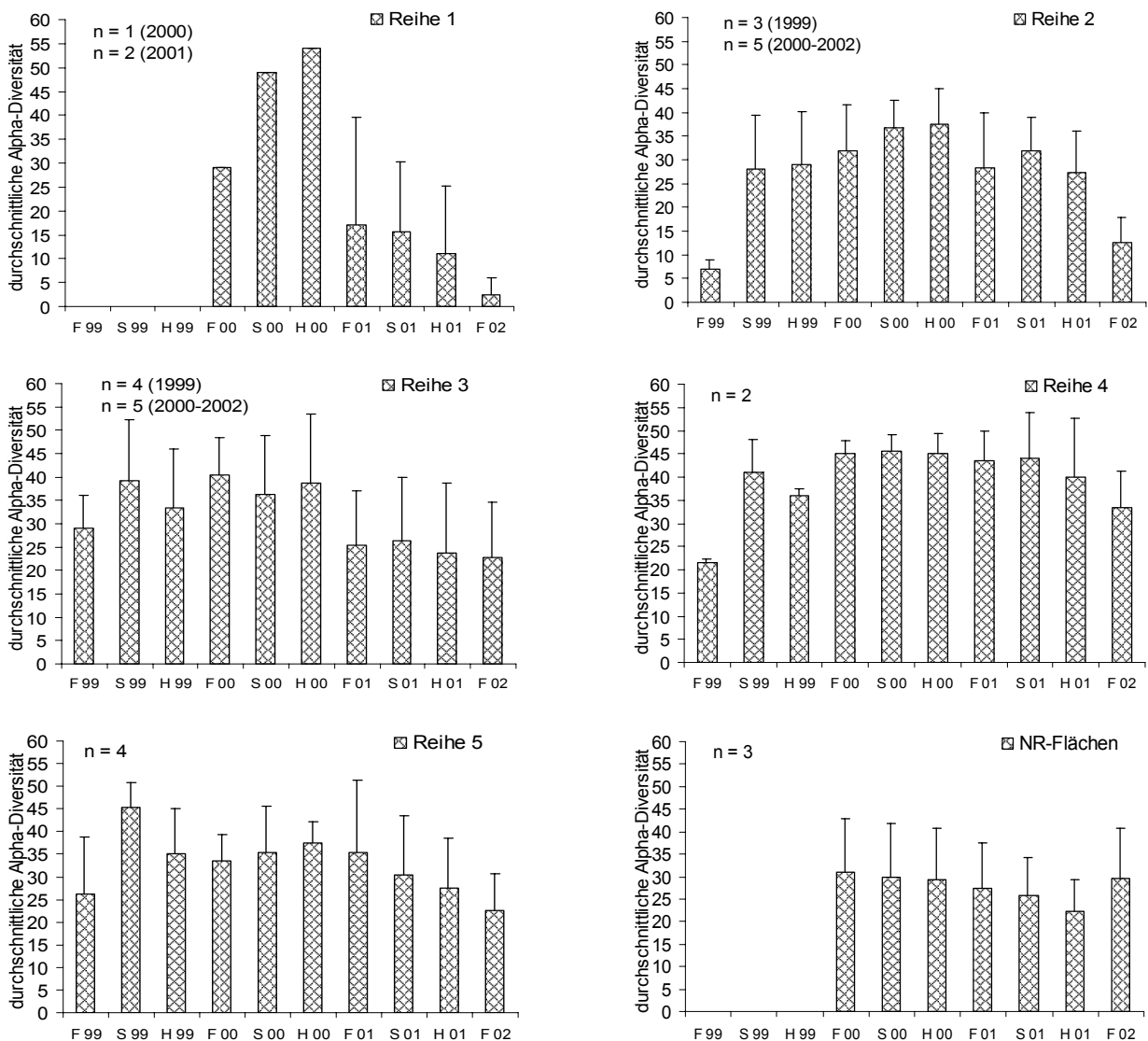


Abb. 4.2.4: Zeitliche Veränderung der Alpha-Diversität von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 auf den 18 Dauerflächen renaturierter Bereiche, zusammengefasst in fünf unterschiedlich alte Sukzessionsreihen, und den Flächen begradigter Flussabschnitte. (F = Frühjahr, S = Sommer, H = Herbst)

Die Alpha-Diversität auf den Flächen der dritten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1998) schwanken nur gering saisonal und in den Jahren 1999 und 2000 (wenige The-

rophyten; vgl. Abschnitt 4.3.1). Deutlich ist jedoch auch hier die Reduzierung des Wertes vom Herbst 2000 zum Frühjahr 2001 (t-Test: t-Wert 1,56;  $p = 0,15$ ). Durch die Hochwässer 2002 wird die Alpha-Diversität aber kaum noch weiter verringert.

Noch geringer ist die saisonale Schwankung der Alpha-Diversität innerhalb der vierten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1997). Nach dem Anstieg der Artenvielfalt zu Beginn des Jahres 1999 bleibt dieser Wert bis zum Herbst 2000 nahezu gleich hoch (fast keine Therophyten; vgl. Abschnitt 4.3.1). Im Laufe der vierten Vegetationsperiode (2001) zeigt sich eine leichte Tendenz zur Reduzierung der Alpha-Diversität, welche sich zum Frühjahr 2002 durch die starken Hochwässer etwas verstärkt, wenn auch nicht deutlich (t-Test: t-Wert 0,62;  $p = 0,60$ ).

Die fünfte Sukzessionsreihe zeigt ebenfalls eine Zunahme der Alpha-Diversität vom Frühjahr zum Sommer 1999. Vom Herbst 1999 bis zum Herbst 2000 schwankt der Wert kaum. Ab dem Frühjahr 2001 geht die Artenvielfalt kontinuierlich zurück.

Der deutliche Anstieg der Alpha-Diversität vom Frühjahr zum Sommer 1999 in den vier Sukzessionsreihen (2 bis 5) ist nur in der Reihe 3 nicht signifikant (t-Test Frühjahr 1999 gegen Sommer 1999: Reihe 2: t-Wert -3,11;  $p = 0,03$ ; Reihe 3: t-Wert -0,99;  $p = 0,37$ ; Reihe 4: t-Wert -3,88;  $p = 0,05$ ; Reihe 5: t-Wert -2,78;  $p = 0,03$ ). Dieses Phänomen wird auf die starken Hochwässer im Spätherbst 1998 (HQ<sub>6</sub>) zurückgeführt. Die Tatsache, dass die Flächen der Reihe 3 diesem Trend nicht folgen, mag wieder an der geringen Anzahl ( $n = 2$ ) liegen.

Die drei Dauerflächen, die in der Reihe der NR-Flächen zusammengefasst sind (identisch mit dem entsprechenden Histogramm in Abb. 4.2.2), zeigen in den Jahren 2000 und 2001 einen leichten aber nicht deutlichen Rückgang der Alpha-Diversität (t-Test Frühjahr 2000 gegen Herbst 2001: t-Wert 1,10;  $p = 0,33$ ). Nach den starken Hochwässern 2002 steigt dieser Wert wieder leicht an (t-Test: t-Wert 0,97;  $p = 0,38$ ) auf das Niveau vom Frühjahr 2000.

### Mannigfaltigkeit (Evenness)

Neben der Möglichkeit, die Alpha-Diversität über eine diskrete Anzahl von Arten einer Untersuchung oder einer Dauerfläche zu erklären, bestehen auch verschiedene andere Möglichkeiten, die erfassten Abundanzen der einzelnen Arten in der Alpha-Diversität zu berücksichtigen. Der für diese Berechnungen geläufigste Diversitäts-Index ist der von Shannon & Weaver (1949).

Dieser Shannon-Index ( $H_s$ ) bietet wichtige Informationen über die Seltenheit oder Häufigkeit der Arten innerhalb einer analysierten Vegetationsaufnahme, und damit eine qualitativ

bessere Aussage über die Vegetationszusammensetzung als die diskrete Artenzahl sie darstellt. Der  $H_s$ -Wert steigt bei zunehmender Artenanzahl und bei zunehmender Gleichverteilung der Abundanzen dieser Arten innerhalb der Dauerflächen. Je höher der  $H_s$ -Wert ist, desto gleichmäßiger sind die untersuchten Arten innerhalb der Dauerfläche verteilt. Somit lässt der  $H_s$ -Wert auch Rückschlüsse auf die räumliche Homogenität (= struktureller Aspekt) der Vegetation zu.

Die Analyse der Abundanzen von allen Dauerflächen renaturierter und begradigter Flussabschnitte zeigt für die drei Jahre 2000 bis 2002 einen signifikant höheren durchschnittlichen  $H_s$ -Wert der NR-Flächen gegenüber den R-Flächen (t-Test, 2000:  $p = 0,002$ , 2001:  $p = 0,03$ , 2002:  $p = 0,05$ ) (Abb. 4.2.5). Die NR-Flächen sind somit bezüglich ihres Arteninventars und deren räumlicher Gleichverteilung homogener zusammengesetzt als die R-Flächen. Der durchschnittliche  $H_s$ -Wert steigt vom Jahr 1999 zum Jahr 2000 leicht an, nachdem kein Hochwasser im Winterhalbjahr über die Flächen ging (um 0,25 Punkte oder 16 %). Nach dem leichten Hochwasser 2001 sinkt der durchschnittliche  $H_s$ -Wert wieder leicht ab (um 0,08 Punkte oder 5 %). Dagegen verringert das starke Hochwasser 2002 diesen Wert um 0,53 Punkte oder 35 %. Während die Veränderungen der durchschnittlichen  $H_s$ -Werte von 1999 auf 2000 und auf 2001 nicht deutlich sind, ist der Rückgang dieses Werte von 2001 auf 2002 signifikant (t-Test,  $p = 0,02$ ). Die Heterogenität bezüglich der Abundanzen und Zusammensetzung der untersuchten Arten nimmt somit durch die starken Hochwässer zu, während sie bei einem Ausbleiben der Überflutungen abnimmt.

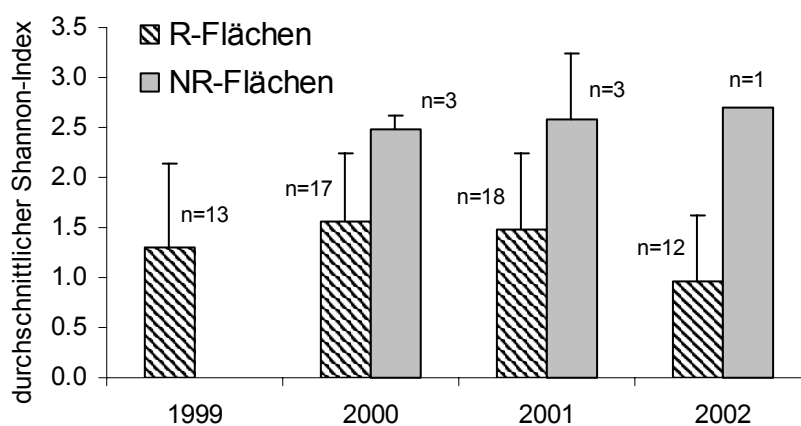


Abb. 4.2.5: Durchschnittlicher Shannon-Index der Abundanzen aller Dauerflächen renaturierter (R) und begradigter (NR) Flussabschnitte, abhängig von den einzelnen Untersuchungsjahren.

Die  $H_s$ -Werte für die Abundanzen der untersuchten Arten von Dauerflächen begradigter Flussbereiche bleiben über die drei Untersuchungsjahre auf einem sehr ähnlichen Niveau



(t-Test, 2000 zu 2001:  $p = 0,68$ ). Zum  $H_s$ -Wert der NR-Flächen für 2002 ist keine Signifikanzberechnung möglich, da dieser Wert von nur einer Dauerfläche stammt.

#### Artenumsätze (Turnover-Raten)

Neben den gezeigten saisonalen Veränderungen der Alpha-Diversität im Laufe der drei Untersuchungsjahre ist die prozentuale Zu- bzw. Abnahme und der jährliche Artenumsatz (turnover) von Interesse. Durch jede Überflutung, durch Wind und andere Mechanismen werden Diasporen in die Fläche eingebracht. Dadurch ergeben sich Kolonisationen neuer Arten. Im Gegenzug verschwinden schon vorhandene Arten aufgrund der störenden Kraft des fließenden Wassers, aus Konkurrenzgründen oder der ungünstigen Jahreszeit. Bei der Ermittlung der turnover-Raten werden die Artenzahlen von Frühjahr zu Frühjahr verglichen, um die saisonalen Effekte bzw. saisonalen Schwankungen der Therophyten aus den prozentualen Zu- bzw. Abnahmen heraushalten zu können (Tab. 4.2.3). Der Vergleich von Frühjahr zu Herbst würde diese Schwankungen („Therophyten-Rauschen“; vgl. Abschnitt 4.3.1) beinhalten. Im Sommer sind viele Therophyten nur noch als tote Stängel vorhanden und im Herbst oft nicht mehr als solche erkennbar.

prozentuale Zu- bzw. Abnahme an Arten von Frühjahr zu Frühjahr									
Bez.	F 99		[%]	F 00		[%]	F 01		[%]
	Anzahl			Anzahl			Anzahl		
DNR 3	-	21		21	18	-14	18	21	17
DNR 4	-	39		39	35	-10	35	37	20
DNR 5	-	28		28	26	-7	26	26	0
D 1a	7	46	557	46	36	-22	36	16	-56
D 1b	15	29	93	29	39	34	39	24	-38
D 2	-	45		45	29	-36	29	39	34
D 3a	-	38		38	18	-53	18	11	-39
D 3b	5	29	480	29	31	7	31	19	-39
D 4	22	48	118	48	39	-19	39	28	-28
D 5	22	42	91	42	48	14	48	39	-19
D 7	-	-			33		33	5	-85
D 9a	5	21	320	21	24	14	24	5	-79
D 9b	24	33	38	33	56	70	56	32	-43
D 11a	22	30	36	30	20	-33	20	9	-55
D 11b	-	37		37	43	16	43	13	-70
D 12	24	38	58	38	32	-16	32	18	-44
D 14	-	51		51	39	-24	39	31	-21
D 15	9	27	200	27	11	-59	11	10	-9
D 16	44	42	-5	42	27	-36	27	22	-19
D 18	-	29		29	1	-97	1	0	-100
D 19	34	29	-15	29	11	-62	11	15	36

Tab. 4.2.3: Alpha-Diversität (Artenzahlen) und prozentuale Änderungen der Artenzahlen auf allen 21 Dauerflächen von Frühjahr zu Frühjahr (F) in den Jahren 2000, 2001 und 2002.

Die Korrelation zwischen diesen prozentualen Zu- bzw. Abnahmen der Artenzahlen auf allen Dauerflächen und der Höhe der Überflutungen zeigt allerdings keine Signifikanz ( $r = 0,277$ ) (Abb. 4.2.6). Ebenso ist keine Signifikanz zwischen den prozentualen Zu- bzw. Abnahmen dieser Alpha-Diversität und der Störungsfrequenz der Hochwässer ( $r = 0,330$ ) (Abb. 4.2.7) oder der Störungsintensität in Form der Überflutungsdauer ( $r = 0,215$ ) (Abb. 4.2.8) erkennbar.

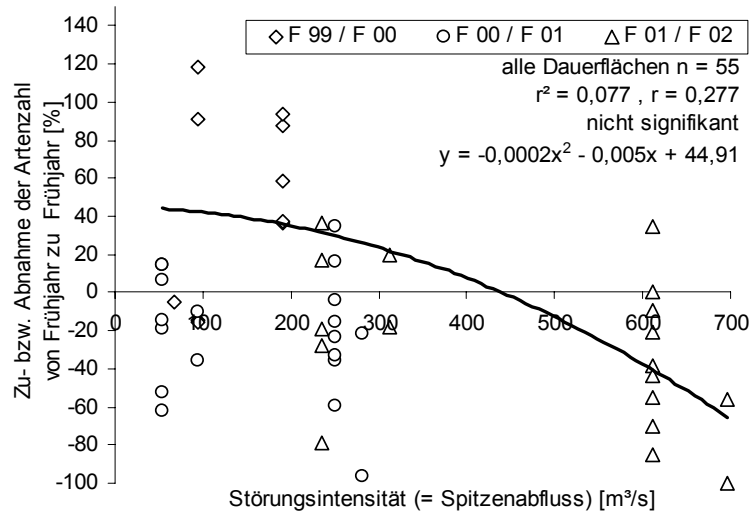


Abb. 4.2.6: Zusammenhang zwischen der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität von Frühjahr zu Frühjahr und den dazwischen liegenden Spitzenabflüssen der Hochwässer als ein Maß für die Störungsintensität. (Regressionskurve: polynomische Trendlinie)

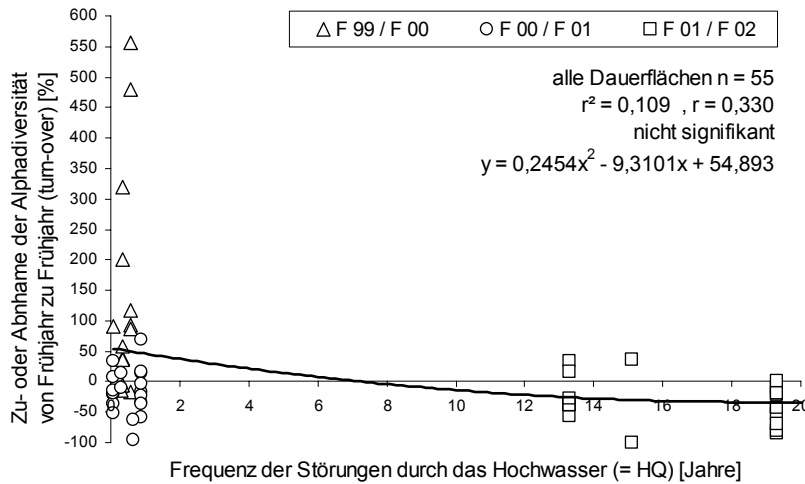


Abb. 4.2.7: Zusammenhang zwischen der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität von Frühjahr zu Frühjahr und der Störungsfrequenz durch die dazwischen liegenden Hochwässer (HQ-Werte in der Einheit Jahre). (Regressionskurve: polynomische Trendlinie)

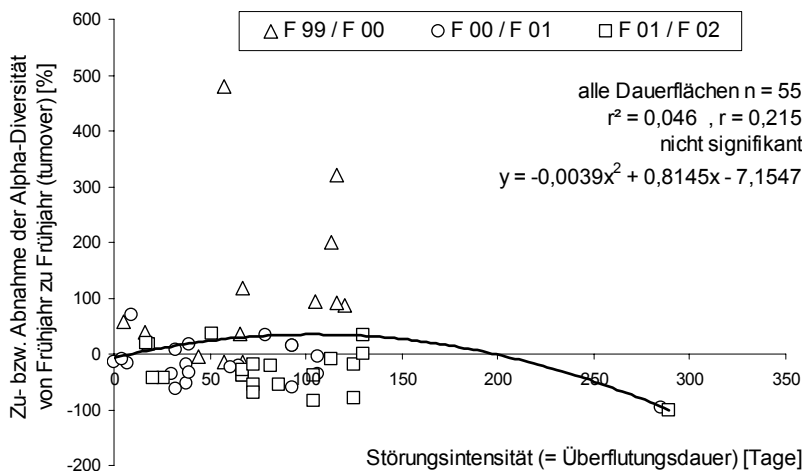


Abb. 4.2.8: Zusammenhang zwischen der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität von Frühjahr zu Frühjahr und der dazwischen liegenden Überflutungsdauer als Maß für die Störungsintensität der Hochwässer. (Regressionskurve: polynomische Trendlinie)

Die Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität auf den Dauerflächen zeigt in allen drei Fällen keine Tendenz bezüglich der Korrelation mit der Störungsintensität oder der Störungsfrequenz der vorangegangenen Hochwässer.

Um genauer auf die standörtlichen Gegebenheiten der Dauerflächen bezüglich ihrer Höhe über der Mittelwasserlinie (MWL) und damit auf die möglichen Störungsparameter einzugehen, werden die Flächen in den in Tabelle 4.11 verwendeten Gruppen gemeinsam analysiert. Die Zahl der Artenzu- bzw. -abnahmen von Frühjahr zu Frühjahr zweier aufeinanderfolgender Vegetationsperioden wird jeweils als Betrag dargestellt (Abb. 4.2.9).

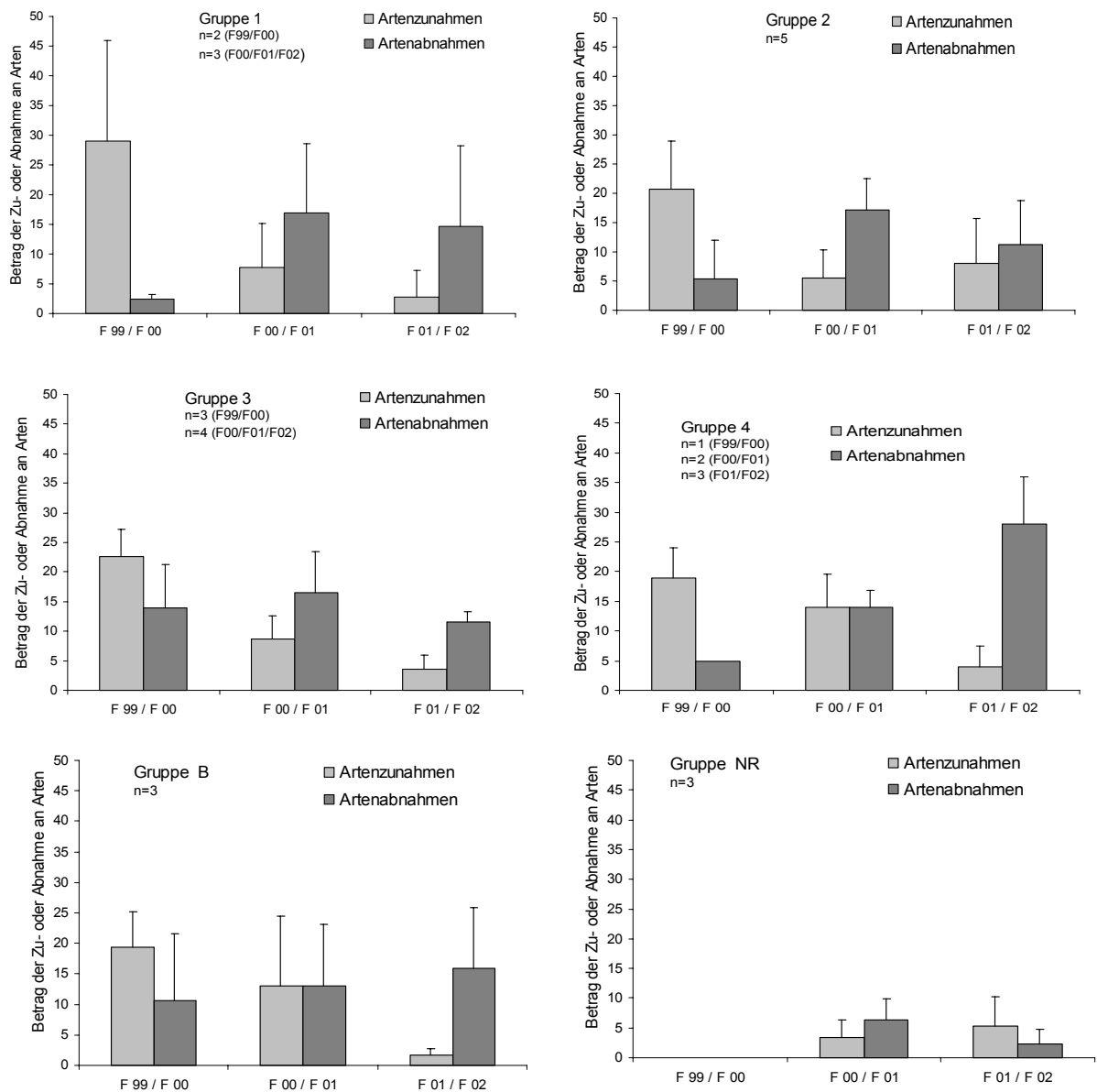


Abb. 4.2.9: Nettobetrag der jährlichen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität (jeweils nur Frühjahrsaspekte = F/Jahr) auf den Dauerflächen, in Gruppen gleicher Höhe über der Mittelwasserlinie zusammengefasst.

Auf den Flächen, die sehr nahe der MWL gelegen sind, ist die Anzahl der von Frühjahr 1999 auf Frühjahr 2000 hinzukommenden Arten wegen des fehlenden Hochwassers relativ hoch, während nur wenige Arten verschwinden. Die neu besiedelnden Arten liegen in den darauffolgenden Frühjahrsaspekten signifikant bzw. deutlich darunter (t-Test F99/F00 zu F00/F01: t-Wert 2,70;  $p = 0,03$  bzw. F00/F01 zu F01/F02: t-Wert 1,86;  $p = 0,09$ ).

Nach den Störungen durch die Hochwässer in den Winterhalbjahren 2000/2001 und 2001/2002 überwiegt in den darauffolgenden Frühjahrsaspekten die Anzahl der verschwundenen Arten gegenüber der sich neu ansiedelnden Arten. Der Unterschied zwischen beiden Werten ist jedoch nicht signifikant (t-Test F00/F01: t-Wert 1,17;  $p = 0,30$ ; F01/F02: t-Wert 1,45;  $p = 0,22$ ).

Ein ähnliches Muster der Zu- bzw. Abnahmen an Arten zeigt sich auf den bis 40 cm über der MWL gelegenen Dauerflächen der Gruppe 2: im Jahr ohne Hochwasser (2000) ein hoher Wert für die dazukommenden Arten und ein niedriger Wert für die verschwindenden Arten, im Jahr mit einem schwachen Hochwasser (HQ<sub>1</sub>) ein geringer Zuwachs gegenüber einem hohen Verlust an Arten und nach dem starken Hochwasser 2002 ein nahezu ausgeglichener Betrag von hinzukommenden und verschwindenden Arten.

Je höher die Dauerflächen gelegen sind, desto geringer und seltener wirkt sich die Störung durch die Flussdynamik aus. Das hat bei ausbleibendem Hochwasser zur Ursache, dass mehr Arten dazukommen als wieder verschwinden (t-Test dazukommende gegen verschwindende Arten der Gruppen 1 bis 4 für F99/F00: t-Wert 4,71;  $p = 0,0001$ ). In der Gruppe B (Dauerflächen an Baggerseen) liegt dagegen zwischen den dazukommenden und verschwindenden Arten des gleichen Zeitraumes kein signifikanter Unterschied vor (t-Test: t-Wert 1,21;  $p = 0,29$ ).

In den vier Gruppen renaturierter Flussabschnitte (Gruppe 1 bis 4) ist die Anzahl der verschwundenen Arten nach dem Hochwasser 2001 ähnlich hoch. Nach den Hochwässern 2002 unterscheiden sich allerdings diese Werte wieder signifikant voneinander. Die Werte der verschwindenden Arten der Jahre 2000/2001 gegenüber der Jahre 2001/2002 verringern sich auf den Flächen der Gruppen 1 bis 3, während auf den Flächen der Gruppe 4 der Wert dieser verschwindenden Arten sehr hoch ist (t-Test der verschwindenden Arten von Gruppe 1 bis 3 gegenüber Gruppe 4 zum Jahreswechsel F01/F02: 3,22;  $p = 0,007$ ). Auf den höher gelegenen Flächen nimmt nach starken Hochwasserereignissen der Wert der verschwundenen Artenzahlen gegenüber den Zahlen der dazu kommenden Arten zu.

Besonders gering ist die Anzahl sowohl der dazu kommenden als auch der verschwindenden Arten auf den Flächen in der Gruppe NR. Hier ist bei niedrigen Überflutungen (2001) die Höhe der verschwindenden Arten höher als die der dazu kommenden Arten. Bei höheren Hochwasserereignissen (2002) dreht sich dieses Verhältnis um. Die Werte der Gruppe NR sind in den Untersuchungsjahren sind jedoch nicht deutlich voneinander verschieden (t-Test F00/F01: t-Wert 1,11;  $p = 0,41$  und F01/F02: t-Wert 0,94;  $p = 0,40$ ).

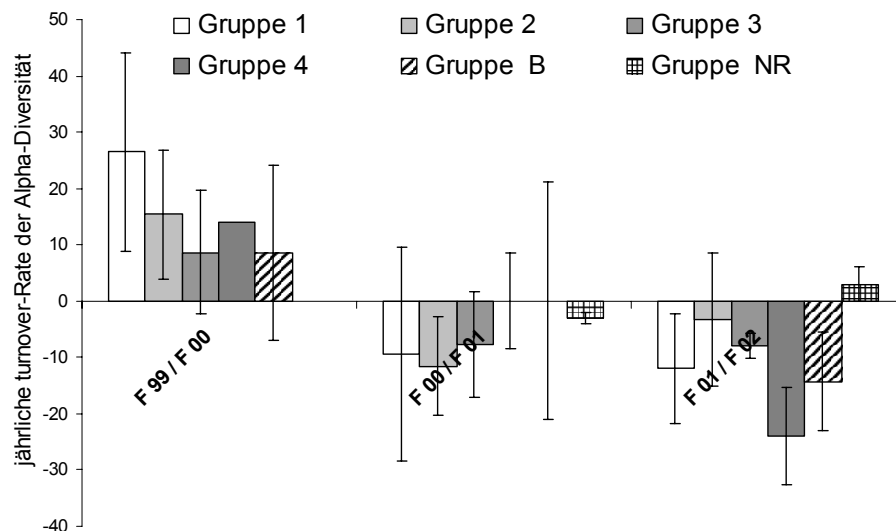


Abb. 4.2.10: Netto-Umsätze der turnover-Raten von Frühjahr zu Frühjahr der drei Untersuchungsjahre der Dauerflächen, zusammengefasst in sechs Gruppen nach ihrer Lage zur Mittelwasserlinie.

Die Analyse des effektiven Artenumsatzes (Netto-Zuwachs bzw. Netto-Abnahme an Arten) zeigt eine deutliche Artenzunahme von Frühjahr 1999 zu Frühjahr 2000 auf allen Dauerflächen der sechs Gruppen (durchschnittlich kommen 14 Arten dazu) (Abb. 4.2.10). Zum Frühjahr 2001 liegen die Netto-Umsätze an Arten größtenteils im negativen Bereich (durchschnittlich verschwinden 6 Arten). Zum Frühjahr 2002 verstärkt sich die Tendenz zu einer effektiven Abnahme an Arten (durchschnittlich verschwinden 9 Arten). Die durchschnittlichen Netto-Umsätze der drei Untersuchungsjahre korrelieren sehr gut mit der Höhe der Hochwasserabflüsse ( $r^2 = 0,846$ ).

Je höher die Dauerflächen über der MWL liegen, desto mehr Arten fallen besonders in der Jahren mit hohen Hochwasserereignissen aus und desto weniger neue Arten kommen noch hinzu. Das Muster wird allerdings auch von der Sukzession und damit vom Alter der Flächen beeinflusst.

Analysiert man die mittleren turnover-Raten (Summe der Beträge von dazukommenden und verschwindenden Arten) der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen, so ergibt sich

ein ähnlicher Effekt (Abb. 4.2.11). In allen fünf Gruppen renaturierter Flächen liegen diese turnover-Raten vom Frühjahr 1999 zu Frühjahr 2000 signifikant höher als die äquivalenten Werte für den Wechsel vom Frühjahr 2000 zum Frühjahr 2001 (t-Test aller Werte vom F99/F00 gegen F00/F01: t-Wert 1,99;  $p = 0,05$ ). Zum Wechsel Frühjahr 2001 / Frühjahr 2002 ist der Unterschied nicht mehr signifikant (t-Test aller Werte vom F00/F01 gegen F01/F02: t-Wert 1,77;  $p = 0,08$ ).

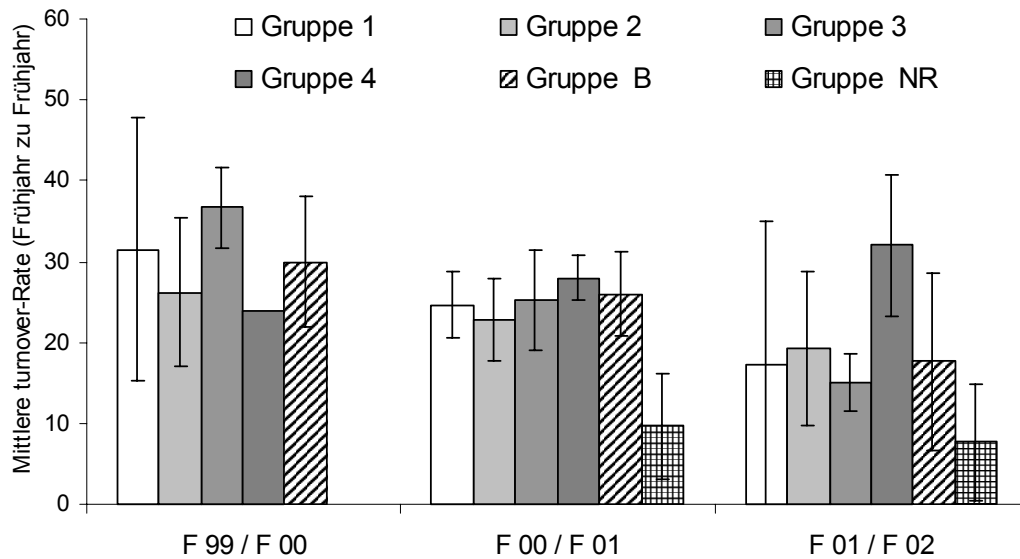


Abb. 4.2.11: Mittlere turnover-Rate von Frühjahr zu Frühjahr der drei Untersuchungsjahre der Dauerflächen, zusammengefasst in sechs Gruppen nach ihrer Lage zur Mittelwasserlinie.

Die mittleren turnover-Raten nehmen innerhalb jeder der fünf Gruppen renaturierter Flächen vom Frühjahr 1999 zum Frühjahr 2002 ab, mit einer einzigen Ausnahme in der Gruppe 4, deren Werte vom Frühjahr 2001 zum Frühjahr 2002 steigen. Allerdings sind diese Abnahmen der mittleren turnover-Raten in vier der fünf Gruppen nicht signifikant (Tab. 4.2.4). Einzig die Abnahmen der turnover-Werte in der Gruppe 3 (Dauerflächen zwischen 40 und 60 cm über der MWL) sind signifikant ( $p = 0,05$  bzw.  $0,03$ ). Die mittlere turnover-Raten der NR-Flächen bleiben von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002 auf einem niedrigen Niveau und relativ ähnlich ( $p = 0,74$ ).

Tab. 4.2.4: Signifikanz der turnover-Raten (Frühjahr zu Frühjahr) der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen innerhalb des Untersuchungszeitraumes.

turnover-Raten von F99/F00 zu F00/F01						
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe B	Gruppe NR
t-Wert	0.75	0.72	2.6	-1.15	0.71	-
p	0.51	0.49	0.05	0.45	0.52	-

turnover-Raten von F00/F01 zu F01/F02						
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe B	Gruppe NR
t-Wert	0.7	0.74	2.87	-0.6	1.19	0.36
p	0.52	0.48	0.03	0.59	0.3	0.74

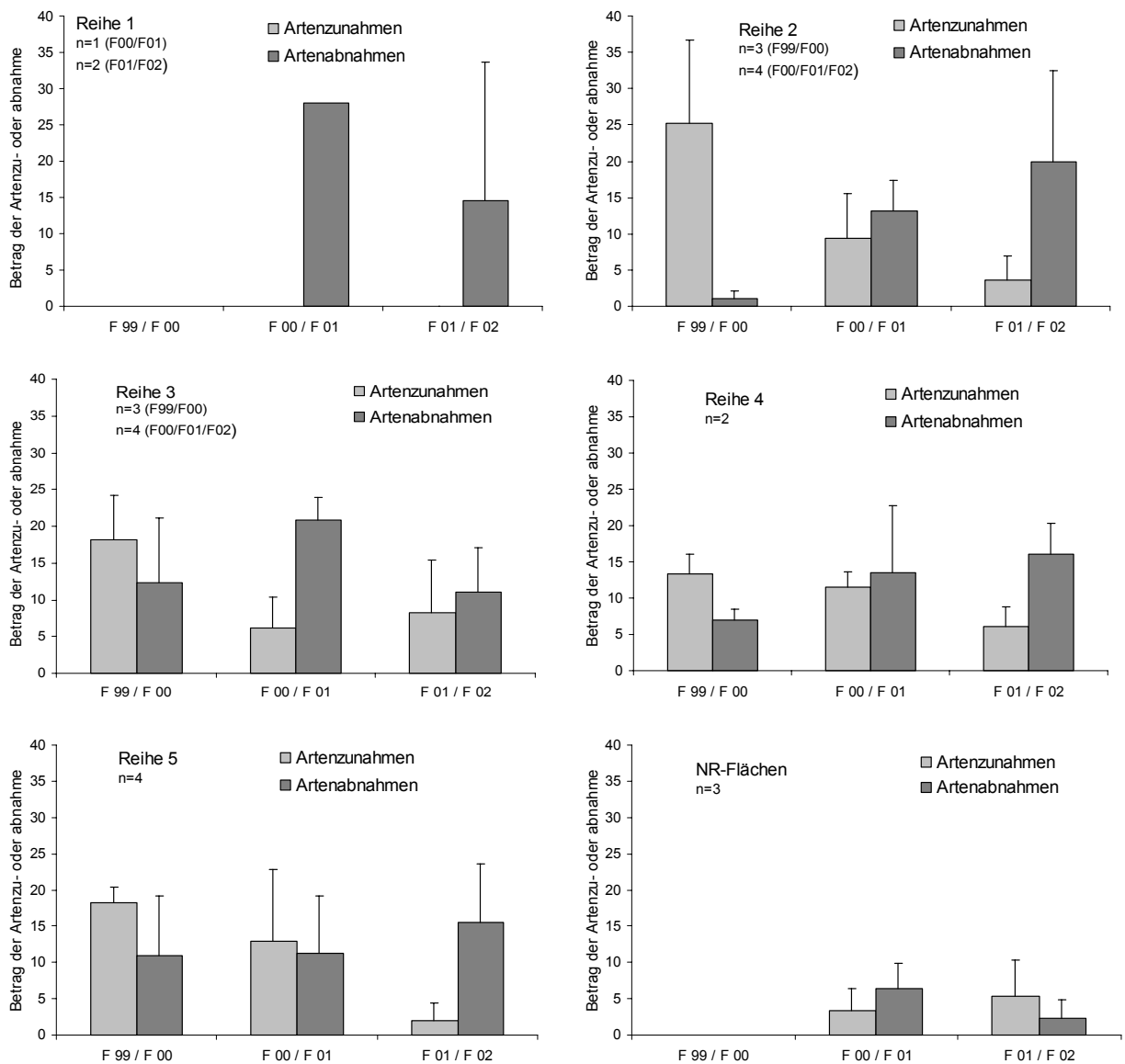


Abb. 4.2.12: Beträge der Werte dazukommender und verschwindender Arten (jeweils nur Frühjahrsaspekte) auf den Dauerflächen, in fünf Sukzessionsreihen zusammengefasst, und an begrudigten Flussabschnitten (NR).

Ein weiterer Aspekt der Artenumsätze ist die Abgängigkeit vom Alter der Vegetationsentwicklung auf den Dauerflächen (Abb. 4.2.12). Auf den jüngsten Flächen (Reihe 1) zeigt sich, dass sowohl im Frühjahr 2001 als auch Frühjahr 2002 keine weiteren Arten mehr dazu kommen, sondern nur ein Verschwinden von Arten stattfindet. Hier muss allerdings bedacht

werden, dass die Fläche D 18 im Jahr 2001 nur noch in der halben Flächengröße über der MWL liegt und im Jahr 2002 komplett erodiert wurde.

Innerhalb der Sukzessionsreihen 2 bis 5 sinkt die Anzahl an dazu kommenden Arten über die Jahre kontinuierlich ab (Ausnahme ist in der Reihe 3 der Aspekt von F01/F02), während die Anzahl verschwindender Arten mit zunehmendem Alter der Flächenentwicklungen steigt (hier ist die Reihe 3 wieder die Ausnahme). Auf den jüngeren Flächen (Reihe 2) ist der Unterschied der dazu kommenden Arten von Frühjahr 1999 zu Frühjahr 2000 signifikant bzw. der von Frühjahr 2001 zu Frühjahr 2002 deutlich (t-Test: t-Wert 2,7;  $p = 0,03$  bzw. t-Wert 1,86;  $p = 0,09$ ). Dagegen zeigt die Analyse der gleichen Unterschiede bei den ältesten Flächen (Reihe 5) einen gegenteiligen Effekt (t-Test: t-Wert 1,05;  $p = 0,33$  bzw. t-Wert 2,18;  $p = 0,07$ ).

Je älter die Vegetationsentwicklung auf den Dauerflächen, desto mehr Arten fallen aus und desto weniger neue Arten kommen noch hinzu. Diese Tendenz wird allerdings nicht nur vom Flächenalter sondern auch von der Hochwasserdynamik der Jahre 2001 und 2002 beeinflusst.

Eine statistische Erhebung über die Effekte der Hochwasserdynamik und der Sukzessionsentwicklung scheitert an der nicht ausreichenden Anzahl der untersuchten Dauerflächen.

#### **4.2.2 Beta-Diversität**

Die Beta-Diversität wird als Maß für die Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit zweier oder mehrerer Flächen herangezogen. Genauso kann diese auch auf einer einzelnen Dauerfläche die Ähnlichkeiten der vegetationskundlichen Analysen verschiedener Jahre darstellen. Mit Hilfe des Sørensen-Index (SI), welcher die Daten nach Absence und Presence analysiert, können Ähnlichkeiten zwischen Flächen und zwischen Vegetationsentwicklungsphasen aufgezeigt werden. Dabei stellt der SI-Wert 1,0 eine völlige Übereinstimmung dar.

Die SI-Werte der einzelnen Dauerflächen reichen von 0,35 (die Fläche ist innerhalb der Untersuchungsjahre bezüglich ihrer Artenzusammensetzung sehr heterogen) bis 0,86 (die Fläche besitzt über die Untersuchungsjahre bezüglich ihrer Artenzusammensetzung nur geringe Änderungen).

Die Zusammenfassung der 21 Dauerflächen in die sechs Gruppen (nach deren Lage zur MWL), wie sie schon im Abschnitt über die Alpha-Diversität gehandhabt wurde (Tab. 4.11), zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Dauerflächen renaturierter Bereiche und den Flächen an begrädigten Flussabschnitten (t-Test durchschnittlicher SI-Wert aller Gruppen



gegen die NR-Flächen: t-Wert 4,3;  $p = 0,0003$  bzw. nur Gruppen 1 bis 4 gegen NR-Flächen: t-Wert 4,25;  $p = 0,0006$ ) (Abb. 4.2.13).

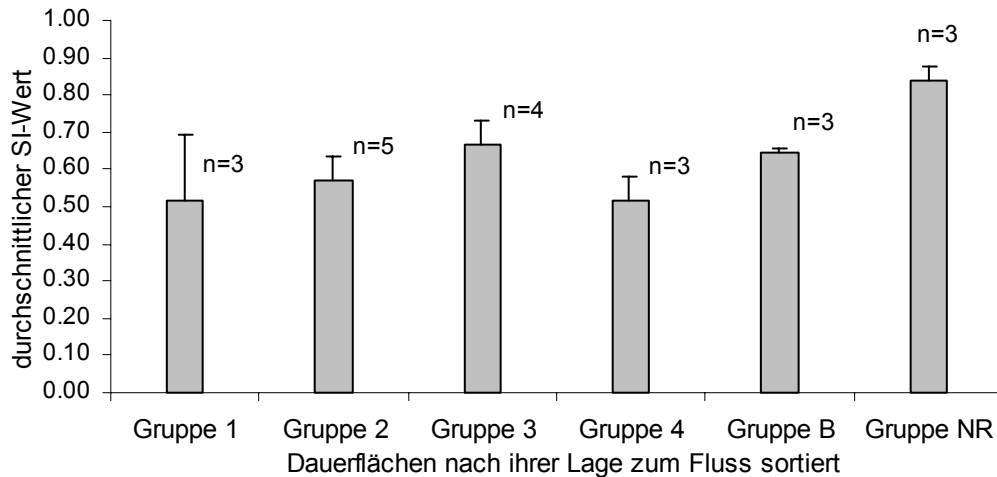


Abb. 4.2.13: Durchschnittlicher Sørensen-Index (SI) als Maß für die Beta-Diversität beim Vergleich der Artenzusammensetzungen der in Gruppen (bzgl. ihrer Lage zum Fluss) zusammengefassten Dauerflächen.

Darüber hinaus fällt die Gruppe 3 (Dauerflächen mit einer Höhe von 40 cm bis 60 cm über der MWL) mit einem signifikanten Unterschied zur Gruppe 4 auf (t-Test: t-Wert 2,90;  $p = 0,03$ ) und die Gruppe 4 (höher als 60 cm über der MWL) zur Gruppe B (Flächen an Baggerseen) auf (t-Test: t-Wert 3,41;  $p = 0,03$ ). Zwischen den SI-Werten aller anderen Gruppen (außer zur Gruppe NR) existieren keine signifikanten Unterschiede.

Noch deutlich voneinander verschiedene SI-Werte zeigen die Dauerflächen, wenn sie in die unter Abbildung 4.1.59 dargestellten gemeinsamen Sukzessionsreihen zusammengefasst sind (Abb. 4.2.14). Die NR-Flächen an begradigten Uferabschnitten sind separat zusammengefasst (Tab. 4.2.5).

Die SI-Werte aller fünf Sukzessionsreihen sind zu denen der NR-Flächen (Dauerflächen begradigter Flussabschnitte) signifikant verschieden (t-Test: t-Wert 6,48;  $p = 0,004$  gemittelt). Ebenso unterscheiden sich die jüngsten Flächen (Reihe 1 bzw. 2) von den ältesten Flächen (Reihe 5) signifikant (t-Test: t-Wert 4,73;  $p = 0,01$  bzw. t-Wert 2,25;  $p = 0,05$ ). Diese beiden jüngsten Sukzessionsreihen (1 bzw. 2) unterscheiden sich von der zweitältesten Sukzessionsreihe 4 auch signifikant bzw. noch deutlich (t-Test: t-Wert 5,27;  $p = 0,03$  bzw. t-Wert 2,17;  $p = 0,08$ ). Dagegen sind die SI-Werte der Sukzessionsreihen 3 bis 5 untereinander nicht signifikant verschieden.

Zusätzlich zu der sich signifikant unterscheidenden Heterogenität der Artenzusammensetzung der Flächen renaturierter Flussbereiche zu den Flächen begradigter Abschnitte zeigt sich

eine deutliche Zunahme der SI-Werte und somit der Beta-Diversität der Dauerflächen im Laufe der Sukzessionsjahre bis hin zu den NR-Flächen: bei linearer Regression:  $r^2 = 0,822$ , bei potentieller Regression:  $r^2 = 0,924$ . Die Auswertung nach der potentiellen Regression ist in diesem Fall sinnvoller, weil wegen des definierten Maximums des SI-Wertes (= 1,00) ein linearer Regressionsverlauf als sehr unwahrscheinlich gilt und dieses Maximum an einem natürlich bewachsenen Flussufer kaum vorstellbar ist (kleinere Unterschiede gibt es immer).

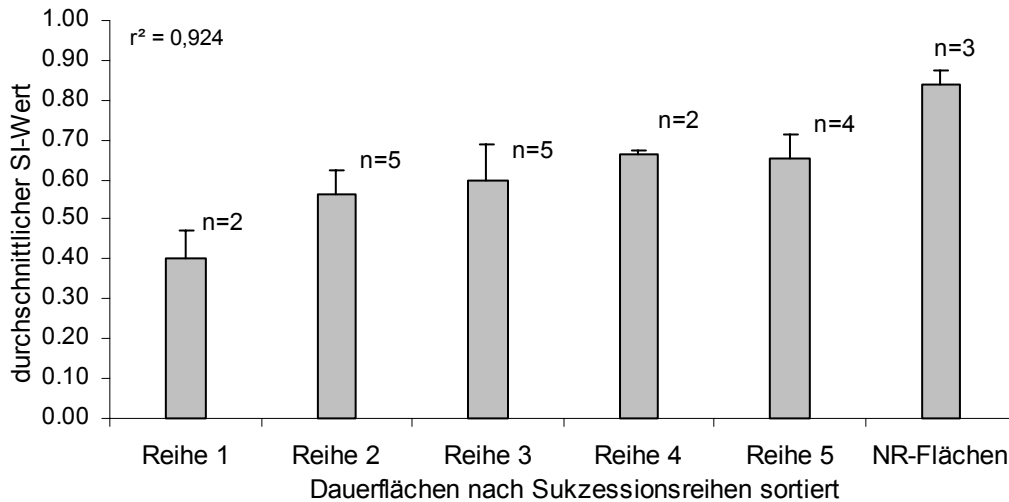


Abb. 4.2.14: Durchschnittlicher Sørensen-Index (SI) als Maß für die Beta-Diversität beim Vergleich der Artenzusammensetzungen der in Sukzessionsreihen zusammengefassten Dauerflächen.

Tab. 4.2.5: Zeitliche Veränderungen der einzelnen Sørensen-Indizes (SI-Werte) für die fünf Sukzessionsreihen und die NR-Flächen im Laufe aufeinanderfolgender Vegetationsperioden (VP).

Jahr	Reihe 1		Reihe 2		Reihe 3		Reihe 4		Reihe 5		NR-Reihe	
	VP	SI	VP	SI	VP	SI	VP	SI	VP	SI	VP	SI
1999	-	-	1.VP	0.37	2.VP	0.48	3.VP	0.61	4.VP	0.47	-	-
2000	1.VP	(0.71)	2.VP	0.54	3.VP	0.51	4.VP	0.69	5.VP	0.51	NR	0.60
2001	2.VP	0.33	3.VP	0.50	4.VP	0.41	5.VP	0.68	6.VP	0.54	NR	0.61
2002	3.VP	-	4.VP	0.16	5.VP	0.34	6.VP	0.40	7.VP	0.34	NR	0.49

[VP = Vegetationsperioden]

Die Sørensen-Indizes reichen von 0,16 (die zusammengefassten Flächen sind bezüglich ihres Arteninventars untereinander sehr heterogen) bis 0,69 (die Flächen sind untereinander verhältnismäßig homogen). Die beiden Flächen, die in der Sukzessionsreihe 1 zusammengefasst sind, müssen für die weitere Analyse unberücksichtigt bleiben, da beide SI-Werte im Grunde singuläre Flächen repräsentieren (Fläche D 18 nach Hochwasser 2001 fast und in 2002 komplett verschwunden) (Abb. 4.2.15).

Allen anderen vier Sukzessionsreihen und den Flächen an begründigten Flussabschnitten (NR-Flächen) ist der Anstieg der SI-Werte von 1999 auf 2000 und der signifikante Rückgang der SI-Werte zum Jahr 2002 gemeinsam (t-Test der SI-Werte 2001 zu 2002: t-Wert 2,84;

$p = 0,02$ ). Beides wird mit der Abflussdynamik in Zusammenhang gebracht (1999/2000 kein Hochwasser und 2001/2002 starke Hochwasserereignisse).

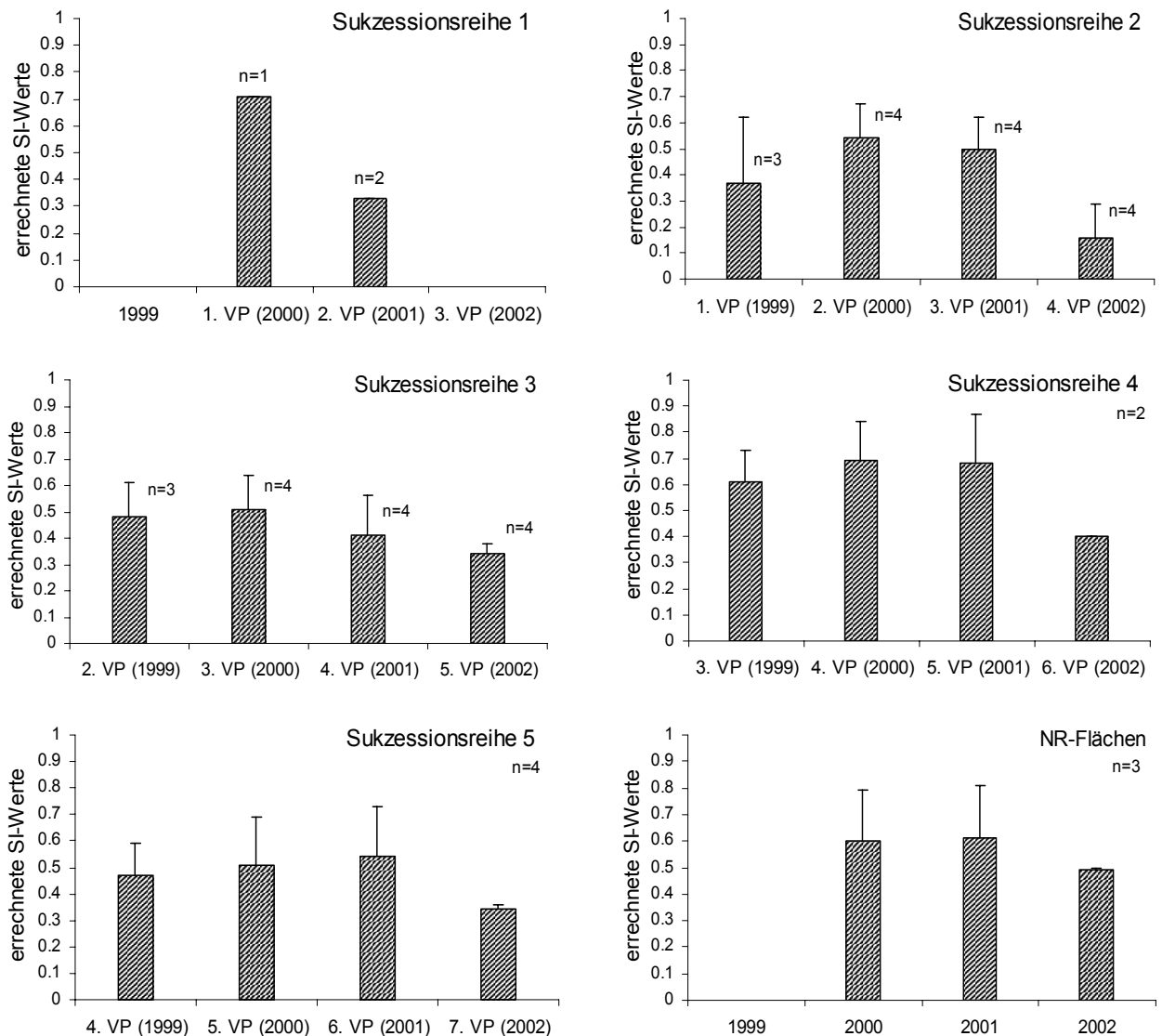


Abb. 4.2.15: Zeitliche Veränderung der einzelnen Sørensen-Indizes (SI-Werte) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen. (VP = Vegetationsperioden)

Sowohl die Werte der Jahre 1999 und 2000 sind zueinander nicht signifikant (t-Test: t-Wert 1,22;  $p = 0,27$ ), als auch die Werte der Jahre 2000 und 2001 (t-Test: t-Wert 0,49;  $p = 0,69$ ).

Die NR-Flächen (Flächen begradigter Uferbereiche) sind untereinander viel ähnlicher in ihrem Arteninventar, besitzen also eine niedrigere Beta-Diversität als die Flächen an renaturierten Uferbereichen. Auf den NR-Flächen fällt der SI-Index nach den Hochwässern 2002 nur halb so stark ab (um 0,12 Punkte) wie innerhalb der vier Sukzessionsreihen (durchschnittlich um 0,22 Punkte). Hier hat das Hochwasser weniger Einfluss auf die Etablierung neuer

Arten, auf die stärkere Heterogenität der Artenzusammensetzung und damit auf die Beta-Diversität.

Die Beta-Diversität nimmt durch das einjährige (schwache) Hochwasser 2001 besonders in den jüngeren Sukzessionsreihen zu (Abnahme des SI-Wertes). In der ältesten Sukzessionsreihe (Reihe 4 nur sehr geringe Abnahme des SI-Wertes, Reihe 5 leichte Zunahme des SI-Wertes im Jahr 2001) sind die Artenzusammensetzungen schon zu stark durch Gräser und Weidensträucher dominiert und werden durch ein schwaches Hochwasser nicht in ihrer Artenzusammensetzung stark verändert.

Erst die Hochwässer im Winter und Frühjahr 2002 (HQ<sub>15</sub>) besitzen ein geeignetes Störungsregime (Frequenz und Amplitude), um in den älteren Sukzessionsreihen die Beta-Diversität und damit die Heterogenität zwischen den Flächen dieser Gruppe wieder zu erhöhen.

Die Vegetation der zweiten Sukzessionsreihe erlebte die schweren Hochwässer im Herbst 1998 (HQ<sub>6</sub>) noch nicht und konnte sich so bis zum Herbst 2001 ohne extreme Störungsereignisse entwickeln. Nach drei vollen Vegetationsperioden ist ein 15jähriges Hochwasser nicht mehr in der Lage, den SI-Wert unter 0,10 zu setzen. Es haben sich nach drei Vegetationsperioden schon genügend Arten, u.a. Gehölze fest etabliert, die diese massiven Störungen überdauern können.

Bei den vorangegangenen Vergleichen bleibt jedoch unberücksichtigt, dass jede der Flächen eine unterschiedliche Vegetationsentwicklung aufgrund sowohl der Interaktionen zwischen dem Flächenalter als auch dem Störungsregime des Flusses besitzt.

### 4.2.3 Gamma-Diversität

Der Unterschied der Gamma-Diversität zu den beiden vorangegangenen Diversitätsgrößen besteht darin, dass diese die Artenzahl im großen Landschaftsraumes darstellt, innerhalb dessen die analysierten Dauerflächen liegen. Die Gamma-Diversität stellt somit eine diskrete Zahl von Arten des untersuchten Landschaftsausschnittes dar, in diesem Fall die Uferbereiche der Rodach und des Obermains.

Wie Eingangs schon erläutert, sind der Erfassung der gesamten Artenanzahlen auf jeder der Untersuchungsflächen zeitliche und technische Grenzen gesetzt. Eine Renaturierungsfläche ist im Durchschnitt ca. 33.500 m<sup>2</sup> groß und teilweise nicht zugänglich.



Die beiden Artenlisten, zusammengefasst aus den Einzellisten der Dauerflächen (5 m x 5 m) renaturierter Bereiche bzw. begradigter Bereiche, beinhalten 224 bzw. 77 Arten (Anhang VIIa, VIIb, VIII). Zu der Zahl 224 (statt 228, wie im Abschnitt 4.2.1) kommt es durch das Abziehen von je zwei Arten, die ausschließlich nur auf NR-Flächen oder der Fläche D 14 vorkommen. Damit repräsentiert die Artenliste der Dauerflächen renaturierter Bereiche 72 % bzw. die der Dauerflächen begradigter Bereiche 75 % der jeweiligen einstündig erfassten Gesamtartenzahl des definierten Landschaftsausschnitts.

Die durchschnittliche Artenzahl der einstündigen Erfassung ist mit 142 Arten auf den 13 renaturierten Uferbereichen um 57 % höher als die auf den vier begradigten Uferbereichen (mit 61 Arten). Der Unterschied ist signifikant (t-Test, T-Wert 5,87,  $p = 0,00003$ ).

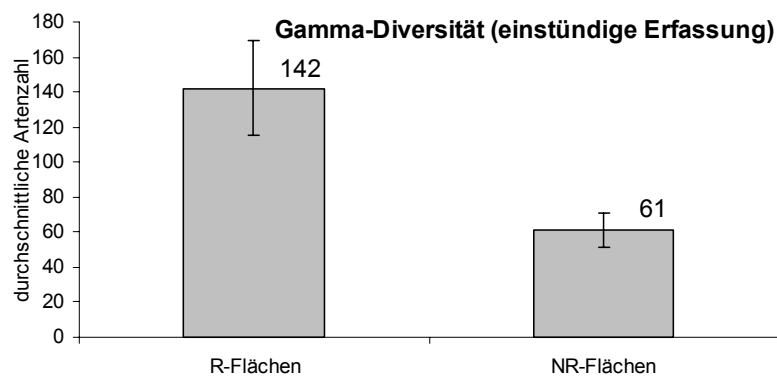


Abb. 4.2.16: Einstündig erfasste durchschnittliche Artenzahl in den beiden Landschaftsausschnitten renaturierter und begradigter Flussabschnitte.

#### 4.2.4 Invasive (gebietsfremde) Arten

Eine gebietsfremde Art (*alien species*) wird als eine Art definiert, die außerhalb ihres normalen Verbreitungsgebietes vorkommt. Eine invasive gebietsfremde Art (*invasive alien species*) ist eine Art, die Ökosysteme, Habitate oder Arten bedroht (CBD 2000).

In Europa wurden etwa 12.000 gebietsfremde Pflanzen eingebracht (ab dem Jahr 1500 gerechnet). Dauerhaft etablieren konnten sich davon ca. 400 Arten (Schrader 2002). Das entspricht etwa 16 % aller bei uns vorkommenden höheren Pflanzenarten (OTA 1993). Diese gebietsfremden Pflanzenarten (in Mitteleuropa Neophyten genannt) verteilen sich auf die unterschiedlichen Biotoptypen in differenzierter Arten- und Individuendichte. So sind Biotoptypen, die durch periodische oder stochastische Störungen geprägt sind (z.B. Bauland, städtische Grünflächen, Brachen, Äcker, Straßenränder und Flussufer) stärker mit invasiven Pflanzenarten besiedelt, als solche, die selten Störungen erleben (Moore, Wälder, Wiesen) (Kowarik 1992, Kowarik 1995). Die Uferbereiche der Fließgewässer sind bei pflanzlichen Invasoren weltweit ein außerordentlich attraktiver Lebensraum und Ausbreitungsweg. Das

Fließgewässer ist das Agens und der Vektor zugleich für das Erreichen freigewordener Flächen und Nischen, ist also dementsprechend bedeutsam für ufernahe Arten (Soltau 1993).

Auf allen Renaturierungsflächen (kleinmaßstäbliche Betrachtungsebene) finden sich zusammengefaßt 33 gebietsfremde Pflanzenarten (von 308 Arten der gesamten Pflanzenliste). Das entspricht einem Anteil von 10,7 %. An begradigten Flussabschnitten wurden von 104 Pflanzenarten vier als gebietsfremde Arten bestimmt (= 3,8 %) (siehe Anhang Va bis VII).

Insgesamt sind auf allen 21 Dauerflächen (großmaßstäbliche Betrachtungsebene) entlang des Obermains und der Rodach 17 nichteinheimische Pflanzenarten erfasst worden. Das entspricht bei einer Gesamtartenzahl von 228 einem Anteil von ca. 7,5 %. Keine der 21 Dauerflächen ist frei von Neophyten. Allerdings lassen sich nur auf drei Flächen mehr als fünf Neophyten nachweisen. Die durchschnittliche Anzahl auf den Dauerflächen renaturierter Bereiche liegt bei 4,4 Arten, auf den Dauerflächen begradigter Bereiche bei 1,7 Arten.

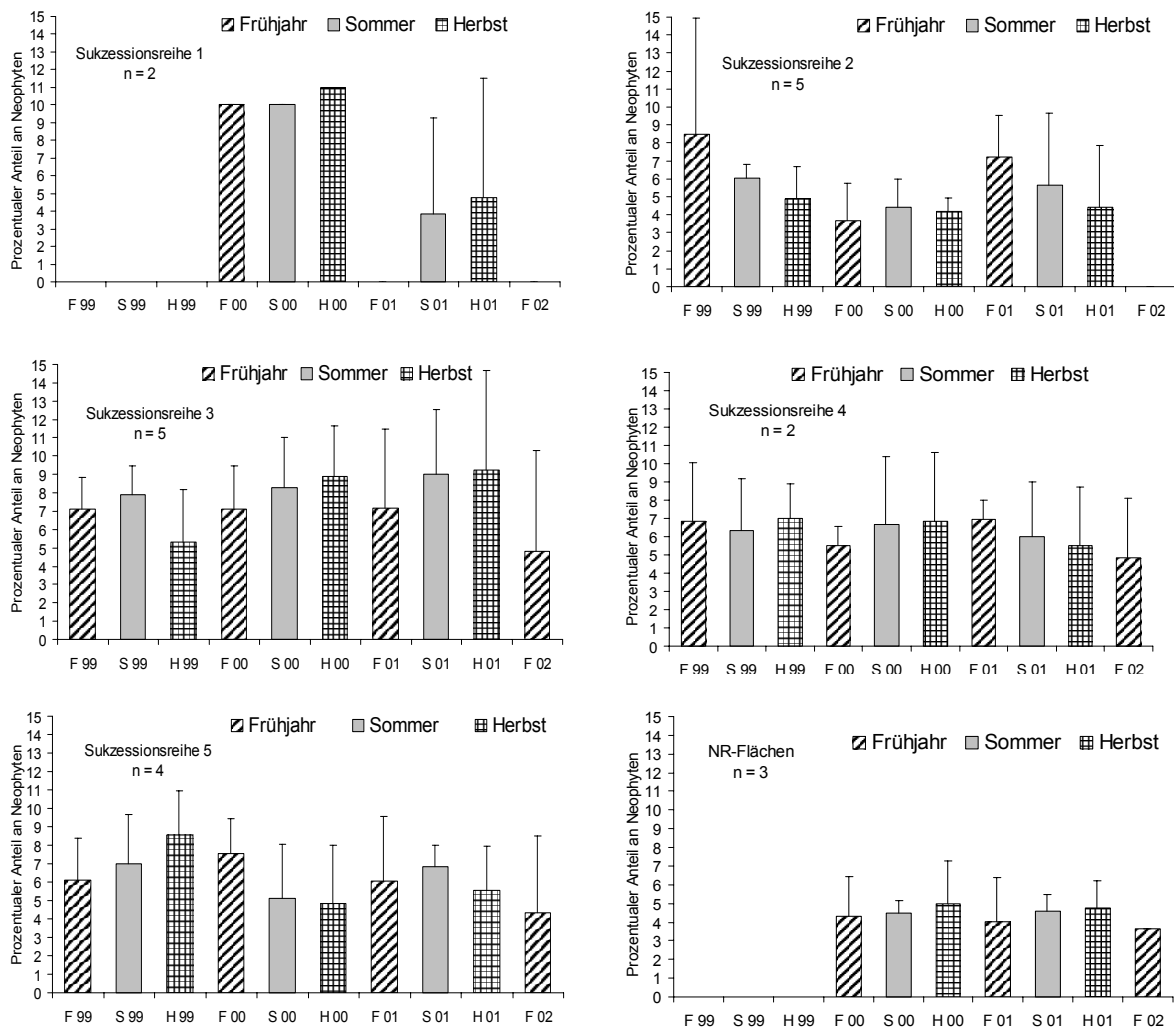


Abb. 4.2.17: Prozentualer Anteil der Neophyten an der gesamten Artendiversität auf den Dauerflächen und deren Veränderungen im Laufe der Untersuchungsjahre, aufgeteilt in fünf verschiedene Sukzessionsreihen. (n bezieht sich auf die Anzahl der Flächen, die innerhalb einer Sukzessionsreihe zusammengefasst sind).

Die Anzahl der Neophyten auf den Dauerflächen ändert sich im Laufe der verschiedenen Untersuchungsjahre und somit auch in den unterschiedlichen Sukzessionsreihen (Abb. 4.2.17). Die 18 Dauerflächen an renaturierten Uferbereichen sind wieder in die fünf unterschiedlichen Sukzessionsreihen eingeteilt, wie sie schon in der Abbildung 4.1.59 zusammengefasst sind. Die Dauerflächen an begrügten Uferbereichen bilden eine eigene 'Sukzessionsreihe'.

Die Werte der Sukzessionsreihe 1 bleiben bei den weiteren Analysen unberücksichtigt, weil im ersten Vegetationsjahr (2000) die Daten nur einer einzigen Fläche (D 18) mit in die Berechnung eingehen. Zur zweiten Vegetationsperiode 2001 werden zwar auch die Daten der Fläche D 7 mit einbezogen. Dafür wurde aber die Fläche D 18 durch das Hochwasser im Frühjahr 2001 (HQ<sub>1</sub>) fast vollständig vegetationsfrei erodiert.

Der Anteil nichteinheimischer Pflanzenarten liegt zu Beginn der ersten Vegetationsperiode auf den zuvor vegetationsfreien Rohbodenflächen der Sukzessionsreihen 2 bei einem überdurchschnittlichen Wert von 8,5 %. Innerhalb der ersten Vegetationsperiode (1999) fällt der Prozentsatz an Neophyten von 8,5 % auf 4,9 % ab und steigt leicht im Sommer der darauffolgenden zweiten Vegetationsperiode (2000) an, erreicht aber nicht das ursprüngliche Niveau. Zu Beginn der dritten Vegetationsperiode (2001) steigt der prozentuale Anteil an Neophyten stark an (7,2 %) um dann wieder bis zum Herbst des gleichen Jahres auf 4,4 % zu fallen. Zum Frühjahr 2002 sind keine Neophyten mehr auf den Dauerflächen dieser Sukzessionsreihe vorhanden.

In der dritten Sukzessionsreihe (die Vegetationsentwicklung beginnt auf den in dieser Reihe zusammengefassten Flächen im Frühjahr 1998) liegt der prozentuale Anteil an Neophyten auf einem hohen Niveau (7,1 %), steigt sogar zum Sommer 1999 noch auf 7,9 %, aber sinkt zum Herbst 1999 ab (auf 5,4 %). Während der dritten Vegetationsperiode (2000) steigen diese Werte vom Frühjahr (7,1 %) zum Herbst (8,8 %) an. Nach den Hochwässern im Frühjahr 2001 liegt dieser Wert erneut bei 7,1 % und steigt dann zum Herbst 2001 über das Vorjahresniveau (9,3 %). Die Hochwässer 2002 reduzieren den Anteil an Neophyten zum Beginn der fünften Vegetationsperiode auf 4,8 %.

Auf den beiden Flächen der vierten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1997) schwankt der prozentuale Anteil an Neophyten vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2001 nur gering um einen Mittelwert von ca. 6,5 %. Erst ab dem Frühjahr 2001 sinkt dieser Wert kontinuierlich ab und erreicht zum Beginn der sechsten Vegetationsperiode (2002) 4,8 %. Die Anzahl an Flächen (n = 2), die in dieser Sukzessionsreihe zusammengefasst sind, ist jedoch für eine sichere statistische Aussage zu gering.



In der fünften Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1996) steigt der Anteil an Neophyten im Jahr 1999 von 6,1 % (Frühjahr) auf 8,5 % (Herbst), um dann im Jahr 2000 bis 4,8 % (Herbst) wieder zu sinken. Im Frühjahr und Sommer 2001 liegt dieser Wert wieder über 6,0 % sinkt dann aber bis zum Frühjahr 2002 auf 4,3 % ab.

Die starken Hochwässer des Frühjahrs 2001 und Winters 2002 verursachen einen allgemeinen Rückgang der nicht einheimischen Pflanzenarten auf den Dauerflächen. Auf die noch jungen Sukzessionsstadien wirken sich die Hochwässer im Vergleich zu den älteren Stadien erheblich stärker aus. Zusätzlich etablieren sich Gräser und Gehölze auf den Flächen und verringern die für die meisten Neophyten (z.gr.T. Therophyten) zum Keimen wichtigen Rohbodenflächen. Die Neophyten, die sich bis zur vierten Vegetationsperiode dauerhaft auf den Flächen etablieren konnten, schaffen es, sich auch bei stärkeren Hochwasserereignissen, vor allem im Schutz der Grasschicht oder der jungen Strauchvegetation zu halten.

Auf den Dauerflächen an begradigten Uferabschnitten können sich aufgrund der sehr geringen Flächenanteile an Rohböden nur wenige neue Arten etablieren. Hier ist in der Regel nur eine gebietsfremde Art vorhanden: *Impatiens glandulifera*. Dementsprechend bleiben die prozentualen Anteile der Neophyten auf den NR-Flächen relativ kontinuierlich bei 4,5 %. Die Schwankungen innerhalb des Untersuchungszeitraumes (2000 bis 2002) sind leicht saisonal geprägt, jeweils mit einem niedrigen Wert im Frühjahr und einem hohen Wert im Herbst. Das hängt mit der Gesamtartenzahl im Frühjahr zusammen. Die beiden weiteren nicht einheimischen Arten auf den NR-Flächen, *Bidens frondosa* und *Galinsoga ciliata*, kommen nur selten (jeweils in nur einer Aufnahme) und in sehr geringen Abundanzen (ca. 1 %) vor. Die Abundanzen von *Impatiens glandulifera* schwanken auf den drei NR-Flächen zwischen 0,5 % und 20 % (durchschnittlich 8,1 % +/- 6,3 %).

Die Abundanzen aller Neophyten auf den einzelnen Dauerflächen bewegen sich zwischen null und 100 %. Allerdings sind diese Werte nicht regelmäßig auf der Skala verteilt, sondern stark geklumpt im Bereich zwischen 0 % und 1 % (Abb. 4.2.18). Bis zu einem Wert von 5 % Gesamtabundanz der Neophyten liegen 80 % aller Aufnahmen. Die oberen zwei Klassen (über 50 % Gesamtabundanz an Neophyten) beinhalten die Werte von nur einer Flächen (D 2). Über einer Abundanz von 20 % kommt noch die Fläche D 11a dazu. Beide Flächen liegen im Bereich schlammüberdeckte Ufer und bieten bessere Wuchsbedingungen (Wasserversorgung) für das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*). Vernachlässigt man die beiden Flächen mit den höchsten Werten als Ausreißer, so liegt die mittlere Abundanz der Neophyten auf Dauerflächen renaturierter Uferbereiche bei 2,1 % +/- 2,8 %, während die auf

Dauerflächen begradigter Uferbereiche bei 7,2 % +/- 4,1 % liegt. Der Unterschied ist signifikant (t-Test, T-Wert 2,72;  $p = 0,01$ ).

Am Obermain und der Rodach ist die häufigste und auffälligste nichteinheimische Pflanzenart *Impatiens glandulifera*, welches nur auf zwei der 21 Dauerflächen nicht aufzufinden ist. Die Abundanzen dieser Art variieren zwischen 0 % und 100 %, wobei auch hier wieder die Fläche D 2 mit sehr hohen Werten herausragt (stets über 25 %). Ohne diesen Ausreißer liegt die durchschnittliche Abundanz des Indischen Springkrautes auf allen Dauerflächen renaturierter Uferbereiche bei 1,7 % +/- 2,9 %, während der Wert für die Dauerflächen begradigter Uferbereiche bei 8,1 % +/- 3,6 % liegt. Der Unterschied ist signifikant (t-Test, T-Wert 3,34;  $p = 0,004$ ). Die übrigen 16 nichteinheimischen Arten treten pro Dauerfläche in nur geringen Artenzahlen und Abundanzen auf. Elf der 17 Arten sind annuelle Arten, sechs sind perenne Arten (davon zwei Gehölze) (Tab. 4.2.7).

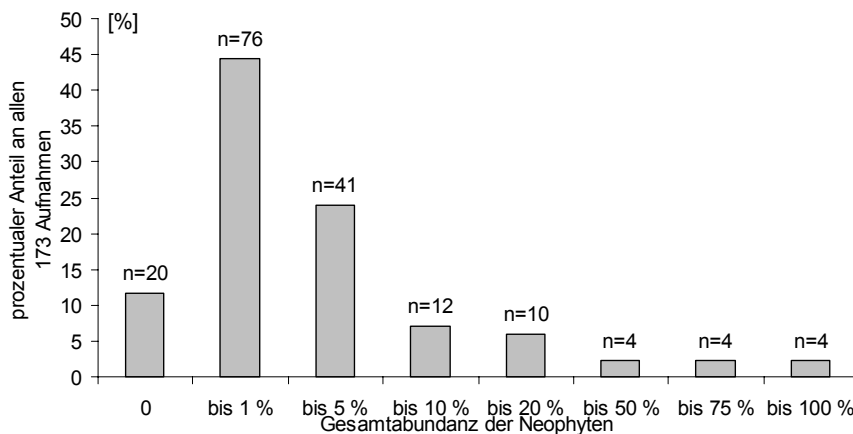


Abb. 4.2.18: Prozentuale Verteilung der 173 Aufnahmen auf acht Klassen der Gesamtabundanz aller Neophyten auf den 21 Dauerflächen.

Tab. 4.2.7: Liste der 17 nichteinheimischen Pflanzenarten auf den 21 Dauerflächen. In Klammern das Jahr des ersten Auftretens in Deutschland. U bezeichnet unbeständige Arten, die auf einen ständigen Diasporennachschub angewiesen sind. T Therophyt, G Geophyt, P Phanerophyt, H Hemikryptophyt (Ellenberg 1979, Rothmaler 1996, Schmeil-Fitschen 2001).

<i>Amaranthus retroflexus</i> (1850) T	<i>Helianthus annuus</i> (U) T	<i>Oxalis fontana</i> (1807) T
<i>Bidens connata</i> (1865) T	<i>Helianthus tuberosus</i> (1830) G	<i>Robinia pseudacacia</i> (1824) P
<i>Bidens frondosa</i> (1891) T	<i>Impatiens glandulifera</i> (1854) T	<i>Solanum lycopersicum</i> (U) T
<i>Chamomilla suaveolens</i> (1852) T	<i>Impatiens parviflora</i> (1837) T	<i>Solidago canadensis</i> (1853) H
<i>Conyza canadensis</i> (1700) T	<i>Lolium multiflorum</i> (-) H	<i>Syringia vulgaris</i> (16.Jhd.) P
<i>Galinsoga ciliata</i> (1850) T	<i>Medicago x varia</i> (-) H	

Deren Auftreten innerhalb der fünf verschiedenen Sukzessionsreihen zeigt, dass die ersten drei bis vier Jahre der Sukzession von den elf aufgelisteten Therophyten dominiert wird.

Zur dritten Vegetationsperiode (in der Sukzessionsreihe 2 und 3) treten mit *Lolium multiflorum* und *Medicago x varia* bzw. zur vierten Vegetationsperiode mit *Helianthus tuberosus*

die ersten nichteinheimischen Hemikryptophyten bzw. ein Geophyt auf. In der fünften Vegetationsperiode (Sukzessionsreihe 4) etablieren sich mit *Syringia vulgaris* und *Robinia pseudacacia* erstmals nichteinheimische Gehölzarten auf den Dauerflächen.

Die Tendenzen zu einem geringeren Anteil an Neophyten in der Artzusammensetzung mit zunehmendem Sukzessionsalter hängt von den Störungen durch die Hochwässer und der zunehmenden Verdrängung der Therophyten durch die Gräser und Sträucher ab. Mit zunehmendem Flächenalter spielen die mehrjährigen nichteinheimischen Arten mehr und mehr eine größere Rolle in der Artenzusammensetzung. Gemeinsam ist allen fünf Sukzessionsreihen das Auftreten von *Impatiens glandulifera*. Diese Art etabliert sich auch auf Flächen mit mehrjähriger Sukzession innerhalb eines dichten Bestandes von *Phalaris arundinacea* und unter den schon über 4 m hohen Weiden jede Vegetationsperiode erneut.

Vergleicht man die durchschnittlichen Sørensen-Indizes (als ein Maß für die Ähnlichkeit zwischen den Flächen) bezüglich ihrer Neophyten-Diversität innerhalb einer Sukzessionsreihe und stellt diese Werte in einer aufsteigenden Skala hintereinander, so lässt sich ein deutlicher Trend erkennen (Abb. 4.2.19). Je jünger die Sukzession auf den Flächen, desto niedriger der SI-Wert, desto geringer die Ähnlichkeiten der Flächen untereinander hinsichtlich ihrer Anwesenheit von Neophyten. Je älter die Flächen, desto homogener werden die Flächen untereinander bezüglich ihrer Neophyten-Diversität. Die Beta-Diversität der Flächen bezüglich der Neophytenvielfalt sinkt. Die Werte der Reihe 1 wurden nicht berücksichtigt. Die Werte der Reihen 2 bis 5 sind nicht signifikant voneinander verschieden. Die Werte der Sukzessionsreihen haben gegenüber den NR-Flächen eine hohe Signifikanz bezüglich der Beta-Diversität (t-Test: durchschnittlicher t-Wert 3,77;  $p = 0,02$ ).

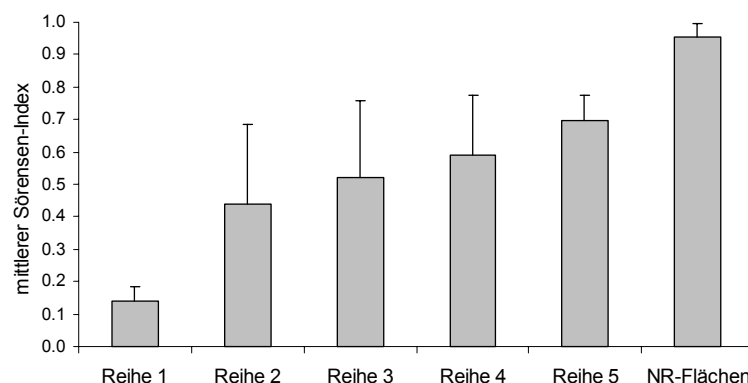


Abb. 4.2.19: Durchschnittlicher Sørensen-Index der fünf Sukzessionsreihen und der Referenzflächen bezüglich der Neophyten-Diversität.

Ein Problem mit gebietsfremden Pflanzenarten oder gar mit invasiven gebietsfremden Arten, die einheimische Arten verdrängen, kann im Bereich der renaturierten Uferabschnitte des Obermains und der Rodach in den dreieinhalb Untersuchungsjahren nicht festgestellt werden.

### 4.3 Funktionale Diversität

Der dritte Aspekt der untersuchten Biodiversität auf den ufernahen Flächen des Obermains und der Rodach ist neben der strukturellen und taxonomischen die funktionale Diversität.

Einen allgemein üblichen Analyseansatz zur Berechnung oder Darstellung der funktionalen Diversität gibt es aktuell nicht, was vor allem auch daran liegt, dass eine Pflanzenart nicht eindeutig einem bestimmten funktionalen Attribut zugeteilt werden kann (z.B. Lebensform Hemikryptophyt und Liane (*Humulus lupulus*) oder Diasporenverbreitung anemochor und zoochor (*Phalaris arundinacea*); Artenliste mit den funktionellen Attributen im Anhang IX und X. Je nach Fragestellung müssen die ausgewählten funktionalen Syndrome und deren Attribute gewählt werden (Beierkuhnlein 1999, Beierkuhnlein und Schulte 2000) (Tab. 4.3.1). Es muss beachtet werden, dass sich zwei oder mehrere Syndrome (z.B. Lebensform und Wuchsform bei Holzpflanzen) stark überschneiden können. Daher werden im Anschluss an den Abschnitt 4.3 die Syndrome auf eine mögliche Autokorrelation hin getestet.

---

Lebensformen (LF)  
 Wuchsform (WF)  
 Ausbreitungsweise der Diasporen (Dia)  
 Art der Vermehrung (V)  
 Speicherorgane (So)  
 Ausläuferbildung (Ab)

---

Tab. 4.3.1: Ausgewählte funktionale Syndrome.

Im Folgenden werden die 18 Dauerflächen renaturierter Uferbereiche wieder in die fünf Sukzessionsreihen zusammengefasst, wie es in der Abbildung 4.1.59 dargestellt ist. Die drei Dauerflächen begradigter Uferabschnitte bilden eine eigene Gruppe. Die Abundanzen (prozentualen Flächendeckungsanteile) aller Arten einer Sukzessionsreihe werden hinsichtlich jedes funktionellen Attributes summiert. Daraus werden die mittleren Abundanzen des jeweiligen Attributes errechnet und zusammen mit den Rohbodenanteilen dargestellt. Die Rohbodenanteile werden wie ein funktionales Attribut gewertet, damit die Darstellungen den tatsächlichen Vegetationsbedeckungen entsprechen und die Summe jeweils auf 100 % normiert ist. Mit Hilfe des Shannon-Weaver-Index (vgl. Abschnitt 4.2.1, Evenness) werden die renaturierten Uferbereiche mit den begradigten verglichen.

### 4.3.1 Lebensformen

Das funktionale Syndrom der Lebensformen (Raunkiaer 1934, Ellenberg 1979, Schmeil-Fitschen 2001) teilt die Arten sowohl mit einem räumlichen Aspekt (Lage der Überdauerungsknospen) als auch mit einem zeitlichen Aspekt (Therophyten gegenüber den anderen Lebensformen) in unterschiedliche funktionelle Attribute ein (Tab. 4.3.2). Für eine Art (*Cuscuta europaea*) wird der spezielle Aspekt der Ernährung noch hinzugenommen.

Tab. 4.3.2: Funktionales Syndrom der 'Lebensformen'.

<b>Lebensformen (LF)</b> (Lage der Überwinterungsorgane zur Erdoberfläche, Ernährungsweise u.ä.)	
<b>P</b>	<i>Phanerophyt</i> , Baum, der mehr als 5 m hoch werden kann
<b>N</b>	<i>Nanophanerophyt</i> , Strauch oder Kleinbaum, meist nur 0,5 - 5 m hoch werdend
<b>Z</b>	<i>holziger Chamaephyt</i> , Zwergstrauch, nur selten über 0,5 m hoch werdend
<b>C</b>	<i>krautiger Chamaephyt</i> , Knospen wie bei Z meist über der Erde und im Schneeschutz überwintend
<b>H</b>	<i>Hemikryptophyt</i> , Überwinterungsknospen nahe der Erdoberfläche
<b>G</b>	<i>Geophyt</i> , Überwinterungsknospen unter der Erdoberfläche, meist mit Speicherorganen
<b>T</b>	<i>Therophyt</i> , kurzlebig und ungünstige Zeiten als Samen überdauernd
<b>A</b>	<i>Hydrophyt</i> , aquatisch lebende Pflanze, deren Überwinterungsknospen normalerweise unter Wasser liegen
<b>Li</b>	<i>Liane</i> , sich auf andere Pflanzen stützend, aber im Boden wurzelnd
<b>Vp</b>	<i>Vollparasit</i> , ohne Blattgrün

Die erste Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 2000) zeigt im ersten Jahr einen wachsenden Anteil an Therophyten und Hemikryptophyten (Abb. 4.3.1). Dadurch, dass die Fläche D 18 im Jahr 2001 größtenteils unter der Wasserlinie liegt, zeigt die Grafik nur die Entwicklung auf der Fläche D 7. Die Anteile der Hemikryptophyten nehmen im Laufe der zweiten Vegetationsperiode auf 27 % zu, gleichzeitig etablieren sich die ersten krautigen Chamaephyten. Nach den starken Hochwässern sind zum Frühjahr 2002 97 % der Fläche D 7 frei von Vegetation, die Fläche D 18 ist völlig erodiert.

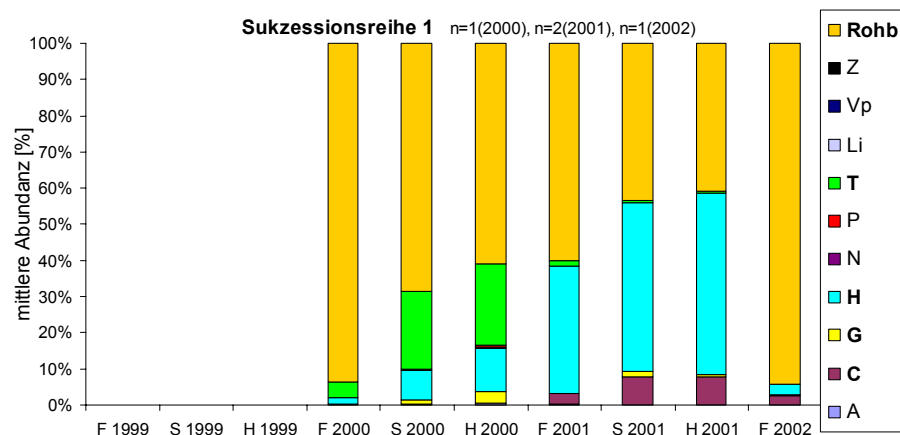


Abb. 4.3.1: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 1. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2.

Auf den Flächen der zweiten Sukzessionsreihe (ersten Vegetationsperiode 1999) nehmen in den drei Jahren bis Herbst 2001 die Anteile der Therophyten jeweils zum Sommer hin zu und zum Herbst hin ab (Abb. 4.3.2). Die Anteile an Hemikryptophyten nehmen bis zur zweiten Vegetationsperiode zu und bleiben dann bis zum Herbst 2001 nahezu konstant. Von Beginn des ersten Jahres wachsen auch krautige Chamaephyten und Geophyten auf den Flächen, deren Anteile bis zum Herbst 2001 niedrig bleiben. Zur zweiten Vegetationsperiode etablieren sich die ersten Phanerophyten und Nanophanerophyten, die auch nach den starken Hochwässern 2002 erhalten bleiben und so die größten Anteile an der Vegetationszusammensetzung stellen, neben einigen Hemikryptophyten.

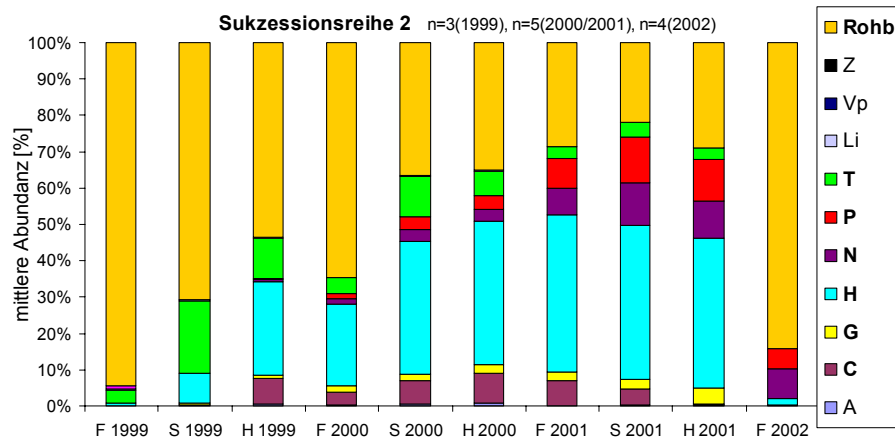


Abb. 4.3.2: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 2. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2.

Die Flächen der Sukzessionsreihe 3 (erste Vegetationsperiode 1998) zeigen in den ersten beiden Jahren ein ähnliches Muster der prozentualen Verteilung der einzelnen Lebensformen (Abb. 4.3.3). Die Anteile der Therophyten schwanken, wie in der zweiten Sukzessionsreihe, saisonal mit einem Maximum jeweils im Sommer. Allerdings ist der Anteil der Therophyten in der zweiten Vegetationsperiode (1999) sehr viel höher als in der vorherigen Sukzessionsreihe. Die Hemikryptophyten schwanken von 1999 bis 2002 im Bereich 15 bis 20 %. Die krautigen Chamaephyten und Geophyten besitzen jeweils nur geringe Anteile (unter 10 %). Dagegen sind die Phanerophyten und Nanophanerophyten gleich ab dem Jahr 1999 auf den Flächen vorhanden. Besonders die Anteile der Phanerophyten nehmen bis zum Herbst 2001 auf fast 30 % zu. Die Nanophanerophyten können ihre prozentualen Anteile bis zum Herbst 2001 auf ca. 10 % steigern und nehmen, wie auch die Therophyten, nach den Hochwässern 2002 noch an Flächenanteilen zu. In der dritten Sukzessionsreihe treten die ersten Lianen und holzigen Chamaephyten auf, mit Anteilen von ca. 2 %.

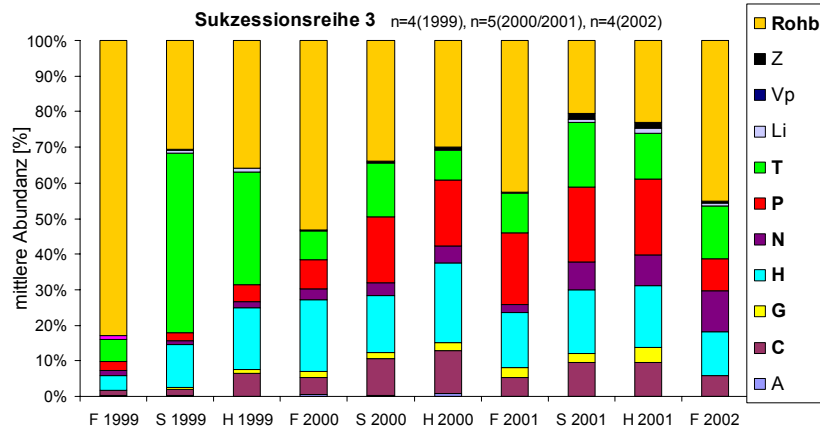


Abb. 4.3.3: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 3. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2.

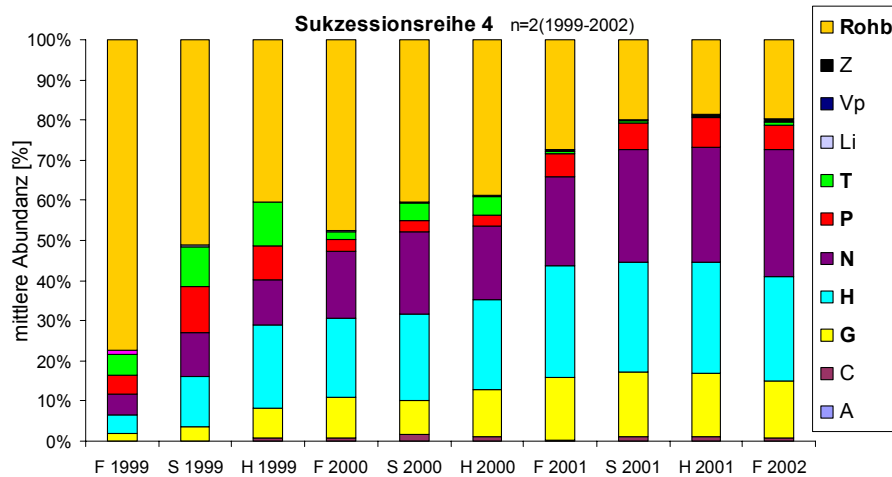


Abb. 4.3.4: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 4. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2.

Die prozentualen Flächenanteile der Lebensformen in der vierten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1997) zeigen eine sehr deutliche und kontinuierliche Zunahme der Nanophanerophyten, welche auch zum Frühjahr 2002 nicht unterbrochen wird (Abb. 4.3.4). Die Therophyten werden im Laufe der fünften Vegetationsperiode (2001) verdrängt. Die Phanerophyten bleiben mit einigen Schwankungen bis zum Frühjahr 2002 bei einem prozentualen Anteil von ca. 8 %. Die prozentualen Anteile der Hemikryptophyten erreichen ihre höchsten Werte in der fünften Vegetationsperiode und nehmen zum Frühjahr 2002 etwas ab. Die Geophyten nehmen seit Beginn der Untersuchungen im Frühjahr 1999 von 2 % auf ca. 15 % im Herbst 2001 zu. Im Frühjahr 2002 ist dieser Wert ebenfalls leicht reduziert.

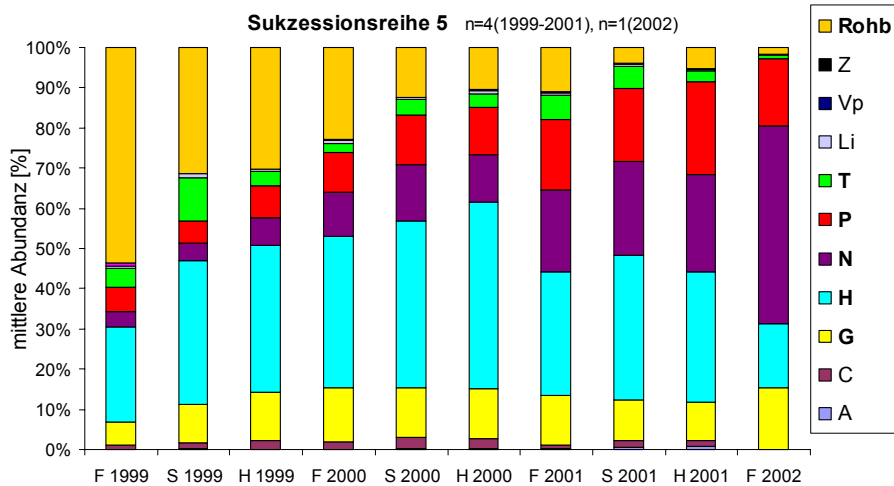


Abb. 4.3.5: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 5. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2.

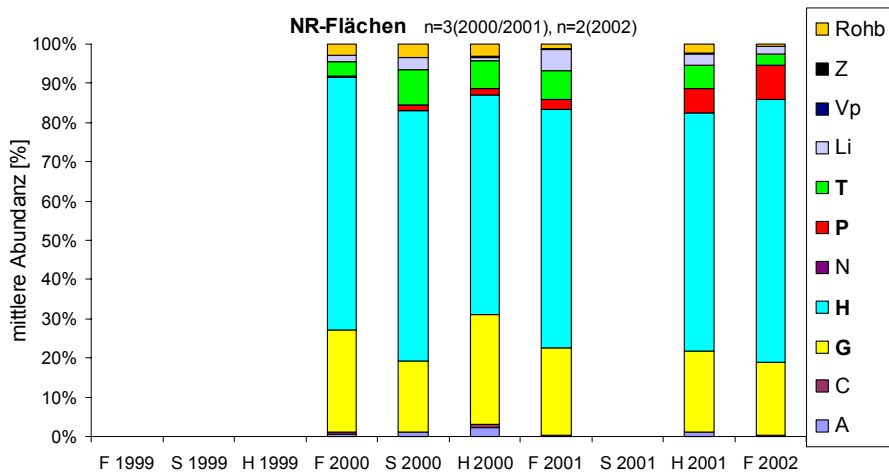


Abb. 4.3.6: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2.

In der fünften Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1996) ist der entscheidende Aspekt die starke Zunahme der prozentualen Anteile der Phanerophyten und Nanophanerophyten sowie der Rückgang der Hemikryptophyten und der prozentualen Rohbodenanteile in der sechsten Vegetationsperiode (2001) (Abb. 4.3.5). Zwar gibt es selbst in der sechsten Vegetationsperiode (2001) noch geringe Anteile von Therophyten auf den Flächen, aber nach den Hochwässern 2002 fallen auch diese fast vollständig aus. Die Geophyten schwanken zwischen der vierten und siebten Vegetationsperiode zwischen 10 und 15 %. Die holzigen Chamaephyten (in erster Linie ist das *Rubus caesius*) treten ab der fünften Vegetationsperiode (2000) beständig auf, wenn auch mit niedrigen Werten.

Innerhalb der Dauerflächen begradigter Flussabschnitte wachsen keine Nanophanerophyten. Hier werden die größten prozentualen Anteile von den Hemikryptophyten (60 bis 70 %) und den Geophyten (20 bis 30 %) gestellt (Abb. 4.3.6). Aufgrund der Etablierung von einigen



Erlen auf der Fläche DNR 5 und des von Hochwässern relativ ungestörten Wachstums an diesen Uferbereichen sind bis zum Frühjahr 2002 etwa 7 % der Flächenanteile von Phanerophyten bedeckt. Therophyten besitzen in den Jahren ohne stärkere Hochwassereinflüsse (2000 und 2001) prozentuale Anteile von ca. 8 %. Im Frühjahr 2002 nimmt dieser Anteil auf ca. 3 % ab. Bemerkenswert gegenüber den fünf Sukzessionsreihen ist der relativ hohe Anteil an Lianen (in erster Linie sind das *Calystegia sepium* und *Humulus lupulus*). Auch gibt es einige Hydrophyten auf den Flächen (unter 1 %). Reine Hydrophyten sind nur in Form der Art *Eleocharis palustris* auf den Flächen. Allerdings besitzen sieben Arten (darunter z.B. *Iris pseudacorus* oder *Typha latifolia*) eine Mehrfachnennung, bei der 'Hydrophyt' auch erwähnt ist.

Die Mannigfaltigkeit der funktionalen Attribute und deren prozentualen Anteile ist bezüglich der Lebensformen auf Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte signifikant höher als auf Dauerflächen begradigter Abschnitte (t-Test aller Shannon-Werte von Dauerflächen renaturierter Bereiche gegen begradigte Bereiche: T-Wert 3,91;  $p = 0,0004$ ).

#### 4.3.2 Wuchsformen

Für das funktionelle Syndrom der Wuchsform sind die 228 Arten auf den 21 Dauerflächen in sieben Attribute unterteilt worden (Soltau 1993, Rothmaler 1996, Schmeil-Fitschen 2001) (Tab. 4.3.3). Das Syndrom der Wuchsformen berücksichtigt die räumliche Anordnung der oberirdischen Sprosse. Daneben werden die Holzpflanzen als ein eigenes Attribut ausgewiesen. Das Attribut der Kletterer, Winder und Würger stellt eine Art Bindeglied zwischen den Pflanzen dar, die zu Beginn jeder Vegetationsperiode von der Erdoberfläche neu ihre Sprosse treiben und den Holzpflanzen, die ausgehend von den verholzten Sprossen der Vorjahre ihre neuen Sprosse austreiben. Doppel- oder Mehrfachnennungen gibt es bei diesem Syndrom keine.

Tab. 4.3.3: Funktionales Syndrom der 'Wuchsformen'.

Wuchsform (WF)	
<b>n</b>	niederliegende Pflanzen
<b>s</b>	stängelbeblätterte Pflanzen
<b>r</b>	rosettenbeblätterte Pflanzen
<b>b</b>	stängel- und rosettenbeblätterte Pflanzen
<b>g</b>	Gräser und grasartige Pflanzen
<b>k</b>	Kletterer, Winder und Würger
<b>h</b>	Holzpflanzen

Sowohl in der ersten als auch in der zweiten Sukzessionsreihe überwiegen die prozentualen Anteile der stängelbeblätterten Pflanzen (Abb. 4.3.7). Gräser etablieren sich in der zweiten

Vegetationsperiode. Auf den jüngsten Flächen bleiben nach den Hochwässern 2002 einige stängelbeblätterte Pflanzen auf der Fläche (2002:  $n = 1$ ). In der zweiten Sukzessionsreihe etablieren sich schon ab der ersten Vegetationsperiode einige niederliegenden Arten, die allerdings zum Ende der dritten Vegetationsperiode fast vollständig verschwinden (Abb. 4.3.8). Zusätzlich zu den Gräsern treten in der zweiten Vegetationsperiode auch rosettenbeblätterte Arten und Holzpflanzen auf. Die Anteile der Holzpflanzen nehmen bis zur dritten Vegetationsperiode zu und machen im Frühjahr 2002 nach den Überflutungen den Großteil der Vegetation aus. Die Anteile der Stängelbeblätterten und der Gräser sinken auf unter 1 %. In der dritten Sukzessionsreihe können die Stängelbeblätterten ihre Anteile zwischen 20 und 25 % bis zum Frühjahr 2002 behaupten während die Anteile der niederliegenden Pflanzen zum Ende der dritten Vegetationsperiode (2000) fast bei Null liegen (Abb. 4.3.9). Die Anteile der Gräser liegen relativ kontinuierlich bei 15 bis 20 %. Die Holzpflanzen nehmen bis zum Ende der vierten Vegetationsperiode (2001) kontinuierlich zu. Durch die Überflutungen 2002 verringern sich alle Anteile zu Gunsten der Rohbodenanteile. Die stängelbeblätterten Pflanzen müssen allerdings die geringsten Verluste hinnehmen. Die Gräser und Holzpflanzen werden um über 10 % der Flächenanteile reduziert. In der dritten Sukzessionsreihe treten zur zweiten Vegetationsperiode auch die ersten Kletterpflanzen (Winder & Würger) auf, deren prozentuale Anteile zwar auf geringem Niveau gewissen Schwankungen unterworfen sind, die sich aber auch nach den Hochwässern 2002 auf den Flächen behaupten können. Auf den Flächen der vierten Sukzessionsreihe dominieren bis zur fünften Vegetationsperiode (2001) die Gräser und Holzpflanzen (Abb. 4.3.10). In den Vegetationsperioden davor nehmen die prozentualen Anteile der niederliegenden Arten ab. Die Anteile der stängelbeblätterten Arten können sich in der dritten und vierten Vegetationsperiode noch bei ca. 10 % behaupten, liegen aber in der vierten Vegetationsperiode bei nur noch ca. 5 %.

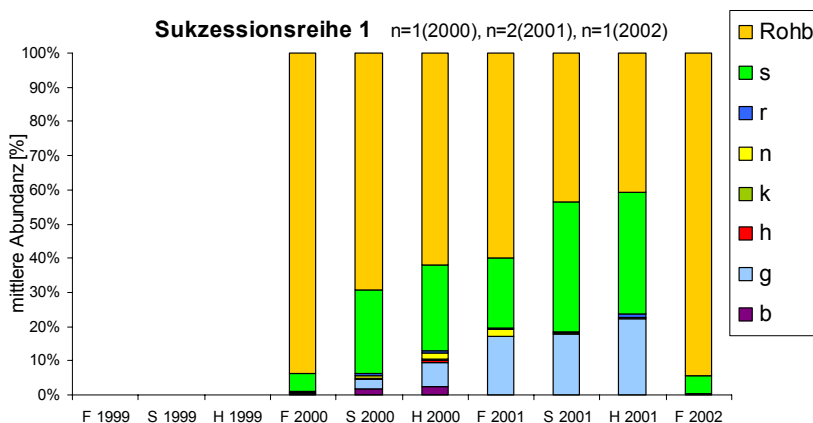


Abb. 4.3.7: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 1. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3.

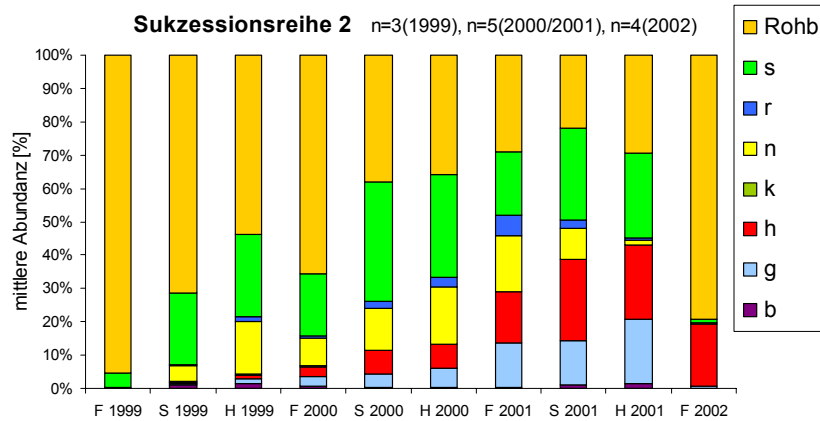


Abb. 4.3.8: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 2. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3.

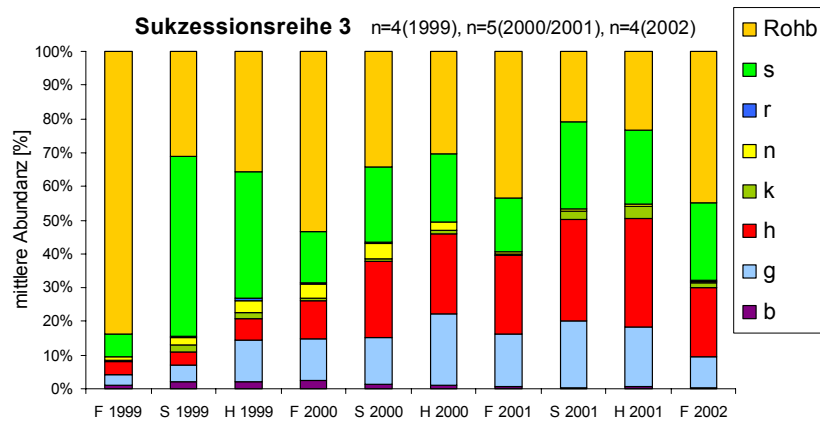


Abb. 4.3.9: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 3. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3.

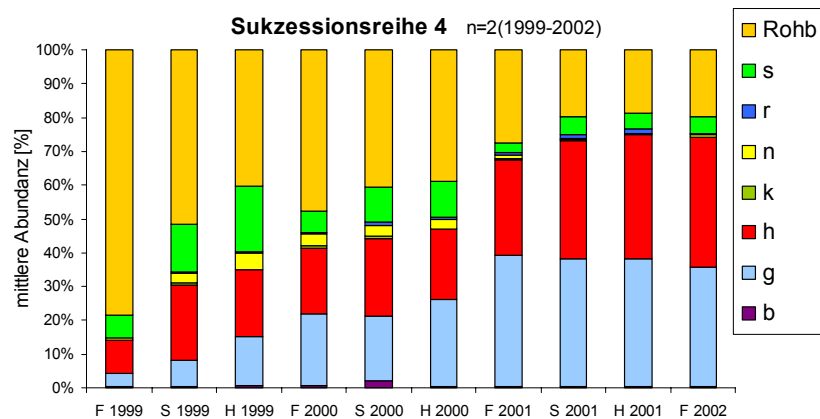


Abb. 4.3.10: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 4. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3.

In der fünften Sukzessionsreihe überwiegen zu Beginn der vierten Vegetationsperiode (1999) die prozentualen Anteile der Gräser (Abb. 4.3.11). Stängelbeblätterte und Holzpflanzen liegen Anfang 1999 noch unter 10 %. Niederliegende Arten und Kletterer besitzen Anteile zwischen

1 und 5 %. In der fünften Vegetationsperiode sind die Anteile der Gräser und der Holzpflanzen noch gestiegen und die stängelbeblätterten Arten können ihre Anteile halten. Dafür gehen die Rohbodenanteile sehr stark zurück. Ab der sechsten Vegetationsperiode (2001) nehmen die Anteile der Gräser ab, während die Anteile der Holzpflanzen weiter zunehmen und auch nach den Hochwässern 2002 die Zusammensetzung der Vegetation dominieren.

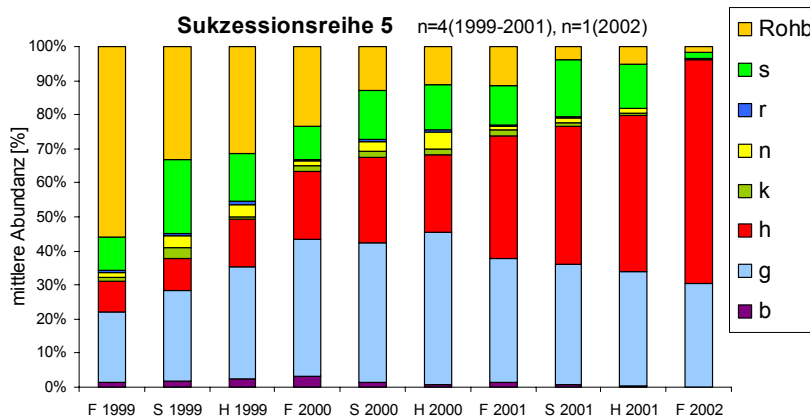


Abb. 4.3.11: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 5. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3.

Die Situation der prozentualen Anteile der Wuchsformen auf den Dauerflächen begradigter Flussbereiche ist aufgrund der geringen Rohbodenanteile zu Gunsten der stängelbeblätterten Arten und der Gräser verschoben (Abb. 4.3.12). Niederliegende Arten treten kaum auf. Die Holzpflanzen besitzen bis zum Frühjahr 2002 nur geringe Anteile von unter 10 %. Im Unterschied zu den fünf Sukzessionsreihen sind die Anteile der Kletterer auf den NR-Flächen höher (z.T. über 10 %).

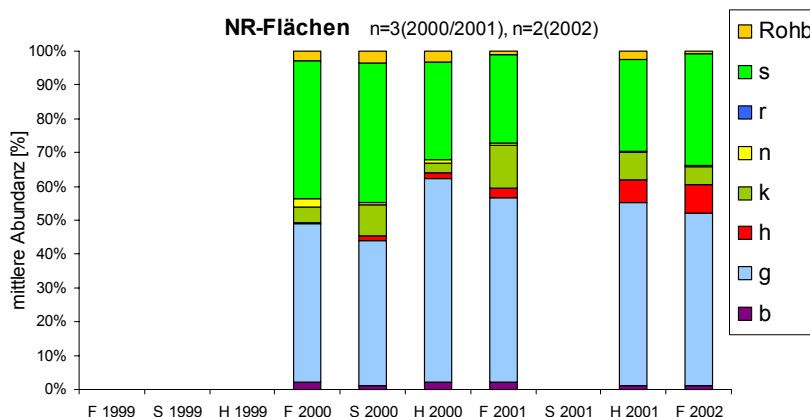


Abb. 4.3.12: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3.

Die Mannigfaltigkeit der funktionalen Attribute und deren prozentualen Anteile ist bezüglich der Wuchsformen auf Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte nicht signifikant höher

als auf Dauerflächen begradigter Abschnitte (t-Test aller Shannon-Werte von Dauerflächen renaturierter Bereiche gegen begradigte Bereiche: T-Wert 0,79;  $p = 0,44$ ).

#### 4.3.3 Chorie (Ausbreitungsweise)

Ein weiteres analysiertes funktionelles Syndrom ist das der Ausbreitungsweise der Diasporen (Ellenberg 1979, Rothmaler 1996, Schmeil-Fitschen 2001). Hierbei werden vor allem die Vektoren erfasst, die zur Ausbreitung der Samen beitragen. Bei den 228 erfassten Arten auf den Dauerflächen in Ufernähe (im Randbereich zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen) überwiegen innerhalb dieses Syndroms die Mehrfachnennungen von Attributen für eine Art. Es werden die fünf Attribute ausgewählt, die in der verwendeten Literatur auch Erwähnung finden (Tab. 4.3.4). Eine ausführliche Erläuterung der verschiedenen Ausbreitungsmechanismen findet sich in der Literatur (z.B. Bonn & Poschlod 1998).

Tab. 4.3.4: Funktionales Syndrom der 'Ausbreitungsweise der Diasporen'.

Ausbreitungsweise der Diasporen (Dia)	
<b>hy</b>	hydrochor (durch das Wasser)
<b>an</b>	anemochor (durch den Wind)
<b>zo</b>	zoochor (durch Tiere, epi- und endozoochor)
<b>he</b>	hemerochor (durch die menschliche Kultur, menschliche Aktivitäten)
<b>au</b>	autochor (selbst für die Ausbreitung sorgend, passiv und aktiv)

In der jüngsten Sukzessionsreihe sind die Arten, die anemochor und zoochor verbreitet werden, mit den größten prozentualen Anteilen an der Gesamtabundanz der Vegetation vertreten (Abb. 4.3.13). Die Anteile zoochor verbreiteter Arten nehmen bis zum Herbst 2001 leicht zu, während die der anemochoren Arten schwanken und ihre höchsten Anteile jeweils im Herbst besitzen. Die hydrochor und hemerochor verbreiteten Arten kommen im Laufe der zweiten Vegetationsperiode mit Anteilen um die 10 % hinzu. Autochor verbreitete Arten besitzen nur in der ersten Vegetationsperiode geringe Anteile (unter 5 %) und verschwinden im zweiten Jahr fast vollständig.

In der zweiten Sukzessionsreihe nehmen die anemochor verbreiteten Arten drei Jahre lang bis zum Herbst 2001 zu (bis auf fast 40 %) (Abb. 4.3.14). In den ersten beiden Vegetationsperioden sind alle fünf Attribute mit saisonal schwankenden Anteilen zwischen 5 % und 10 % vertreten. Ab dem Frühjahr 2001 nehmen die hydrochoren Arten auf ca. 15 % zu, während die hemerochoren Arten auf ca. 2 % abnehmen. Die zoochoren Arten können sich bis zum Herbst 2001 bei ca. 10 % behaupten. Nach den Hochwässern 2002 bleiben in der Vegetationsbedeckung von nur noch ca. 20 % die anemochor und hydrochor verbreiteten Arten mit Anteilen von jeweils ca. 10 % bestehen.

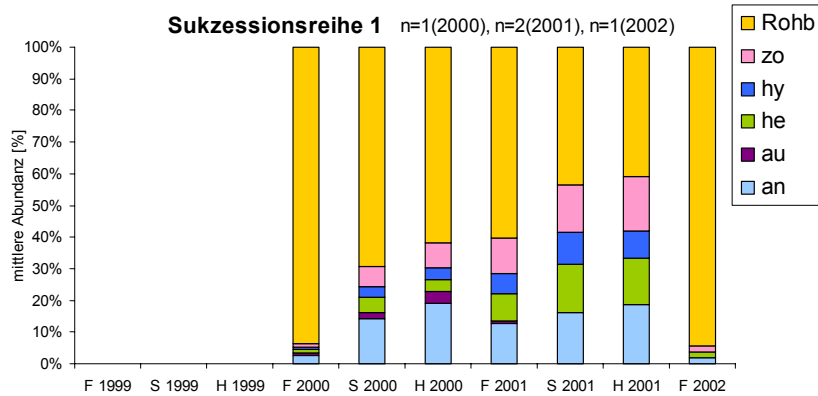


Abb. 4.3.13: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 1. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.4.

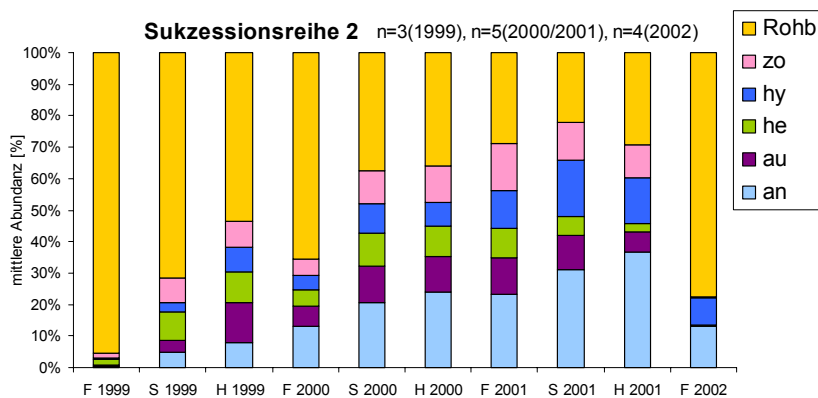


Abb. 4.3.14: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 2. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.4.

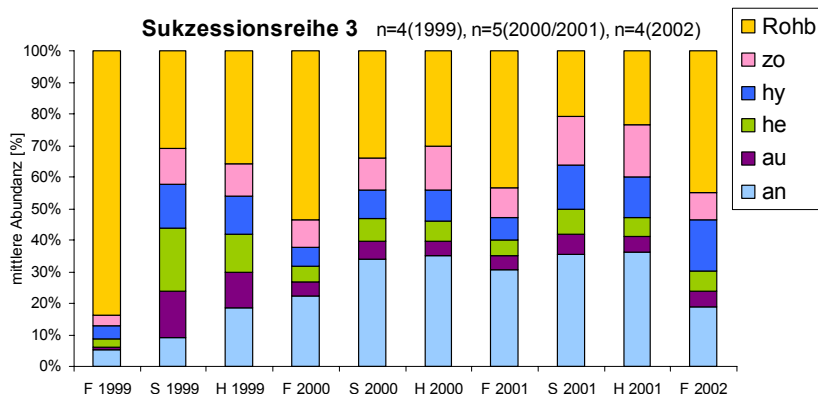


Abb. 4.3.15: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 3. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.4.

Die Vegetation der dritten Sukzessionsreihe zeigt innerhalb des Untersuchungszeitraumes starke saisonale Schwankungen der Gesamtabundanz mit den niedrigsten Werten jeweils im Frühjahr (Abb. 4.3.15). Die Anteile anemochor verbreiteter Arten nehmen während der zweiten und dritten Vegetationsperiode (1999 und 2000) kontinuierlich zu und verharren in der

vierten Vegetationsperiode bei ca. 30 %. Die Anteile zoochorer Arten liegen zwischen dem Sommer 1999 und dem Herbst 2001 zwischen 10 und 15 %. Die Anteile hemerochorer und autochorer Arten liegen in der zweiten Vegetationsperiode teilweise über 10 %, nehmen aber in der dritten und vierten Vegetationsperiode auf unter 5 % ab. Die Anteile der hydrochoren Arten schwanken saisonal mit den niedrigsten Werten im jeweiligen Frühjahr. Nur zum Frühjahr 2002 nach den schweren Überflutungen nehmen die Anteile des Attributes der hydrochoren Arten als einziges der fünf Ausbreitungsattribute noch zu.

In der vierten Sukzessionsreihe (erste Vegetationsperiode 1997) nehmen die Anteile der anemochoren Arten kontinuierlich bis zum Herbst 2001 auf fast 40 % und die der zoochoren auf ca. 20 % zu (Abb. 4.3.16). Die Anteile der hydrochoren Arten liegen über die drei Jahre zwischen 10 % und 15 % und besitzen eine leichte Zunahme bis zum Herbst 2001. Die autochoren und hemerochoren Arten liegen in der dritten Vegetationsperiode bei ca. 5 % und nehmen bis zur fünften Vegetationsperiode auf unter 1 % ab. Die starken Hochwässer im Winter / Frühjahr 2002 verändern die prozentualen Anteile der fünf Attribute an der Gesamt-abundanz der Vegetation gegenüber dem Herbst 2001 kaum.

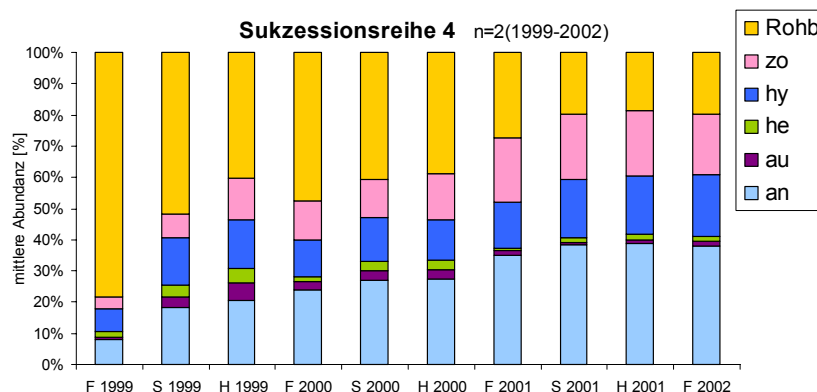


Abb. 4.3.16: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 4. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.4.

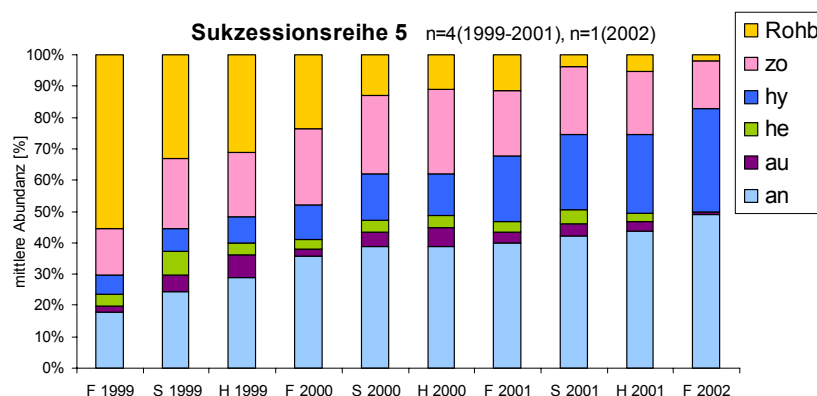


Abb. 4.3.17: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 5. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.4.

In der ältesten der fünf gebildeten Sukzessionsreihen (erste Vegetationsperiode 1996) setzt sich der Trend zur Zunahme der Anteile anemochor und zoochor verbreiteter Arten fort (Abb. 4.3.17). Die hemerochoren und autochoren Arten liegen mit Anteilen zwischen 2 und 5 % bis zum Herbst 2001 auf niedrigem Niveau und verschwinden nach den Hochwässern 2002 fast vollständig. Der in der vierten Sukzessionsreihe gezeigte leichte Trend zu einer Zunahme der hydrochoren Arten ist in der fünften Sukzessionsreihe deutlicher und setzt sich zum Frühjahr 2002 fort. Die zoochoren Arten verlieren durch die Überflutungen 2002 ca. 5 % während die anemochoren Arten noch fast 5 % zunehmen.

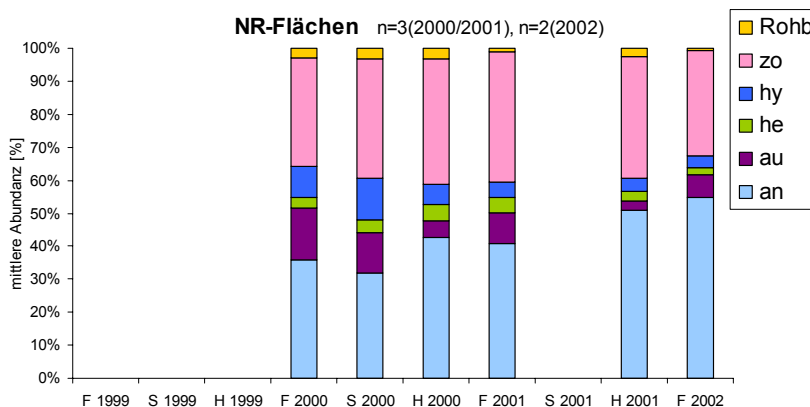


Abb. 4.3.18: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.4.

Die Verteilung der funktionellen Attribute innerhalb der Vegetation der Dauerflächen begradigter Flussabschnitte ist deutlich zu Gunsten der anemochor und zoochor verbreiteten Arten verschoben (Abb. 4.3.18). Die hydrochoren, hemerochoren und autochoren Arten besitzen prozentuale Anteile von 2 % bis 15 %, während die Anteile anemochorer Arten bei Werten von 30 % bis 55 % und die der zoochoren Arten zwischen 30 % und 40 % liegen. Die Hochwässer 2002 ändern die prozentuale Zusammensetzung innerhalb der Vegetation nur geringfügig – die Anteile zoochorer Arten nehmen ca. 5 % ab und die der autochoren Arten steigen auf ca. 5 %.

Die Mannigfaltigkeit der funktionalen Attribute und deren prozentualen Anteile ist bezüglich der Ausbreitungsweise auf Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte deutlich höher als auf Dauerflächen begradigter Abschnitte (t-Test aller Shannon-Werte von Dauerflächen renaturierter Bereiche gegen begradigte Bereiche: T-Wert 1,71;  $p = 0,09$ ).



### 4.3.4 Vermehrung und Regeneration

Die Fähigkeit von Pflanzenarten, sich neben der generativen Vermehrungsweise auch über vegetative Möglichkeiten (in Zeit und Raum) auszubreiten, spielt eine wichtige Rolle an solchen Wuchsorten, in denen durch Störungen die Etablierung durch Samen erschwert sind (Rothmaler 1996, Haeupler & Muer 2000, Schmeil-Fitschen 2001). Im Fall der klonalen Vermehrung ist eine Tochterpflanze für eine gewisse Zeit noch in Kontakt mit der Mutterpflanze und wird von ihr unterstützt (die Ausnahme bilden die aus abgerissenen Sprosstteilen austreibungsfähigen Weidenarten). Da die Anzahl der Arten, die sowohl generative als auch klonale Vermehrungsstrategien aufweisen relativ groß ist (47 von 228 Arten) wird hierfür ein drittes Attribut ausgeschieden (Tab. 4.3.5).

Tab. 4.3.5: Funktionales Syndrom der 'Vermehrungsart'.

Art der Vermehrung (V)	
<b>kV</b>	überwiegend klonale Vermehrung
<b>gV</b>	überwiegend generative Vermehrung
<b>gkV</b>	beides (generativ & klonal)

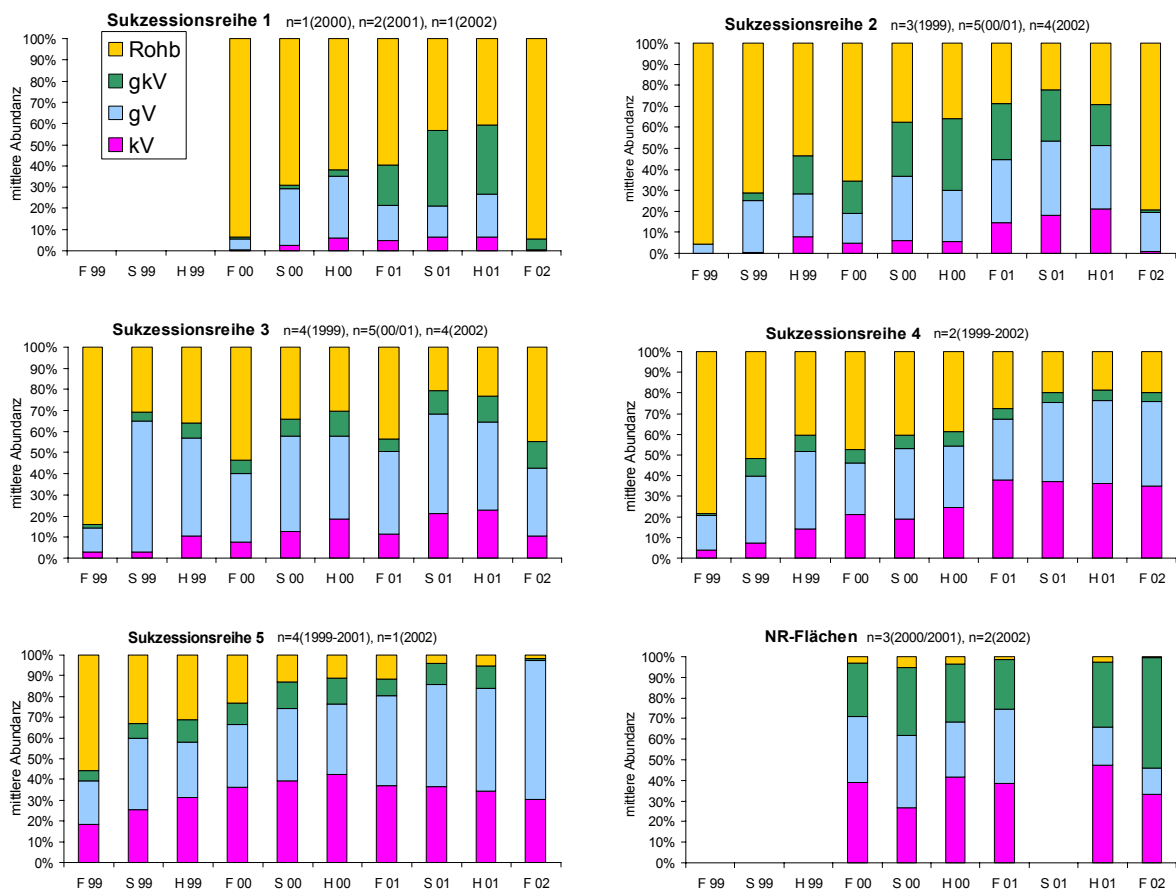


Abb. 4.3.19: Mittlere prozentuale Abundanzen des funktionalen Syndroms der 'Vermehrungsart' und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.5.

Die Anteile der Arten, die sich überwiegend klonal vermehren, besitzen in den beiden jüngsten Sukzessionsreihen die geringsten Werte an der Gesamtabundanz (Abb. 4.3.19). Dieses funktionelle Attribut gewinnt aber im Laufe der dritten und vierten Sukzessionsreihe zunehmend an Gewicht in der Gesamtabundanz und liegt in der fünften Sukzessionsreihe bei über 40 %. Die Anteile der sich überwiegend generativ vermehrenden Arten liegen in den ersten beiden Sukzessionsreihen bei bis zu 30 % und erhöhen sich in den älteren Sukzessionsreihen noch auf bis zu 50 %. Die Arten, die beide Vermehrungsoptionen verfolgen besitzt sowohl in den jüngsten Sukzessionsreihen als auch auf den NR-Flächen größere Anteile von 20 % bis 30 %, während dieses Attribut in den Sukzessionsreihen 3 bis 5 nur Anteile von unter 10 % hat.

Die Mannigfaltigkeit der funktionalen Attribute und deren prozentualen Anteile ist bezüglich der Vermehrungs- und Regenerationsart auf Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte nicht signifikant höher als auf Dauerflächen begradigter Abschnitte (t-Test aller Shannon-Werte von Dauerflächen renaturierter Bereiche gegen begradigte Bereiche: T-Wert 1,26;  $p = 0,22$ ).

#### 4.3.5 Speicherorgane

Das funktionale Syndrom der An- bzw. Abwesenheit von Speicherorganen der Pflanzen auf den Dauerflächen kann mit zwei verschiedenen Attributen beschrieben werden (Soltau 1993, Rothmaler 1996, Haeupler & Muer 2000, Schmeil-Fitschen 2001) (Tab. 4.3.6). Überschneidungen bzw. Doppelnennungen der beiden Attribute gibt es keine. Mit Hilfe von Speicherdepots kann eine Art im Frühjahr ein rasches Wachstum und im Sommer eine hohe Biomasseproduktion ermöglichen, was besonders in Konkurrenz mit anderen Arten wichtig ist. Es wird nicht nach der Lage der Speicherorgane differenziert.

Tab. 4.3.6: Funktionales Syndrom der 'Speicherorgane'.

<b>Speicherorgane (So)</b>	
<b>m</b>	mit Speicherorgan
<b>o</b>	ohne Speicherorgan

Die Existenz von Speicherorganen an den Pflanzen nimmt mit zunehmendem Alter der Sukzessionsreihen zu, während Arten ohne Speicherorgane in den älteren Sukzessionsreihen nur noch geringe prozentuale Anteile an der Gesamtabundanz besitzen (Abb. 4.3.10). Innerhalb der vierten und fünften Sukzessionsreihe sinken diese Anteile auf unter 5 %. Die prozentualen Anteile der Strategie, mit Speicherorganen die ungünstigen Jahreszeiten, und damit in der Regel auch die Überflutungszeiten, zu überstehen, steigen in den ältesten Sukzessionsrei-

hen auf über 95 %. Auf den Flächen begradigter Flussbereiche sind die beiden Attribute in den beiden Untersuchungs Jahren fast unverändert verteilt und liegen bei Anteilen von ca. 90 % (mit Speicherorganen) bzw. 10 % (ohne).

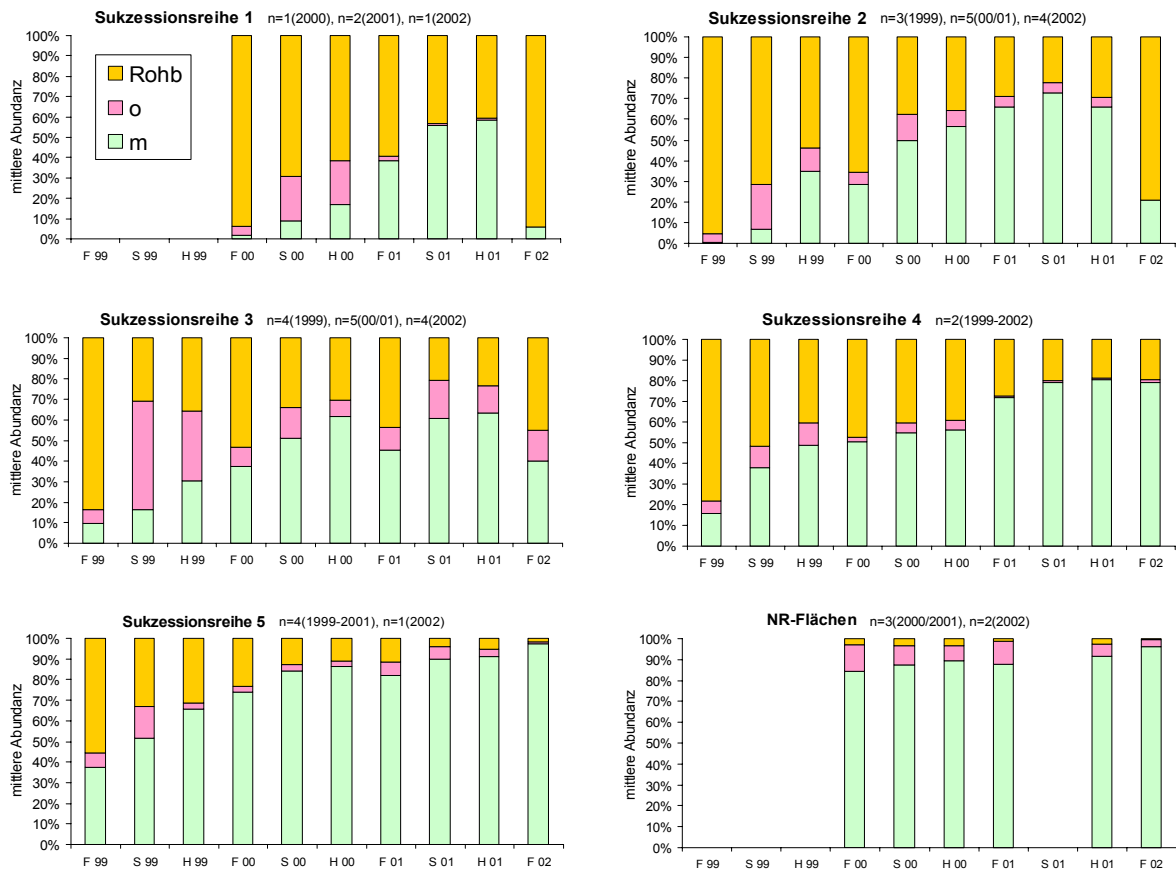


Abb. 4.3.20: Mittlere prozentuale Abundanzen des funktionalen Syndroms der 'Speicherorgane' und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.6.

Die Mannigfaltigkeit der funktionalen Attribute und deren prozentualen Anteile ist bezüglich des Syndroms 'Speicherorgane' auf Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte signifikant höher als auf Dauerflächen begradigter Abschnitte (t-Test aller Shannon-Werte von Dauerflächen renaturierter Bereiche gegen begradigte Bereiche: T-Wert 2,37;  $p = 0,02$ ).

#### 4.3.6 Ausläuferbildung

Das sechste der ausgewählten und analysierten funktionalen Syndrome ist das der Art der Ausläuferbildung (Soltau 1993, Rothmaler 1996, Haeupler & Muer 2000, Schmeil-Fitschen 2001). Das funktionale Attribut der ober- bzw. unterirdischen Ausläuferbildung ist auf fast alle der 228 Arten eindeutig zuteilbar. Lediglich vier Arten besitzen das Attribut 'ouA' (Tab.

4.3.7). Die Ausläuferbildung gibt Informationen darüber, wie sich die Pflanze ausgehend vom einmal eroberten Wuchsort ausbreitet und vermehrt und damit beispielsweise andere Arten verdrängen oder benachbarte vegetationslose Flächen besiedeln kann. Oberirdische Ausläufer sind Kriechtriebe, unterirdische Ausläufer sind insbesondere verzweigte Rhizome oder zur Knospenbildung befähigte Wurzeln.

Tab. 4.3.7: Funktionales Syndrom der 'Ausläuferbildung'.

<b>Ausläuferbildung (Ab)</b>	
<b>kA</b>	keine Ausläufer bildend
<b>oA</b>	oberirdische Ausläufer bildend
<b>uA</b>	unterirdische Ausläufer bildend
<b>ouA</b>	sowohl oberirdische als auch unterirdische Ausläufer bildend

Die prozentualen Anteile der beiden funktionalen Attribute (ober- bzw. unterirdische Ausläufer) verteilen sich innerhalb der Gesamtabundanz der Vegetation zum Teil sehr heterogen (Abb. 4.3.11). In den jüngeren Sukzessionsreihen existiert ein leichter Trend zu einer Zunahme der unterirdischen Ausläuferbildung (bis ca. 30 %), während oberirdische Ausläufer nur Anteile von 2 bis 5 % besitzen. Die Anteile der Arten ohne Ausläuferbildungen ist in den ersten beiden Sukzessionsreihen noch unter 30 %. Das erhöht sich in den älteren Reihen auf bis zu 60 % der Anteile an der Gesamtabundanz. Auch nehmen die Anteile der Arten mit oberirdischen Ausläufern in der vierten und fünften Sukzessionsreihe auf bis zu 20 % zu. Die Anteile von Pflanzen mit unterirdischen Ausläufern liegen in den älteren Reihen zwischen 20 und 30 %.

Die Hochwässer 2002 reduzieren auf den Flächen der zweiten Sukzessionsreihe fast alle Arten mit ober- und unterirdischen Ausläufern, während in der vierten Reihe die Arten ohne eine Ausläuferbildung verschwinden. In der ältesten der fünf Reihen werden dagegen die Anteile der Arten mit oberirdischen Ausläufern zum Frühjahr 2002 fast auf Null gesetzt. Auf den Flächen begradigter Flussbereiche dominieren mit ca. 70 % die Arten mit unterirdischen Ausläufern, während die Arten mit oberirdischen Anteile unter 5 % besitzen.

Die Mannigfaltigkeit der funktionalen Attribute und deren prozentualen Anteile ist bezüglich der Lebensformen auf Dauerflächen renaturierter Flussabschnitte signifikant höher als auf Dauerflächen begradigter Abschnitte (t-Test aller Shannon-Werte von Dauerflächen renaturierter Bereiche gegen begradigte Bereiche: T-Wert 5,38;  $p = 0,00001$ ).

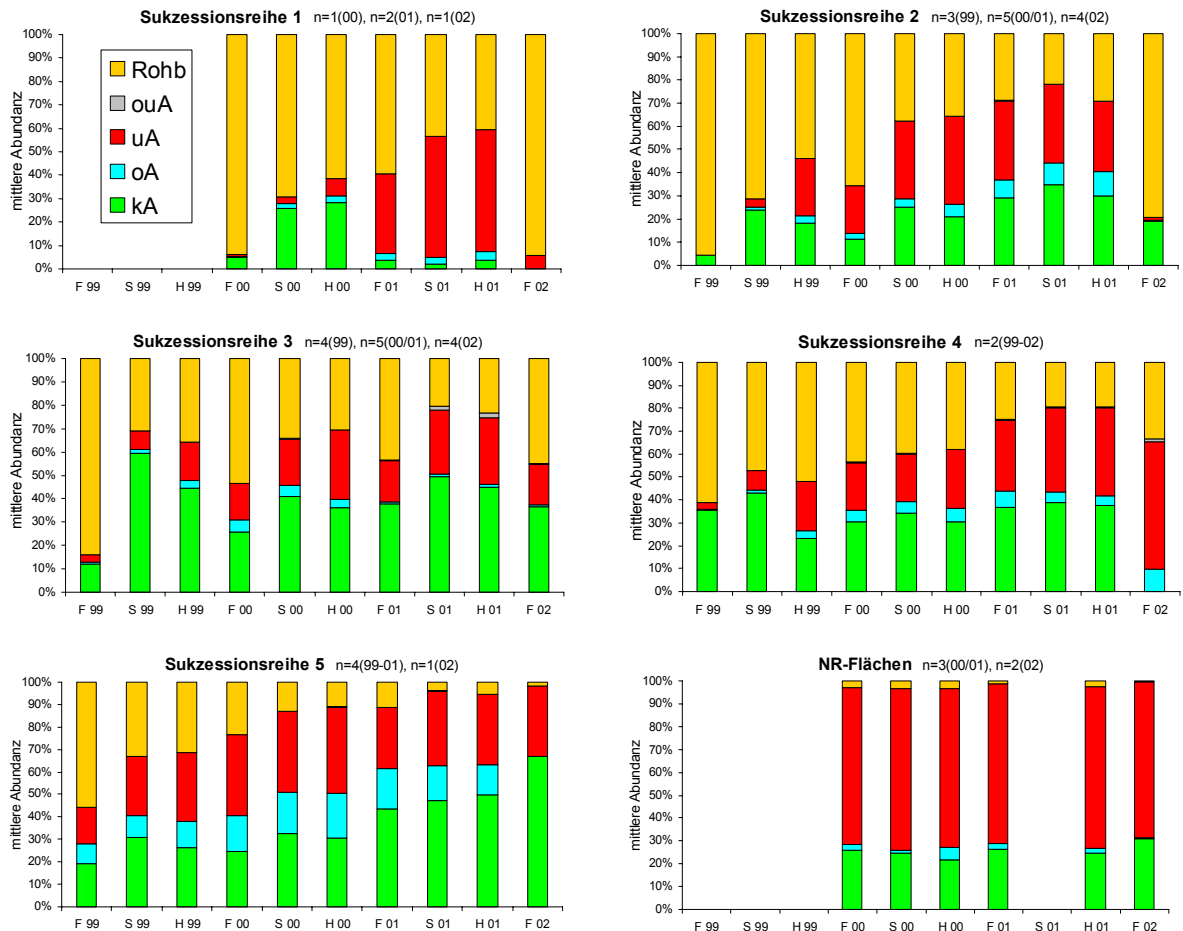


Abb. 4.3.21: Mittlere prozentuale Abundanzen des funktionalen Syndroms der 'Ausläuferbildung' und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.7.

### 4.3.7 Autokorrelation der funktionalen Attribute

Für die funktionalen Syndrome der Lebensformen und der Wuchsformen ergibt der Pearson-Test mit einer nachgeschalteten sequenziellen Bonferroni-Korrektur zur Einschränkung des Signifikanzniveaus eine signifikante Autokorrelation zwischen den Attributen 'Phanerophyten' bzw. 'Nanophanerophyten' mit dem Attribut 'Holzpflanzen' ( $p = 0,048$  bzw.  $p = 0,018$ ). Eine signifikante Autokorrelation liegt erwartungsgemäß auch zwischen der Lebensform 'Liane' und der Wuchsform 'Kletterer' vor ( $p = 0,001$ ). Ebenfalls signifikant autokorreliert sind die Gräser mit den Geophyten ( $p = 0,014$ ) bzw. mit den Hemikryptophyten ( $p = 0,067$ ). Zwischen den Geophyten und dem Attribut 'mit Speicherorgan', dem Attribut 'überwiegend klonale Vermehrung' sowie 'unterirdische Ausläufer bildend' lassen sich auch deutliche Autokorrelationen finden (mittleres  $p = 0,095$ ).

## 5 Diskussion

Zunächst werden die Ergebnisse der in Abschnitt 1.2 formulierten Thesen und Fragen zusammengefasst dargestellt. Anschließend folgt eine kritische Betrachtung der Untersuchungsmethoden und Auswertungsverfahren sowie der Untersuchungsergebnisse. Methodik und Ergebnisse werden im Kontext der bekannten und aktuellen Forschungen zu den jeweiligen Themenbereichen beleuchtet. Der letzte Abschnitt endet mit einem kritischen Fazit über die Arbeit und deren Ergebnisse.

### 5.1 *Beantwortung eingangs gestellter Fragen*

Zur Beantwortung der im Abschnitt 1.2 gestellten Frage hinsichtlich der Vegetationsstrukturen und Artendiversität renaturierter und begradigter Flussabschnitte wurde in zwei unterschiedlichen Maßstabsebenen gearbeitet. In einer großräumigen Betrachtungsebene wurde mit Hilfe der aus Überfliegungen gewonnenen Luftaufnahmen digitale Strukturkarten gezeichnet, die eine quantitative Analyse der Strukturdiversität größerer Flussabschnitte ermöglichen. Die Überfliegungen wurden in den Monaten Mai und Oktober während der dreieinhalb Untersuchungsjahre durchgeführt. Für die Erfassung der Struktur- und Artendiversität in einer kleinräumigen Betrachtungsebene wurden entlang begradigter und renaturierter Uferbereiche 21 Dauerflächen (25 m<sup>2</sup>) eingerichtet. Von der Vegetation auf diesen Dauerflächen wurden im Untersuchungszeitraum jährlich drei Aufsichtsdigramme (Frühjahr, Sommer, Herbst) gezeichnet und anschließend digitalisiert. Die Landschafts- und Vegetationsstrukturen wurden, so weit es möglich war, quantitativ erfasst und dargestellt. Die Aufnahmen in der kleinräumigen Betrachtungsebene wurden artgenau erstellt, um aus den Untersuchungsdaten auch die Aspekte der taxonomisch-floristischen und funktionalen Diversität analysieren zu können.

Der deutlichste Unterschied in der Strukturdiversität renaturierter und begradigter Flussabschnitte bestand in den prozentualen Flächenanteilen der Rohböden (Kies, Sand, Feinboden), welche durch die Einflüsse der Hochwässer geschaffen wurden. Entlang begradigter Uferbereiche waren diese prozentualen Rohbodenanteile sowohl in der kleinräumigen Betrachtungsebene mit durchschnittlich 3,5 % als auch in der großräumigen Betrachtungsebene mit durchschnittlich 0,2 % deutlich niedriger, als auf den Renaturierungsflächen. Auf letzteren lag der Rohbodenanteil, abhängig vom Sukzessionsalter der jeweiligen Fläche und den vorangegangenen Hochwässern, bei bis zu 70 % in der großräumigen Ebene und bei nahezu 100 % in der kleinräumigen Ebene. Sowohl die Überflutungsdauer als auch die Höhe der Abflussintensitäten der Hochwässer haben einen signifikanten Einfluss auf die prozentualen

Flächenzu- oder abnahmen der Rohbodenanteile auf den Renaturierungsflächen. Diese wuchsen in Jahren ohne eine stärkere Hochwassereinwirkung allmählich zu, wodurch die Flächenanteile der krautigen Vegetation stiegen. Diese wiederum verloren nach Jahren der ungestörten Vegetationsentwicklung Flächenanteile an die junge Gehölzvegetation, die sich im Laufe der ersten Jahre auf den neu entstandenen Rohbodenflächen der renaturierten Uferbereiche etabliert. Entlang begradigter Uferabschnitte war auch dieses Strukturelement mit durchschnittlich 0,8 % in der großräumigen Betrachtungsebene deutlich niedriger vorhanden, als auf den Renaturierungsflächen, wo sich diese Anteile zwischen 0,7 % und 64,8 % befanden. Als ein Maß für die Strukturdiversität wurde die Grenzliniendichte zwischen den einzelnen Strukturelementen ausgewertet. Diese wurde zusätzlich mit der Anzahl der beteiligten Grenzlinientypen verknüpft, sodass ein quantitativer Wert für die Grenzlinien-Diversität der einzelnen Untersuchungsflächen entstand. Sowohl die Grenzliniendichte als auch die Grenzlinien-Diversität sind auf den Renaturierungsflächen signifikant höher, als auf den begradigten Flussabschnitten.

In der kleinräumigen Betrachtungsebene wurde die zeitliche Veränderung der Vegetationsstrukturen zwischen renaturierter und begradigter Uferbereiche analysiert (vgl. Abb. 4.1.68 bis 4.1.82 mit 4.1.85 oder 4.1.88 bis 4.1.95 mit 4.1.85). Die dieser Strukturodynamik zugrunde liegende Vegetationsentwicklung war im Bereich begradigter Ufer deutlich verringert. Hier wurde eine deutliche Strukturodynamik nur im berechneten Raumvolumen der krautigen Vegetation über die drei Untersuchungsjahre erkennbar (vgl. Abb. 4.1.86).

Der Vergleich der Artenvielfalt begradigter und renaturierter Uferbereiche wurde für die Alpha-, Beta- und Gamma-Diversität separat geführt. Bezüglich der Alpha-Diversität konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den renaturierten und begradigten Uferabschnitten gefunden werden (vgl. Abb. 4.2.1 und 4.2.3). Ebenso unterlag die zeitliche Veränderung der Alpha-Diversität auf den Renaturierungsflächen hohen Schwankungen, wogegen sich die Alpha-Diversität auf den Flächen begradigter Uferbereiche nur sehr gering veränderte. In die Alpha-Diversität (Artenzahlen) wurden die jeweiligen Abundanzen (= prozentualen Flächenanteile) für die Berechnung der Mannigfaltigkeit (= Evenness) eingerechnet. Der dafür benutzte Shannon-Index lag für die Renaturierungsflächen signifikant höher als für die begradigten Uferbereiche (vgl. Abb. 4.2.5), was auf eine höhere Heterogenität der Renaturierungsflächen bezüglich der Artenzusammensetzungen und deren Abundanzen zurückzuführen war. Die Beta- und Gamma-Diversität renaturierter Uferbereiche war signifikant höher als die der begradigten Bereiche (vgl. Abb. 4.2.13, 4.2.14 und 4.2.16).

Die funktionale Diversität wurde mit Hilfe sechs verschiedener funktionaler Syndrome und 32 verschiedener funktionaler Attribute aus den Artenlisten der Dauerflächen analysiert (Abschnitt 4.3). Hinsichtlich der Syndrome 'Lebensform', 'Ausläuferbildung' und 'Speicherorgane' zeigten sich signifikant höhere Diversitäten der Vegetationszusammensetzung renaturierter gegenüber begradigter Uferabschnitte. Bezüglich des Syndroms 'Ausbreitungsweise' (Chorie) wurden noch deutlich höhere Diversitäten der Vegetationszusammensetzung auf den renaturierten Uferabschnitten gefunden. Die Syndrome 'Wuchsform' und 'Regenerationsweise' zeigten zwischen den beiden Landschaftsausschnitten keine Signifikanzen.

Für die Beantwortung der Frage nach der mittel- oder langfristigen Offenhaltung ufernaher Bereiche durch die Flussdynamik reichen dreieinhalb Untersuchungsjahre nicht aus. Hierfür wurde auf die Analyse mit unechten Zeitreihen zurückgegriffen, um so einen größeren zeitlichen Aspekt der Dynamik darstellen zu können (vgl. Abb. 4.1.40). Es konnte gezeigt werden, dass die prozentualen Rohbodenanteile sowohl vom Sukzessionsalter als auch von der Flussdynamik (Dauer und Höhe der Überflutungen) abhängig sind. Blieben die Störungen durch die Hochwässer aus, so wuchsen die Flächen größtenteils innerhalb von zwei Vegetationsperioden zu. In Folge des Störungsregimes des Flusses wurde die Vegetationsentwicklung gebremst oder sogar zurückversetzt auf ein ursprüngliches Stadium. Die prozentualen Flächenanteile der so offen gehaltenen Rohbodenflächen und der durch die Hochwässer neu entstandenen Flächen (z.B. Kiesinseln) beliefen sich innerhalb der unechten Zeitreihen nach 11 Jahren tendenziell bei ca. 20 %.

Die Frage nach der Problematik der gebietsfremden Pflanzenarten (Neophyten) entlang renaturierter Flussabschnitte konnte quantitativ beantwortet werden. Die Diversität dieser Pflanzenarten und deren prozentuale Anteile an der Artenzusammensetzungen war auf den Dauerflächen renaturierter Uferbereiche signifikant höher als an begradigten Uferbereichen (vgl. Abb. 4.2.19). Dagegen waren die prozentualen Flächenanteile der Neophyten auf den Dauerflächen renaturierter Abschnitte signifikant niedriger als an begradigten Abschnitten. Dieser Unterschied zwischen den beiden Uferbereichen wird allerdings erst signifikant, wenn zwei Dauerflächen mit überproportionalen Abundanzen an Neophyten (teilweise bis 100 %) unberücksichtigt bleiben. Diese beiden ausgeblendeten Flächen besitzen mit ihrem Feinsubstrat (schlammüberdeckte Uferbereiche) eine andere Voraussetzung für das Indische Springkraut als die Schotter- und Kiesflächen.



## 5.2 *Diskussion der Methodik und Auswertung*

Die Aspekte der Untersuchungsmethodik und der Auswertungsverfahren sollen hier kritisch betrachtet werden. Dabei ergibt sich wie bei jeder freilandökologischen Arbeit die Problematik der Vielfalt an möglichen Untersuchungsfaktoren und deren Variation in Raum und Zeit (Glavac 1996, Farina 1998). Mit dem hier verwendeten Untersuchungsdesign stellt sich die Problematik der quantitativen Erfassung der drei Aspekte der Biodiversität.

### Methodik der Flächenauswahl

Mit dem in Abb. 3.2. dargestellten Design zur Verteilung der eingerichteten Dauerflächen im Bereich der untersuchten Uferabschnitte von Obermain und Rodach wurde versucht, möglichst alle standörtlichen Parameter (Renaturierungsflächen, Baggerseen, begradigte Flussabschnitte, flache und steile Ufer, nahe und fern der Uferlinie) zu berücksichtigen. Die Unterteilung in renaturierte und begradigte Abschnitte sowie in solche an Baggerseen gelegene ist wegen der Unterschiede im Störungsregime der Überflutungen in sich klar nachvollziehbar. Dagegen ist die Lokalisierung der Dauerflächen auf steilen oder flachen Ufern bzw. nahe der Mittelwasserlinie (MWL) oder von dieser entfernt liegend nicht fest vorgegeben. Hier musste oft auf die lokalen Begebenheiten Rücksicht genommen werden. Einige Bereiche der Renaturierungsflächen waren nicht ohne ein Boot zugänglich, andere sind aufgrund naturschutzrelevanter Faktoren (brütende Flussregenpfeifer oder Eisvogelhöhlen) von Anfang an ausgeschlossen. Die Alternative zu auf der Fläche verteilten Dauerflächen, nämlich die Einrichtung von Transekten, hätte diese Problematik nicht vermieden und zusätzlich einen unverhältnismäßig hohen Arbeitsaufwand bedeutet. Einem weitgehend idealen Flächendesign hätte eine möglichst homogene Verteilung der Dauerflächen auf Uferbereiche mit verschiedensten Positionen zur Uferlinie wie auch unterschiedlichen Altersphasen der vorhandenen Vegetation (= Sukzessionsjahren) zu Grunde gelegen. Zwar gab es schon vier Monate vor dem Beginn des BMBF-Forschungsprojektes die Möglichkeit, Dauerflächen entlang der Uferbereiche einzurichten. Der damalige zeitliche, personelle und finanzielle Engpass ermöglichte es allerdings nicht, die beschriebene ideale Verteilung der Dauerflächen durchzuführen. Die statistische Datenanalyse zeigte die Problematik der zu geringen Anzahl von Dauerflächen an begradigten Flussabschnitten und an Uferabschnitten mit älteren Vegetationsentwicklungen.

Die Auswahl der untersuchten Uferbereiche begradigter Flussabschnitte erfolgte nach dem Wunsch, diese möglichst weit verteilt innerhalb des Obermaintals zu legen. Die Dauerflächen auf den begradigten Flussabschnitten wurden im Herbst 1999 eingerichtet. Die ersten Aufsichtsdigramme entstanden im Frühjahr 2000. Informationen des Jahres 1999 liegen von

diesen NR-Flächen nicht vor. Im Nachhinein ist das zu bedauern, da mit den drei DNR-Flächen eine sehr niedrige Grundgesamtheit an Daten vorliegt. Ein weiteres Jahr oder auch einige weitere DNR-Flächen wären für eine statistisch abgesicherte Datenanalyse wünschenswert gewesen.

Die überflogenen Uferbereiche von nichtrenaturierten Flussabschnitten wurden für den Untersuchungszeitraum bezüglich ihres Strukturinventars als konstant angenommen, was mit gewisser Kritik betrachtet werden muss. In der Regel finden sich auf den NR-Flächen keine Rohbodenanteile (wegen befestigter Uferböschungen), und die erfolgreiche Neubesiedlung und Ausbreitung (= zeitliche und räumliche Veränderung dieses Strukturelementes) von Sträuchern (Weiden und Erlen) betrifft nur sehr geringe prozentuale Flächenanteile. Die Flächenanteile der hohen Bäume sind sicherlich nicht als konstant anzunehmen (vgl. Abb. 4.1.26).

#### Methodik der Auswertung

Zur Überprüfung der in Abschnitt 2.1 aufgestellten Fragen mussten die einzelnen Untersuchungsflächen zusammengefasst behandelt werden, damit die Gemeinsamkeiten und Unterschiede deutlicher werden. Kritisch ist die Wahl der Faktoren, nach denen man diese Zusammenfassung ausführt. Zum einen werden die renaturierten Flächen den nichtrenaturierten Flächen gegenüber gestellt. Zum anderen liegen aber innerhalb der renaturierten Flächen große Unterschiede im Flächenalter und der Hydrodynamik und damit große Unterschiede in der Vegetationsentwicklung vor, so dass diese Flächen nur mit Vorbehalt zusammengefasst werden können. Die abiotischen Einflussgrößen wie Klima, Geomorphologie oder Renaturierungsmaßnahmen werden für den untersuchten Landschaftsausschnitt als einheitlich definiert, um die Unterschiede im Flächenalter und der Abflussdynamik herausarbeiten zu können. Da Messungen dieser abiotischen Parameter auf den Untersuchungsflächen fehlen, ist diese Definition nicht überprüfbar. Auf der kleinräumigen Betrachtungsebene der Dauerflächen ist diese Definition der abiotischen Einflüsse sicherlich nicht haltbar. Hier können vor allem klimatische Faktoren (z.B. heiße und trocken Sommermonate) eine nicht vernachlässigbare Rolle spielen, indem beispielsweise die Anteile der krautigen Vegetation zu Gunsten der Rohbodenflächen abnehmen.

Die Erfassung der kompletten Renaturierungsflächen mit Hilfe der Überfliegungen birgt verschiedene Faktoren, die stets kritisch hinterfragt werden müssen (Farina 1998). Der erste Punkt ist die Qualität der Fotos und der digitalen Möglichkeiten, diese zusammenhängend und möglichst orthogonal zu einem Ganzen des jeweiligen Flussbereiches zu setzen. Als Kartengrundlage für die eigenen Fotos lagen maßstabsgetreue Orthogonalfotos des Wasser-

wirtschaftsamtes (WWA) vor. Insofern war bei den eigenen Überfliegung die exakte Einhaltung einer bestimmten Flughöhe nicht von Bedeutung. Es wurde oft unter der zulässigen Mindesthöhe (200 m ü.G.) geflogen, um noch möglichst viele Details auf den Fotos zu erkennen. Durch die schnelle Bewegung von ca. 130 km/h ergeben sich manchmal leichte Unschärfen von kleinen Details. Des weiteren sind die Fotos immer nur annäherungsweise senkrecht von oben möglich gewesen. Sie mussten deshalb nach dem Abdigitalisieren entzerrt werden und zu den vorliegenden Orthofotos des WWA maßstabsgetreu zusammengesetzt werden. Besonders bei der Entzerrung der Fotos können Informationen verloren gehen. Ein höheres und schräg fotografiertes Objekt, z.B. ein am Ufer stehender Baum, wird durch die Entzerrung nicht wieder gerade. Er verdeckt auch auf dem entzerrten Bild die Strukturen darunter oder dahinter. Bei einem 30 m hohen Baum liegt der nicht einsehbare Bereich bei ca. 1 m (bei 200 m ü.G. Flughöhe und senkrechtem Blickwinkel auf eine Kantenlinie des Fotos).

Die entscheidende Problematik der Verwendung von Überfliegungsfotos zur Strukturkartierung liegt jedoch in der exakten Grenzlinienziehung zwischen den ausgewählten Strukturelementen. Hier ist stets Vorsicht geboten. Zum einen können aus ca. 150 bis 200 m Höhe nur sehr wenige Strukturelemente eindeutig identifiziert werden. Zusätzlich aus einzelnen Farbpixeln oder Farbgruppen weitere Strukturelemente herauszulesen, ist stark fehlerbehaftet. Deshalb wurden nur vier Strukturelemente (plus das liegende Totholz, falls vorhanden) ausgeschieden, da diese fast immer deutlich erkennbar waren. In Fällen von problematischen Situationen, z.B. Schattenwurf, Farbabweichung oder Lücken im Gesamtfoto der Fläche nach der Zusammensetzung der Einzelfotos, wurde auf der Fläche eine Nachprüfung vorgenommen. Diese ist für die kleineren Flächen und niedrigeren Strukturelemente sicherlich genauer, was beim Einfügen in die digitalen Strukturkarten als problematisch bewertet werden muss, da damit die Kontinuität des Skalenbereichs verlassen wird. Gleiches wird auch mit der Differenzierung der Strukturelemente aufgrund ihrer Höhe unternommen. Die Unterschiede zwischen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation ist auf den Fotos durch die Färbung und den Schattenwurf nicht immer erkennbar. Im Fall der jungen Gehölze, die nach mehreren Jahren aus der Strauchschicht in die Baumschicht hineinwachsen, musste auch vor Ort mit ausgedruckten Überfliegungsfotos die entsprechende Fläche und Grenzziehung eingefügt werden. Möglich ist auch ein über die Untersuchungsjahre veränderte Erkennungsschärfe von Objekten auf den Fotos durch verbesserte Übung. Bei der Größe der überflogenen Untersuchungsflächen (zusammen ca. 60 ha) ist jedoch die Abweichung von einigen m<sup>2</sup> bei nur vier Strukturelementen als gering und unproblematisch zu werten. Das Problem einer jeden Vegetations- oder Strukturkartierung, unabhängig von der Maßstabsebene, bleibt die eindeutige

und nachvollziehbare Grenzziehung zwischen den einzelnen Elementen, da diskrete Grenzen selten vorkommen (Levin 1992, Wiens 1995, Glavac 1996, Farina 1998). Mit den eigenen Untersuchungsmethoden zur Strukturkartierung der Uferbereiche konnte hierfür auch kein besserer Lösungsweg gefunden werden.

Gegenüber der Erfassung von dreidimensionalen Strukturen auf digitalen Fotos ist die der gezeichneten Aufsichtsdiagramme weit weniger mit Problemen bei der Erstellung und Auswertung behaftet. Die zeichnerische Qualität hängt hier weder von der klaren Erkennung der Strukturen und Arten, noch von der Grenzlinienziehung ab, da auf den 25 m<sup>2</sup> ein 1 m<sup>2</sup>-Raster verwendet wurde. Die digitale Umsetzung dieser Aufsichtsdiagramme in geschlossene Polygone ist stets mit einem Fehler bei manuellem Digitalisieren versehen. Diese Zeichengenauigkeit hält sich bei einer ruhigen Hand im Bereich von 0,2 mm (B. John, mündl. Auskunft) und spielt in der Gesamtbetrachtung der 25 m<sup>2</sup> nur eine untergeordnete Rolle. Bei der Auswertung der digitalen Strukturkarten (beider Maßstabsebenen) treten kaum Probleme und Unschärfen auf, da die verwendete Konstruktions- und GIS-Software linien- und flächenscharf arbeitet und stets genauere Zahlen erbringt, als nötig wären.

Was bei beiden Untersuchungsebenen kritisch bewertet werden muss, sind die über die Untersuchungsjahre unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte und damit Entwicklungsstadien der Vegetation. Wenn sich, wie in den dreieinhalb Untersuchungsjahren geschehen, beispielsweise die Frühjahrsaufnahmen einer Dauerfläche vom 10. Mai bis zum 10. Juni verteilen, liegt darin auch ein stark differenzierter Informationsgehalt. Das starre System eines fixierten Aufnahmezeitpunktes / engen Aufnahmezeitraums ist allerdings in einem Landschaftsausschnitt, der oft bis Mitte oder Ende April überhaupt nicht zugänglich ist oder sogar noch unter der Wasseroberfläche liegt, nicht möglich. Daher wurden in jedem Untersuchungsjahr die Frühjahrsbefliegung nach dem Rückgang der Überflutungen festgelegt. Die Vegetation auf den Flächen im Überflutungsbereich hat dabei den Vorteil einer guten Wasser- und Nährstoffversorgung, um einen durch die Überflutungen erfolgten möglichen zeitlichen Rückstand wett zu machen. Je später somit das Hochwasser weicht, desto schneller müssen die 21 Dauerflächen im kurzen Frühjahrsaspekt erfasst werden. Kommt eine für das Wachstum optimale Wetterlage dazu (z.B. Mitte April bis Anfang Juli 2000 mit sommerlich-warmer Hochdruckwetterlage) ist schnell die Bearbeitungskapazität erreicht.

Ein schwieriger Punkt ist die Erfassung und Analyse der Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölze auf den Dauerflächen. Wie im Abschnitt 3.2 schon beschrieben, muss streng unterschieden werden zwischen dem berechneten Raumvolumen der Vegetation (die Pflanze wird zu einer Art Zylinder generiert, indem die Grundfläche aus dem Aufsichts-

diagramm mit der Wuchshöhe multipliziert wird) und dem Volumen der Vegetation im Raum, welches die Verteilung der einzelnen Pflanzenteile im dreidimensionalen Raum beschreibt. Ersteres stellt nur einen mathematisch vereinfachten Anhaltswert dar. Letzteres wäre als Datengrundlage wünschenswert, ist aber in der Praxis nicht durchführbar. Mit der Darstellung der Raumvolumina soll speziell der Unterschied in der dynamischen Entwicklung der beiden Strukturelemente 'krautige Vegetation' und 'junge Gehölzvegetation' dargestellt werden. Weitergehende Interpretationen sind aufgrund der Datenqualität nicht möglich.

### 5.3 Diskussion der Hydrodynamik

Die Daten der Untersuchung belegen, dass periodisch oder stochastisch auftretenden Störungen durch die Überflutungen einen hohen Einfluss auf die drei Aspekte der Diversität (Strukturen, Arten, Funktionen) im hier untersuchten Gebiet besitzen. Das Störungsregime der Hochwässer am Obermain und der Rodach ist der Landschaft inhärent (Richter 1997), d.h. die Ursachen für die Überflutungen liegen zwar außerhalb des eigentlichen Landschaftsausschnittes (im Einzugsgebiet), aber die typischen Biozönosen im Auenbereich 'bedürfen' der regelmäßigen Störungen. Wie hoch die Frequenz und Stärke dieser Störungen sein müssen, damit der 'Bedarf' gedeckt ist, bleibt ohne eine Quantifizierung der Störungsgrößen und der Auswirkungen auf die Diversität rein spekulativ. Somit liegt neben der Problematik der Quantifizierung von räumlichen Strukturen und deren Diversität eine weitere Problematik vor: die quantitative Erfassung der Störungsgrößen. Dass diese hauptsächlich in den Hochwässern zu suchen sind, ist unzweifelhaft (vgl. Finck 1998, Niehoff 1996). Weitere Störungsparameter im Auenbereich werden in klimatischen Faktoren zu finden sein (z.B. trockene Sommer) oder in den anthropogenen Aktivitäten im Bereich renaturierter Uferabschnitte (z.B. Badegäste mit Lagerfeuer). Letzteres besitzt bei störungsempfindlichen Tierarten auf den Kiesflächen erwartungsgemäß einen bedeutenden Aspekt der Störungsparameter (Metzner, 2003). Eine Eisschur ist in Folge der Erwärmung der Flüsse durch die Kläranlagen in den letzten Jahrzehnten nicht mehr als Störungsparameter aufgetreten (WWA Bamberg, persönliche Auskunft). Welche Aspekte oder Parameter eines Hochwassers beinhalten jedoch die Störungsgrößen, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Diversität von Strukturen, Arten oder Funktionen ausüben? Bei der Sichtung der entsprechenden Literatur zum Wasserbau und zur Hydrologie von Fließgewässern (Rössert 1981, Hütte 2000, Jürging 2001) zeigt sich, dass die konkreteste und plausibelste Störungsgröße der Abflussdynamik die Schleppspannung am Gewässerbett ist. Diese wird in der Einheit Kraft pro Fläche ( $\text{Nm}^{-2}$ ) ausgedrückt. Die Problematik der Erfas-

sung der Schleppspannung während der Überflutungen wurde im Abschnitt 2.4 schon angeschnitten. Es muss für die vorliegende Untersuchung somit auf hydrologische Daten zurückgegriffen werden, die von geringerer physikalischer Qualität sind (z.B. Abflussmengen). Diese Werte liegen in Form täglicher Abflussmengen, d.h. dem errechneten Tagesmittel, von den vier Pegelmessstellen des Untersuchungsgebietes vor, welche sich als ein Maß für die Störungen quantitativ ausdrücken lassen. Die Problematik der geringeren physikalischen Qualität wird bedingt durch die Tatsache, dass die störenden Auswirkungen einer definierten Abflussmenge auf unterschiedlich strukturierte Uferbereiche sehr verschieden sein kann. Diese Strukturierungen werden u.a. bedingt durch die baulichen Renaturierungsmaßnahmen, durch die strömungsbedingten Verschiebungen der aktuellen Uferlinien und durch das Alter der Flächen und dem damit einhergehenden Bewuchs von Sträuchern. Die Abflussmenge gibt auch keine Information über die Menge an mitgeführtem Totholz und anderem Schwemmgut, welche ebenfalls einen direkten und indirekten Störungsparameter für die Veränderungen auf den Untersuchungsflächen darstellen kann. Das Abflussverhalten des Flusses ist bei Hochwasser oft unberechenbar. Von einer beständigen Krafteinwirkung des fließenden Wassers auf den überfluteten Uferbereich kann nicht ausgegangen werden. Zusätzlich kann sich dieses Abflussverhalten über die Jahre auch ändern. Die gemessenen Abflussmengen an den Pegelstellen sind während der höchsten Überflutungsphasen kritisch zu betrachten, da dann oft ein breiter Talraum überflutet ist und die registrierten Werte nicht der realen Abflussmenge entsprechen (WWA Bamberg, persönliche Auskunft).

#### ***5.4 Diskussion der Ergebnisse zur Strukturdiversität***

Die Untersuchungen stellen die Auswirkungen der erhöhten Flusssdynamik entlang renaturierter Uferbereiche auf die Strukturdiversität der Flusslandschaft und der Vegetation dar. Es konnte gezeigt werden, dass die Strukturdiversität unter Einwirkung einer hohen Hochwasserdynamik deutlich zunimmt, während entlang begradigter Flussabschnitte oder auch in Jahren ohne Hochwässer diese Strukturdiversität wieder abnimmt.

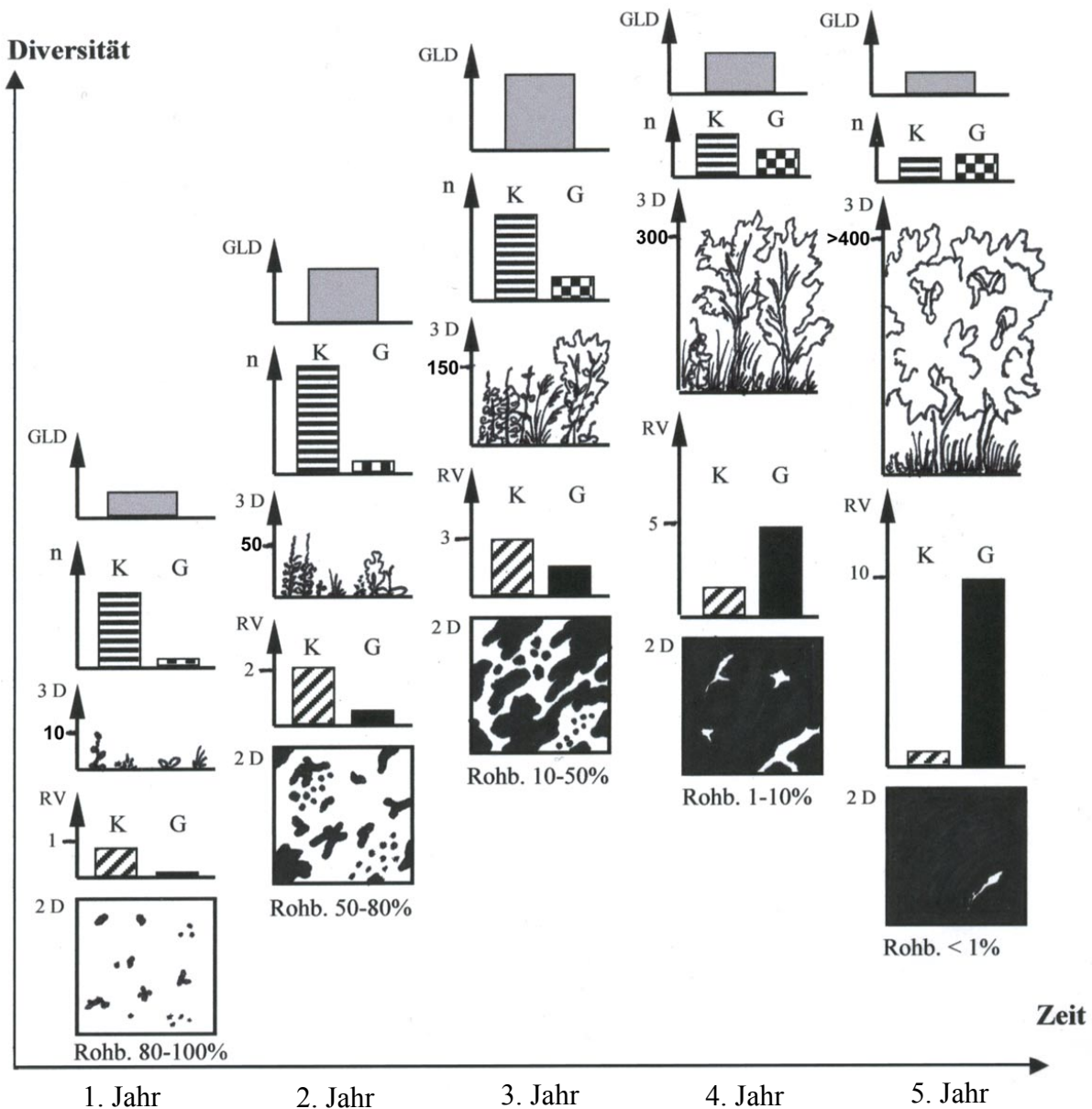
Struktur ist die dreidimensionale Anordnung von Objekten (Vegetation) in Raum und Zeit. Sie müsste daher in Zahlen erfassbar sein. Die strukturelle Diversität ist der wohl komplexeste Bereich der Untersuchungen. Die Strukturheterogenität ist zwar ein häufig benutzter Ausdruck zur Kennzeichnung strukturreicher Lebensräume oder entsprechend mit verschiedenen Strukturelementen reichhaltig ausgestatteter Untersuchungsflächen, aber ab welcher quantifizierbaren Menge an Strukturen man von Heterogenität oder Homogenität spricht,

bleibt größtenteils subjektiv (MacArthur & MacArthur 1961, Wiens 1995). Das liegt daran, dass in bisherigen Arbeiten zu diesem Thema die räumlichen Strukturen meist qualitativ erfasst und analysiert wurden (ausführlich in Benz 1999, Paulsch 2001). Die diesen qualitativen Strukturanalysen zu Grunde liegenden Strukturkriterien sind stets mit einem hohen subjektiven Grad der Erfassung behaftet. Die Strukturdiversität der Vegetation oder des Landschaftsausschnittes in diskreten Zahlen auszudrücken, erfordert einen hohen Erfassungsaufwand im Freiland bzw. die dafür geeignete Auswertungssoftware am Computer. Einen idealen qualitativen Ansatz, der mit einem vertretbaren zeitlichen Aufwand zu bewerkstelligen ist, wird es daher auf absehbare Zeit nicht geben. Für die vorliegende Arbeit wird als ein mögliches objektives Maß der Strukturdiversität einer Untersuchungsfläche die Länge der Grenzlinien zwischen den Strukturelementen pro Einheitsfläche (= Grenzliniendichte) verwendet (Scherzinger 1996, v.Heßberg & Beierkuhnlein 2000). Dieses Maß für die Strukturdiversität ist jedoch stark skalenabhängig (Levin 1992, Wiens 1995, Farina 1998). Die Grenzlinienlänge ist quantitativ aus den im Rahmen der Untersuchungen erstellten Strukturkarten zu entnehmen. Da aber die Grenzliniendichte keine Information zur Anzahl der Strukturelemente auf der Fläche und deren räumlichen Verteilung gibt, ist sie in dieser Hinsicht keine ideale Lösung. Die Grenzliniendichte mit der an diesem Wert beteiligten Anzahl von Grenzlinientypen zu multiplizieren, um einen Wert für die Grenzlinien-Diversität zu erhalten, ist dagegen rein mathematisch gut vertretbar. Ob die Strukturdiversität in einem diskreter Wert (wie etwa für die Artendiversität) darstellbar ist, erfordert darüber hinaus gehende mathematische Modelle (Whittaker 1975).

Die Daten der Strukturanalyse denen der Abflussdynamik (Abflusshöhe, Überflutungsdauer) gegenüber zu stellen ist dann als unkritisch zu bewerten, wenn man davon ausgeht, dass diese Störungsparameter der Überflutungen die Veränderungen der Strukturen größtenteils bedingen und die anderen Einflussgrößen vernachlässigbar bleiben. Gleiches gilt auch für die Ergebnisse zur taxonomisch-floristischen und funktionalen Diversität sowie deren zeitliche Veränderungen (vgl. Abschnitt 4.2 und 5.3).

Das Problem einer dreieinhalbjährigen Untersuchung in einem derartig dynamischen Lebensraum bedingt immer das Problem, die Vielfalt an Veränderungsmöglichkeiten innerhalb der Landschaft und Vegetation aufgrund des Arbeitsaufwandes, der Datenmengen oder unbekannter Störungsparameter nicht erfassen zu können. So könnten zusätzlich zur Flussdynamik auch noch die Aktivitäten der Biber eine Rolle für die Vegetationsstrukturen spielen (Schwab 1998). Es ist ein glücklicher Zufall, dass die Störungsgrößen der Überflutungen in drei Jahren drei so unterschiedliche Werte wie im vorliegenden Fall erreichten ( $HQ_0$ ,  $HQ_1$ ,  $HQ_{15}$ ), so dass

die Auswirkungen auf die Vegetationsstrukturen im darauffolgenden Frühjahr und die Biodiversität analysiert werden konnten. Die Untersuchungen zeigen, dass die Vegetationsentwicklung im dynamischen Lebensraum der Obermain- und Rodachauen nur in den Jahren ohne Hochwasserereignisse als progressiv anzunehmen ist (Abb. 5.1).



**K:** krautige **G:** Gehölze **RV:** Raumvolumen [m<sup>3</sup>] **n:** Artzahl **GLD:** Grenzliniendichte  
**Rohb.:** Rohbodenanteil **2D:** Zweidimensionalität **3D:** Dreidimensionalität (Höhe) [cm]

Abb. 5.1: Zyklus der progressiven Sukzession der ersten Sukzessionsjahre auf den Renaturierungsflächen, ausgehend von einer vegetationsfreien Rohbodenfläche und ohne weitere Störungen.

Für die Darstellung dieser Annahme sind allerdings dreieinhalb Untersuchungsjahre als nicht ausreichend zu betrachten. Die Alternative einer unechten Zeitreihe (Lüdi 1923) ('space for time substitution'; Pickett 1989) birgt in einem von periodischen oder stochastischen



Störungen geprägten Lebensraum einen großen Kritikpunkt: jede der älteren Untersuchungsflächen besitzt eine individuelle Geschichte an Störungen und Vegetationsentwicklung, welche nicht mit den rezent untersuchten Störungen und Sukzessionen verglichen werden können. Außerdem ist selbst für eine einzige Fläche die Vegetationsentwicklung nicht homogen, was die Zuweisung eines bestimmten Flächenalters nicht erleichtert. Die Tendenzen, die in den unechten Zeitreihen der Abbildung 4.1.40 zu erkennen sind, müssen daher mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden. An den Höhen der Standardabweichungen ist auch zu erkennen, dass es sich im Fall der Rohbodenanteile und der Anteile krautiger Vegetation auf den älteren Flächen wirklich nur um Tendenzen handelt. Jedoch ist die deutliche Abnahme der Rohbodenanteile in den ersten drei Vegetationsperioden und die deutliche Zunahme der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation als Zeichen einer progressiven Vegetationsentwicklung zu werten. Die Tendenz zu einer gerichteten oder progressiven Vegetationsentwicklung hin zur Weichholzaue ist trotz der Problematik der Datenvarianz auf den Renaturierungsflächen erkennbar. In Abbildung 5.1 wird die zeitliche Abfolge dieser progressiven Sukzession hinsichtlich der unterschiedlichen Aspekte der Diversität auf den untersuchten renaturierten Flussabschnitten und ohne weitere starke Störungen durch Überflutungen dargestellt. Diese Aspekte betreffen die Zweidimensionalität (Aufsichtsdiagramme), die Raumvolumina der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation, die Höhe (Dreidimensionalität), die Alpha-Diversität der krautigen und der Gehölzarten sowie die Grenzliniendichte. Die Darstellung geht von einer vegetationsfreien Rohbodenfläche aus, die sich auf den Untersuchungsflächen am Obermain und der Rodach etwa nach starken Hochwasserstörungen oder auch nach den Renaturierungsmaßnahmen bilden.

Die Anordnung der Untersuchungsflächen in unechte Zeitreihen umgeht das Defizit an langfristigen ortsgebundenen Dauerbeobachtungen und liefert eine Tendenz über die mittel- und langfristigen Veränderungen (Lüdi 1923). Sie ist aber auch mit Problemen versehen, die darin liegen, dass z.B. die Anfangs- und Randbedingungen der Vegetation einer Dauerfläche nicht bekannt sind (Pickett 1989, Dierschke 1994, Glavac 1996). Mit Hilfe der Bildung von unechten Zeitreihen zeigen die quantitativen Ergebnisse aus den Strukturkarten einen deutlichen Trend zu einer progressiven Sukzession auf den vom Hochwasser oder auch Wasserwirtschaftsamt geschaffenen Rohbodenflächen im Uferbereich des Obermains und der Rodach.

Die vorhandenen Daten aus vier Frühjahrsaspekten und einer elf Jahre langen unechten Zeitreihe (die Werte der Jahre neun bis elf müssen allerdings wegen einer zu geringen Grundgesamtheiten kritisch betrachtet werden) zeigen tendenziell einen Wert von ca. 20 % der

terrestrischen Gesamtfläche, welche die Flussdynamik mittelfristig vegetationsfrei hält (Abb. 4.1.40). Die Darstellung einer Tendenz über die Höhe der Rohbodenanteile, die langfristig (über 10 Jahre) im Bereich redynamisierter Uferbereiche bestehen bleiben, ist mit der vorliegenden Arbeit nicht möglich (älteste Renaturierungsfläche ja von 1992). Hierfür bleibt neben den üblichen Unsicherheiten längerfristiger Prognosen auch unberücksichtigt, dass sich zum einen das Abflussverhalten der Flüsse Obermain und Rodach aufgrund der aktuellsten Klimaänderungen in Richtung mehr Niederschläge im Einzugsgebiet verändern wird, zum anderen auch die veränderten Abflussgrößen stärker an der vorhandenen Uferstruktur Einfluss nehmen werden. Diese Annahme wird dadurch bestärkt, dass im Winter 2002/2003 erneut ein sehr starkes Hochwasser die Main- und Rodachauen für mehrere Tage überflutete (HQ<sub>35</sub> am Pegel Kemmern). Bei einer längerfristigen Prognose bleibt auch die Tatsache unberücksichtigt, dass in Zukunft weitere Uferbereiche am Main und der Rodach durch das WWA Bamberg renaturiert werden sollen und dass dadurch auch mehr Geschiebe mobilisiert wird, was einen direkten Einfluss auf die Störungen an der vorhandenen Vegetation haben kann. Jede Flächenzunahme durch Auflandungen oder Neubildungen von Inseln geht in der ersten darauffolgenden Vegetationsperiode stets zu Gunsten der Rohbodenanteile. Je höher die Geschiebemengen sind, je mehr dadurch aufgelandet wird oder neue Inseln entstehen, desto höher bleibt längerfristig der Rohbodenanteil und somit auch die Strukturdiversität.

Die Lage der Renaturierungsflächen bezüglich des Flussquerprofils und der Lage zur Hauptabflusslinie des Hochwassers hat einen Einfluss auf die prozentualen Flächenanteile der einzelnen Strukturelemente. Dieser Einfluss ist besonders beim 15jährigen Hochwasser erkennbar. Auf Renaturierungsflächen an weiten Flussquerprofilen und auf Flächen, die abseits der Hauptabflusslinie liegen, sind tendenziell Zunahmen der Rohbodenanteile und Abnahmen der Flächenanteile krautiger Vegetation zu erwarten. Ebenso ist nach starken Hochwässern die Abnahme der Flächenanteile junger Gehölzvegetation an engen Flussquerprofilen und in der direkten Abflusslinie höher (Abb. 4.1.46 bis 4.1.48). Die Renaturierungsmaßnahmen des WWA Bamberg haben somit auch einen entscheidenden Einfluss auf die zukünftige Vegetationsentwicklung der ufernahen Flächen.

Die krautige Vegetation wird leichter und nachhaltiger durch Überflutungen gestört als die Gehölzvegetation. Daher steigen die Flächenanteile dieses Strukturelementes nach dem hochwasserfreien Winterhalbjahr 1999/2000 stark an und sinken nach dem Winterhalbjahr 2001/2002 wieder ab. Bei der jungen Gehölzvegetation kommt es selbst nach einem 15jährigen Hochwasserereignis nur auf vier der 13 Renaturierungsflächen zu Verringerungen der Flächenanteile. Ob noch stärkere Hochwässer die jungen Weiden und Erlen massiver

stören, bleibt mit den eigenen Daten Spekulation. Eine längere Untersuchungsreihe wäre zur Abklärung notwendig.

Die aufgezeigte Dynamik der Flächenanteile ausgewählter Strukturelemente auf den 13 Renaturierungsflächen ist das Resultat sowohl der progressiven Sukzession (in Richtung Weichholzaue, vgl. Abb. 5.1) als auch der Flusssedimentation und der dadurch teilweise oder zeitweise regressiven Vegetationsentwicklung (Definitionen beider Sukzessionsrichtungen in Glavac 1996). Beides klar auseinander zu halten ist nicht möglich. Selbst der Begriff der regressiven Sukzession ist als kritisch zu betrachten (Scherzinger 1996), da nur selten das frühere Stadium der Vegetationsentwicklung erreicht wird, sondern durch die Veränderungen auf der Fläche meist eines, welches dem früheren ähnlich ist. So kann im regressivsten Fall zwar die Vegetation im Uferbereich komplett mit Kies und Sand überlandet werden, was dann zu Beginn der darauf folgenden Vegetationsentwicklung dem Wert der Strukturdiversität einiger Jahre zuvor entsprechen mag. Aber durch die neue Sedimentation kann die Diasporbank komplett anders zusammengesetzt sein und ebenso eine andere räumliche Verteilung auf der Fläche besitzen. Außerdem können störungstolerante Reste der einstigen Vegetation (z.B. Rhizome, Weidenäste) noch in der Fläche vorhanden sein und sich wieder im Laufe der dem Hochwasser folgenden Vegetationsperiode entfalten. Das wird auch vom hohen Anteil an Geophyten unter den untersuchten Lebensformen bekräftigt, besonders in den älteren Sukzessionsstadien. Insofern muss überlegt werden, ob in einem Lebensraum, in dem der Hauptstörungsgrund als inhärent bezeichnet wird, die Vegetationsentwicklung durch diese Störungen überhaupt regressiv sein kann, oder ob in diesem Fall nicht vielmehr die Störung als ein Teil einer progressiven internen Erneuerung gesehen werden muss? Die Bezeichnung einer sekundären Sukzession würde in diesem Fall auch passen, da die Vegetation versucht, den vorherigen Zustand wieder zu erreichen (Schulze et al. 2002). Diese progressiven sekundären Sukzessionen unterscheiden sich in ihrer Entwicklung kaum von den primären (Pickett & White 1985, White & Jentsch 2001). Außerdem besteht ein fließender Übergang zwischen diesen beiden Sukzessionsrichtungen – je nach dem Ausmaß der Störungen (Rebele 2003).

Entlang begradigter Uferbereiche findet die zeitliche Veränderung der untersuchten Strukturelemente und der Strukturdiversität ebenfalls statt, wenn auch in sehr geringfügigem Ausmaß, was gegenüber den Veränderungen entlang renaturierter Uferbereiche als vernachlässigbar gelten kann. Die Annahme, die gemauerte Uferlinien der begradigten Flussabschnitte seien als statisch anzusehen, ist sicherlich falsch. Vermutlich müssen sich nur mehrere sehr schwere Hochwasserereignisse ereignen, um auch dort die Uferbefestigung zu zerstören.

Der Eingangs erwähnten Problematik, die Störungsparameter für jede einzelne Untersuchungsfläche zu quantifizieren, kann auch mit der Einteilung der Renaturierungsflächen in Gruppen ähnlicher flussmorphologischer Parameter begegnet werden. Diese Parameter sind jedoch flexibel gestaltbar. Für die erfolgte Einteilung in vier Gruppen bezüglich ihrer Lage zur Hauptabflusslinie des Flusses bzw. des Charakters des jeweiligen Flussquerprofils (Tab. 4.1.8) liegen keine exakten Daten vor. Die Einteilungen erfolgten daher nur über subjektive und qualitative Auswahlkriterien.

Je stärker die Flächen im Laufe mehrerer Vegetationsperioden ohne größere Störungen zuwachsen und je geringer die vegetationsfreien Flächenanteile sind, desto geringer ist auch die kleinräumige, mosaikartige Verteilung der drei verbleibenden Strukturelemente. Die Strukturdiversität nimmt durch das Verschwinden eines der vier Strukturelemente quantitativ und qualitativ ab. Eine umgedrehte Argumentation birgt jedoch erhebliche Probleme in sich. Die Strukturdiversität per se ergibt keine Information über die Habitatqualität für die untersuchten Tiergruppen innerhalb des Projektes, sondern nur einen Anhaltswert. Eine hohe Strukturdiversität führt nicht zwangsläufig zu einer hohen Habitatqualität und hohen faunistischen Artendiversität, da auch andere Störungen, z.B. anthropogene, bei hoher Strukturdiversität zu einer niedrigen Habitatqualität führen können (MacArthur & MacArthur 1961, Odum 1971, Andren 1995, Metzner 2003).

Die Dynamik der erfassten räumlichen Strukturen auf den Renaturierungsflächen ist wegen der Unterschiede im Flächenalter und Störungsregime sehr heterogen. Eine Zusammenfassung von Flächen in Gruppen mit gemeinsamen Kenngrößen (z.B. Lage zum Fluss, Flussquerprofil, gleiche Vegetationsentwicklung) ist daher stets mit großen Standardabweichungen der Mittelwerte verbunden. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen treten selten hervor. Die stärksten Unterschiede werden zwischen den Daten der Renaturierungsflächen und der begradigter Flussabschnitte gefunden.

Da die Vergrößerung der Uferlinie und die Auflandungen von mitgeführtem Sediment während eines Hochwassers in der darauffolgenden Vegetationsperiode stets zu Gunsten der Rohbodenanteile erfolgt, ist die Benutzung der Zunahmen dieses Strukturelementes als Maß für die Störungsdynamik als unkritisch zu betrachten. Eine Flächenverkleinerung durch Erosion geht zu Gunsten der Wasserfläche, was die prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente in Ufernähe stärker betrifft. Bleibt die Störung durch die Hochwässer wie in den Winterhalbjahren 1999/2000 und z.T. auch 2000/2001 aus, so beschleunigt sich der Prozess der Abnahme der Rohbodenanteile (Abb. 4.1.41 und 4.1.46). Ab welcher Höhe oder Dauer der Überflutungen des Winterhalbjahres die Rohbodenanteile im darauffolgenden Frühjahr ge-

genüber dem Vorjahr zu- oder abnehmen, kann aus dem vorhandenen Datensatz nicht erkannt werden. Selbst ein HQ<sub>15</sub>-Ereignis verursachte auf fünf der 13 Renaturierungsflächen eine - wenn auch verlangsamte - Verringerung der Rohbodenanteile. Die Abnahme an Rohbodenflächen kann jedoch auch in Zusammenhang mit einem zu hohen Störungsregime gebracht werden, wie es die beiden Flächen R 9 und R 18 im Frühjahr 2002 zeigen. Hier gehen Kiesinseln, die während des schwachen Hochwassers 2001 entstanden, wieder verloren. Ältere Flächen, oft schon mit jungem Weidenaufwuchs, werden durch das Hochwasser 2002 nicht abgelandet. Der mehrjährige Wechsel von hochwasserfreien Winterhalbjahren (ungestörte Vegetationsentwicklung) mit solchen einer starken Überflutung (Beeinträchtigung auch der jungen Gehölzvegetation) wird sicherlich zu einer höheren Strukturheterogenität führen, als es ein alljährlich auftretendes Hochwasserereignis schaffen wird.

Nähert man sich den Vegetationsstrukturen und deren Dynamik auf der großmaßstäblichen Betrachtungsebene der Dauerflächen, so muss dabei bedacht werden, dass sich zwar die Unschärfen durch die genaueren Beobachtungsmöglichkeiten (z.B. Problem der Grenzlinienziehung) stark verringern und so die Informationsqualität zunimmt. Aber die Problematik der Zusammenfassung in Gruppen gemeinsamer Größen (z.B. Höhe der Abflussmengen, Überflutungsdauer oder Anzahl der Vegetationsperioden) verstärkt sich. Je genauer man auf die Flächen schaut, desto kleinräumiger und heterogener wird das Mosaik der Auswirkungen möglicher Störungen durch die Hochwässer. Ein einzelner Weidenstrauch verändert die Strömungsverhältnisse während des Hochwassers schon so stark, dass die dahinter stehenden Pflanzen unbehelligt von der Strömungskraft bleiben können. Wegen der kleinräumigen, mosaikartig verteilten Störungsverhältnisse kann wieder nur auf ein grobes Konzept der Gemeinsamkeiten aller Dauerflächen zurückgegriffen werden. Das verursacht einen Verlust an Aussageschärfe bezüglich der Strukturen und deren Dynamik. Somit sind auch die beiden gewählten Parameter zur Gruppenbildung der 21 Dauerflächen, das Sukzessionsalter und die Höhe der Fläche über der MWL, mit einer gewissen Problematik behaftet. Zum einen ist das Alter der Vegetationsentwicklung auf einer Fläche von 25 m<sup>2</sup> nicht immer als konstant anzunehmen, zum anderen gibt der Mittelpunkt dieser 25 m<sup>2</sup> als Relationspunkt keine Aussage über die Exposition der Fläche zur Strömung und die kleinräumig variierenden Höhen innerhalb der Fläche gegenüber der Wasserlinie.

Die Ergebnisse der Strukturanalysen zeigen trotz dieser Unschärfe in der Datenvarianz die von Flächenalter und Höhe über der MWL abhängige Dynamik. Die Tendenz zu einer höheren Störungsempfindlichkeit der Strukturdiversität bei Flächen mit einer jüngeren Vegetationsentwicklung oder einer näheren Lage zur MWL ist offensichtlich (Abschnitt 4.1.2.1). Die

älteren Flächen, meist mit dichten Weidensträuchern bewachsen, nehmen geringeren Schaden durch die fließende Kraft der Hochwässer. Wird die junge Gehölzvegetation dennoch geschädigt, so geschieht dies oberirdisch. In der darauffolgenden Vegetationsperiode sind sie den krautigen Pflanzen, besonders den frischen Keimlingen im Kampf um Licht und Raum weit überlegen und führen die Sukzession zur Weichholzaue fort. An den Beispielflächen kann diese Tendenz quantitativ sehr deutlich gezeigt werden.

Die Daten aus den Aufsichtsdiagrammen ermöglichen eine sehr anschauliche und genaue Analyse der flächigen Anordnung der einzelnen Arten. Die dritte Raumdimension der Vegetation wird aber nur sehr ungenau erfasst. Die im Abschnitt 3.2 dargelegten Einschränkungen bei der Analyse der dritten Raumdimension müssen aufgrund des anderweitig nicht unerheblichen Arbeitsaufwandes so akzeptiert werden. Die Methode ist zwar nicht üblich in der Vegetationsanalyse, aber zur reinen Darstellung der dynamischen Unterschiede zwischen krautiger Vegetation und Gehölzvegetation erfüllt sie ihren Zweck. Mit Hilfe der Berechnung des Raumvolumens der Vegetation kann deutlich gezeigt werden, wie die beiden Gruppen quantitativ auf die Störungen durch die Hochwässer reagieren. Mit den Ergebnissen kann gezeigt werden, dass in dynamischen Lebensräumen die dritte Raumstruktur zur vollständigen Analyse der Strukturdiversität einen zusätzlichen und wichtigen Beitrag für das Verständnis der Vegetationsdynamik liefert.

Die Ergebnisse zeigen auch die deutlich geringere Strukturdiversität und Vegetationsdynamik in allen drei Raumdimensionen auf den Dauerflächen begradigter Uferbereiche (Abb. 4.1.85). Der Mangel an Daten aus dem Jahr 1999 und vom Sommer 2001 ist wegen der geringeren statistischen Aussagekraft zu bedauern, hätte aber im Erhebungsfall für die Strukturdiversität begradigter Flussabschnitte kaum einen zusätzlichen quantitativen Informationsgewinn erbracht. Von einer generellen Strukturlosigkeit oder Strukturarmut auf diesen NR-Flächen darf nicht gesprochen werden, da auch hier die Vegetation reichhaltige Strukturen bildet. Jedoch sind im Fokus der vier analysierten Strukturelemente zwei auf diesen Flächen nur in geringen Anteilen vorhanden (Rohböden und junge Gehölzvegetation). Eine genauere Betrachtungsebene innerhalb einer dieser Strukturelemente (z.B. Blattanordnung oder Blattgröße) wurde nicht analysiert.

## 5.5 *Diskussion der Ergebnisse*

### *zur taxonomischen und funktionalen Diversität*

Der Begriff der Artendiversität ist in der Vegetationskunde traditionell weit besser definiert und in diskreten Zahlen erfassbar, als dies bisher mit der Strukturdiversität möglich ist (Dansereau 1951, Beierkuhnlein 1998, Schulze et al. 2002). So ist die Artendiversität in die qualitativ und quantitativ darstellbaren Teilaspekte der Alpha-, Beta- und Gamma-Diversität unterteilbar, während bei der Strukturdiversität noch große Probleme bestehen, die Dreidimensionalität der Vegetation in einer praktikablen Weise zu beherrschen (Whittaker 1975, Beierkuhnlein 1998).

Die Möglichkeiten der einfachen Erfassung und Analyse der Artendiversität in Form der Alpha-, Beta- und Gamma-Diversität war auch in der vorliegenden Untersuchung ein deutlicher Vorteil gegenüber der quantitativen Erfassung der Strukturdiversität. Der Analysensatz für die taxonomische Betrachtung der Diversität berücksichtigt entweder die Ab- und Anwesenheiten (Sørensen-Index; Jongman 1987, Waite, 2000) oder die Abundanzen (Shannon-Index; Shannon & Weaver 1949) der Arten, nicht aber ihre Funktion und ihr Zusammenwirken in einer Vegetationszusammensetzung oder in einem bestimmten Sukzessionsstadium. Die Verwendung der funktionalen Diversität wird dagegen als eine bessere ökologische Interpretation der Biodiversität angesehen (Neßhöver 1999). Dabei wird angenommen, dass die funktionalen Attribute die Reaktionen der Arten auf äußere Einflüsse widerspiegeln (Lavorel et al. 1999). Die Verteilungsmuster der unterschiedlichen funktionalen Attribute ermöglicht eine Aussage zu ökologischen Zusammenhängen (z.B. Konkurrenz) oder Umweltparametern (Klima, Störungen oder Landnutzungstypen) und dem zunehmendem Alter der Vegetationsentwicklung auf einer Fläche, wenngleich bei einer solchen Betrachtung auch Einschränkungen zu beachten sind (Lavorel et al. 1999, Beierkuhnlein & Schulte 2000).

So sind die sechs verwendeten funktionalen Syndrome nicht unkritisch zu verwenden. Beispielsweise berücksichtigt die Einteilung der Pflanzenarten in unterschiedliche Lebensformen deren Eigenschaften, die für das Pflanzenwachstum ungünstige Jahreszeit mit einer bestimmten Lage der Erneuerungsknospe zu reagieren. Zusätzlich zur ungünstigen Jahreszeit kommt für Pflanzenarten im Uferbereich dynamischer Fließgewässer aber der Störfaktor der Überflutungen hinzu, welcher sich mit dieser funktionalen Eigenschaft schwer erfassen lässt.

In der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die prozentualen Verteilungsmuster der unterschiedlichen funktionalen Attribute vom Vegetationsalter und dem Störungseinfluss der Hochwässer abgänglich sind (vgl. Abschnitt 4.3). Je jünger die Vegetationsentwicklung auf den Flächen ist, desto stärker tritt der Störungseinfluss der Überflutungen

in den Vordergrund. Das ist besonders in der den schweren Hochwässern von Januar bis März 2002 folgenden Vegetationszusammensetzung erkennbar. Nach diesen starken Störungsereignissen fallen in den jüngeren Sukzessionsreihen einige funktionale Attribute komplett aus. Die geringsten zeitlichen Veränderungen und Reaktionsmuster auf diese Hochwassereinflüsse hinsichtlich der prozentualen Verteilungsmuster der unterschiedlichen funktionalen Attribute zeigt die Vegetationszusammensetzung begradigter Uferbereiche. Das gilt für alle funktionalen Syndrome und Attribute.

Die Analyse der prozentualen Zusammensetzung der funktionalen Attribute innerhalb der Vegetation und auch die funktionale Diversität als Teilaspekt der Biodiversität ist in der vorliegenden Untersuchung im Auenbereich der Fließgewässer Obermain und Rodach nicht in Form einer diskreten Zahl erklärbar, wie es für die Artendiversität möglich ist. Einer der Gründe für diese Schwierigkeit liegt in der eindeutigen Zuordnung funktionaler Attribute. Dieses Problem wird besonders beim Syndrom der Ausbreitungsweise (Chorie) deutlich, wo Mehrfachnennungen die Regel sind. Viele Diasporen werden zufällig durch das Wasser transportiert und sind auch darin überlebensfähig, ohne dass diese eine explizit hydrochore Ausbreitungsstrategie besitzen (z.B. ausgeschwemmte Diasporen überfluteter Kleingärten). Johansson et al. (1996) vermutet sogar, dass potentiell schwimmfähige Diasporentypen im Uferbereich von Fließgewässern einen Selektionsvorteil gegenüber anderen Chorie-Typen besitzen, unabhängig von der Frage, ob die Samen morphologisch an die Schwimmfähigkeit angepasst sind oder nicht. Hiermit stellt sich auch die Frage, ob die Zuweisung von bestimmten funktionalen Attributen, besonders für die Arten, die in dynamischen, von verschiedenen Störungen beeinflussten Lebensräumen vorkommen, vollständig bekannt sind. Mit der vorliegenden Untersuchung konnte diese Frage nicht näher beantwortet werden.

Gerade die Hochwässer mit ihren oft extremen Wasserstandsschwankungen bieten an den flachen renaturierten Uferbereichen die Möglichkeit einer flächendeckenden Anlandung an hydrochoren Diasporen, während an den begradigten Uferabschnitten in der Regel nur linienförmige Anlandungsmöglichkeiten bestehen. Diese linienförmigen Standorte sind aber schon mit einem dichten Geflecht von mehrjährigen Arten bewachsen und machen eine Neuetablierung sehr schwer. Je höher das Hochwasser, desto mehr Diasporen können von der überfluteten Fläche aufgenommen werden und um so größer ist auch die Diasporenmenge, die auf anderen Flächen wieder abgelagert werden kann. An sich ständig veränderten Uferabschnitten können im Gegensatz zu den Uferflächen begradigter Abschnitte mit ihrer dichten geschlossenen Vegetationsdecke keine langfristigen Diasporenvorräte angelegt werden. Es besteht besonders bei Spitzenhochwässern auch die Möglichkeit der Aktivierung von älteren Diaspo-



renbänken durch Erosion im Bereich der Aue (Schwabe 1991). Der Diasporentransport besitzt aber in Folge der Hydrodynamik nicht nur einen räumlichen und zeitlichen Aspekt sondern auch den Aspekt des gerichteten Diasporen-Austausches (flussabwärts) von auseinander liegenden Populationen einer Uferart.

Die Ausbreitung der Diasporen (Chorie) durch die für die Art typischen und notwendigen Vektoren und damit auch der Erfolg der Erreichung der für die Art notwendigen oder optimalen Keimungsflächen ist stark von der Struktur der Landschaft und Vegetation abhängig (Bonn & Poschlod 1998). Somit stellt das Syndrom der Chorie auch eine Verbindung zwischen Funktion und Struktur dar.

Bei der Betrachtung der Diasporenausbreitungen sollten aber auch die Aspekte der Umwege und Zufälligkeiten nicht vernachlässigt werden. Außerdem gibt es keine Informationen darüber, ob schon alle typischen Pflanzenarten (und damit auch Funktionen) einer Auenlandschaft am Obermain und der Rodach zurück auf die renaturierten Bereiche gefunden haben, oder ob auch Arten nicht mehr zurückkommen können, weil sie durch die Begradigungen der letzten Jahrhunderte langfristig nicht mehr in der Region existieren. Auf den vom Hochwasser freigelegten Rohbodenstandorten entlang der renaturierten Uferabschnitte von Obermain und Rodach finden sich zum Start der ersten Vegetationsperiode im April nur die Arten, die durch das Wasser in die Diasporenbank eingetragen oder dort aktiviert wurden. Im Laufe der ersten Vegetationsperiode spielt dann die Anemochorie eine große Rolle beim weiteren Diasporeneintrag (Abb. 4.3.13 bis 4.3.17). Besonders die Weiden sind hier zu nennen, deren Samenflug schon Anfang Mai beginnt (Hahn 2001).

Viele der Pionierarten der ersten zwei Vegetationsperioden auf den dynamischen Uferbereichen am Obermain und der Rodach besitzen eine hemerochore Ausbreitungsweise. Sie sind – bis auf wenige Ausnahmen – nicht auf die Aue beschränkt, sondern als Schwemmlinge des anthropogen beeinflussten Einzugsgebietes zu sehen. Die Hemerochorie ist aufgrund ihrer schweren Abschätzbarkeit für die untersuchten Arten in Ufernähe mit gewissen Einschränkungen zu betrachten. Die meisten hemerochoren Arten (Agriophyten) sind vor vielen hundert Jahren in Folge der landwirtschaftlichen Kultur nach Mitteleuropa gelangt und inzwischen ohne den weiteren menschlichen Kultureinfluss in der heimischen Vegetation überlebensfähig (Kowarik 1987, Koltzenburg & Böcker 1999). Jetzt verlieren viele dieser Archaeophyten und Kulturfolger ihre Lebensräume in der intensivierten Agrarlandschaft und finden in den offenen Flächen renaturierter Uferbereiche Ersatzlebensräume (eventuell wieder ihre primären Lebensräume). Die menschlichen Aktivitäten im Einzugsgebiet kommen dazu (Kläranlagen, überschwemmte Kleingärten, Flüsse als Abfallentsorger für Gartenabfälle etc.).

Auf die vegetationsfreien bzw. vegetationsarmen Rohböden der renaturierten Flussabschnitte gelangen durch Überflutung und Wind ständig neue Arten. Dabei spielen die beiden Ausbreitungsarten entlang der Uferabschnitte von Obermain und Rodach unterschiedlich wichtige Rollen. Aufgrund der dichten Ufervegetation und dem Fehlen von Lücken mit Rohbodencharakter überwiegen auf den begradigten Flussabschnitten die Arten mit anemochorer Ausbreitung.

Der Grund für die Autokorrelation des Faktors 'Holzgewächse' und der Lebensformen 'Phanerophyt' und 'Nanophanerophyt' braucht nicht diskutiert werden. Die Tatsache, dass die Geophyten mit den Attributen 'überwiegend klonale Vermehrung' und 'unterirdische Ausläufer' korrelieren, bedarf einer kritischen Hinterfragung. Geophyten kommen besonders in den älteren Sukzessionsstadien (mit ca. 10 %) und an den begradigten Flussabschnitten (mit ca. 20 %) an den untersuchten Lebensformen vor. Die unterirdische Lage der Erneuerungsknospe hat offensichtlich bei Überflutungen oder Störungen der oberirdischen Phytomasse durch vom Fluss mitgeführten Kies Vorteile. Da es sich bei der Triebform der Geophyten im untersuchten Uferbereich um Rhizome und nicht um Zwiebeln handelt, ist die Korrelation mit den Attributen 'unterirdische Ausläufer' und 'überwiegend klonale Vermehrung' plausibel. Inwieweit diese Korrelation der erwähnten Attribute typisch für Auenlebensräume oder dynamische Lebensräume grundsätzlich ist, konnte aus der bestehenden Literatur nicht gefunden werden. Interessant wäre ein Vergleich der Zusammensetzung der funktionalen Attribute dynamischer Flussauen mit anderen dynamischen Lebensräumen, wie Mangrovenwäldern, Dünen- oder Schuttflächen.

Die Artendiversität ist auf den Renaturierungsflächen deutlich höher als auf den Flächen an begradigten Uferabschnitten, besonders bei der Zusammenlegung der Dauerflächen in Gruppen gleichen Sukzessionsalters. Die Ähnlichkeit der Dauerflächen untereinander hinsichtlich deren Artenzusammensetzung ist unterschiedlich hoch. Die größten Übereinstimmungen zeigen diesbezüglich die Dauerflächen begradigter Uferabschnitte und solche, die an Baggerseen liegen. Je näher die Dauerflächen der renaturierten Abschnitte an der Mittelwasserlinie liegen oder je jünger die Vegetationsentwicklung auf den Flächen ist, desto heterogener sind sie bezüglich ihrer Artenzusammensetzung, haben somit eine höhere Beta-Diversität (vgl. Abschnitt 4.2.2). Die Gamma-Diversität ist an renaturierten Uferabschnitten signifikant höher als an begradigten Uferabschnitten (vgl. Abschnitt 4.2.3).

Die Berechnung des Artenumsatzes zeigt Tendenzen bezüglich des Hochwasserregimes oder des Flächenalters. Auf älteren Flächen verschwinden durch die zunehmende Konkurrenz um Licht und Raum ebenso in zunehmendem Maß Arten, wie auf Flächen, die stark gestört

werden. Beim Artenumsatz zeigt sich deshalb die Problematik, dass Sukzessionsalter und Hochwasserdynamik nur sehr schwer auseinander zu halten sind.

Das im Naturschutz und in der Fachliteratur ausführlich diskutierte Problem der Verdrängung von einheimischen Pflanzenarten durch invasive Arten (Koenis & Glavac 1979, Sukopp 1996) trifft für die renaturierten, sich dynamisch ändernden Uferabschnitte des Obermains und der Rodach nicht zu. Zwar ist die Diversität an Neophyten an den renaturierten Uferbereichen signifikant höher als an den begradigten Uferbereichen. Jedoch ist die Abundanz der Neophyten auf den Renaturierungsflächen deutlich niedriger. Das Indische Springkraut ist auf allen Untersuchungsflächen mit Abstand die häufigste und flächendeckendste nicht heimische Art, kommt aber auf den Renaturierungsflächen, bis auf zwei Dauerflächen, nur in niedrigen Abundanzen vor.

## 5.6 *Diskussion der Vegetationsdynamik*

Pickett (1987b) unterscheidet in der Sukzessionstheorie drei Hauptkonzepte: den Sukzessionsverlauf (pathway), die Sukzessionsmechanismen (mechanisms) und die Sukzessionsmodelle (models).

Der Sukzessionsverlauf beschreibt die räumlich-zeitliche Veränderung der Vegetation, somit die Änderungen in der Vegetationsstruktur und Artenzusammensetzung und den Wechsel von einem Vegetationstyp in einen anderen (Sukzessionsstadien). Dieser Sukzessionsverlauf ist auf den Untersuchungsflächen am Obermain und der Rodach deutlich zu erkennen. Die Ursachen für die Vegetationsveränderungen, die Triebkräfte und Prozesse, werden dabei von den Sukzessionsmechanismen beschrieben. Die periodischen und stochastischen Störungen durch die Hochwässer verursachen nicht nur die Standortverfügbarkeit ('site availability'; Pickett et al. 1987a) in einer dynamischen Auenlandschaft, sondern sind für die grundlegenden ökologischen Prozesse der Sukzessionsmechanismen, wie der Etablierung von Arten, der Interaktionen zwischen beteiligten Arten oder auch äußere Einwirkungen auf die Arten (z.B. Herbivorie), verantwortlich. Trotz der im Untersuchungszeitraum aufgetretenen verschiedenen hohen Überflutungsereignisse kann ein ausgerichteter Sukzessionsverlauf tendenziell erkannt werden, d.h. es gibt eine deterministische Stufenentwicklung (Clements 1916, Otto 1994) auf den Renaturierungsflächen in Richtung eines bestimmten Sukzessionsstadiums oder gar eines Klimaxstadiums (Abb. 5.2).

Die Hochwässer stören diese Stufenentwicklung periodisch und stochastisch, sodass dieser Determinismus nicht auf allen Flächen und in jedem Untersuchungsjahr klar sichtbar ist. Die Hochwässer sind Triebkräfte und Katalysatoren der Sukzession im ufernahen Bereich. Sie

bieten die Möglichkeit, die Strukturdiversität hoch zu halten und die Flächenverfügbarkeit für die Besiedlung neuer Arten vorzubereiten. Die Abflussdynamik (Stärke und Frequenz der Hochwässer) der beiden Flüsse Obermain und Rodach ist hoch genug, um zumindest auf Teilflächen den Sukzessionsverlauf zu verlangsamen oder sogar zeitweise auf einem der jüngeren Stadien (z.B. Invasionsphase) festzuhalten.

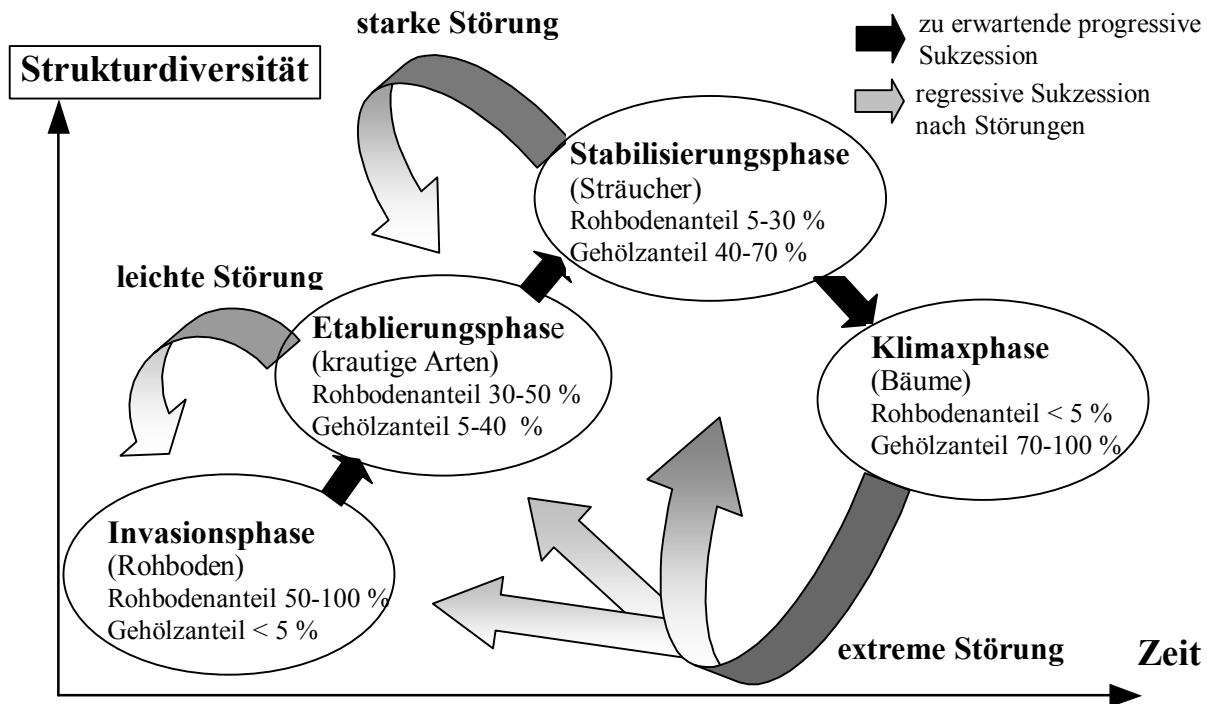


Abb. 5.2: Die vier Sukzessionsphasen auf struktureller Basis, deren charakteristische Strukturelemente und deren quantitativen Flächenanteilen an Rohböden und junger Gehölzvegetation innerhalb des zu erwartenden progressiven Sukzessionszyklus (ohne Hochwasserstörungen) auf renaturierten Flussabschnitten. Die Größe der grauen Pfeile zeigt die Stärke möglicher Störungen auf, die nötig ist, diesen Sukzessionsverlauf abzubremsen oder festzuhalten (regressive Sukzession).

Nimmt die Hochwasserdynamik ab, so verschiebt sich das Flächenverhältnis dieser vier Sukzessionsphasen in Richtung älterer Stadien, wird das Störungsregime stärker, so verschiebt sich die Sukzession in Richtung der jüngeren Stadien. Dieser Sukzessionsablauf wird beschleunigt, wenn auf der Freifläche (Invasionsphase) Reste einer vorhergehenden (verschütteten) reiferen Phase (z.B. Wurzel- oder Stammteile) zurückgeblieben sind (vgl. z.B. Abb. 4.1.66) oder die Fläche gute Keimungsvoraussetzungen für die Weiden (feuchter Feinboden) schon während der ersten Vegetationsperiode bietet (vgl. z.B. Abb. 4.1.74). Der Ablauf wird verlangsamt, wenn durch äußeren Stress (z.B. Trockenstress auf den Kiesflächen zur Zeit des Samenfluges der Weiden im Juni) eine Etablierungsphase der Gehölze ausbleibt (vgl. z.B. 4.1.93). Dabei sind die Übergänge zwischen diesen Sukzessionsphasen fließend und nur selten diskret (z.B. Totalstörung nach einem Extremhochwasser). Das Nebeneinander der verschiedenen Sukzessionsstadien und der verschiedenen dafür typischen Strukturelemente

auf den Renaturierungsflächen zeigt, dass die Hochwasserdynamik ausreichend hoch ist, diese in einem kleinräumigen Mosaik auf den Flächen zu halten. Auf den Flächen begradigter Uferabschnitte ist dieses Mosaik der verschiedenen Sukzessionsstadien nicht (oder kaum) vorhanden. Das Nebeneinander der verschiedenen Strukturelemente und Sukzessionsphasen in unterschiedlich großen Flächeneinheiten ('patches') und Raumvolumina repräsentiert in ihrer Summe den gesamten Sukzessionszyklus einer dynamischen Aue, was für Sukzessionszyklen in Waldgesellschaften schon mehrfach nachgewiesen wurde (Scherzinger 1996, Otto 1994). Entsprechend erwartet Pickett und White (1985) durch die ausgewogenen Proportionen zwischen den unterschiedlichen Strukturen und Phasen, zwischen aktuell gestörten und nicht gestörten patches eine hohe Konstanz des Habitatangebotes für Tiere. Die vorliegende Untersuchung kann die Mosaik-Zyklus-Theorie (Remmert 1991) quantitativ bekräftigen.

Neben der Strukturdiversität hat die Hochwasserdynamik auch einen Einfluss auf die Artendiversität. Die Invasion neuer Arten auf den Rohbodenflächen der untersuchten Uferbereiche erfolgt ungerichtet und in erster Linie durch das Einspülen von Diasporen in den abgelagerten Kies, Sand oder Feinboden. Insofern ist die Artendiversität in der Rohboden- und Pionierphase zu Beginn der ersten Vegetationsperiode größtenteils davon abhängig, was an Diasporen flussaufwärts mobilisiert wurde und wie diese in einem zeitlichen und räumlichen Muster auf den Flächen abgelagert wurden ('species availability'; Pickett et al. 1987a). Am Obermain und der Rodach kann nach der Analyse der Artendiversität von keinem Diasporenmangel ausgegangen werden. Die am weitesten auseinander liegenden Flächen (D1 und D19) zeigen keinen signifikanten Unterschied in der Artendiversität. Die Artendiversität ist in der Pionierphase mit bis zu 40 Arten / 25 m<sup>2</sup> hoch (Abb. 5.3). Das gleiche Phänomen lässt sich in der Pionierphase von terrestrischen Aufschüttungen (Bauaushub, Füllböden, etc.) finden (Rebele 2003). Nach dieser Pionierphase und ohne eine weitere Störung durch ein Hochwasser wachsen die Arten in der dritten Vegetationsperiode in eine Koexistenzphase, in der sich zwar noch einige Arten zusätzlich etablieren, aber auch die ersten Arten wieder verschwinden. Die mehrjährigen Arten entfalten nach der erfolgreichen Etablierung ihre unterschiedlichen Arteigenschaften ('differential species performance'; Pickett et al. 1987a), wobei einige Arten damit beginnen, ihre spätere Dominanz auf der Fläche auszurichten (z.B. die Gräser, Sträucher oder das Indische Springkraut). In dieser Sukzessionsphase ist die Artendiversität noch höher als in der Pionierphase. Die Konkurrenz um Raum, Licht und Nährstoffe ist zu Beginn dieser Koexistenzphase noch niedrig. Ab der vierten und fünften Vegetationsperiode beginnt die Artendiversität abzunehmen (auf unter 30 Arten / 25 m<sup>2</sup>). Die Konkurrenz zwischen den Arten um Raum und Licht wird stärker. In diesem als Konkurrenzphase be-

zeichneten Stadium besitzen die Sträucher (Weiden, Erlen) in den oberen Schichten und die Gräser (Rohrglanzgras) in den unteren Schichten hohe Flächenanteile, wie es für jüngere Weichholzaunen typisch ist (Dierschke 1994, Ellenberg 1996, Pott & Remy 2000). Die Störungen durch die Hochwässer bewirken eine starke Artenabnahme durch die Kraft des Wassers und des Geschiebetransportes am überfluteten Flussbett der Aue. Die Hochwasserdynamik verursacht jedoch auch eine Freilegung oder Neuschaffung von Keim- und Wuchsorten. Die mögliche Störungsintensität ist jedoch auch strukturell bedingt. Eine mit Gehölzen bewachsene Fläche bremst die Kraft des fließenden Wassers und des mitgeführten Sediments anders als eine nur mit krautiger Vegetation bewachsene Fläche. Die Möglichkeiten einer Verlangsamung oder Beschleunigung dieser Sukzessionsabläufe gelten für die Artendiversität im gleichen Maße, wie sie schon für die Strukturdiversität dargestellt wurden. Auf den Flächen begradigter Uferbereiche ist die Etablierung von weiteren Arten selbst bei einem ständigen zu erwartenden Eintrag von Diasporen durch eine fast geschlossene Vegetationsdecke unterdrückt. Diese Vegetationszusammensetzung verharrt lange Zeit in der Konkurrenzphase und benötigt wohl extreme Hochwasserereignisse, um neuen Arten Platz zu schaffen.

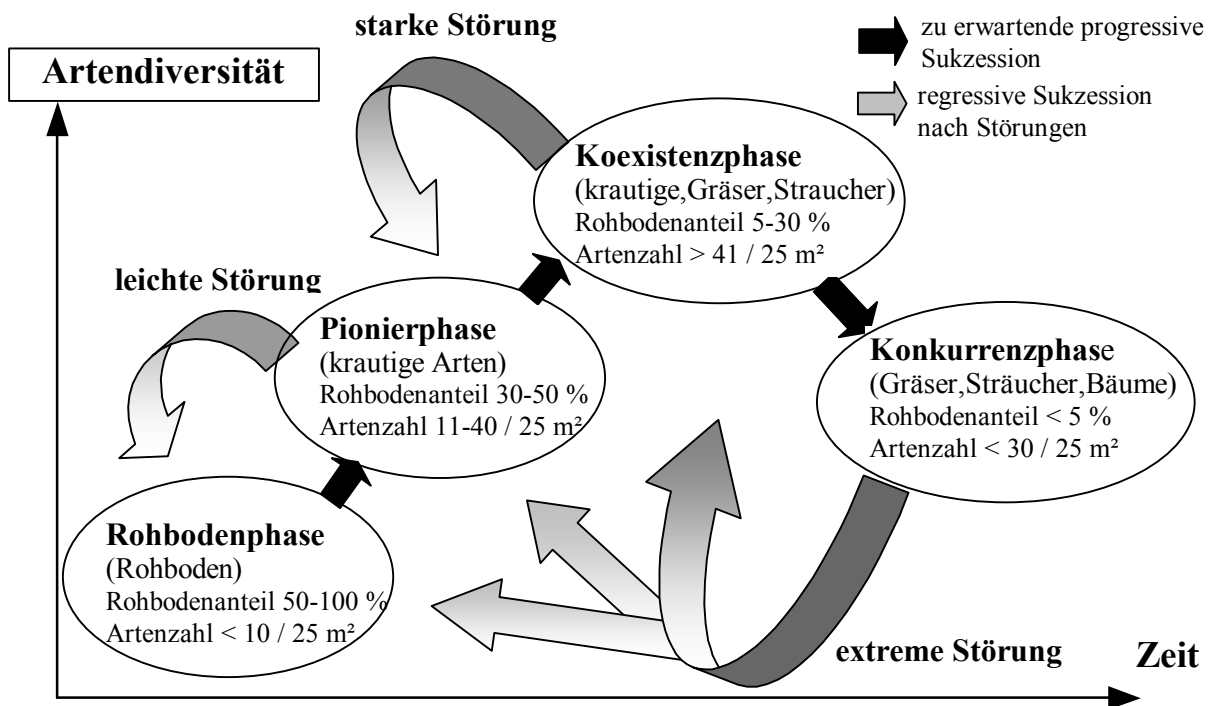


Abb. 5.3: Die vier Sukzessionsphasen auf taxonomisch-floristischer Basis, deren beschreibende Charakter, deren Flächenanteile an Rohböden und deren Artendiversität innerhalb des zu erwartenden progressiven Sukzessionszyklus (ohne Hochwasserstörungen) auf renaturierten Flussabschnitten. Die Größe der grauen Pfeile zeigt die Stärke möglicher Störungen auf, die nötig ist, diesen Sukzessionsverlauf abzubremsen oder festzuhalten (regressive Sukzession).

Die Störungen durch die Hochwässer können die Artendiversität sowohl erniedrigen, als auch erhöhen, je nach vorangegangener Vegetationsentwicklung. Eine Störung während der Konkurrenzphase bewirkt einen anschließenden Artenanstieg auf der Fläche, da kleinräumig Lücken entstehen, die Pionierarten einer jüngeren Sukzessionsphase ein kurzes zeitliches Fenster bieten sich zu etablieren. Eine Störung in einer jüngeren Phase mit einer hohen Artendiversität an Pionierarten, die keine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber einem Hochwasser besitzen, nimmt die Artendiversität stark ab, da die Störung zu hoch für diese Arten ist. Es kann daher keine deutliche Korrelation zwischen der Höhe des Hochwasserereignisses oder der Dauer der Überflutungen und der Auswirkungen auf die Artendiversität gefunden werden. Die Theorie der Erhöhung der Artendiversität durch eine mittlere Störung (Grime 1973) ('Intermediate Disturbance Hypothesis'; Connell & Slatyer 1977, Connell 1978) kann in den dreieinhalb Untersuchungsjahren für die Situation am Obermain und der Rodach nicht deutlich gezeigt werden. Allerdings wird die von Bozzas (1983) und Huston (1994) zusätzlich zur erhöhten Artendiversität erwähnte Beziehung zwischen einer mittleren Störungsintensität bzw. Störungsfrequenz und einer räumlichen Heterogenität deutlich (Wiens 1995). Um die Richtung erkennen zu können, in welche die Sukzession durch häufige oder mittlere Störungen gelenkt wird, würde ein zeitlich und räumlich größeres Untersuchungsdesign benötigt (Luken 1990).

## 5.7 *Fazit und Ausblick*

Es kann quantitativ gezeigt werden, dass die Biodiversität an renaturierten Uferbereichen in Folge der Baumaßnahmen des Wasserwirtschaftsamtes oder der einwirkenden Hochwasserdynamik, welche eine Folge der Baumaßnahmen ist, signifikant höher liegen, als an begradigten Uferbereichen. Bei dem Begriff der Biodiversität geht es nicht nur um die Anzahl von Arten auf einer Untersuchungsflächen (Artendiversität), sondern auch um die Diversität der Strukturen und Funktionen, die diese Arten darstellen. Die Renaturierungsflächen zeichnen sich durch eine hohe Diversität aller drei Teilaspekte der Biodiversität aus. Besonders deutlich wird dies bei dem Vergleich der Biodiversität renaturierter und begradigter Uferbereiche. Durch das Störungsregime der Hochwässer werden auf den Renaturierungsflächen große Anteile an Rohbodenflächen offengehalten oder neu geschaffen. Die heterogene, mosaikartige Verteilung der unterschiedlichen Sukzessionsstadien und Strukturelemente wird durch die Hochwasserdynamik aufrecht erhalten, was zu einer hohen Strukturdiversität führt. Entlang begradigter Uferbereiche fehlt diese Hydrodynamik und in Folge dessen auch diese hohe

Strukturdiversität. Der prozentuale Flächenanteil, der mittelfristig durch die Hochwasserdynamik offen von Vegetation bleibt, liegt bei ca. 20 %. Ohne die Störungseinflüsse der Hochwässer wachsen diese Flächen innerhalb von zwei bis drei Vegetationsperioden zu. Entwickelt sich in Folge einer ungestörten (progressiven) Sukzession eine von Weiden und Erlen dominierte junge Gehölzvegetation, gelingt es selbst starken Hochwässern nicht mehr, diese Vegetationsentwicklung auf das frühere Rohbodenstadium zurückzuwerfen. Damit nach Jahren der progressiven Sukzession noch genügend Rohbodenflächen im Uferbereich vorhanden sind, müssen zum Ausgleich der zuwachsenden Anteile neue Flächen entstehen bzw. die vorhandenen Renaturierungsflächen zunehmen. Das setzt einen permanenten Geschiebetransport und deren Mobilisierung im Oberlauf voraus.

Neben der Strukturdiversität ist auch die Artendiversität auf den renaturierten Uferbereichen signifikant höher als entlang begradigter Uferbereiche. Mit Hilfe verschiedener den einzelnen Pflanzenarten zugewiesenen funktionalen Attributen wurde die funktionale Diversität analysiert. Hinsichtlich der funktionalen Syndrome der Lebensformen, der Ausläuferbildung und der Speicherorgane konnte eine signifikant höhere funktionale Diversität entlang renaturierter Uferbereiche gefunden werden. Bezüglich der Ausbreitungsweise der Diasporen (Chorie) ist die funktionale Diversität auf den Renaturierungsflächen noch deutlich über der funktionalen Diversität der begradigten Uferbereiche. Ein Problem mit gebietsfremden Pflanzenarten (Neophyten) kann auf den Renaturierungsflächen nicht festgestellt werden.

Aufgrund des Jahresverlaufs der Hochwässer (am Obermain und der Rodach in der Regel im Winter und bis Ende März) können die Ergebnisse der Untersuchungen nicht mit Untersuchungsdaten von hochdynamischen Flüssen des Alpenvorlandes (Hohe Wasserstände im Mai und Juni, nach der Schneeschmelze im Hochgebirge) mit ihren vergleichsweise viel höheren Geschiebemengen und Störungsamplituden verglichen werden (Seibert 1962, Erber et al. 1997, Pott & Remy 2000).

Offen bleibt die Frage, ob die Dynamik und damit der Prozess eines ständigen Wandlungen unterworfenen Lebensraums per se schon als Indikator für eine hohe Biodiversität oder einen ökologischen Wert zu beurteilen ist. Für die faunistische Biodiversität muss die Antwort auf diese Frage eigens diskutiert werden (Mader 2002, Speierl 2002, Speierl et al. 2002, Metzner et al 2003). Die verwendeten Begriffe und Definitionen der Diversität sind sehr gut geeignet, die Unterschiede zwischen den renaturierten und den begradigten Flussabschnitten herauszuarbeiten, sowie quantitativ und graphisch darzustellen. Allerdings sind die Varianzen der Daten oft sehr hoch, was nur Aussagen zu möglichen Trends ermöglicht. Die Dynamik des Lebensraums eines Fließgewässers erfordert längerfristige Untersuchungen und genauere



Berechnungen der direkten Störungsparameter (z.B. Schleppspannung) um zu quantitativen und qualitativen Aussagen zu kommen.

Für ein längerfristiges Monitoring der ökologischen Mechanismen und Auswirkungen zwischen der Fluss- und der Vegetationsdynamik sind einige der verwendeten Arbeits- und Auswertungsmethoden geeignet, zu schnellen und übersichtlichen Informationen und Datenanalysen zu gelangen. Die Erfassung der prozentualen Rohbodenanteile als ein Maß für die Störungsintensität ist mit relativ einfachen Mittel zu bewerkstelligen. Die Artenzahlen auf den Dauerflächen erfordert ebenso einen geringen Arbeits- und Zeitaufwand. Mit Hilfe der durch diese Arbeit erstellten Grundkarten können die Strukturkarten mittelfristig auch auf der Fläche skizziert werden, ohne auf weitere Überfliegungen zurückgreifen zu müssen. Bei stärkeren Veränderungen auf den Renaturierungsflächen (z.B. nach Extremhochwässern) und bei zusätzlichen Baumaßnahmen im Uferbereich (neue Renaturierungsflächen) gibt es für die Erfassung der großräumlichen Betrachtungsebene keine Alternative zur Überfliegung.

Bezüglich einer naturschutzfachlichen Bewertung ist der zum Teil signifikante Anstieg der Biodiversität zu begrüßen und weiter zu unterstützen. Ebenso ist von Seiten des Naturschutzes die Aufrechterhaltung der Hochwasser- und Vegetationsdynamik (Prozessschutz) zu fördern und auszubauen. Hochdynamische Lebensräume mit ihrem typischen Arteninventar und ihrem hohen Strukturreichtum gehören in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft zu den seltenen und bedrohten Lebensräumen (Finck et al. 1998).

Ungeklärt ist, ob die vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg renaturierten Flussabschnitte eine ausreichende Größe besitzen, um die typische Flusssdynamik des Mains oder der Rodach entfalten lassen zu können. Bei durchgeführten Strömungsversuchen in Großraumbecken zeigt sich, dass auf zu kurzen Renaturierungsflächen die chaotischen Strömungsverhältnisse und damit die typischen Auf- und Ablandungsprozesse bzw. die Störungsparameter durch den Geschiebetransport zu gering sind und sich daher andere Auswirkungen auf die Biodiversität ergeben, als an großflächigen Flussabschnitten (Hunzinger 2003). Das wird um so problematischer, je geringer die mitgeführte Geschiebemenge ist. So wie der Diasporeneintrag von flussaufwärts gelegenen Flächen kontinuierlich sein muss, so muss auch der Geschiebetransport für den Erhalt der hohen Diversität in Gang bleiben. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit weiterer Renaturierungsmaßnahmen an der Rodach und dem Obermain, speziell flussaufwärts der bestehenden Renaturierungsflächen, auch außerhalb des Bearbeitungsgebietes des WWA Bamberg.

## 6 Zusammenfassung

Die Zuflüsse des Mains im nordöstlichen Bayern wurden Jahrhunderte lang als Transportwege für Baumstämme und Holzprodukte aus den waldreichen Einzugsgebieten des Frankenwaldes und des Fichtelgebirges genutzt. Im Zuge verbesserter Techniken und der Übertragung der Pflege- und Sorgfaltspflicht für größere Gewässer auf übergeordnete Regierungseinheiten, wurden ab ca. 1850 auch am Main und an der Rodach Flusslaufkorrekturen durchgeführt, die die natürliche landschaftsgestaltende Dynamik der Flüsse für viele Jahrzehnte stark einschränkte. Seit 1992 werden vom Wasserwirtschaftsamt Bamberg im Rahmen eines ökologischen Hochwasserschutzes zunehmend Flussabschnitte des Obermains und der Rodach renaturiert, sodass sich auf diesen Uferbereichen wieder eine weitestgehend natürliche Auendynamik entwickeln kann.

In einem dreijährigen BMBF-Forschungsprojekt (August 1999 bis August 2002) wurde auf den Renaturierungsflächen am Obermain und an der Rodach die initiierten Auendynamik und ihre Biozönososen analysiert. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der quantitativen Analyse der Dynamik von Vegetations- und Landschaftsstrukturen sowie der taxonomischen und funktionalen Vegetationsdiversität auf renaturierten Uferbereichen in zwei unterschiedlichen räumlichen Maßstabebenen.

An renaturierten und nicht-renaturierten Flussabschnitten wurden in Ufernähe 21 Dauerflächen (25 m<sup>2</sup>) eingerichtet, auf denen die Vegetationsstrukturen und Artenzusammensetzungen erfasst wurden, und mit Hilfe von wiederholten Luftaufnahmen bei Überfliegungen wurden Strukturkarten der Untersuchungsflächen erstellt. Dabei wurde der prozentuale Flächenanteil folgender Strukturelemente quantifiziert: Rohbodenflächen, krautige Vegetation, junge Gehölzvegetation, hohe Bäume, liegendes Totholz. Als ein Maß für die Strukturheterogenität einer Untersuchungsfläche wurde die Grenzliniendichte zwischen diesen Strukturelementen herangezogen. Zur Analyse der funktionalen Diversität dienten sechs verschiedene funktionale Syndrome mit 32 funktionalen Attributen. Alle Untersuchungsdaten wurden mit den Störungsparametern der Hochwässer und dem Sukzessionsalter korreliert.

Die Hochwasserdynamik spielt eine große Rolle im periodischen Störungsregime der beiden Flüsse. Die indirekten Störungsparameter, wie Abflusswerte der Pegelmessstellen oder die Überflutungsdauer der Flächen sind jedoch nur ungenügend als Maß für die Störungsdynamik geeignet. Direkte Störungsparameter (z.B. Schleppspannung) zu quantifizieren, war im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich.

Neben der Hochwasserdynamik ist das Sukzessionsalter für Strukturdiversität, Artenumsatz und funktionale Diversität auf den Renaturierungsflächen bedeutsam, wobei beide Primärfaktoren nicht klar voneinander getrennt werden können. In Jahren ohne Hochwässer entwickelt sich Vegetationsstruktur und Artenzusammensetzung in Richtung einer von Weiden, Erlen und Rohrglanzgras dominierten Weichholzaue mit sich allmählich verringernder Artendiversität. Stärkere Hochwasserereignisse bremsen die Vegetationsentwicklung zur Weichholzaue oder versetzen sie auf einen Zustand jünge-

rer Entwicklung zurück. Auf Flächen mit junger Pioniervegetation können starke Hochwasser das Verschwinden der Fläche (Erosion) oder des Bewuchses (Überschotterung) bewirken: Struktur- und Artendiversität wird abrupt verringert, steigt in der Folgezeit aber aufgrund des Pioniercharakters der Fläche wieder stark an. Auf älteren Flächen führt eine starke Störung zu einem geringern Diversitätszuwachs in der Folgezeit. Es bleibt unklar, welche Stärke und Frequenz von Hochwässern die Diversität mittelfristig am höchsten hält. Sommerhochwässer treten zwar stochastisch im Obermaingebiet auf, kamen jedoch im Untersuchungszeitraum nicht vor. So bestimmten die Winterhochwässer am Obermain und der Rodach den Verlauf der Sukzession in Richtung eines heterogenen Mosaiks beteiligter Strukturen, welches ohne das Störungsregime zu einer homogen strukturierten Weichholzaue tendieren würden ('Mosaik Zyklus Konzept').

Durch Einordnung der Flächen gemäß ihres Alters in eine unechte Zeitreihe kann eine mittelfristige Tendenz zu einem Rohbodenanteil von ca. 20 % gezeigt werden. Da Rohbodenflächen zwar zuwachsen, Flächen mit Gehölzvegetation aber nur in geringem Ausmaß durch Hochwässer zu Rohbodenflächen umgewandelt werden, ist der Flächenzuwachs durch Kiesbänke und die Neuentstehung von Kiesinseln besonders wichtig für die Aufrechterhaltung einer hohen Strukturdiversität. Dieses ist jedoch abhängig von den Geschiebemengen und deren Mobilisierung flussaufwärts. Die Störungintensität und damit die Dynamik der Vegetationsstrukturen ist abhängig von der räumlichen Gestaltung und Lage der Renaturierungsfläche zum Fluss. Somit hat auch die Art der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen einen hohen Einfluss auf die zukünftige Flächenentwicklung und deren Biodiversität.

Auf Referenzflächen entlang nicht-renaturierter Uferabschnitte ist die Struktur- und Artendiversität deutlich niedriger als auf den Renaturierungsflächen. Vor allem die für die Pionierstadien wichtigen Rohbodenflächen und damit die Keimbetten für viele Therophyten und Sträucher (Weiden) fehlen. Durch das trapezförmige Flussquerprofil mit befestigten Ufern verändern die Hochwasser die ufernahen Flächen mittelfristig kaum.

An den renaturierten Uferbereichen treten mehr invasive Pflanzenarten (Neophyten) auf (4,4 Arten pro Fläche), als an nicht-renaturierten Uferabschnitten (1,2 Arten). Allerdings sind die durchschnittlichen Abundanzen der Neophyten an renaturierten Uferabschnitten signifikant niedriger (2,1 %) als an nicht-renaturierten Uferabschnitten (7,2 %).

Für ein Langzeitmonitoring im hoch dynamischen Lebensraum einer Flussaue sind drei Untersuchungsjahre entschieden zu wenig. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bekräftigen jedoch die Notwendigkeit eines weiterreichenden ökologischen Gewässerausbaus am Obermains und der Rodach zur Erhöhung der Biodiversität und zum Schutz der natürlichen Flussdynamik. Dieses kann auch als Beispiel für vergleichbare Flüsse dienen.

## 7 Summary

The tributaries of the Main River in northeastern Bavaria had facilitated the transport of logs and timber from their densely forested watersheds in the Frankenwald and Fichtelgebirge for centuries. With advancing rafting technology and the administrative authorities taking over responsibility for larger rivers since 1850, the riverbeds of the Main and Rodach were straightened and adjusted to the industrial needs. These activities dramatically restricted the natural dynamics and landscape forming potential of the rivers. Since 1992, the water authority Bamberg has undertaken efforts to restore sections of the upper Main and Rodach to their natural conditions, re-allowing natural river dynamics and a natural flooding regime.

Within a three-years research project funded by the BMBF (August 1999 and August 2002) the effects of river restoration on flooding dynamics and the newly emerging biozoenoses were studied along the restored sections of the upper Main and Rodach. This work quantitatively characterizes the structural, taxonomic, and functional diversity of vegetation and landscape at the restored sections.

Floristic diversity of structure, species and function was quantified at two spatially different scales: vegetation structure and floristic diversity was assessed on 21 permanent plots (25 m<sup>2</sup>) on the banks of restored and non-restored river sections. At the landscape level, structure maps were generated based on aerial photographs, which were taken repeatedly throughout the investigation period. For each site, the percentage of surface area cover of structural elements (bare soil, herbaceous vegetation, juvenile woody vegetation, tall trees, drift wood) was quantified, and borderline density was introduced as a measure for structural heterogeneity. Functional diversity was described by six different syndromes with a total of 32 functional attributes. All measured parameters were analyzed for correlation with the successional age and with parameters describing the strength and dynamics of flooding.

Floods were found to play an important role for the disturbance regime of both rivers. However, indirect measures of river dynamics such as standard discharge measurements or the measure of flooding duration were not suitable as parameters describe vegetation disturbance dynamics. It was not possible to quantify direct disturbance parameters, such as sediment drag in this study.

The structural and functional diversity as well as species turnover were strongly influenced by flooding dynamics but were also determined by the successional age of the analyzed plots. These primary factors influencing biodiversity could not be separated. In years without flooding, vegetation structure and floristic composition develops towards a riparian forest with continuously decreasing diversity of structures and species dominated by willows, alders and reeds. Strong flood disturbances can retard this succession process or reset it to a younger succession stage. On sites of successional early stage, heavy floods may impose an unbearable disturbance to the pioneer vegetation and may eradicate it by erosion or over-sedimentation. Thus, the diversity of structures and species decreases abruptly, but will increase again significantly in the newly establishing pioneer vegetation. Sites at a

successional later stage are less affected by strong disturbance events, leading only to a slight increase in structural and species diversity after disturbance. It was not possible to characterize the strength and frequency of floods necessary to maintain a mid-term maximum of biodiversity. Summer floods do occur stochastically in the region but were not observed during the period of investigation. The winter floods of the upper Main and Rodach direct the succession towards a mosaic pattern of different succession stages (mosaic cycle concept), which would turn into a homogeneously structured softwood forest without such disturbances.

Chronosequences obtained by arranging sites by their age ('space for time substitution'), suggest a tendency towards a mean fraction of bare soil cover of about 20 %. Since bare soil is readily overgrown, and areas with woody vegetation cover are turned into bare soil at a lesser rate, the *de novo* formation of gravel banks and islands is of high significance for diversity. Formation of gravel banks depends on the potential for upstream sediment mobilization. The intensity of flooding and thus the dynamics of vegetation structure largely depend on the spatial structures and distance of the restored area with respect to the river. Consequently, the character of the action taken has a significant influence on the future development and vegetation dynamics of the restored site.

Reference plots along non-restored river sections were of considerably lower structural and floristic diversity than the investigated plots on restored sections. Especially areas of bare soil are missing, which are prerequisites for the development of pioneer stages and which serve as substrate for the establishment of many therophytes and shrubs (willows). Due to the trapezoidal riverbed and the consolidated banks, riparian vegetation in these areas remains largely unaffected by flooding events.

The number of invasive plant species (neophytes) was higher along the restored river sections (4,4 species per site) compared to the reference plots at non-restored river sections (1,2 species). However, the mean abundances of alien species, such as *Impatiens glandulifera*, along restored river sections is significantly lower (2,1 %) than along non-restored river sections (7,2 %).

Annual flooding of the upper main river system not only creates riverbanks characteristic for a dynamic riparian landscape, but also serves a means of distributing seeds of typically riparian plant species. In years without flooding and along sections with impaired hydro-dynamics (lakes) the riparian vegetation lacks this exogenous impact of sediment and seeds essential for the maintenance of a mosaic-like distribution of species and structures in space and time.

Three years are an insufficient time frame for long-term monitoring of a highly dynamic habitat such as a riparian landscape. However, the results of this research project clearly underline the significance of ecological restoration of river systems in order to obtain a dynamic landscape with high biodiversity, which can serve as natural protection from flooding. The positive development of the restored river sections at the upper Main can serve as examples for similar river systems.

## 8 Literaturverzeichnis

- Aichele, D. & Schwegler, H.W. (1998): Unsere Gräser. Stuttgart, Franckh'sche Verlags-  
handlung.
- Andren, H. (1995): Effects of landscape composition on predation rates at habitat edges.-  
In: Hansson, L., Fahrig, L. & Merriam, G.: Mosaic Landscapes and Ecological  
Processes. London, Chapman and Hall: 225-255.
- Bauer, U. (1991): Auswirkungen der Flussbaumaßnahmen auf die Avifauna des Lech.- In:  
AÖS (Hrsg.): Der Lech - Wandel einer Wildflusslandschaft. Augsburg, Augsburger  
ökologische Schriften. 2: 121-128.
- Baumann, H.W. (2001): Der neu gestaltete Main übt eine Anziehungskraft aus.- In: WWA  
Bamberg (Hrsg.): Festschrift des Wasserwirtschaftsamtes Bamberg. Kronach, WML-  
Druck: 95-98.
- Bayerisches Geologisches Landesamt (1990): Geologische Karte von Bayern 1:500.000,  
Erläuterungen. München, Eigenverlag.
- Beierkuhnlein, C. (1998): Biodiversität und Raum. Die Erde 128: 81-101.
- Beierkuhnlein, C. (Hrsg.) (1999): Rasterbasierte Biodiversitätsuntersuchungen in nord-  
bayerischen Landschaftsräumen. BITÖK. Bayreuther Forum Ökologie Band 69. Bay-  
reuth, Eigenverlag.
- Beierkuhnlein, C. & Schulte, A. (2000): Plant functional types - Einschränkungen und  
Möglichkeiten funktionaler Klassifikationsansätze in der Vegetationsökologie.- In:  
Jax, K. & Breckling, B.: Funktionsbegriff und Unsicherheit in der Ökologie. Frank-  
furt, Lang Verlag.
- Beierkuhnlein, C. & Türk, W. (1991): Die Naturräume Oberfrankens und angrenzender  
Gebiete.- In: Zech, W. (Hrsg.): Bayreuther Bodenkundliche Berichte. Bayreuth, Ei-  
genverlag. 17: 1-10.
- Benz, R. (1999): Vergleichende Strukturanalyse von Bergregenwäldern auf unterschiedli-  
chen Standorten im Süden Ecuadors. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Lehrstuhl für  
Biogeographie der Universität Bayreuth.
- Bernhardt, K.-G. (1996): Unterschiedliche Besiedlungs- und Diasporenbanktypen an aus-  
gebauten und naturnahen Flussstrecken.- In: Broll, G.: Aspekte der angewandten  
Landschaftsökologie. Münster, Selbstverlag des Institutes für Landschaftsökologie der  
westfälischen Wilhelms-Universität. pp: 75-81.
- Bezzel, E. (1985): Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Nonpasseres - Nichtsingvögel.  
Wiesbaden, Aula Verlag.
- Bezzel, E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Passeres - Singvögel. Wiesba-  
den, Aula Verlag.
- Binder, W. & Kraier, W. (1999): Gewässerstrukturgütekartierung Bundesrepublik  
Deutschland - Stand und Ausblick. Wasserwirtschaft 89: 30-34.

- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Forschung und Technologie) (1996): Fluss- und Seenlandschaften. Kaiserslautern, Gehringer Verlag.
- BMBF (1999): An Wildflüssen bestimmen die Katastrophen die Vielfalt.- In: Bundesministerium für Bildung, Forschung und Technologie: Forschung für die Natur - Berichte aus der ökologischen Forschung. Bonn. Eigenverlag. pp. 34-39.
- Bonn, S. & Poschod, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Wiesbaden, Quelle & Meyer.
- Bozzas, F.A. (1983): Characteristics of Populations in Relation to Disturbance in Natural and Man-Modified Ecosystems.- In: Mooney, H.A. & Godron, M.: Disturbance and Ecosystems: Components of Response. Berlin, Springer: 259-275.
- CBD (Conference of Biological Diversity) (2000): Interim Guiding Principles for the Prevention, Introduction and Migration of Impacts of Alien Species. New York, United Nation: <http://www.biodiv.org/decisions/default.asp?Ig=0&m=cop-05&d=08>.
- Clements, F.E. (1916): Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Carnegie Institution Washington Publication 242.
- Connell, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Connell, J.H. & Slatyer, R.O. (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Dansereau, P. (1951): Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology* 32: 172-229.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie - Grundlagen und Methoden. Stuttgart, Ulmer Verlag.
- Dister, E. (1991): Situation der Flußauen in der Bundesrepublik Deutschland.- In: ANL: Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa. Laufen / Salzach, Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 4: 8-16.
- Dister, E. (1998): Die Bedeutung natürlicher Flusssdynamik am Beispiel von Loire und Allier.- In: BfN (Bundesamt für Naturschutz): Schriftreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Münster, Landwirtschaftsverlag. 56: 67-78.
- Edwards, P.J., Kollmann, J., Gurnell, A.M., G.E.Petts, Tockner, K. & Ward, J.V. (1999): A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river. *Wetlands Ecological Management* 7: 141-153.
- Ellenberg, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Göttingen, Verlag Erich Goltze.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart, Ulmer Verlag.
- Enders, G. (1996): Klimaatlas Bayern. BayFORKLIM, München, Eigenverlag.
- Erber, K., Kambergs, P., Lampe, V. & Reich, M. (1997): Die Bedeutung der Abflusssdynamik für die Vegetationsentwicklung in Umlagerungsstrecken der Oberen Isar.- In:

- ANL: Laufener Seminarbeiträge 4: 63-72. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Laufen, Eigenverlag.
- Farina, A. (1998): Principles and Methods in Landscape Ecology. London, Chapman and Hall.
- Finck, P., Klein, M., Riecken, U. & Schröder, E. (1998): Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 56. BfN (Bundesamt für Naturschutz; Hrsg.). Münster, Landwirtschaftsverlag.
- Friedrich, G. & Lacombe, J. (1992): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Stuttgart, Fischer Verlag.
- Gerken, B. (1988): Auen, verborgene Lebensadern der Natur. Freiburg i.Br., Rombach Verlag.
- Gerken, B. (1997): Über Situation, Geschichte und Potential der Landschaft - ein Beitrag zur Standortbestimmung in der Landesentwicklung. Natur- und Kulturlandschaft 2: 9-21.
- Gerlach, R. (1990): Flussdynamik des Mains unter dem Einfluss des Menschen seit dem Spätmittelalter. Forschung zur deutschen Landeskunde 234: 1-247.
- Geske, C., Engel, E. & Plachter, H. (1997): Typologisierung und Bewertung kleiner Fließgewässer - ein Methodenvergleich.- In: HLFU: Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt. 242: 133 S.
- Gilcher, S. & Bruns, D. (1999): Renaturierung von Abbaustellen. Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag.
- Glavac, V. (1996): Vegetationsökologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Stuttgart, G. Fischer Verlag.
- Gregory, S., Li, H. & Li, J. (2002): The conceptual Basis for Ecological Responses to Dam Removal. Bio Science 52: 713-723.
- Grevilliot, F. & Müller, S. (2002): Grassland ecotopes of the upper Meuse as references for habitat and biodiversity restoration: A synthesis. Landscape Ecology 17: 19-33.
- Grime, J.P. (1973): Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. Nature 242: 344-347.
- Gunkel, G. (1996): Renaturierung kleiner Fließgewässer. Stuttgart, G. Fischer Verlag.
- Gunzelmann, D.T. (2001): Der Obermain in der Geschichte - Fluss, Dorf und Landschaft in Beziehung.- In: WWA Bamberg: Festschrift des WWA Bamberg. Kronach, WML-Druck: 82-90.
- Haeupler, H. & Muer, T. (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart, Ulmer Verlag.
- Hahn, A. (2001): Besiedlung frisch sedimentierter Uferbereiche durch Weiden (*Salix* spp.) am Beispiel der renaturierten Rodach- und Mainau. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth
- Hart, D.D. & Poff, N.L. (2002): Dam Removal and River Restoration. Bio Science 52: 653-656.



- Heinken, A., Gaußmann, P. & Schwartz, H.-J. (1999): Ergebnisse vegetationskundlicher und betriebswirtschaftlicher Untersuchungen zur Analyse und Bewertung von ökologischen und ökonomischen Wirkungen der projektierten Deichrückverlegung bei Lenzen - Wustrow.- In: BRFE: Auenreport - Beiträge aus dem Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe. Rühstädt, Eigenverlag. Band 1: 96-107.
- Hilt, N. (2001): Die Situation der Libellen nach der Renaturierung von Uferbereichen am Obermain und der Rodach. Unveröffentlichte Diplomarbeit des Lehrstuhls für Tierökologie I der Universität Bayreuth.
- Hoffmann, A. (2003): Heuschrecken am Obermain: welche Bedeutung haben Renaturierungsflächen für die Heuschreckenfauna? Unveröffentlichte Diplomarbeit des Lehrstuhls für Tierökologie I der Universität Bayreuth.
- Hohmann, J. & Konold, W. (1995): Renaturierung von Fließgewässern. Landsberg, eco-med Verlag.
- Hunzinger, L. (2003): Gerinneaufweitungen aus hydraulisch-wasserbaulicher Sicht. Luzern / Kastaniebaum, EAWAG.
- Huston, M.A. (1994): Biological Diversity: the Coexistence of Species. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hütte, M. (2000): Ökologie und Wasserbau - Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung. Berlin, Parey Verlag.
- Hutter, C.-P. & Linder, W. (1985): Ornithologische Untersuchungen an der unteren Murr (1).- In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr 1 / 1977-1982. Karlsruhe. 311-317.
- IES (Institute of Ecosystem Studies) (2003): Definitions in Ecology, IES Eigenverlag.
- Intsiful, S. (1997): Vegetationskundliche Untersuchungen zum Revitalisierungsprojekt am Oberlauf der Pfreimd. Unveröffentlichte Diplomarbeit des Lehrstuhls für Pflanzenökologie, Universität Bayreuth. Bayreuth.
- IUCN (1992): Sustainable Development. Rio de Janeiro, World Conservation Union, Gland.
- Jauering, B. & Heidenreich, H. (1993): Der ganze Main war hölzern.- In: Regierungsbezirk Mittelfranken (Hrsg.): Schriften und Kataloge des Fränkischen Freilandmuseums. Ansbach, Eigenverlag. 20.
- Johansson, M.E., Nilsson, C. & Nilsson, E. (1996): Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7: 599-608.
- Jongman, R.H.G., Braak, C.J.F.t. & Tongeren, O.F.R.v. (1987): Data analysis community and landscape ecology. Wageningen, Pudoc.
- Jürging, P. (2001). Wasserbauliche Aspekte bei der Renaturierung von Fließgewässern. Fließgewässerdynamik und Offenlandschaft.- In: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Fließgewässerdynamik und Offenlandschaft, Kulmbach, Schloß Steinhäusen, Eigenverlag. pp. 7-18.

- Klemm, M. (1996): Man-made bee habitats in the anthropogeneous landscape of Central Europe - substitutes for threatened or destroyed habitats? Linnean Society Symposium 18: 17-34.
- Koenis, H. & Glavac, V. (1979): Über die Konkurrenzfähigkeit des Indischen Springkrauts (*Impatiens glandulifera*) am Fuldaufer bei Kassel. *Philippia* 4 (1): 47-59.
- Köhler, E. (1932): Der Maingau. Bayreuth, Verlag C.Giessel.
- Kollmann, J., Viele, M., Edwards, P.J., Trockner, K. & Ward, J.V. (1999): Interactions between vegetation development and island formation in the Alpine river Tagliamento. *Applied Vegetation Science* 2: 25-36.
- Koltzenburg, M. & Böcker, R. (1999): Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.). Stuttgart, Eigenverlag.
- Konold, W. (1994): Historische Wasserwirtschaft im Alpenraum und an der Donau. Stuttgart, Wittwer Verlag.
- Köppel, C. (1995): Kiesgrube - ein Ersatz für Flußauen? *Natur- und Landschaftspflege* 27: 7-11.
- Köstler, E. (1995): Dynamik als ökologischer Faktor.- In: ANL: Laufener Seminarbeiträge 3: 5-7. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Laufen, Eigenverlag. .
- Kowarik, I. (1987): Kritische Anmerkungen zum Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation mit Anregungen zu einer zeitgemäßen Modifikation. *Tüxenia* 7: 53-67.
- Kowarik, I. (1992): Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg.- In: Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg: Beiheft 3. Berlin, Eigenverlag.
- Kowarik, I. (1995): Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes?- In: Böcker, R. et al: Gebietsfremde Pflanzenarten. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope - Kontrollmöglichkeiten und Management. Landsberg, Ecomed.
- Kratochwil, A. & Schwabe, A. (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. Stuttgart, Ulmer Verlag.
- Kuusements, V. & Mander, Ü. (2002): Nutrient flows and management of a small watershed. *Landscape Ecology* 17/2002: 59-68.
- Lavorel, S., Rochette, C., Lebreton, J.-D. (1999): Functional groups for response to disturbance in Mediterranean old fields. *Oikos* 84: 480-498.
- Leistner, P. (1996): Der Sand- und Kiesabbau im Raum Bamberg - Umfang, Bedeutung und Probleme der Sand- und Kiesgewinnung im Main-Regnitzgebiet. Diplomarbeit des Lehrstuhls für Geographie (unveröffentlicht). Universität Bamberg: 228 S.
- Levin, S.A. (1992): The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73: 1943-1967.
- LfU (2001): Fließgewässerdynamik und Offenlandschaften. Tagungsband der Bayerischen Landesanstalt für Umweltschutz. Augsburg, Eigendruck.

- Luken, J.L. (1990): Directing Ecological Succession. New York, Chapman and Hall.
- Lüdi, W. (1923): Die Untersuchung und Gliederung der Sukzessionsvorgänge in unserer Vegetation. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 35: 277-302.
- Maarel, E.v.d. & Leeuwen, C.G.v. (1979): Beziehungen zwischen Struktur und Dynamik in Ökosystemen.- In: Tüxen, R. & W.-H. Sommer: Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik). Vaduz, J. Cramer: 33-50.
- MacArthur, R.H. & MacArthur, J.W. (1961): On bird species diversity. Ecology 42: 594-598.
- Mader, D. & Völkl, W. (2002): Flussredynamisierung - eine Chance für Wildbienen. Artenschutzreport 12: 26-29.
- Merkel, J. & Walter, E. (1998): Liste aller in Oberfranken vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen und ihre Gefährdung in den verschiedenen Naturräumen. Regierung von Oberfranken (Hrsg.). Bayreuth, Eigenverlag.
- Mertens, T. & Wahler, M. (1992): Der Rückzug der Landwirtschaft aus der Fläche - Beitrag zu einer ökologischen Leitplanung für Hessen. Vogel und Umwelt 7: 4-80.
- Metzner, J. (2001). Dynamik am Obermain: Kies als Lebensraum - oder doch nur ein Lebensraum?- In: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Fließgewässerdynamik und Offenlandschaft, Kulmbach, Schloß Steinhausen, pp. 43-49.
- Metzner, J. (2002): Die Bestandsentwicklung des Flussuferläufers *Actitis hypoleucos* am Obermain nach Renaturierung und Einwirkung von Hochwasserprozessen. Ornithologischer Anzeiger 41: 41-49.
- Metzner, J., von Heßberg, A., Völkl, W. (2003): Entstehen durch Flussrenaturierung Primärhabitats? Bestandsentwicklung ausgewählter Vogelarten nach dem Wiedereinzug dynamischer Prozesse am Main. Naturschutz und Landschaftsplanung 35: 74-82.
- Müller, T. (1984): Die Vegetation an der unteren Murr (1).- In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr (1). Landesanstalt für Umweltschutz in Baden-Württemberg. Band 1 / 1977-1982. Karlsruhe. pp. 113-194.
- Müller, T. (1991): Die Vegetation an der unteren Murr (2).- In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr (2). Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Band 2 / 1983-1987. Stuttgart. pp. 113-183.
- Müller-Hohenstein, K. (1971): Die natürlichen Grundlagen der Landschaften Nordostbayerns.- In: Heller, H.H.: Exkursionen in Franken und Oberpfalz. Erlangen: 1-20.
- Neßhöver, C. (1999): Charakterisierung der Vegetationsdiversität eines Landschaftsausschnittes durch funktionelle Attribute von Pflanzen.- In: Beierkuhnlein, C. (Hrsg.): Rasterbasierte Biodiversitätsuntersuchungen in nordbayerischen Landschaftsräumen. Bayreuther Forum Ökologie 69. BITÖK, Bayreuth pp. 1-114.
- Niehoff, N. (1996): Ökologische Bewertung von Fließgewässerlandschaften. Hamburg, Springer Verlag.

- Niehoff, N. & Lambertz, B. (1991): Fünf Jahre Verstuchsstrecke Mittlere Oker. Ein Fallbeispiel zur Uferrenaturierung an Fließgewässern.- In: GfÖ: Verhandlungen der Gesellschaft zur Ökologie. Freising Weihenstephan. 20: 361-367.
- Niemeyer-Lüllwitz, A., Popp, D., Winkler, J.A. & Zucchi, H. (1988): Rettet die Bäche. München, Verlag Natur & Umwelt.
- NUA-NRW (2000): Emsausenschutz - Zwischenbilanz, Strategien, Zukunft.- In: Natur- und Umweltschutz-Akademie Nordrhein-Westfalen: Recklinghausen, Natur- und Umweltakademie NRW. Seminarbericht 6.
- Odum, E.P. (1971): Fundamentals of Ecology. Philadelphia, Saunders.
- OTA (Office of Technology Assessment) (1993): Harmful non-indigenous species in the United States. Washington, D.C., U.S. Congress: 391 pp.
- Otto, H.-J. (1994): Waldökologie, Ulmer Vlg. Stuttgart.
- Panek, N. & Frede, A. (1997): Mindestkosten für die Sicherung und Erhaltung der Naturpotentiale in der Agrarlandschaft - berechnet am Beispiel des Kreises Waldeck-Frankenberg (Nordhessen). Naturschutz und Landschaftsplanung 29: 133-137.
- Paulsch, A. (2001): Development and Application of a classification System for undisturbed Tropical Montane Forest based on Vegetation Structure. Dissertation am Lehrstuhl für Biogeographie. Universität Bayreuth.
- Pickett, S.T.A. & White, P.S. (1985): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Orlando, Academic Press Inc.
- Pickett, S.T.A. (1989): Space-for-time substitution as an alternative to long term studies.- In: Likens, G.E.: Long term studies in ecology: Approaches and alternatives. New York, Springer: 110-135.
- Pickett, S.T.A., Collins, S.L. & Armesto, J.J. (1987a): A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. Vegetatio 69: 109-114.
- Pickett, S.T.A., Collins, S.L. & Armesto, J.J. (1987b): Models, mechanisms, and pathways of succession. Botanical Review 53: 335-371.
- Pizzuto, J. (2002): Effects of Dam Removal on River Form and Process. Bio Science 52: 653-656.
- Plachter, H. (1996): Bedeutung und Schutz ökologischer Prozesse. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 26: 287-303.
- Plachter, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme.- In: BfN (Bundesamt für Naturschutz): Schriftreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Münster, Landwirtschaftsverlag. 56: 21-66.
- Posselt, T. (1994): Revitalisierung in der Ise-Niederung - ein Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben.- In: Norddeutsche Naturschutzakademie: Mitteilungen aus der NNA. Schneverdingen 4: 42-48.
- Pott, R. & Remy, D. (2000): Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht: Gewässer des Binnenlandes. Stuttgart, Ulmer Verlag.

- Raunkiaer, C. (1934): The life form of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon Press.
- Rebele, F. (2003): Sukzession auf Abgrabungen und Aufschüttungen - Triebkräfte und Mechanismen.- In: Böcker, R. & Rosenthal, G. (Hrsg.): Berichte des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie, Beiheft 17. Universität Hohenheim, Eigendruck.
- Rebhan, H. (1998): Chancen und Möglichkeiten der Redynamisierung am Obermain. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 56: 173-186.
- Regierung von Oberfranken (1995): Gewässergüte in Oberfranken. Bayreuth, Hausdruckerei.
- Regierung von Unterfranken, R. (1999): Gewässerpflegekonzept für den staugeregelten Main. Würzburg, Wasserwirtschaft und Wasserbau: 44.
- Remmert, H. (1988): Naturschutz. Berlin, Springer Verlag.
- Remmert, H. (1992): Ökologie. Berlin, Springer.
- Remmert, H. (Hrsg.) (1991): The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems. Berlin, Springer.
- Richter, M. (1997): Allgemeine Pflanzengeographie. Stuttgart, Teubner Verlag.
- Riecken, U., Klein, M. & Schröder, E. (1997): Situation und Perspektiven des extensiven Grünlandes in Deutschland und Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes am Beispiel der Etablierung "halboffener Weidelandschaften". Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 54: 7-23.
- Rössert, R. (1981): Hydraulik im Wasserbau. München, R. Oldenbourg Verlag.
- Rothmaler, W. (1995): Exkursionsflora von Deutschland - Gefäßpflanzen: Atlasband. Jena, G. Fischer Verlag.
- Rothmaler, W. (1996): Exkursionsflora von Deutschland - Gefäßpflanzen: Grundband. Jena, G. Fischer Verlag.
- Scherzinger, W. (1996): Naturschutz im Wald - Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung, Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Schirmer, W. (1986): Landschaft und Geologie von Oberfranken.- In: Abels, B.-U.: Archäologischer Führer von Oberfranken. Stuttgart, Theiss Verlag.
- Schirmer, W. (1991): Bodensequenz der Auenterrassen des Maintals.- In: Zech, W. (Hrsg.): Bayreuther Bodenkundliche Berichte. Bayreuth, Eigenverlag. 17: 153-186.
- Schmeil-Fitschen (2001): Die umfassende Bestimmungs- und Informationsdatenbank der Pflanzenwelt Deutschlands und angrenzender Länder, Quelle & Meyer Verlag. 2001.
- Schrader, G. (2002): Gebietsfremde Arten: Bewertung, Einschleppungswege, Konfliktbereich Handel.- In: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft: Angewandte Wissenschaft. Braunschweig, Eigenverlag. Heft 494: 89-95.
- Schreiner, J. (1991): Die Situation der Flußauen in Bayern.- In: ANL: Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa. Laufen / Salzach, Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. 4: 17-32.

- Schulze, E.-D., Beck, E. & Müller-Hohenstein, K. (2002): Pflanzenökologie. Heidelberg, Spektrum Verlag.
- Schwab, G. (1998): Biber in der bayerischen Kulturlandschaft - Lebensgestalter ohne Raum.- In: BfN (Bundesamt für Naturschutz): Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz. Münster, Landwirtschaftsverlag. 56: 221-232.
- Schwabe, A. (1991): Zur Wiederbesiedlung von Auenwald-Vegetationskomplexen nach Hochwasser-Ereignissen: Bedeutung der Diasporenverdriftung, der generativen und vegetativen Etablierung. *Phytocoenologica* 20: 65-94.
- Schwartz, R., Gröngröft, A. & Miehlich, G. (1999): Auswirkungen von Eindeichungen und Melioration auf den Wasserhaushalt von Auenböden - aufgezeigt am Beispiel zweier Grünlandstandorte an der unteren Mittelelbe bei Lenzen.- In: BRFE: Auenreport - Beiträge aus dem Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe. Rühstädt, Eigenverlag. Band 1: 41-54.
- Seibert, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen.- In: BLfG: Landschaftspflege und Vegetationskunde. München, Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde. Heft 3.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press.
- Soltau, J. (1993): Die Vegetation an Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der Wuchs- und Lebensformen. Berlin, J.Cramer.
- Speierl, T., Hoffmann, K.H., Klupp, R., Schadt, J., Krec, R. & Völkl, W. (2002): Fischfauna und Habitatdiversität: Die Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen an Main und Rodach. *Natur und Landschaft* 77: 161-171.
- Speierl, T. (2002): Lebensraum für Fische - Erfolge von Flussrenaturierungen an oberfränkischen Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der Hasel (*Leuciscus leuciscus*). *Artenschutzreport* 12: 29-32.
- Stanley, E.H. & Doyle, M.W. (2002): A Geomorphic Perspective on Nutrient Retention Following Dam removal. *Bio Science* 52: 693-702.
- STMLU (1997): Flüsse, Auen, Täler erhalten und entwickeln. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltschutz. München, Eigenverlag.
- Sukopp, H. (1996): Gefährdung von Flora und Vegetation durch Neophyten?- In: AfNU BW: Neophyten, Neozoen - Gefahr für die heimische Natur? Stuttgart, Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg. 22: 7-18.
- Tent, L. (1994): Spannungsfeld zwischen Unterhaltungspflicht und Gewässerrevitalisierung.- In: Norddeutsche Naturschutzakademie: Mitteilungen aus der NNA 4. Schneverdingen, Eigenverlag. pp. 2-5.
- Völkl, W., von Heßberg, A., Mader, D., Metzner, J., Gerstberger, P., Hoffmann, K.H., Rebhan, H. & Krec, R. (2002): Natural succession in a dynamic riverine landscape and the protection of open areas.- In: Redecker, B., Fink, P., Härdtle, W., Riecken, U. & Schröder, E.: Pasture Landscapes and Nature Conservation. Heidelberg, Springer. pp. 413-421.

- von Heßberg, A. (2001): Struktur und Dynamik der Vegetation auf den Renaturierungsflächen am Obermain und der Rodach.- In: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Fließgewässerdynamik und Offenlandschaft, Kulmbach, Schloß Steinhausen, Eigenverlag. pp. 31-35.
- von Heßberg, A. (2003): Die Teil-Renaturierung der Fließgewässer Main und Rodach (Oberfranken) und die Entwicklung hin zu einer dynamischen Flusslandschaft.- In: Böcker, R. & G. Rosenthal: Berichte des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim. Beihefte 17. Stuttgart, Eigendruck.
- von Heßberg, A. & Beierkuhnlein, C. (2000): Vegetationsstrukturen in den Habitaten des Auerhuhns *Tetrao urogallus* im Fichtelgebirge. Ornithologischer Anzeiger 39: 159-174.
- Waite, S. (2000): Statistical Ecology in Practice - a guide to analyzing environmental and ecological field data. Harlow, Pearson Education Ltd.
- Waldert, R. (1991): Auswirkungen von wasserbaulichen Maßnahmen am Lech auf die Insektenfauna flusstypischer Biozönosen.- In: AÖS: Der Lech - Wandel einer Wildflusslandschaft. Augsburg, Augsburger ökologische Schriften 2: 109-120.
- White, P.S. & Jentsch, A. (2001): The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. Progress in Botany 62: 399-449.
- Whitelaw, E. & MacMullan, E. (2002): A Framework for Estimating the Costs and Benefits of Dam removal. Bio Science 52: 724-730.
- Whittaker, R.H. (1975): Communities and Ecosystems. New York, Macmillan.
- Wiens, J.A. (1995): Landscape mosaics and ecological theory.- In: Hansson, L., Fahrig, L. & Merriam, G.: Mosaic Landscapes and Ecological Processes. London, Chapman and Hall: 1-26.

## 9 Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 9.1: Lage des Obermaintals in Nordostfranken, eingebettet zwischen dem Frankenjura und dem Obermainischen Bruchschollenland.	7
Abb. 2.2: Reliefkarte des Untersuchungsgebietes mit den naturräumlichen Landschaften Frankenjura, Grundgebirge, Obermainisches Bruchschollenland, Itz-Baunach Hügelland, Bamberger Talkessel mit Regnitztal und Obermaintal.	8
Abb. 2.3.: Bodenprofil eines durch das Hochwasser angeschnittenen Steilufers an der Renaturierungsfläche R 7/8 bei Schönbrunn im Sommer 2002.	10
Abb. 2.4: Klimadiagramm von Bamberg (1971-2000)	11
Abb. 2.5: Blick auf den Main und die beidseitig liegenden Baggerseen während des 15jährigen Hochwassers Ende Januar 2002.	12
Abb. 2.6.: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Kemmern vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002.	15
Abb. 2.7.: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Schwürcitz vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002.	16
Abb. 2.8: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Mainleus vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002.	17
Abb. 2.9: Abflusshistogramm der tagesgemittelten Abflusszahlen der Pegelmessstelle Mainleus vom 1.9.1998 bis zum 30.6.2002.	18
Abb. 2.10: Mündung der Itz in den Main auf einer historischen Karte des Straßen- und Flussbauamtes von 1886. Quelle: Archiv des WWA Bamberg.	20
Abb. 2.11: Flusslaufkorrektur bei Ebing, um 1890. Archiv WWA Bamberg.	21
Abb. 2.12: Nach der Renaturierung eines Fließgewässers mit schweren Maschinen übernimmt die Flussdynamik die weitere Entwicklung der Uferbereiche.	23
Abb. 3.1: Zwei Strukturtransekte als Beispiele für die unterschiedlichen ufermorphologischen Ausprägungen und unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Vegetation auf den renaturierten Flussabschnitten.	27
Abb. 3.2: Verteilungskonzept der 21 Dauerflächen (D) auf ufernahe (nahe der Mittelwasserlinie) und uferferne (hoch über der MW-Linie) bzw. flache und steile Bereiche.	28
Abb. 3.3: Zusammengefügte und entzerrte Einzelbilder der Renaturierungsfläche R 7/8 (Mai 2001) und ein vergrößerter Ausschnitt der Fläche.	30
Abb. 3.4: Strukturkarte der Renaturierungsfläche R 12 vom Herbst (Oktober) 2000.	31
Abb. 3.5: Grenzkartenkarte der Renaturierungsfläche R 12 vom Herbst (Oktober) 2000 mit sechs der zehn möglichen Grenzlinientypen.	32
Abb. 3.5: Digitalisiertes Aufsichtsdiagramm der flächigen Verteilung der einzelnen Pflanzenarten (layerweise) einer Dauerfläche (21.8.2001, Fläche D 9a).	33
Abb. 4.1.1: Luftaufnahme vom Frühjahr 2001 und Seitenansicht vom Frühjahr 2002 der Untersuchungsfläche R 15.	40
Abb. 4.1.2: Vegetationsstrukturen auf der Renaturierungsfläche R 15 im Frühjahr 1999.	40
Abb. 4.1.3: Vegetationsstrukturen auf der Renaturierungsfläche R 15 (Zapfendorf Insel) vom Herbst 1999 bis zum Frühjahr 2002. Legende siehe Abb. 4.2.	41
Abb. 4.1.4: Die Flächengrößen der Maininsel im Renaturierungsabschnitt R 15.	42
Abb. 4.1.5: Die Veränderung der Flächenanteile der Strukturelemente auf der Fläche R 15 vom Frühjahr 1999 bis zum Frühjahr 2002.	42
Abb. 4.1.6: Karte der Grenzlinien zwischen den ausgewählten Strukturelementen untereinander und jeweils zur Uferlinie auf der Fläche R 15 vom Frühjahr 1999.	43
Abb. 4.1.7: Veränderung der Grenzliniendichte auf der Fläche R 15 im Untersuchungszeitraum.	44
Abb. 4.1.8: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 15 im Zeitraum Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.	44
Abb. 4.1.9: Ausschnitt der Untersuchungsfläche R 12 in einer Luftaufnahme vom Herbst 2000.	46
Abb. 4.1.10: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 12 (Herbst 1999, 2000, 2001, Frühjahr 2002).	46



- 
- Abb. 4.1.11: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Renaturierungsfläche R 12 (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002). 47
- Abb. 4.1.12: Panoramafotos der Fläche R 12 mit großflächigem Aufwuchs der krautigen Vegetation und der jungen Weiden im Mai 2000 (Bild oben) und frisch aufgelandeten Bereichen im Mai 2002 (Bild unten). 48
- Abb. 4.1.13: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 12 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002. 49
- Abb. 4.1.14: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 12 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. 49
- Abb. 4.1.15: Gesamtüberblick über die Renaturierungsfläche R 5 zwischen den Ortschaften Theisau und Mainklein vom Frühjahr 2001. 50
- Abb. 4.1.16: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 5 (Herbst 1999, Frühjahr 2002). 51
- Abb. 4.1.17: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Renaturierungsfläche R 5 (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002). 52
- Abb. 4.1.18: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 5 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002. 52
- Abb. 4.1.19: Zeitliche Veränderung der Länge der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 5 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. 53
- Abb. 4.1.20: Zusammengesetzte Fotos der Überfliegungen Herbst 1999 (oben), Frühjahr 2001 (mitte) und Frühjahr 2002 (unten) der Renaturierungsfläche R 4. 54
- Abb. 4.1.21: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 4 im Frühjahr 1999 (oben) und im Frühjahr 2002 (unten). 55
- Abb. 4.1.22: Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Fläche R 4 im Zeitraum Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002. 56
- Abb. 4.1.23: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 4 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002. 56
- Abb. 4.1.24: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 4 vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 (Herbstaspekte jeweils dazwischen). 57
- Abb. 4.1.25: Die Renaturierungsfläche R 1 im Frühjahr 2001 aus ca. 300 m Höhe. 58
- Abb. 4.1.26: Der ehemalige, durch das Hochwasser unterspülte Wuchsort der nun seit Frühjahr 2002 rechts in der Flussmitte quer liegenden Traubeneiche auf der Renaturierungsfläche R 1. 58
- Abb. 4.1.27: Vegetationsstrukturen auf der Fläche R 1 (oben: Herbst 1999, mitte: Frühjahr 2001, unten: Frühjahr 2002). 59
- Abb. 4.1.28: Veränderung der prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf der Fläche R 1 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. 60
- Abb. 4.1.29: Veränderung der Grenzliniendichte [m/ha] auf der Fläche R 4 im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2002. 61
- Abb. 4.1.30: Zeitliche Veränderung der Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf der Fläche R 1 im Zeitraum Herbst 1999 bis Frühjahr 2002. 61
- Abb. 4.1.31: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 3 (Frühjahr 2001). 62
- Abb. 4.1.32: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 4 (Frühjahr 2001). 62
- Abb. 4.1.33: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 6 (Frühjahr 2001). 63
- Abb. 4.1.34: Vegetationsstrukturen auf der Fläche NR 5 (Frühjahr 2001). 63
- Abb. 4.1.35: Die prozentualen Flächenanteile der Strukturelemente auf den Referenzflächen NR 3, NR 4, NR 5 und NR 6 (Frühjahr 2001). 64
- Abb. 4.1.36: Länge [m] der unterschiedlichen Grenzlinientypen auf den Referenzflächen NR 3, NR 4, NR 5 und NR 6 im Frühjahr 2001. 65
- Abb. 4.1.37: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Flächengröße [%] im Frühjahr und der Dauer der Überflutung [Tage] im vorangegangenen Winterhalbjahr. 66
- Abb. 4.1.38: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Flächengröße [%] im Frühjahr und dem Spitzenwert des Hochwasserabflusses [m<sup>3</sup>/s] im vorangegangenen Winterhalbjahr. 66
- Abb. 4.1.39: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Flächengröße [%] im Frühjahr und dem Flächenalter (= Anzahl der Vegetationsperioden) einer Renaturierungsfläche. 67
- Abb. 4.1.40: Zusammenhang zwischen dem Flächenalter (= Anzahl der Vegetationsperioden) und den prozentualen Flächenanteilen der untersuchten Strukturelemente. 68
- Abb. 4.1.41: Veränderung der prozentualen Anteile an Rohbodenflächen vom 1999 - 2002. 68

Abb. 4.1.42: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Rohbodenflächen und der jährlichen Überflutungsdauer.	70
Abb. 4.1.43: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Rohbodenflächen und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.	70
Abb. 4.1.44: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Flächen mit krautiger Vegetation und der Überflutungsdauer während des Winterhalbjahres.	71
Abb. 4.1.45: Zusammenhang zwischen der prozentualen Veränderung der Flächen mit krautiger Vegetation und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.	72
Abb. 4.1.46: Änderungen der Anteile an Rohbodenflächen in flussmorphologischen Gruppen.	73
Abb. 4.1.47: Änderungen der Anteile krautiger Vegetation in flussmorphologischen Gruppen.	73
Abb. 4.1.48: Änderungen der Anteile junger Gehölzvegetation in flussmorphologischen Gruppen.	74
Abb. 4.1.49: Veränderungen der Flächengrößen der beiden Strukturelemente 'Rohboden' und 'krautige Vegetation' im Frühjahr 2001 (links) und 2002 (rechts).	74
Abb. 4.1.50: Veränderungen der Flächengrößen des Strukturelements 'junge Gehölzvegetation' im Frühjahr 2001 und 2002.	75
Abb. 4.1.51: Zusammenhang zwischen der Flächenänderung junger Gehölzvegetation und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.	76
Abb. 4.1.52: Zusammenhang zwischen der Flächenänderung junger Gehölzvegetation mit der Überflutungsdauer während des vorangegangenen Winterhalbjahres.	76
Abb. 4.1.53: Veränderungen der Flächengrößen des Strukturelements 'hohe Bäume' im Frühjahr 2001 und 2002.	76
Abb. 4.1.54: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Grenzliniendichte und der Anzahl der Vegetationsperioden.	77
Abb. 4.1.55: Zusammenhang zwischen der Werte der Grenzliniendichte [m/ha] dem Flächenalter.	77
Abb. 4.1.56: Zusammenhang zwischen der prozentualen Änderung der Grenzliniendichte und der jährlichen Überflutungsdauer und dem Wert des Spitzenabflusses während des Winterhalbjahres.	78
Abb. 4.1.57: Veränderungen der Grenzliniendichte von 1999 bis 2002 von in Gruppen zusammengefassten Renaturierungsflächen, abhängig von der Lage zum Flussquerprofil bzw. der Hochwasserabflusslinie.	78
Abb. 4.1.58: Veränderungen der Grenzlinien-Diversität von 1999 bis 2002 von in Gruppen zusammengefassten Renaturierungsflächen, abhängig von der Lage zum Flussquerprofil bzw. der Hochwasserabflusslinie.	79
Abb. 4.1.59: Beginn der ersten Vegetationsperioden (weißer Rahmen) und der Zeitraum der Untersuchungen zur taxonomischen Diversität auf den Dauerflächen (grau) entlang renaturierter und begradigter Flussabschnitte.	82
Abb. 4.1.60: Zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden, krautiger Vegetation und jungen Gehölzen auf der Dauerfläche D 18 (Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002).	82
Abb. 4.1.61: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation auf der Fläche D 18 vom Frühjahr 2000 bis Herbst 2001.	83
Abb. 4.1.62: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation innerhalb der 1. Sukzessionsreihe (Frühjahr 2000 - Frühjahr 2002).	83
Abb. 4.1.63: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation der ersten Sukzessionsreihe in den Jahren 2000 und 2001.	83
Abb. 4.1.64: Ausschnitt der Renaturierungsfläche R 1 vom Frühjahr 2001.	84
Abb. 4.1.65: Zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden, krautiger Vegetation und jungen Gehölzen auf der Dauerfläche D 1a (Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002).	84
Abb. 4.1.66: Zweidimensionale Strukturkarten der Dauerfläche D 1a und die zeitliche Veränderung der Vegetationsstrukturen 1999 bis 2002 (jeweils Frühjahr).	85
Abb. 4.1.67: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation auf der Fläche D 1a vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.	86
Abb. 4.1.68: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation innerhalb der zweiten Sukzessionsreihe von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002.	87
Abb. 4.1.69: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der zweiten Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002.	87

- Abb. 4.1.70: Zwei verschiedene Aspekte der Vegetationszusammensetzung auf der Fläche R 19. 88
- Abb. 4.1.71: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden, krautiger Vegetation und junger Gehölzvegetation auf der Dauerfläche D 19. 89
- Abb. 4.1.72: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation auf der Fläche D 19 vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002. 89
- Abb. 4.1.73: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation innerhalb der dritten Sukzessionsreihe von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002. 90
- Abb. 4.1.74: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der dritten Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002. 90
- Abb. 4.1.75: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden, krautiger Vegetation und jungen Gehölzen auf der Dauerfläche D 4 (Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002). 91
- Abb. 4.1.76: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation auf der Fläche D 4 vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002. 92
- Abb. 4.1.77: Tabellarische und grafische Darstellung der Wuchshöhen [cm] der fünf Gehölzarten auf der Dauerfläche D 4 (jeweils nur die Frühjahrsaspekte 1999 bis 2002). 92
- Abb. 4.1.78: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation innerhalb der vierten Sukzessionsreihe von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002. 93
- Abb. 4.1.79: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der vierten Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002. 93
- Abb. 4.1.80: Die zeitliche Veränderung der prozentualen Flächenanteile an Rohboden krautiger Vegetation und jungen Gehölzen auf der Dauerfläche D 1b. 94
- Abb. 4.1.81: Das Raumvolumen der krautigen Vegetation und der jungen Gehölzvegetation auf der Fläche D 1b vom Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2001. 95
- Abb. 4.1.82: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation innerhalb der fünften Sukzessionsreihe von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002. 95
- Abb. 4.1.83: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation in der fünften Sukzessionsreihe in den Jahren 1999 bis 2002. 96
- Abb. 4.1.84: Darstellung der Aufsichtsdigramme der Referenzfläche DNR 3 jeweils vom Frühjahr 2000, 2001 und 2002. 97
- Abb. 4.1.85: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation auf den Dauerflächen begradigter Flussbereiche von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002. 97
- Abb. 4.1.86: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den Dauerflächen begradigter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. 98
- Abb. 4.1.87: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation auf den Dauerflächen der Gruppe 1 von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002. 100
- Abb. 4.1.88: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den bis 20 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 1) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. 100
- Abb. 4.1.89: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation auf den Dauerflächen der Gruppe 2 (20 bis 40 cm über der MWL) von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002. 101
- Abb. 4.1.90: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den zwischen 20 und 40 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 2) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. 101
- Abb. 4.1.91: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation auf den Dauerflächen der Gruppe 3 (40 bis 60 cm über der MWL) von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002. 102
- Abb. 4.1.92: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den zwischen 40 und 60 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 3) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. 103

- Abb. 4.1.93: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation auf den Dauerflächen der Gruppe 4 (über 60 cm über der MWL) von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002. 103
- Abb. 4.1.94: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf über 60 cm über der Mittelwasserlinie gelegenen Dauerflächen (Gruppe 4) renaturierter Flussbereiche in den Jahren 2000 bis 2002. 104
- Abb. 4.1.95: Zeitliche Veränderungen der mittleren Rohbodenanteile, der mittleren Abundanz der jungen Gehölzvegetation und der mittleren Abundanz krautiger Vegetation auf den Dauerflächen an Baggerseen von Frühjahr 2000 bis Frühjahr 2002. 105
- Abb. 4.1.96: Erlenaspekt auf der Dauerfläche D 3a. 105
- Abb. 4.1.97: Mittlere Raumvolumina der krautigen Vegetation und der Gehölzvegetation auf den an Baggerseen gelegenen Dauerflächen (Gruppe B) in den Jahren 2000 bis 2002. 106
- Abb. 4.2.1: Durchschnittliche Alpha-Diversität innerhalb aller Untersuchungsjahre (1999 bis 2002) der Dauerflächen, eingeteilt in vier Gruppen nach deren Höhe über der Mittelwasserlinie, der Dauerflächen an Baggerseen (B) und an begradigten Flussabschnitten (NR). 108
- Abb. 4.2.2: Zeitliche Veränderungen der durchschnittlichen Alpha-Diversität von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 innerhalb der Dauerflächen, zusammengefasst in sechs Gruppen. 109
- Abb. 4.2.3: Durchschnittliche Alpha-Diversität innerhalb aller Untersuchungsjahre der Dauerflächen, eingeteilt in fünf Sukzessionsreihen und der Flächen an begradigten Flussbereichen (NR). 111
- Abb. 4.2.4: Zeitliche Veränderung der Alpha-Diversität von Frühjahr 1999 bis Frühjahr 2002 auf den 18 Dauerflächen renaturierter Bereiche, zusammengefasst in fünf unterschiedlich alte Sukzessionsreihen, und den Flächen begradigter Flussabschnitte. 112
- Abb. 4.2.5: Durchschnittlicher Shannon-Index der Abundanzen aller Dauerflächen renaturierter (R) und begradigter (NR) Flussabschnitte, abhängig von den einzelnen Untersuchungsjahren. 114
- Abb. 4.2.6: Zusammenhang zwischen der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität von Frühjahr zu Frühjahr und den dazwischen liegenden Spitzenabflüssen der Hochwässer als ein Maß für die Störungsintensität. 116
- Abb. 4.2.7: Zusammenhang zwischen der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität von Frühjahr zu Frühjahr und der Störungsfrequenz durch die dazwischen liegenden Hochwässer (HQ-Werte in der Einheit Jahre). 116
- Abb. 4.2.8: Zusammenhang zwischen der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität von Frühjahr zu Frühjahr und der dazwischen liegenden Überflutungsdauer als Maß für die Störungsintensität der Hochwässer. 116
- Abb. 4.2.9: Nettobetrag der jährlichen Zu- bzw. Abnahme der Alpha-Diversität (jeweils nur Frühjahrsaspekte) auf den Dauerflächen, in Gruppen gleicher Höhe über der Mittelwasserlinie zusammengefasst. 117
- Abb. 4.2.10: Jährlicher Arten-turnover von Frühjahr zu Frühjahr der drei Untersuchungsjahre der Dauerflächen, zusammengefasst in sechs Gruppen nach ihrer Lage zur Mittelwasserlinie. 119
- Abb. 4.2.11: Jährlicher Arten-turnover von Frühjahr zu Frühjahr der drei Untersuchungsjahre der Dauerflächen, zusammengefasst in sechs Gruppen nach ihrer Lage zur Mittelwasserlinie. 120
- Abb. 4.2.12: Beträge der Werte dazukommender und verschwindender Arten (jeweils nur Frühjahrsaspekte) auf den Dauerflächen, in fünf Sukzessionsreihen zusammengefasst, und an begradigten Flussabschnitten (NR). 121
- Abb. 4.2.13: Durchschnittlicher Sørensen-Index (SI) als Maß für die Beta-Diversität beim Vergleich der Artenzusammensetzungen der in Gruppen (bzgl. ihrer Lage zum Fluss) zusammengefassten Dauerflächen. 123
- Abb. 4.2.14: Durchschnittlicher Sørensen-Index (SI) als Maß für die Beta-Diversität beim Vergleich der Artenzusammensetzungen der in Sukzessionsreihen zusammengefassten Dauerflächen. 124
- Abb. 4.2.15: Zeitliche Veränderung der einzelnen Sørensen-Indizes (SI-Werte) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen. (VP = Vegetationsperioden) 125
- Abb. 4.2.16: Durchschnittliche Artendiversität pro Einheitsfläche und Einheitslänge in den beiden Landschaftsausschnitten renaturierter und begradigter Flussabschnitte. 128
- Abb. 4.2.17: Prozentualer Anteil der Neophyten an der gesamten Artendiversität auf den Dauerflächen und deren Veränderungen im Laufe der Untersuchungsjahre, aufgeteilt in fünf verschiedene Sukzessionsreihen. 129

- Abb. 4.2.18: Prozentuale Verteilung der 173 Aufnahmen auf acht Klassen der Gesamtabundanz aller Neophyten auf den 21 Dauerflächen. 132
- Abb. 4.2.19: Durchschnittlicher Sørensen-Index der fünf Sukzessionsreihen und der Referenzflächen bezüglich der Neophyten-Diversität. 133
- Abb. 4.3.1: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 1. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2. 135
- Abb. 4.3.2: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 2. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2. 136
- Abb. 4.3.3: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 3. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2. 137
- Abb. 4.3.4: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 4. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2. 137
- Abb. 4.3.5: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 5. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.2. 138
- Abb. 4.3.6: Mittlere prozentuale Abundanzen der Lebensformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). 138
- Abb. 4.3.7: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 1. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3. 140
- Abb. 4.3.8: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 2. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3. 141
- Abb. 4.3.9: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 3. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3. 141
- Abb. 4.3.10: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 4. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3. 141
- Abb. 4.3.11: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 5. Abkürzungen der Legende in Tab. 4.3.3. 142
- Abb. 4.3.12: Mittlere prozentuale Abundanzen der Wuchsformen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). 142
- Abb. 4.3.13: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 1. 143
- Abb. 4.3.14: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 2. 144
- Abb. 4.3.15: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 3. 144
- Abb. 4.3.16: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 4. 145
- Abb. 4.3.17: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der Sukzessionsreihe 5. 145
- Abb. 4.3.18: Mittlere prozentuale Abundanzen der Ausbreitungsarten der Diasporen und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb NR-Flächen (begradigte Flussabschnitte). 146
- Abb. 4.3.19: Mittlere prozentuale Abundanzen des funktionalen Syndroms der 'Vermehrungsart' und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen. 147
- Abb. 4.3.10: Mittlere prozentuale Abundanzen des funktionalen Syndroms der 'Speicherorgane' und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen. 149
- Abb. 4.3.11: Mittlere prozentuale Abundanzen des funktionalen Syndroms der 'Ausläuferbildung' und der Rohbodenanteile (Rohb) innerhalb der fünf Sukzessionsreihen und der NR-Flächen. 150
- Abb. 5.1: Zyklus der progressiven Sukzession der ersten Sukzessionsjahre auf den Renaturierungsflächen, ausgehend von einer vegetationsfreien Rohbodenfläche und ohne weitere Störungen. 162
- Abb. 5.2: Die vier Sukzessionsphasen auf struktureller Basis, deren charakteristische Strukturelemente und deren quantitativen Flächenanteilen an Rohböden und junger Gehölzvegetation innerhalb des zu erwartenden progressiven Sukzessionszyklus (ohne Hochwasserstörungen) auf renaturierten Flussabschnitten. 171
- Abb. 5.3: Die vier Sukzessionsphasen auf taxonomisch-floristischer Basis, deren beschreibende Charakter, deren Flächenanteile an Rohböden und deren Artendiversität innerhalb des zu erwartenden progressiven Sukzessionszyklus (ohne Hochwasserstörungen) auf renaturierten Flussabschnitten. 173

## 10 Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 2.1: Minimale und maximale Abflusswerte [ $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ] eines Jahres am jeweiligen Pegel und der vierjährige Jahres-Mittelwert (MW).	18
Tab. 3.1: Die untersuchten redynamisierten (R) und die nicht redynamisierten (NR) Flussabschnitte mit den dazugehörigen Flusskilometern, den Abschnittslängen, den jeweiligen Flächengrößen, dem Zeitpunkt der Renaturierungen und dem jeweiligen Untersuchungszeitraum.	26
Tab. 3.2: Position, Uferabstand, Höhe über Mittelwasser, Entwicklungsalter und grobe Charakterisierung der vegetationskundlichen Situation auf den 21 Dauerflächen.	28
Tab. 3.3: Übersicht über die 80 erstellten Struktur- und Grenzlinienkarten der Renaturierungsflächen (R) und der Bereiche begradigter Flussabschnitte (NR) im Zeitraum 1999 bis 2002.	32
Tab. 3.4: Übersicht über die 171 erstellten Aufsichtsdiagramme der 21 Dauerflächen.	34
Tab. 3.5: Dauer der Überflutung der Dauerflächen renaturierter (D-Flächen) und begradigter (DNR-Flächen) Flussabschnitte in den vier Winterhalbjahren von 1999/2000 bis 2001/2002.	37
Tab. 3.6: Die Zuordnung der Untersuchungsflächen zu den vier Pegelmessstellen am Obermain und der Rodach.	38
Tab. 4.1.1: Zeitliche Veränderungen der Flächengröße (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002) (R 12).	47
Tab. 4.1.2: Zeitliche Veränderungen der Flächengröße (Herbst 1999 bis Frühjahr 2002) (R 5).	50
Tab. 4.1.3: Veränderung der Flächengröße der Untersuchungsfläche R 4.	55
Tab. 4.1.4: Veränderung der Flächengröße der Untersuchungsfläche R 1.	59
Tab. 4.1.5: Absolute Flächengrößen [ $\text{m}^2$ ] der vier Referenzflächen vom Frühjahr 2001.	63
Tab. 4.1.6: Die Grenzliniendichte [ $\text{m}/\text{ha}$ ] auf den vier Referenzflächen im Frühjahr 2001.	65
Tab. 4.1.7: Mittelwerte und Standardabweichungen (+/- und %) der Flächengrößen der jeweiligen untersuchten Flussbereiche, sowie der prozentualen Zu- bzw. Abnahme der Flächengröße über den gesamten Untersuchungszeitraum (1999 – 2002).	67
Tab. 4.1.8: Aufteilung der Untersuchungsflächen in gewässermorphologische Gruppen	72
Tab. 4.1.9: Grenzliniendichten der begradigten Flussabschnitte NR 3 bis NR 6 und der entsprechende Mittelwert der Renaturierungsflächen (MW R).	79
Tab. 4.1.10: Grenzlinien-Diversität der begradigten Flussabschnitte NR 3 bis NR 6.	80
Tab. 4.1.11: Einteilung der 21 Dauerflächen in sechs Gruppen, abhängig von ihrer Höhe über der MWL des Flusses oder ihrer Lage an angeschlossenen Baggerseen (B) oder begradigten Flussabschnitten (NR).	99
Tab. 4.2.1: Signifikanz des Rückgangs der Alpha-Diversität der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen zwischen Herbst 2000 und Frühjahr 2001.	108
Tab. 4.2.2: Signifikanz des Rückgangs der Alpha-Diversität der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen zwischen Herbst 2001 und Frühjahr 2002.	109
Tab. 4.2.3: Alpha-Diversität (Artenzahlen) und prozentuale Änderungen der Artenzahlen auf allen 21 Dauerflächen von Frühjahr zu Frühjahr (F) in den Jahren 2000, 2001 und 2002.	115
Tab. 4.2.4: Signifikanz der turnover-Raten (Frühjahr zu Frühjahr) der in Gruppen zusammengefassten Dauerflächen innerhalb des Untersuchungszeitraumes.	120
Tab. 4.2.5: Zeitliche Veränderungen der einzelnen Sørensen-Indizes (SI-Werte) für die fünf Sukzessionsreihen und die NR-Flächen im Laufe aufeinanderfolgender Vegetationsperioden (VP).	124
Tab. 4.2.6: Flächengrößen und Flusslängen der einzelnen Untersuchungsflächen, erfasste Artenzahlen und die berechneten Artenzahlen pro Einheitsfläche ha bzw. 100 m Flusslänge.	127
Tab. 4.2.7: Liste der 15 nichteinheimischen Pflanzenarten auf den 21 Dauerflächen.	132
Tab. 4.3.1: Ausgewählte funktionale Syndrome.	134
Tab. 4.3.2: Funktionales Syndrom der `Lebensformen`.	135
Tab. 4.3.3: Funktionales Syndrom der `Wuchsformen`.	139
Tab. 4.3.4: Funktionales Syndrom der `Ausbreitungsweise der Diasporen`.	143
Tab. 4.3.5: Funktionales Syndrom der `Vermehrungsart`.	147
Tab. 4.3.6: Funktionales Syndrom der `Speicherorgane`.	148
Tab. 4.3.7: Funktionales Syndrom der `Ausläuferbildung`.	149

# 11 Anhang

## Anhang I: Abflusszahlen der Pegelmessstellen

Abflussmengen [m³/s] an der Pegelmessstelle Unterlangenstadt / Rodach von September 1998 bis Juni 2002																								
Tag	Abflussjahr 1998 / 1999											Abflussjahr 1999 / 2000												
	IX 98	X 98	XI 98	XII 98	I 99	II 99	III 99	IV 99	V 99	VI 99	VII 99	VIII 99	IX 99	X 99	XI 99	XII 99	I 00	II 00	III 00	IV 00	V 00	VI 00	VII 00	VIII 00
1	4.7	10.0	143.0	7.5	14.6	13.1	22.5	10.1	5.6	2.7	2.2	1.8	1.7	4.7	2.5	6.3	14.3	95.1	35.4	11.2	4.1	1.9	1.4	3.6
2	4.3	18.6	144.0	6.9	13.4	12.5	132.0	9.3	6.6	3.2	2.1	1.7	1.7	4.5	2.8	9.9	13.0	73.2	38.6	10.7	3.4	1.8	1.5	3.6
3	4.8	14.5	84.5	6.9	13.1	12.0	222.0	8.8	5.1	3.5	1.9	1.6	1.6	3.6	6.3	9.9	11.7	54.8	38.2	10.3	3.2	1.5	2.2	3.6
4	7.1	14.8	55.2	6.8	18.6	12.6	135.0	10.4	4.6	2.9	1.9	1.6	1.6	3.4	4.0	11.0	11.3	41.7	44.6	10.0	3.0	1.6	2.7	3.5
5	10.8	15.7	41.1	6.8	17.4	22.6	78.0	11.3	4.4	2.7	1.7	2.0	1.6	3.1	3.5	10.6	22.9	33.5	39.6	9.5	3.0	1.5	3.1	3.2
6	25.7	14.5	32.2	6.7	17.3	28.6	50.6	9.2	4.3	2.6	3.6	2.9	1.6	2.8	3.5	9.7	26.7	28.6	33.3	8.7	2.8	1.9	2.2	2.8
7	22.2	14.9	27.0	6.3	18.5	25.2	35.6	9.6	4.2	2.5	3.7	2.0	1.8	2.7	3.5	11.0	25.4	26.5	27.6	7.9	2.5	2.0	2.1	2.8
8	17.0	21.8	23.1	5.7	21.6	24.5	29.0	9.2	4.1	3.0	2.9	1.8	1.9	2.7	3.5	18.6	22.9	30.4	29.0	7.5	3.1	1.7	3.7	3.0
9	13.5	17.7	28.5	5.6	20.3	21.4	26.5	8.4	4.7	3.3	2.7	1.8	1.7	3.2	4.0	19.8	21.4	40.2	62.7	7.2	2.8	1.6	3.5	3.0
10	13.0	18.2	28.0	5.6	20.7	17.3	29.0	7.7	4.1	2.6	2.4	2.1	1.6	4.0	8.5	22.6	20.9	38.1	73.9	6.8	2.9	1.5	3.8	2.7
11	20.1	20.9	28.9	5.6	20.3	15.1	28.7	7.4	3.8	3.9	2.3	2.2	1.5	4.3	18.2	19.6	19.2	35.0	60.4	6.3	2.4	1.6	5.3	2.7
12	21.6	26.5	27.8	5.6	19.2	12.9	27.1	7.7	4.0	3.2	2.4	2.2	1.5	4.2	14.6	45.3	17.7	28.0	48.1	6.7	2.3	2.5	4.2	2.5
13	22.7	32.9	26.0	13.1	18.5	12.2	24.8	8.4	5.5	2.7	2.7	1.8	1.5	3.8	12.0	58.3	15.6	25.0	39.3	6.3	2.2	1.9	3.7	2.3
14	24.7	33.2	25.2	17.0	17.2	11.4	22.0	9.6	4.7	2.4	6.9	1.8	1.5	3.5	9.8	46.9	13.7	23.0	38.7	6.2	2.0	1.7	3.6	2.1
15	131.0	34.4	26.5	23.3	17.6	10.1	20.3	10.0	4.4	2.3	7.1	1.9	1.3	3.3	8.6	35.2	11.9	23.2	43.5	5.8	2.0	1.7	4.9	2.1
16	167.0	29.6	22.3	30.4	19.7	10.1	18.2	10.3	3.9	2.2	4.7	2.2	1.5	3.3	7.2	25.7	10.4	31.4	38.9	5.2	2.0	1.7	5.0	2.0
17	98.6	27.0	20.6	31.2	20.6	9.9	16.3	10.5	3.6	2.1	3.8	2.3	1.3	3.0	6.6	19.4	9.9	32.5	39.6	4.9	1.9	1.6	4.3	2.0
18	66.4	24.7	18.5	28.1	17.7	9.4	14.7	10.3	3.4	2.2	3.3	2.2	1.4	2.8	6.3	17.3	11.9	30.4	40.7	4.5	2.0	1.6	3.6	1.9
19	46.7	20.5	17.4	30.7	16.2	10.2	13.6	9.6	3.3	2.5	2.9	2.3	1.5	2.7	5.7	14.2	12.1	30.3	38.1	5.2	2.0	1.5	3.3	1.9
20	35.9	17.8	15.6	30.1	14.8	19.0	12.3	9.3	3.2	2.7	2.6	2.1	1.5	2.6	5.3	12.0	11.4	27.5	33.1	4.9	2.3	1.5	3.2	1.8
21	27.3	16.0	13.9	28.1	13.4	19.0	11.6	8.8	5.3	2.8	2.5	1.9	1.6	2.5	4.8	10.2	12.0	22.8	27.6	4.3	2.2	1.3	2.9	2.6
22	21.2	14.4	12.7	24.5	12.6	29.2	12.2	8.6	5.3	2.5	2.5	1.8	1.7	2.5	4.6	9.2	11.0	19.4	23.0	4.0	2.4	1.4	2.9	3.9
23	18.6	13.1	11.7	21.0	12.2	25.8	12.1	7.8	4.6	2.3	2.5	1.7	1.8	2.4	4.5	7.9	10.1	17.5	19.4	3.8	2.3	1.4	2.9	3.2
24	16.5	15.3	10.9	18.3	12.3	22.7	12.1	8.0	3.8	2.0	2.6	1.7	1.8	2.4	4.5	8.0	8.0	17.0	17.0	3.8	2.0	1.4	2.7	2.6
25	14.5	34.1	10.5	16.0	11.7	19.9	11.3	8.0	3.6	2.0	2.3	1.7	1.7	2.5	4.7	13.6	6.7	35.5	15.4	3.8	1.9	1.9	3.2	2.3
26	12.6	35.9	9.8	15.7	14.8	18.4	11.0	6.8	3.4	2.0	2.2	1.7	2.4	2.5	5.5	30.4	6.4	48.2	12.5	3.7	2.0	2.0	2.9	2.2
27	11.6	42.7	9.4	17.9	18.6	17.2	13.0	6.1	3.2	2.1	2.4	1.8	2.7	2.3	6.0	42.5	7.8	40.4	11.2	3.5	1.8	1.7	3.4	2.2
28	10.5	68.4	9.1	17.2	17.9	18.3	13.0	5.8	3.0	2.0	2.2	2.1	2.1	2.3	5.6	35.1	7.3	31.9	10.6	3.4	1.8	1.5	3.5	2.1
29	10.8	113.0	8.8	17.7	14.6	12.2	5.5	2.9	1.9	2.0	2.2	2.2	2.0	2.2	5.8	26.1	11.4	28.7	10.3	3.3	1.8	1.5	3.3	1.9
30	10.5	101.0	8.2	17.4	13.3	11.5	5.3	2.8	1.9	1.9	1.9	1.9	4.5	2.1	5.8	20.5	58.1	11.8	3.2	1.8	1.4	3.0	2.0	
31	81.4		16.2	13.3		10.9		2.7		1.8	1.8			2.3		16.8	78.6	12.7		2.0		3.6	2.0	

Tag	Abflussjahr 2000 / 2001											Abflussjahr 2001 / 2002												
	IX 00	X 00	XI 00	XII 00	I 01	II 01	III 01	IV 01	V 01	VI 01	VII 01	VIII 01	IX 01	X 01	XI 01	XII 01	I 02	II 02	III 02	IV 02	V 02	VI 02	VII 02	VIII 02
1	1.9	2.5	4.0	5.1	4.4	10.0	5.8	18.9	9.0	3.7	4.1	4.1	3.3	6.6	5.3	33.0	8.2	41.7	62.0	10.0	5.0	4.0		
2	3.6	2.6	3.8	4.9		9.3	5.7	17.0	8.4	4.3	3.8	3.9	3.9	7.7	5.0	30.6	8.3	32.7	42.0	9.0	4.0	4.0		
3	3.6	2.6	3.8	4.8	4.7	8.8	5.5	15.6	8.1	5.6	3.6	3.7	3.2	7.0	5.0	25.1	7.2	27.1	32.0	8.0	4.0	4.0		
4	3.0	2.4	4.5	4.7	5.3	11.2	6.1	14.7	7.7	5.5	3.4	4.6	3.2	8.6	4.8	22.4	7.0	22.3	25.0	8.0	5.0	3.0		
5	2.7	2.4	4.1	4.7	8.1	29.4	7.5	14.4	7.5	4.9	3.4	5.5	3.9	8.1	4.7	23.8	9.4	19.6	21.0	7.0	6.0	3.0		
6	2.5	2.5	4.0	4.5	29.6	51.8	6.6	13.4	7.8	4.3	3.3	4.4	4.0	7.6	4.9	33.3	10.3	20.0	18.0	7.0	5.0	13.0		
7	4.3	3.2	4.1	4.3	37.0	52.7	6.2	13.9	7.2	4.1	4.0	4.2	3.8	7.7	6.8	38.5	10.6	17.0	19.0	6.0	5.0	19.0		
8	4.7	4.4	3.9	4.2	31.4	41.4	6.8	12.4	6.8	4.0	17.4	5.2	6.4	7.6	26.3	36.6	8.3	15.0	18.0	6.0	5.0	18.0		
9	3.6	3.5	4.0	4.1	25.1	31.7	10.6	11.1	6.5	4.7	11.4	4.7	6.3	7.4	42.9	29.7	7.0	16.0	16.0	6.0	5.0	10.0		
10	3.3	3.4	3.9	4.0	19.9	24.7	13.0	11.7	6.1	5.3	8.5	4.1	7.4	6.8	32.4	23.9	6.6	29.0	15.0	6.0	4.0	9.0		
11	3.0	3.7	3.7	6.4	17.2	19.9	16.1	12.2	5.7	7.8	7.9	3.8	8.4	6.3	24.4	20.2	6.4	36.0	14.0	6.0	5.0	7.0		
12	2.8	5.2	3.5	7.7	13.8	16.7	26.9	10.6	5.4	6.1	7.0	3.6	7.5	6.0	20.0	17.4	6.1	56.0	13.0	5.0	5.0	7.0		
13	2.9	4.6	3.5	8.5	11.4	15.6	39.6	9.8	5.2	5.2	6.8	3.5	8.0	5.8	18.5	15.5	6.1	132.0	12.0	5.0	5.0	6.0		
14	2.9	4.5	3.6	12.4	9.6	13.5	39.8	9.5	5.1	4.7	6.3	3.4	19.3	5.5	15.3	12.4	6.0	105.0	11.0	6.0	4.0	6.0		
15	2.7	4.2	6.6	27.2	8.5	11.7	35.2	9.9	5.0	4.8	6.8	3.3	15.6	5.3	13.2	11.7	5.9	60.0	10.0	6.0	4.0	7.0		
16	3.0	4.0		30.4	7.4	10.6	29.3	13.6	5.0	4.4	27.8	3.2	14.2	5.1	11.9	11.0	5.5	39.0	10.0	5.0	4.0	7.0		
17	4.7	3.7	5.4	25.4	6.7	9.8	27.9	13.4	7.4	4.7	24.2	3.0	12.7	4.9	11.1	10.0	5.7	30.0	9.0	5.0	4.0	6.0		
18	3.9	3.6	6.4	19.9	6.3	8.8	30.1	12.6	6.7	5.4	19.4	3.1	10.6	4.9	10.4	9.1	5.6	24.0	8.0	5.0	4.0	5.0		
19	3.3	3.4	5.7	15.6	6.3	8.3	35.8	14.2	5.6	6.1	15.4	3.1	9.6	4.8	9.6	8.6	5.7	20.0	12.0	5.0	8.0	5.0		
20	3.0	3.3	5.9	12.7	6.1	8.0	34.7	13.2	5.1	5.0	13.3	3.1	11.8	4.7	8.8	8.5	8.5	35.0	12.0	5.0	7.0	4.0		
21	3.5	3.2	5.6	10.5	5.7	7.7	32.0	13.1	4.9	4.6	11.2	3.5	13.0	4.7	7.9	7.1	52.7	58.0	25.0	5.0	6.0	4.0		
22	4.3	3.0	5.6	8.7	5.4	7.6	36.9	12.8	4.6	4.3	9.3	3.3	12.5	4.7	11.6	7.9	71.9	45.0	28.0	4.0	5.0	4.0		
23	3.5	2.8	5.4	7.2	5.6	7.8	40.6	12.1	4.5	4.3	8.4	3.2	11.5	4.5	16.3	8.2	69.3	44.0	25.0	4.0	5.0	4.0		
24	3.2	2.9	5.1	7.1	11.1	7.0	45.6	11.2	4.3	4.1	7.4	3.0	10.5	4.9	13.2	6.9	74.1	36.0	22.0	4.0	7.0	4.0		
25	3.0	3.0	5.0	7.0	17.3	6.1	50.0																	

Abflussmengen [m³/s] an der Pegelmessstelle Mainleus / Main von September 1998 bis Mai 2002																								
Tag	Abflussjahr 1998 / 1999												Abflussjahr 1999 / 2000											
	IX 98	X 98	XI 98	XII 98	I 99	II 99	III 99	IV 99	V 99	VI 99	VII 99	VIII 99	IX 99	X 99	XI 99	XII 99	I 00	II 00	III 00	IV 00	V 00	VI 00	VII 00	VIII 00
1	5.5	13.7	132.0	15.1	17.2	20.1	28.2	16.0	10.6	7.5	6.6	5.2	5.2	10.1	6.0	7.5	19.4	54.7	36.8	27.4	11.4	6.0	3.8	5.6
2	5.2	32.6	146.0	13.9	16.5	20.1	58.0	15.2	11.3	8.6	5.9	5.2	5.2	8.8	6.0	9.9	18.6	42.6	39.6	23.1	9.1	5.8	3.8	5.4
3	5.3	24.1	90.4	13.7	16.1	20.1	102.0	14.1	10.0	13.0	5.5	4.9	5.2	7.4	9.1	10.8	17.9	36.2	32.8	19.9	8.6	5.4	7.1	5.7
4	6.9	17.0	75.7	13.5	24.1	24.9	77.4	17.4	9.9	9.5	5.5	4.8	5.2	9.6	7.0	11.0	17.1	31.7	44.1	19.7	8.5	5.3	5.7	6.3
5	8.9	15.0	59.8	13.4	24.2	54.6	57.3	26.2	9.8	7.8	5.9	5.4	5.0	8.0	6.4	10.6	26.0	29.9	38.4	18.8	8.5	5.2	6.9	5.3
6	19.1	13.4	46.7	13.2	20.7	48.4	51.9	17.9	9.0	7.2	15.9	7.8	4.9	7.3	6.4	10.0	27.6	28.0	31.1	16.8	8.3	10.0	5.1	4.8
7	16.0	13.0	40.5	13.1	19.4	35.8	42.7	18.0	8.8	7.3	13.9	6.0	5.3	6.9	6.4	10.5	22.7	26.5	28.7	15.5	7.7	7.0	4.9	4.8
8	10.6	34.2	34.3	12.2	34.1	33.0	36.2	18.2	8.9	8.9	9.7	5.7	6.2	6.5	6.8	17.1	22.6	26.7	30.4	14.7	7.2	5.9	8.7	5.7
9	8.7	23.0	43.2	11.7	43.0	29.8	34.6	17.0	12.0	11.7	9.6	5.4	5.2	8.4	7.8	15.2	22.4	37.5	57.1	14.1	7.8	5.5	8.5	6.2
10	8.0	18.5	67.0	12.1	39.0	26.0	41.1	16.0	10.0	8.6	8.0	7.1	5.0	12.1	11.6	16.0	22.9	30.7	67.7	13.6	7.2	5.5	8.1	5.1
11	11.6	19.5	74.1	14.5	30.2	23.3	49.6	16.0	9.7	22.9	7.3	9.8	4.9	10.7	22.6	14.1	21.8	29.5	57.0	13.2	7.2	5.5	8.4	5.1
12	14.4	34.1	58.0	16.5	26.5	20.7	36.9	16.0	9.9	14.5	7.3	7.4	4.7	9.0	13.3	24.0	19.8	27.2	54.5	13.3	7.1	5.4	6.5	4.7
13	20.3	58.5	42.1	26.5	23.9	19.6	33.6	15.8	16.7	10.3	7.2	5.9	4.7	8.0	10.4	30.1	18.5	25.4	42.9	13.3	6.9	5.2	6.2	4.4
14	14.8	48.1	36.3	37.8	24.2	19.2	30.9	17.0	12.1	8.7	15.5	5.4	4.7	7.1	9.1	28.1	17.0	24.9	40.1	14.2	6.7	4.9	6.3	4.3
15	48.4	40.7	44.5	40.6	35.2	18.3	29.1	16.6	10.5	7.9	26.1	5.2	4.6	6.8	9.2	27.0	15.3	25.1	64.0	14.5	6.5	4.7	9.8	4.3
16	109.0	40.0	38.4	35.6	39.9	17.9	27.3	15.9	9.7	7.5	12.9	5.4	4.3	6.6	8.2	19.4	14.4	35.4	49.3	13.5	6.6	4.7	8.5	5.5
17	85.3	32.3	38.1	31.0	30.8	17.0	25.1	16.0	9.1	7.2	8.8	8.4	4.3	6.3	7.6	15.8	14.1	35.1	48.7	12.5	6.4	4.5	6.7	4.9
18	68.5	29.2	31.5	26.2	27.0	15.3	23.7	15.7	8.7	9.1	7.7	7.0	4.3	6.3	7.7	16.3	18.5	27.6	53.9	12.0	6.4	4.2	5.5	4.3
19	54.0	26.0	28.5	26.5	24.5	15.1	22.4	15.6	8.4	9.1	6.7	12.4	4.4	6.1	7.7	17.0	24.3	32.4	41.6	12.2	6.4	4.1	5.3	4.2
20	35.7	23.2	26.5	29.3	23.1	43.9	21.2	16.5	8.8	7.7	6.6	7.5	4.4	6.0	7.5	14.7	17.8	43.1	37.6	12.1	6.4	4.2	5.3	4.3
21	28.8	21.6	24.3	24.9	21.6	66.2	20.7	14.5	15.6	9.6	6.7	5.9	5.6	5.9	7.2	12.8	17.9	30.0	33.8	11.4	6.5	4.0	5.1	4.3
22	24.4	20.1	22.5	22.4	21.0	61.3	20.8	13.9	15.6	8.9	6.6	5.5	5.1	6.0	7.1	11.4	17.4	25.5	30.3	10.8	7.0	3.9	4.8	6.9
23	20.8	18.5	22.1	21.0	21.0	49.4	20.5	13.4	11.8	7.4	6.5	5.5	5.1	6.0	7.2	10.3	16.0	24.6	27.7	10.2	6.5	3.7	5.3	5.0
24	18.3	23.3	21.8	20.0	20.3	35.4	22.0	12.8	10.2	7.1	6.7	5.4	6.2	6.1	7.3	10.3	13.8	24.8	26.4	10.0	6.4	3.8	5.2	4.4
25	16.4	47.9	20.5	20.1	19.7	29.0	20.9	17.0	9.4	6.8	6.5	5.3	5.3	6.2	8.3	16.5	11.4	41.1	26.0	10.0	6.4	4.2	10.0	4.4
26	15.0	59.1	19.1	20.7	29.6	25.6	20.1	12.6	9.3	6.4	6.5	5.2	9.4	8.9	9.8	41.2	11.1	52.8	24.1	9.8	6.0	4.8	6.5	4.4
27	13.8	52.8	18.0	24.9	36.1	25.2	20.9	12.2	9.0	6.4	6.3	5.6	8.2	6.7	9.9	65.4	11.5	36.7	22.6	9.5	6.0	4.1	6.1	4.4
28	13.3	55.5	17.7	23.7	31.7	27.7	19.9	11.6	8.9	6.5	6.5	6.0	5.8	6.2	8.4	51.6	11.4	31.6	21.5	9.0	6.0	3.7	9.7	4.4
29	12.4	136.0	18.1	20.2	28.8	18.4	11.1	8.8	6.4	6.0	6.8	6.8	7.1	6.0	8.0	28.2	13.0	29.4	19.8	8.6	6.0	3.7	11.3	4.3
30	11.5	133.0	16.4	18.8	22.6	17.3	10.9	8.7	6.4	5.5	5.8	5.8	10.0	5.7	7.7	22.4	45.5	23.8	8.8	6.0	3.7	8.4	4.2	
31		105.0		18.2	20.6		16.5		8.5		5.3	5.4		6.0		20.2	57.6		38.7		6.0		6.5	4.2
Tag	Abflussjahr 2000 / 2001												Abflussjahr 2001 / 2002											
	IX 00	X 00	XI 00	XII 00	I 01	II 01	III 01	IV 01	V 01	VI 01	VII 01	VIII 01	IX 01	X 01	XI 01	XII 01	I 02	II 02	III 02	IV 02	V 02	VI 02	VII 02	VIII 02
1	4.2	4.6	7.2	7.1	7.1	13.0	9.6	31.1	19.6	7.4	7.5	4.4	3.9	7.0	8.0	35.2	12.0	52.6	68.1	20.4	9.6			
2	8.0	5.4	6.1	6.9	7.1	12.6	9.5	27.4	17.6	7.4	7.4	4.4	4.4	7.2	7.5	34.1	11.9	44.9	49.5	19.5	9.3			
3	7.1	5.1	5.9	6.7	8.5	12.3	9.4	25.1	15.5	8.9	7.1	4.4	3.4	6.4	6.9	29.3	9.5	38.5	39.7	18.2	9.3			
4	6.5	4.7	6.8	6.6	8.7	15.8	10.8	23.9	14.0	9.2	7.0	4.4	3.7	9.5	6.8	23.7	10.2	34.1	34.3	17.4	9.3			
5	5.2	4.6	6.2	7.1	10.2	51.2	20.4	23.9	13.3	7.9	7.0	4.5	4.8	9.4	6.3	27.2	14.3	30.9	31.8	16.6	9.5			
6	4.7	5.4	5.9	7.7	35.3	73.0	17.5	22.6	13.0	7.4	6.5	4.3	5.1	7.4	6.3	35.8	21.0	29.9	28.7	15.8	9.0			
7	8.7	6.5	6.0	7.0	36.8	50.9	13.1	22.6	12.5	7.4	6.9	4.3	4.3	7.2	10.4	40.9	23.2	28.4	27.9	15.3	8.7			
8	11.1	11.3	5.7	6.8	24.0	36.2	13.7	22.5	11.9	7.4	21.0	4.7	6.1	7.4	25.7	29.5	15.5	24.1	30.3	14.5	8.7			
9	6.8	7.1	5.8	6.7	18.4	29.1	22.2	22.0	11.5	7.4	9.7	5.2	6.3	7.3	43.1	24.2	10.1	22.0	25.9	14.1	8.7			
10	5.6	5.9	5.9	6.6	17.1	24.2	25.2	20.8	11.0	7.5	7.5	5.1	5.8	6.6	25.4	21.1	9.3	37.6	24.0	13.7	8.7			
11	5.2	5.7	6.2	8.5	22.2	20.8	25.5	23.9	10.5	12.5	7.5	4.9	8.8	6.0	19.8	19.4	8.6	40.7	22.1	13.3	8.7			
12	5.0	8.0	6.0	10.8	20.2	18.2	36.6	20.8	10.1	10.8	7.0	4.9	7.0	5.7	16.9	18.0	8.6	38.0	20.3	13.0	8.7			
13	4.8	7.2	5.8	10.1	16.4	17.3	57.3	19.3	9.9	8.7	6.4	4.3	8.1	5.7	16.3	17.4	8.5	75.7	19.9	12.6	8.7			
14	4.8	6.1	6.1	11.1	13.3	16.5	50.3	18.2	9.9	8.7	6.3	3.9		5.5	15.9	15.8	8.4	100.0	19.5	12.6	8.7			
15	4.7	5.7	10.2	22.2	11.6	14.7	43.3	18.3	9.9	8.7	7.0	3.8		5.3	12.9	14.8	8.2	60.6	17.8	12.6	8.3			
16	4.8	5.4	8.3	23.3	10.6	14.2	43.3	30.2	10.3	8.7	31.3	3.7		5.4	10.5	15.1	7.4	42.4	17.4	11.8	8.0			
17	7.2	5.1	9.1	16.6	8.8	13.5	39.5	29.1	11.6	8.7	22.4	3.7		5.2	10.0	13.1	8.1	34.5	16.6	11.8	8.0			
18	6.1	5.1	11.6	13.0	8.4	12.4	43.2	25.4	10.5	10.0	14.0	3.6		5.2	9.6	12.2	7.8	30.0	16.2	10.7	7.5			
19	5.2	6.9	9.2	11.5	8.2	11.8	44.2	26.1	9.9	14.9	5.3	3.3	7.8	5.0	9.4	11.3	7.7	27.2	22.1	10.0	20.8			
20	5.0	6.2	8.3	10.5	8.2	11.6	41.0	23.4	9.8	9.1	1.6	3.5		5.0	9.4	11.6	10.2	40.0	35.4	10.0	13.7			
21	5.3	5.6	7.8	9.5	8.5	11.4	37.0	22.2	9.4	8.3	1.7	4.2	17.2	5.3	9.2	10.5	47.2	79.0	128.7	10.0	10.1			
22	5.9	5.3	7.7	8.3	8.5	11.4	49.7	23.4	9.2	8.3	1.8	3.6	15.6	6.1	11.9	11.6	106.8	49.5	102.9	10.0	9.7			
23	5.2	5.0	7.3	7.6	8.5	11.8	94.4	21.7	9.2	8.1	1.6	3.7	10.5	5.7	27.0	11.4	77.4	45.9	74.2	9.7	9.9			
24	4.9	5.4	6.9	7.6	13.3	11.9	85.1	20.2	9.0	8.0	5.86	4.3	9.5	6.0	16.8	9.0	71.1	55.6	48.9	9.7	17.0			
25	4.8	5.7	6.6	8.2	32.6	10.4	70.1	20.0	8.8	7.1	5.5	4.0	8.9	5.9	16									



Abflussmengen [m³/s] an der Pegelmessstelle Schwüritz / Main von September 1998 bis Juni 2002																								
Tag	Abflussjahr 1998 / 1999											Abflussjahr 1999 / 2000												
	IX 98	X 98	XI 98	XII 98	I 99	II 99	III 99	IV 99	V 99	VI 99	VII 99	VIII 99	IX 99	X 99	XI 99	XII 99	I 00	II 00	III 00	IV 00	V 00	VI 00	VII 00	VIII 00
1	12.1	30.1	283.0	29.3	44.2	43.2	62.5	36.6	22.0	12.9	12.1	8.9	9.8	22.5	10.7	17.5	48.1	185.0	83.6	57.7	23.0	10.8	6.7	11.7
2	11.4	61.0	430.0	27.6	40.8	41.5	151.0	34.4	28.2	16.2	11.1	8.8	9.3	23.1	10.6	25.1	45.9	164.0	107.0	48.4	20.6	10.0	7.0	11.2
3	11.7	56.3	240.0	26.5	39.4	40.2	390.0	32.4	23.0	21.8	10.4	8.8	8.9	16.4	21.6	28.5	43.3	128.0	95.0	43.9	21.7	9.2	11.0	12.9
4	18.4	44.9	173.0	25.9	54.4	47.0	290.0	35.0	20.8	19.3	9.5	8.5	8.8	18.6	16.6	30.2	40.7	101.0	108.0	41.6	16.7	9.0	11.6	13.0
5	20.9	48.1	134.0	25.4	56.1	98.4	182.0	55.0	19.6	15.4	9.5	9.5	8.6	15.9	13.8	30.0	58.2	82.4	104.0	39.2	15.7	8.4	13.8	11.8
6	54.0	41.9	101.0	24.9	52.3	107.0	141.0	41.8	19.0	13.6	18.4	14.9	8.6	13.6	13.5	27.9	70.8	73.6	86.1	37.2	14.9	13.0	10.0	10.0
7	48.9	38.7	82.7	23.8	51.0	79.1	105.0	39.5	20.0	13.4	26.7	11.4	9.1	12.6	13.9	28.4	64.4	66.7	75.2	33.3	13.9	12.8	9.1	9.8
8	38.1	69.8	69.8	22.0	67.1	69.5	84.6	39.2	18.9	14.6	17.3	10.1	11.8	12.5	14.0	45.5	60.6	69.1	72.3	31.2	14.5	11.2	13.6	11.0
9	30.5	59.4	81.4	20.1	82.3	61.7	74.9	36.1	23.4	22.3	16.1	9.8	9.8	14.6	15.3	50.2	58.9	92.3	128.0	30.7	16.1	9.3	18.8	11.7
10	27.2	50.5	116.0	19.5	80.3	54.5	84.7	33.1	19.3	15.9	14.1	11.3	8.7	20.2	23.2	56.5	58.4	94.3	191.0	29.1	14.7	8.8	18.5	10.8
11	43.0	53.8	123.0	20.6	66.9	48.0	95.3	31.6	17.8	25.4	12.1	15.2	8.4	21.1	51.1	54.4	55.8	83.4	168.0	27.7	13.7	9.0	21.0	9.3
12	44.0	68.9	114.0	19.8	58.4	42.0	85.1	32.7	18.3	29.5	12.3	13.1	7.7	19.6	41.6	85.6	52.1	74.0	145.0	28.6	12.9	12.8	14.1	9.1
13	58.0	107.0	89.7	36.3	52.6	40.2	74.9	32.5	26.5	18.1	12.3	11.0	7.6	16.9	34.5	131.0	48.0	63.8	117.0	29.4	12.1	10.4	13.0	8.2
14	51.6	111.0	77.2	69.6	51.2	38.6	67.3	35.3	24.5	15.1	23.5	9.3	7.9	15.3	29.6	114.0	43.5	61.0	98.3	28.7	11.5	9.3	12.5	7.8
15	182.0	94.7	89.7	78.2	64.3	35.7	62.3	36.8	20.8	13.6	46.8	9.3	7.9	14.7	27.1	95.1	39.2	59.6	137.0	28.3	10.7	8.5	18.7	7.3
16	364.0	91.7	79.9	81.5	76.2	35.1	58.1	36.4	18.7	12.8	28.2	9.8	7.6	14.3	23.8	68.2	35.9	78.8	126.0	25.8	10.4	8.1	19.9	7.2
17	268.0	77.7	76.4	79.6	63.8	35.2	53.8	35.7	16.7	13.1	19.2	12.5	7.9	13.2	21.4	54.7	34.2	86.9	111.0	23.9	10.4	8.3	15.2	5.9
18	193.0	69.9	66.4	71.0	57.1	33.4	50.4	36.3	15.9	13.9	15.6	12.9	7.6	12.4	20.5	49.8	37.3	74.8	121.0	22.2	10.7	8.0	12.3	5.3
19	145.0	60.1	60.1	71.7	54.1	34.3	48.1	34.4	15.0	17.6	13.9	16.9	7.7	11.9	19.6	48.1	50.5	74.8	109.0	23.4	11.8	7.9	11.4	5.0
20	101.0	52.6	55.4	80.9	51.5	77.0	45.5	35.4	15.3	16.0	13.4	13.7	7.5	11.6	17.7	40.6	41.3	88.9	91.9	25.1	12.6	7.9	11.1	4.7
21	75.6	47.8	49.6	70.4	48.6	100.0	43.3	33.0	25.0	15.7	12.9	10.6	8.5	11.0	16.1	35.1	40.6	71.3	81.3	22.5	13.4	6.9	10.5	3.6
22	62.2	44.4	45.7	62.4	45.6	126.0	43.5	32.7	30.8	16.0	12.7	9.3	9.3	10.9	14.8	31.2	41.2	59.8	71.7	21.1	12.9	6.4	9.5	5.1
23	52.2	40.3	42.6	56.7	43.4	105.0	43.2	30.5	24.5	13.2	12.4	9.0	8.8	11.0	14.5	27.2	38.1	54.5	64.2	19.8	13.3	6.4	10.9	4.5
24	44.6	44.0	41.0	50.8	41.1	76.7	47.8	28.9	20.8	12.3	13.4	8.9	10.2	11.1	14.1	26.7	32.1	51.7	58.2	18.0	12.0	6.8	10.1	2.5
25	40.0	90.9	39.1	46.9	39.8	64.8	45.5	35.3	17.1	11.8	12.4	8.6	8.9	10.9	15.5	36.0	25.6	80.3	56.8	19.5	11.2	8.8	16.3	2.2
26	36.2	118.0	36.7	46.0	55.7	57.7	41.9	30.1	16.5	11.1	11.3	8.6	14.2	13.6	19.0	86.0	25.7	124.0	52.3	18.8	11.1	9.8	12.9	2.2
27	33.0	120.0	34.9	54.0	71.4	56.2	45.8	27.3	15.3	11.3	11.4	9.4	16.1	11.6	21.3	136.0	26.0	100.0	47.9	18.1	10.9	8.4	13.0	2.2
28	30.2	135.0	34.4	55.3	69.3	59.2	44.1	24.8	14.7	10.8	12.4	9.8	11.0	10.8	19.0	130.0	27.1	81.4	45.6	16.7	10.3	7.7	16.1	5.3
29	28.3	261.0	34.7	52.4	63.6		42.2	23.9	14.0	10.5	10.8	11.7	11.3	10.3	18.2	80.8	28.9	74.9	42.5	15.6	10.3	7.2	20.1	9.5
30	26.5	320.0	32.2	50.5	51.9		40.1	23.1	13.6	10.7	10.0	11.0	17.9	10.0	17.8	62.6	105.0		43.6	15.5	9.9	6.8	16.2	9.2
31		245.0		47.6	47.3		38.3		14.0		9.4	9.9		10.4		53.9	157.0		63.4		10.7		13.6	8.8
Tag	Abflussjahr 2000 / 2001											Abflussjahr 2001 / 2002												
	IX 00	X 00	XI 00	XII 00	I 01	II 01	III 01	IV 01	V 01	VI 01	VII 01	VIII 01	IX 01	X 01	XI 01	XII 01	I 02	II 02	III 02	IV 02	V 02	VI 02	VII 02	VIII 02
1	9.3	9.5	15.4	16.2	14.3	31.9	21.3	71.8	35.9	12.5	13.2	12.4	12.4	21.3	18.2	93.3	29.6	130.0	185.0				17.0	13.0
2	3.9	10.6	13.4	16.1	14.7	29.5	21.2	64.4	32.7	14.2	12.5	12.3	15.4	24.0	17.0	83.3	29.4	106.0	133.0	41.0	17.0	12.0		
3	3.9	10.5	12.8	15.2	17.6	28.8	20.9	60.2	31.1	20.7	11.8	11.7	12.2	21.8	16.1	76.8	26.1	92.1	107.0	39.0	16.0	11.0		
4	7.9	9.3	15.4	14.8	19.2	36.6	22.6	56.9	29.1	20.0	11.6	12.7	12.7	25.7	15.8	65.3	25.3	80.8	90.0	36.0	18.0	11.0		
5	12.1	9.0	14.0	15.2	24.7	101.0	38.7	56.9	29.2	19.0	11.6	17.0	14.7	28.8	15.2	69.5	28.7	71.9	80.0	34.0	23.0	11.0		
6	11.0	10.4	13.0	15.9	83.4	164.0	33.4	53.3	28.9	15.0	11.1	13.7	14.3	24.3	15.2	85.9	32.8	72.2	73.0	32.0	18.0	24.0		
7	16.0	13.3	13.2	14.6	110.0	156.0	27.3	55.0	27.9	14.3	11.9	12.5	13.2	23.6	21.5	74.8	38.3	67.5	70.0	30.0	18.0	72.0		
8	24.0	21.3	12.3	14.3	87.4	114.0	27.6	53.8	26.3	13.8	44.2	15.2	18.3	24.3	48.1	94.1	36.6	60.8		29.0	17.0	97.0		
9	15.5	15.6	12.5	14.0	67.3	86.1	39.2	48.1	25.1	15.3	32.1	14.0	21.0	23.7	108.0	77.2	28.8	60.9		28.0	16.0	74.0		
10	12.7	13.5	12.3	13.3	54.0	69.8	49.9	44.8	22.9	15.8	22.4	13.1	19.4	21.6	81.6	64.9	24.5	89.5	62.0	27.0	15.0	38.0		
11	11.3	13.7	12.3	19.5	55.5	58.0	50.2	54.4	22.1	27.8	20.0	11.7	28.1	19.6	59.9	57.8	23.2	116.0	58.0	26.0	16.0	33.0		
12	10.4	18.5	11.6	24.5	50.8	52.8	69.7	48.5	20.9	24.8	18.6	11.4	22.2	18.2	50.5	53.0	21.9	127.0	54.0	25.0	15.0	27.0		
13	10.3	17.2	11.4	27.0	38.7	49.6	117.0	41.8	20.0	17.2	17.7	11.2	24.8	17.7	47.9	49.2	21.8	258.0	51.0	24.0	16.0	23.0		
14	10.5	14.8	11.7	33.3	31.5	47.5	119.0	39.1	19.4	15.2	17.2	11.0	44.3	16.9	44.2	41.8	21.7	303.0	49.0	25.0	15.0	21.0		
15	10.6	14.0	21.3	64.5	27.6	40.9	99.9	39.6	19.1	15.4	19.0	10.7	41.4	15.9	36.9	37.0	21.2		46.0	27.0	14.0	22.0		
16	11.7	12.7	17.5	76.6	24.5	36.7	94.5	56.9	19.3	15.1	65.5	10.7	36.1	15.6	33.5	36.5	19.5		43.0	23.0	13.0	29.0		
17	17.7	12.3	18.5	64.7	21.7	34.1	82.6	61.9	26.5	14.9	64.7	10.6	41.9	15.2	30.9	33.7	19.4		41.0	23.0	13.0	21.0		
18	15.4	11.6	25.9	50.4	20.8	31.3	90.7	53.4	24.9	18.3	44.6	11.4	33.5	14.9	29.5	31.7	20.0		39.0	23.0	13.0	17.0		
19	12.7	12.8	20.9	41.8	20.2		101.0	54.9	20.9	27.8	36.5	10.7	28.1	14.4	27.8	29.9	19.4	74.9	48.0	22.0	26.0	15.0		
20	11.7	13.3	19.3	35.5	19.3		96.7	51.1	19.4	20.0	30.7	10.8	31.3	14.1	26.6	29.7	26.5	92.3	65.0	21.0	33.0	15.0		
21	12.4	11.6	18.2	30.2	18.5	28.1	84.3	48.1	17.4	16.5	27.1	12.4	42.6	14.3	24.7	26.8	109.0	157.0	111.0	19.0	20.0	14.0		
22	15.9	11.0	18.0	25.3	17.8	27.7	105.0	48.8	16.7	15.1	24.0	11.8	42.7	15.3	28.8									

Abflussmengen [m³/s] an der Pegelmeßstelle Kemmern / Main von September 1998 bis Juni 2002																								
Tag	Abflussjahr 1998 / 1999											Abflussjahr 1999 / 2000												
	IX 98	X 98	XI 98	XII 98	I 99	II 99	III 99	IV 99	V 99	VI 99	VII 99	VIII 99	IX 99	X 99	XI 99	XII 99	I 00	II 00	III 00	IV 00	V 00	VI 00	VII 00	VIII 00
1	18.0	50.5	420.0	53.1	66.3	64.5	90.8	57.0	33.3	20.7	24.7	12.8	14.1	29.5	16.3	26.9	77.0	176.0	108.0	87.6	32.4	19.5	9.4	17.7
2	17.8	71.9	536.0	48.9	62.8	61.7	104.0	54.7	37.7	24.1	20.5	12.0	13.8	32.6	15.6	30.0	69.8	199.0	133.0	76.5	35.6			15.5
3	17.2	95.5	525.0	47.0	60.1	60.4	213.0	52.6	38.1	30.2	18.0	11.5	12.7	29.4	23.8	36.7	66.3	179.0	142.0	68.7	37.5			19.1
4	24.3	78.3	361.0	45.5	69.1	64.2	423.0	52.3	32.6	32.9	16.8	11.1	12.1	25.0	28.0	39.1		149.0	138.0	65.2	33.0	16.9	16.4	19.7
5	27.8	74.1	268.0	44.7	80.5	92.4	357.0	67.6	30.0	29.3	16.4	13.2	12.0	25.4	22.2	40.8		122.0	151.0		29.7	15.9	16.7	18.5
6	45.7	71.6	201.0	43.9	76.6	137.0	252.0	65.7	29.2	25.9	17.1	22.7	11.6	22.6	20.4		85.2	104.0	135.0	59.1	28.4	17.2	16.3	15.2
7	57.9	65.4	157.0	42.7	73.2	132.0	194.0	58.9	29.7	24.3	38.3	22.5	14.7	20.1	20.0	39.8	88.0	92.3	115.0	56.0	26.8	21.5	12.2	13.8
8	52.0	87.1	130.0	41.0	82.1	111.0	152.0	59.1	29.6	23.9	32.7	17.6	15.5	18.9	19.7	48.6	82.5	86.9	102.0	51.8	28.4	19.6	14.9	14.7
9	42.8	110.0	123.0	38.4	105.0	95.2	127.0	56.1	31.1	30.2	26.5	15.9	16.7	19.5	21.7	61.5	78.0	97.0	116.0	51.0	32.1	16.9	22.5	15.6
10	36.7	85.8	167.0	36.8	125.0	82.7	122.0	52.3	31.1	29.5	23.8	16.1	14.2	23.2	24.6	68.3	78.3	114.0	168.0	49.7	29.7	15.5	22.6	14.7
11	45.2	78.1	203.0	37.3	113.0	72.7	133.0	49.5	28.1	26.6	21.0	19.3	12.8	26.8	44.2	71.9	77.4	111.0	219.0	48.1	27.9	14.2	27.4	14.4
12	52.0	83.3	191.0	37.5	94.8	66.0	132.0	48.9	27.9	41.3	19.4	23.0	12.2	27.6	56.1	78.7	72.5	104.0	203.0	48.6	25.4	15.3	21.6	12.5
13	67.9	118.0	157.0	52.8	83.2	60.9	115.0	49.0	34.3	32.5	20.9	18.8	11.5	25.7	47.8	123.0	67.9	91.6	180.0	50.4	23.5	18.2	17.9	11.3
14	68.1	141.0	129.0	106.0	78.6	58.1	103.0	51.2	37.8	25.5	44.8	15.9	11.5	23.0	42.0	151.0	62.1	83.4	153.0	49.0	21.9	15.3	16.8	10.1
15	91.0	134.0	129.0	114.0	90.2	55.2	92.2	53.9	32.6	23.9	58.2	14.4	11.6	21.5	37.3	144.0	57.6	80.0	149.0	48.2	21.3	14.0	19.9	9.5
16	185.0	124.0	142.0	115.0	108.0	52.8	85.7	55.2	28.9	20.8	49.8	15.1	11.3	20.4	34.1	116.0	53.0	93.3	184.0	45.8	20.2	12.5	26.0	9.9
17	361.0	116.0	129.0	112.0	104.0	54.0	79.9	53.6	27.0	19.6	34.7	16.0	11.2	19.8	30.5	89.3	50.0	120.0	167.0	41.9	19.8	12.2	21.9	10.7
18	368.0	102.0	115.0	104.0	87.9	52.7	74.5	54.9	25.0	21.4	27.4	19.4	11.2	18.2	29.0	75.9	49.5	112.0	152.0	39.6	20.4	12.2	18.3	9.8
19	275.0	91.1	98.1	96.5	78.5	52.0	70.9	51.5	23.5	25.3	23.2	19.4	12.1	17.4	28.5	73.3	59.3	102.0	158.0	42.8	20.0	11.6	15.3	9.4
20	201.0	78.0	88.4	115.0	74.2	85.5	68.2	48.9	24.3	27.4	20.6	22.4	11.1	17.0	27.1	66.9	59.6	120.0	141.0	50.3	21.7	11.4	13.9	8.9
21	145.0	71.3	79.7	110.0	70.8	143.0	64.9	48.9	30.9	24.2	20.0	18.5	11.3	16.9	25.2	59.5	54.4	119.0	122.0	43.5	22.9	10.8	13.1	10.1
22	108.0	66.2	70.9	93.4	67.0	173.0	64.4	48.2	50.3	25.1	19.4	15.2	13.3	16.2	23.3	53.4	58.0	97.6	107.0	39.1	24.0	10.1	11.9	17.4
23	86.7	62.3	65.7	83.2	63.9	195.0	64.3	47.5	46.9	23.0	19.4	14.0	15.4	15.8	22.9	49.0	54.9	85.4	96.3	37.2	24.9	9.5	11.5	21.6
24	69.1	61.5	65.7	76.3	61.6	157.0	72.1	45.9	35.4	20.6	19.9	13.7	14.1	16.2	23.5	44.5	49.5	78.7	87.9	35.1	23.9	10.3	12.5	15.2
25	58.2	92.6	66.2	70.0	58.6	117.0	72.2	46.2	30.3	19.1	19.4	13.5	15.2	16.1	25.0	49.1	41.5	91.1	81.6	34.0	20.3	11.6	15.4	12.1
26	52.0	139.0	62.9	67.1	62.5	97.0	66.8	48.5	27.1	18.4	18.5	13.1	19.1	17.6	27.2	90.4	34.4	132.0	77.9	33.6	21.3	15.0	18.7	10.5
27	47.6	155.0	59.6	72.7	83.1	90.8	65.4	43.1	25.9	17.5	16.6	13.7	26.6	18.4	30.7	145.0	35.3	151.0		32.2	20.8	14.0	18.6	9.7
28	46.5	161.0	58.8	77.7	93.5	88.7	66.2	38.7	23.5	17.7	17.7	15.7	21.2	16.2	30.8	197.0	38.7	128.0	68.9	31.6	19.0	11.6	21.4	9.5
29	46.5	231.0	59.1	75.0	92.7	63.1	36.4	22.4	16.6	16.7	21.2		17.2	15.2	28.3	171.0	37.8	111.0	65.5	30.4	18.8	10.3	23.1	9.2
30	44.6	361.0	57.2	72.4	81.5	61.0	35.5	21.4	17.2	14.7	18.6		20.4	14.7	27.4	113.0	67.5		64.4	29.3	18.9	10.0	24.0	8.7
31		463.0		69.9	71.0		59.0		21.1		13.7	15.8				88.5	132.0		79.6					10.0

Tag	Abflussjahr 2000 / 2001											Abflussjahr 2001 / 2002												
	IX 00	X 00	XI 00	XII 00	I 01	II 01	III 01	IV 01	V 01	VI 01	VII 01	VIII 01	IX 01	X 01	XI 01	XII 01	I 02	II 02	III 02	IV 02	V 02	VI 02	VII 02	VIII 02
1	11.1	12.0	23.6	26.2	25.0	62.3	44.9	142.0	71.1	30.7			18.7	36.6	31.9	149.0	57.9	239.0	387.0	78.0	44.0	37.0		
2	17.5	12.0	22.9	24.5	24.3	56.7	43.9	118.0	65.9	32.0	28.6		23.6	38.0	32.7	139.0	54.1	190.0	268.0	74.0	43.0	35.0		
3	23.2	12.7	21.9	23.6	26.1	55.2	44.6	106.0	62.9	38.2	26.7		23.6	41.3	31.3	133.0	53.9	162.0	199.0	71.0	42.0	33.0		
4	21.4	12.7	22.6	22.8	29.8	58.0	45.4	98.7	60.6	40.5	26.4		22.2	41.1	30.4	116.0	48.5	142.0	161.0	68.0	42.0	36.0		
5	17.1	12.1	23.4	22.5	35.9	98.3	60.2	95.9	58.7	38.6		28.7	24.6	47.4	30.4		49.5	126.0	140.0	66.0	49.0	35.0		
6	14.3	11.7	21.6	22.8	79.9	170.0	67.9	91.8	57.2	36.4		28.8	26.2	45.2	28.7		64.9	115.0	126.0	62.0	47.0	48.0		
7	16.2	13.2	20.9	22.6	131.0	235.0	60.1	88.9	55.6	33.7	25.9	25.4	25.0	42.1	31.3		71.7	110.0	115.0	61.0	45.0	81.0		
8	25.3	18.2	20.6	21.5	140.0	216.0	55.7	88.4	54.0	33.3	40.4	27.0	25.9	43.9	45.9		65.8	101.0	115.0	60.0	43.0	101.0		
9	24.7	22.6	19.7	21.4	112.0	160.0	61.6	83.2	51.5	33.6	59.7	28.6	32.1	43.6	99.2	131.0	56.3	94.0	112.0	58.0	41.0	105.0		
10	19.4	20.0	18.8	20.9	90.3	128.0	74.4	80.0	49.2	35.6	44.8	25.9	32.1	41.7	119.0	110.0	47.6	104.0	105.0	57.0	38.0	86.0		
11	15.9	20.9	18.6	23.1	82.9	105.0	77.2	92.0	47.0	42.3	38.1	23.7	33.7	38.3	96.7	95.8	44.6	137.0	97.0	55.0	45.0	65.0		
12	14.4	21.9	17.8	29.8	85.2	89.8	89.8	91.1	45.9	48.1	36.1	22.5	37.8	36.5	79.3		42.8	150.0	91.0	54.0	46.0	59.0		
13	14.6	24.4	17.8	36.2	72.5	82.1	136.0	81.8	44.4	41.1	34.2	22.1	35.8	35.1	72.4		41.3	201.0	87.0	52.0	50.0	51.0		
14	16.5	22.2	19.0	39.9	61.9	80.0	168.0	76.1	42.9	35.1	33.7	21.6	48.1	34.0	70.3	72.8	41.5	408.0	83.0	54.0	46.0	46.0		
15	13.7	19.9	27.1	60.9	53.3	74.6	161.0	75.0	42.7	33.4	31.7	21.4	62.7	32.4	64.0		40.9	416.0	79.0	56.0	40.0	44.0		
16	13.8	18.3	32.9	79.3	47.9	68.2	152.0	87.4	42.3	33.7	49.4	20.7	55.1	31.5	55.7		40.0	270.0	76.0	54.0	36.0	54.0		
17	17.2	17.1	28.0	80.6	43.6	64.3	140.0	102.0	51.7	33.8	84.5	20.6	56.4	30.8	51.7	59.8	37.9	183.0	73.0	52.0	36.0	48.0		
18	19.9		31.9	73.0	41.3	61.3	136.0	96.0	57.8	36.2	70.5	25.9	55.3	31.1	50.0	57.2	37.3	149.0	75.0	51.0	35.0	42.0		
19	17.4	15.0	32.7	61.4	39.5	58.4	152.0	90.2	48.3	46.6	58.0	31.4	47.6	29.6	46.9	54.6	37.0	130.0	77.0	50.0	43.0	38.0		
20	14.6	19.6	29.2	54.8	37.9	56.3	162.0	88.1	44.6	45.0	51.6	25.0	47.3	27.5	44.5	52.9	41.4	126.0	93.0	50.0	64.0	36.0		
21	15.4	16.9	28.3	48.6	36.9	55.6	147.0	82.9	41.7	37.1	46.0	25.0	55.5	28.7	42.9		90.4	166.0	130.0	48.0	52.0	36.0		
22	20.8	13.1																						



## Anhang III: Daten der Untersuchungsflächen aus den Strukturkarten

Flächengrößen [ha] der Untersuchungsflächen																	
	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
F 1999			6.06	0.91						0.81	1.97						
H 1999	4.40	8.16	6.00	0.94	0.92		1.61	7.17	2.76	0.88	1.95	0.89	2.28				
F 2000	4.42	8.32	6.05	0.99	0.91	5.23	1.81	6.88	2.87	0.96	1.93	0.84	2.45				
H 2000	4.42	8.39	6.09	0.97	0.93	5.88	1.86	7.38	2.92	1.01	2.04	0.89	2.51				
F 2001	4.41	8.46	6.09	0.98	0.94	5.21	1.79	7.22	2.77	0.98	1.97	0.85	2.42	1.67	1.26	1.15	1.35
H 2001				1.00	0.96	5.60	1.91	7.33	2.83	1.12	1.99						
F2002	4.34	8.15	5.97	1.11	0.95	5.86	1.76	7.28	2.80	1.04	1.95	0.86	2.38				

Prozentuale Flächenanteile [%] der Strukturelemente auf den Untersuchungsflächen																	
Rohbod.	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
F 1999			66.3	51.3						40.7	36.0						
H 1999	11.1	2.5	34.6	25.7	31.3		46.0	9.5	29.3	22.9	26.7	64.6	19.4				
F 2000	11.2	6.6	49.4	27.5	31.9	70.8	48.8	16.2	34.3	31.8	29.3	56.7	23.3				
H 2000	7.4	2.7	18.5	16.2	20.6	62.9	36.3	3.2	19.0	20.1	20.2	27.0	16.9				
F 2001	9.5	3.8	23.9	19.9	24.5	55.9	45.3	7.3	29.3	23.9	27.8	34.4	22.0	0.0	0.8	0.0	0.0
H 2001				8.1	15.9	23.6	29.2	2.5	13.2	13.4	9.3						
F2002	19.0	10.2	27.4	34.7	29.4	39.5	41.5	12.2	43.8	28.5	13.3	24.5	21.2				

kr. Veget.	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
F 1999			15.7	36.6						11.9	54.0						
H 1999	50.5	52.5	50.7	55.5	55.9		51.9	67.9	30.1	21.3	67.8	33.2	43.7				
F 2000	44.2	32.3	31.7	50.0	55.4	8.6	45.7	58.3	23.6	14.3	67.8	40.3	41.5				
H 2000	41.8	35.7	55.7	55.8	61.0	19.3	58.7	64.6	37.5	18.1	58.7	69.2	44.1				
F 2001	39.4	28.0	34.2	52.1	52.3	20.5	42.9	62.8	34.0	9.6	56.7	60.8	44.6	14.8	68.2	13.3	71.0
H 2001				46.4	58.0	51.6	41.3	54.0	42.6	11.7	65.9						
F2002	31.6	21.6	31.4	35.6	43.7	32.9	32.1	55.2	19.4	5.7	69.3	72.4	27.4				

j. Gehölz.	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
F 1999			9.0	4.2						38.4	6.5						
H 1999	19.2	14.1	5.6	13.7	0.7		1.7	13.6	6.5	42.3	7.2	0.2	4.7				
F 2000	26.8	29.8	9.7	17.4	0.7	12.6	3.1	21.4	8.4	44.3	9.2	0.7	3.4				
H 2000	29.5	30.5	16.4	20.8	1.6	13.4	7.1	24.6	10.6	53.5	17.8	2.7	5.9				
F 2001	29.6	32.1	27.0	20.7	6.5	20.2	13.5	21.4	9.3	56.8	15.2	3.3	4.1	0.0	0.0	0.1	1.9
H 2001				40.5	10.3	23.8	30.3	30.5	11.5	64.8	26.8						
F2002	23.0	33.4	32.1	20.2	7.3	21.1	28.4	28.9	11.1	46.2	18.0	2.1	6.7				

n. Bäume	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
F 1999			11.5	9.8						8.9	1.2						
H 1999	20.0	31.6	11.5	9.4	13.1		0.0	10.3	33.0	10.7	1.2	1.2	44.0				
F 2000	19.8	31.0	11.3	9.0	13.2	4.5	0.0	8.5	32.8	9.8	1.3	1.3	41.8				
H 2000	19.9	32.0	11.4	10.2	16.1	1.7	0.0	8.9	32.2	9.3	1.2	1.2	44.3				
F 2001	22.4	34.1	11.8	9.6	17.1	2.8	0.0	9.3	27.9	10.1	1.2	1.3	44.6	85.3	30.7	84.3	27.5
H 2001				10.3	16.8	2.6	0.0	9.5	30.9	9.5	1.4						
F2002	28.7	37.8	12.0	10.4	17.6	2.4	0.0	8.9	26.6	13.2	1.8	1.3	46.3				

Grenzliniendichte [m/ha] der Untersuchungsflächen																	
	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 7/8	R 9	R 11	R 12	R 15	R 16	R 18	R 19	NR 3	NR 4	NR 5	NR 6
F 1999			1069.1	2584.4						2991	1406.3						
H 1999	1630	1202	1035	2656	1751		2413	1184	1654	2859	1296	1690	1599				
F 2000	1930	1445	1503	2558	1843	896	2223	1260	1357	2239	1449	1953	1383				
H 2000	1748	1199	1409	2833	1886	733	2470	1076	1292	2594	1541	2177	1521				
F 2001	1616	1223	1321	2609	2242	1361	2708	1232	1807	2382	1681	2577	1481	1078	1290	1270	1351
H 2001				2709	2148	1365	2428	1081	1487	1976	1164						
F2002	1722	1091	1367	2580	2811	1705	2577	1274	2022	2203	1390	1691	1762				

## Anhang IV: Prozentuale Flächenanteile [%] ausgewählter Elemente auf den Dauerflächen

Prozentuale Flächenanteile [%] der Strukturelemente auf den Untersuchungsflächen																			
Rohbod.	D 1a	D 1b	D 2	D 3a	D 3b	D 4	D 5	D 7	D 9a	D 9b	D 11a	D 11b	D 12	D 14	D 15	D 16	D 18	D 19	DNR 3DNR 4DNR 5
F 1999	98.1	43.7			87.2	60.7	98.2			72.9	63.4		98.7		99.6	60.8		71.1	
S 1999	64.9	25.9	0.0	54.6	55.9	31.2	95.0			47.0	51.6		93.0		98.2	48.2		40.9	
H 1999	32.6	24.9	1.0	61.8	50.9	25.2	91.0			46.1	21.0		92.6		92.9	59.0		41.3	
F 2000	30.1	2.6	18.1	39.3	59.4	23.2	79.9		87.1	47.5	14.9	87.1	87.9	80.0	79.2	50.5	93.8	73.5	4.0 1.6 4.7
S 2000	18.1	2.8	1.1	17.1	17.7	71.7			42.8	27.0	2.8	59.2	84.2	70.3	61.0	40.3	70.0	30.5	9.2 0.5
H 2000	23.2	0.0	5.1	0.5	9.1	26.7	76.6		44.4	25.8	2.2	59.2	87.9	67.9	63.1	37.5	62.5	23.3	5.1 3.8 4.2
F 2001	9.0	0.4	2.1	0.0	0.0	9.8	66.1	62.0	13.7	18.7	0.2	77.9	82.1	77.0	89.1	57.6	0.0	81.6	3.5 2.3 0.8
S 2001	3.8	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	56.3	32.1	2.0	14.7	0.0	70.1	82.1	36.3	54.2	15.8	41.1	19.8	
H 2001	3.5	0.0	3.3	0.0	2.8	1.6	54.1	45.3	27.5	15.4	0.6	80.0	80.4	40.6	57.1	20.2	0.0	18.4	5.8 3.3 2.4
F2002	94.5		15.5			1.0	50.8	97.3	76.3		3.3	99.6	89.8	60.1	52.9		0.0	37.9	0.3 3.8
kr. Veget.	D 1a	D 1b	D 2	D 3a	D 3b	D 4	D 5	D 7	D 9a	D 9b	D 11a	D 11b	D 12	D 14	D 15	D 16	D 18	D 19	DNR 3DNR 4DNR 5
F 1999	1.9	5.8			12.8	14.6	1.4			14.8	8.9		1.2		0.4	27.8		17.0	
S 1999	33.8	16.1	100.0	33.0	44.0	35.6	8.7			42.0	24.5		6.3		1.0	44.6		49.4	
H 1999	65.2	19.6	99.0	15.1	48.0	50.3	7.1			42.2	18.2		6.1		4.1	32.0		26.6	
F 2000	61.2	9.3	60.0	16.4	35.5	12.9	11.4		11.7	29.2	12.9	10.9	11.3	15.3	11.9	29.4	5.8	6.3	62.7 34.1 71.6
S 2000	72.6	18.1	96.2	3.7	77.0	56.9	17.5		41.8	43.2	14.1	36.7	14.8	24.3	29.4	39.7	26.9	13.0	55.4 75.6
H 2000	66.7	18.6	73.8	13.7	87.0	26.1	11.6		38.2	44.6	15.1	36.2	11.5	24.0	27.2	41.6	30.4	12.5	53.8 29.8 50.7
F 2001	77.2	28.9	78.2	5.5	98.0	70.4	9.7	23.3	11.2	36.7	30.1	20.6	15.0	10.1	2.4	13.3	0.0	1.0	80.8 43.1 66.4
S 2001	88.3	40.8	97.6	1.7	57.7	7.6	15.9	55.6	14.6	23.1	26.2	28.7	16.5	46.0	16.0	42.2	0.3	19.5	
H 2001	79.8	28.2	76.7	1.4	15.1	5.9	16.4	38.3	8.2	20.5	19.5	17.7	17.5	37.6	13.2	31.9	0.0	20.7	50.1 37.0 68.9
F2002	2.1		74.8			5.7	14.1	2.7	0.0		4.2	0.4	9.0	16.8	2.9		0.0	5.4	70.0 65.2
Gräser	D 1a	D 1b	D 2	D 3a	D 3b	D 4	D 5	D 7	D 9a	D 9b	D 11a	D 11b	D 12	D 14	D 15	D 16	D 18	D 19	DNR 3DNR 4DNR 5
F 1999	0.2	34.9			0.0	7.5	0.4			9.9	26.2		0.2		0.0	8.0		5.4	
S 1999	1.4	55.6	7.4	2.7	0.1	16.8	1.5			11.6	43.4		0.8		0.1	8.8		9.1	
H 1999	4.0	54.5	4.1	2.3	1.1	42.4	1.9			14.6	61.5		1.4		0.3	7.0		36.1	
F 2000	9.5	77.7	35.7	7.7	4.1	35.0	8.8		0.0	11.2	71.0	0.8	0.8	3.1	0.8	16.2	0.5	12.1	49.7 91.6 33.9
S 2000	9.0	93.0	27.9	0.6	7.1	73.4	11.5		1.1	23.2	91.1	1.1	1.1	6.1	0.7	15.1	3.0	45.8	45.3 72.0
H 2000	12.4	96.1	42.8	9.3	14.6	52.4	12.1		1.4	27.7	89.8	1.4	0.7	7.9	0.8	17.6	7.1	56.2	64.4 89.8 70.3
F 2001	26.2	79.1	56.1	1.0	51.1	70.9	24.7	16.5	0.3	37.2	96.3	1.6	3.3	12.7	0.7	18.8	1.0	5.0	81.4 79.4 94.8
S 2001	20.6	63.7	56.5	0.3	53.4	77.9	28.6	21.2	0.3	57.5	90.1	1.9	1.5	27.4	3.0	33.2	3.1	38.1	
H 2001	35.6	63.1	35.4	1.4	68.4	78.0	29.9	24.0	1.0	46.2	70.8	2.8	2.3	28.9	4.3	39.9	0.3	36.8	73.1 86.5 85.3
F2002	0.0		6.6			51.0	34.5	0.0	0.0		58.4	0.0	1.2	24.1	3.0		0.0	8.9	87.0 90.2
j. Gehölz.	D 1a	D 1b	D 2	D 3a	D 3b	D 4	D 5	D 7	D 9a	D 9b	D 11a	D 11b	D 12	D 14	D 15	D 16	D 18	D 19	DNR 3DNR 4DNR 5
F 1999	0.0	26.4			0.0	19.2	0.0			2.9	6.3		0.0		0.0	4.6		8.1	
S 1999	0.0	32.4	1.5	9.2	0.0	33.3	0.0			5.1	6.6		0.0		0.8	4.4		5.6	
H 1999	0.0	41.8	2.1	22.4	0.1	31.4	0.0			10.2	11.6		0.0		2.8	3.5		2.2	
F 2000	3.6	48.1	1.7	43.6	0.1	40.4	0.2		1.2	14.6	25.0	2.2	0.0	2.9	8.4	8.4	0.0	7.4	0.0 0.4 0.6
S 2000	5.4	59.8	4.6	98.2	0.4	47.2	0.4		17.0	20.0	46.1	3.9	0.0	2.8	10.0	10.4	0.2	20.8	0.0 4.0
H 2000	5.6	59.2	7.7	99.3	0.4	53.5	0.4		19.0	18.8	39.6	3.6	0.0	3.2	10.0	12.0	0.8	22.7	0.0 1.5 5.1
F 2001	5.6	62.0	11.9	100.0	1.3	60.3	0.8	0.0	81.5	25.3	91.3	0.0	0.0	1.3	7.9	12.4	0.0	12.9	0.0 2.7 10.3
S 2001	9.4	76.3	22.4	100.0	1.0	74.6	1.2	0.0	95.5	34.7	94.5	0.0	0.0	5.8	33.4	30.8	0.0	48.8	
H 2001	15.0	84.4	22.8	100.0	2.1	75.9	1.4	0.0	69.3	35.5	91.1	0.0	0.0	4.9	31.9	31.7	0.0	49.2	0.0 5.0 26.2
F2002	3.6		23.8			77.3	2.7	0.0	23.7		87.4	0.0	0.0	6.7	43.5		0.0	53.1	0.0 35.0
Neophyten	D 1a	D 1b	D 2	D 3a	D 3b	D 4	D 5	D 7	D 9a	D 9b	D 11a	D 11b	D 12	D 14	D 15	D 16	D 18	D 19	DNR 3DNR 4DNR 5
F 1999	0.8	1.0			0.0	1.2	0.1			0.3	0.8		0.0		0.0	1.6		0.6	
S 1999	12.5	4.8	100.0	0.8	0.1	2.8	0.8			1.6	1.1		0.1		0.1	0.8		0.8	
H 1999	19.2	2.3	94.0	0.4	1.5	0.9	0.2			2.6	0.3		0.0		0.5	0.2		0.1	
F 2000	13.6	0.8	28.5	2.3	0.0	3.6	0.0		0.0	0.2	1.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.8	7.4 2.9 1.9
S 2000	19.8	3.7	80.3	0.4	0.1	9.7	0.2		0.2	4.3	1.8	3.9	1.5	0.9	0.6	0.2	2.7	2.4	16.0 6.9
H 2000	8.9	1.9	58.5	1.1	0.1	13.4	0.1		0.4	4.4	3.0	7.5	1.3	0.5	0.8	0.2	2.5	2.7	13.5 6.2 7.4
F 2001	5.3	14.9	73.9	1.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.2	24.8	1.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.5	20.3 0.5
S 2001	5.0	19.1	97.6	0.0	0.0	0.7	0.6	0.2	0.2	1.2	22.6	1.9	1.9	1.4	0.6	0.6	0.0	6.3	
H 2001	2.5	6.7	70.6	0.0	0.1	0.6	0.4	0.2	0.0	0.1	12.1	0.8	0.7	0.9	0.4	0.5	0.0	6.8	3.4 19.8 2.7
F2002	0.0		50.7			2.2	0.0	0.0	0.0		1.8	0.0	0.2	0.0	0.0		0.0	0.5	4.5 1.2

## Anhang Va: Gesamtartenliste aller 14 renaturierter Flussabschnitte (R-Flächen)

Acer negundo	Chamomilla perforata	Heracleum sphondylium	Pinus sylvestris	Saponaria officinalis
Acer pseudoplatanus	Chamomilla recutita	Herniaria glabra	Plantago arenaria	Scirpus sylvaticus
Achillea millefolium	Chamomilla suaveolens	Hieracium pilosella	Plantago intermedia	Scrophularia nodosa
Achillea ptarmica	Chenopodium album	Holcus lanata	Plantago lanceolata	Scrophularia umbrosa
Aegopodium podagaria	Chenopodium ficifolium	Humulus lupulus	Plantago major	Scutellaria galericulata
Agropyron caninum	Chenopodium glaucum	Hypericum maculatum	Plantago media	Sedum acre
Agropyron repens	Chenopodium polyspermum	Hypericum perforatum	Poa annua	Sedum sexangulare
Agrostis capillaris	Cichorium intybus	Impatiens glandulifera	Poa compressa	Sedum telephium
Agrostis gigantea	Cirsium arvense	Impatiens noli-tangere	Poa palustris	Senecio jacobaea
Agrostis stolonifera	Cirsium oleraceum	Impatiens parviflora	Poa pratensis	Senecio sylvaticus
Alchemilla vulgaris	Cirsium vulgare	Iris pseudacorus	Poa trivialis	Senecio vulgaris
Alisma plantago-aquatica	Convolvulus arvensis	Isolepis setacea	Polygonum amphibium	Setaria pumila
Alliaria petiolata	Conyza canadensis	Juncus acutiflorus	Polygonum aviculare	Setaria viridis
Alnus glutinosa	Cornus sanguinea	Juncus bufonius	Polygonum hydropiper	Silene alba
Alopecurus aequalis	Coronilla varia	Juncus effusus	Polygonum lapathifolium	Silene dioica
Alopecurus geniculatus	Crepis biennis	Lactuca serriola	Polygonum persicaria	Silene vulgaris
Alopecurus myosuroides	Crepis capillaris	Lamium album	Populus alba	Sinapis arvensis
Alopecurus pratensis	Curcubita pepo	Lamium amplexicaule	Populus hybridus	Sisymbrium altissimum
Amaranthus retroflexus	Cuscuta europaea	Lamium maculatum	Populus nigra	Sium latifolium
Anchusa arvensis	Dactylis glomerata	Lamium purpureum	Potentilla argentea	Solanum dulcamara
Anthyllis vulneraria	Datura stramonium	Lapsana communis	Potentilla reptans	Solanum lycopersicum
Arabidopsis thaliana	Daucus carota	Lathyrus pratensis	Potentilla tabernaemontani	Solanum nigrum
Arctium lappa	Dipsacus sylvestris	Lemna gibba	Prunella vulgaris	Solidago canadensis
Arctium minus	Draba muralis	Leontodon autumnalis	Prunus avium	Solidago gigantea
Arctium tomentosum	Echinochloa crus-galli	Lepidium campestre	Prunus padus	Sonchus asper
Arenaria serpyllifolia	Echinops sphaerocephalus	Leucanthemum vulgare	Prunus spinosa	Sonchus oleraceus
Armeria maritima	Echium vulgare	Linaria vulgaris	Pulmonaria officinalis	Sparganium erectum
Armoracia rusticana	Epilobium angustifolium	Lolium multiflorum	Quercus petraea	Stachys palustris
Arrhenatherum elatius	Epilobium hirsutum	Lolium perenne	Ranunculus acris	Stachys sylvatica
Artemisia vulgaris	Epilobium obscurum	Lotus corniculatus	Ranunculus ficaria	Stellaria glauca
Asparagus officinalis	Equisetum arvense	Lotus uliginosus	Ranunculus fluitans	Stellaria graminea
Aster x salignus	Erigeron annuus	Lupinus polyphyllus	Ranunculus lingua	Stellaria media
Atriplex hastata	Erodium cicutarium	Lychnis flos-cuculi	Ranunculus repens	Symphytum officinale
Atriplex nitens	Erysimum cheiranthoides	Lycopus europaeus	Ranunculus sceleratus	Syringa vulgaris
Atriplex patula	Eschscholzia californica	Lysimachia nummularia	Reynoutria japonica	Tanacetum parthenium
Avena fatua	Euonymus europaea	Lysimachia vulgaris	Robinia pseudacacia	Tanacetum vulgare
Barbarea vulgaris	Euphorbia cyperarissias	Lythrum salicaria	Rorippa amphibia	Taraxacum officinale
Betula pubescens	Euphorbia exigua	Medicago falcata	Rorippa palustris	Thlaspi arvensis
Bidens connata	Euphorbia helioscopia	Medicago lupulina	Rorippa sylvestris	Trifolium arvense
Bidens frondosa	Euphorbia lathyris	Medicago x varia	Rosa canina	Trifolium pratense
Brassica napus	Fallopia convolvulus	Melilotus alba	Rubus caesius	Trifolium repens
Buddleja davidii	Festuca gigantea	Melilotus officinalis	Rubus ideaus	Tussilago farfara
Butomus umbellatus	Festuca pratensis	Mentha aquatica	Rumex acetosa	Typha latifolia
Callitriche palustris	Filipendula ulmaria	Mentha arvensis	Rumex acetosella	Typha angustifolia
Calystegia sepium	Frangula alnus	Mentha longifolia	Rumex aquaticus	Urtica dioica
Campanula patula	Fraxinus excelsior	Myosotis arvensis	Rumex conglomeratus	Valeriana officinalis
Campanula rotundifolia	Fumaria officinalis	Myosotis palustris	Rumex crispus	Valerianella rimosa
Campanula trachelium	Galeopsis pubescens	Myosoton aquaticum	Rumex obtusifolius	Verbascum densiflorum
Capsella bursa-pastoris	Galinisoga ciliata	Myriophyllum spicatum	Rumex triangulivalvis	Verbascum nigrum
Cardamine impatiens	Galium aparine	Nuphar lutea	Rumex thyrsiflorus	Veronica anagalis-aquatica
Carduus acanthoides	Galium mollugo	Oenothera biennis	Sagina procumbens	Veronica arvensis
Carduus crispus	Galium palustris	Oxalis fontana	Salix alba	Veronica beccabunga
Carex spec.	Geranium molle	Papaver argemone	Salix caprea	Veronica chamaedrys
Carex vulpina	Geranium pratense	Papaver rhoeas	Salix fragilis	Veronica persica
Catrago monogyna	Geranium robertianum	Petasites hybridus	Salix purpurea	Vicia articulata
Centaurea cyanus	Geum urbanum	Petroselinum crispum	Salix sericea	Vicia cracca
Centaurea jacea	Glyceria maxima	Petunia hybrida	Salix triandra	Vicia spec.
Cerastium fontanum	Gnaphalium uliginosum	Phacelia tanacetifolium	Salix viminalis	Vicia tenuifolia
Ceratophyllum demersum	Guizotia abyssinica	Phalaris arundinacea	Salix x rubens	Vicia tetrasperma
Chaenorhinum minus	Gypsophila muralis	Phleum pratense	Salvia pratensis	Viola arvensis
Chaerophyllum bulbosum	Helianthus annuus	Phragmites australis	Sambucus nigra	
Chaerophyllum hirsutum	Helianthus tuberosus	Physalis alkekengi	Sanguisorba officinalis	

## Anhang Vb: Einzelartenlisten der 14 R-Flächen

grau unterlegt: Neophyten

<b>R 1</b>	Leucanthemum vulgare	Symphytum officinale	Iris pseudacorus
Acer negundo	Lolium multiflorum	Tanacetum vulgare	Juncus bufonius
Achillea millefolium	Lotus corniculatus	Taraxacum officinale	Juncus effusus
Achillea ptarmica	Lotus uliginosus	Tanacetum parthenium	Leontodon autumnalis
Aegopodium podagaria	Lupinus polyphyllus	Trifolium repens	Lolium multiflorum
Agropyron caninum	Lycopus europaeus	Tussilago farfara	Lotus uliginosus
Agrostis stolonifera	Lysimachia nummularia	Urtica dioica	Lycopus europaeus
Alchemilla vulgaris	Lysimachia vulgaris	Valeriana officinalis	Lysimachia nummularia
Alliaria petiolata	Lythrum salicaria	Verbascum densiflorum	Lysimachia vulgaris
Alnus glutinosa	Medicago lupulina	Veronica anagalis-aquatica	Lythrum salicaria
Alopecurus pratensis	Medicago x varia	Veronica beccabunga	Medicago lupulina
Anthyllis vulneraria	Melilotus alba	Veronica chamaedrys	Medicago x varia
Arctium lappa	Mentha aquatica	Vicia cracca	Melilotus alba
Arctium minus	Mentha longifolia	Viola arvensis	Mentha aquatica
Armoracia rusticana	Myosotis arvensis	<b>R1: 167</b>	Mentha longifolia
Artemisia vulgaris	Myosotis palustris	<b>R 2</b>	Myosotis arvensis
Aster x salignus	Myosoton aquaticum	Aegopodium podagaria	Myosotis palustris
Atriplex nitens	Oenothera biennis	Agropyron caninum	Myosoton aquaticum
Atriplex patula	Oxalis fontana	Agrostis gigantea	Oenothera biennis
Barbarea vulgaris	Phalaris arundinacea	Agrostis stolonifera	Oxalis fontana
Bidens connata	Phleum pratense	Alchemilla vulgaris	Phalaris arundinacea
Bidens frondosa	Plantago arenaria	Alliaria petiolata	Phleum pratense
Brassica napus	Plantago intermedia	Alnus glutinosa	Phragmites australis
Calystegia sepium	Plantago lanceolata	Alopecurus geniculatus	Plantago intermedia
Campanula patula	Plantago major	Alopecurus pratensis	Plantago lanceolata
Campanula trachelium	Poa annua	Arabidopsis thaliana	Plantago major
Capsella bursa-pastoris	Poa compressa	Arctium lappa	Poa palustris
Carduus acanthoides	Poa palustris	Arctium minus	Poa pratensis
Carduus crispus	Poa pratensis	Arrhenatherum elatius	Polygonum hydropiper
Centaurea jacea	Poa trivialis	Artemisia vulgaris	Polygonum lapathifolium
Chaenorhinum minus	Polygonum aviculare	Atriplex nitens	Polygonum persicaria
Chaerophyllum bulbosum	Polygonum hydropiper	Barbarea vulgaris	Populus hybridus
Chaerophyllum hirsutum	Polygonum lapathifolium	Betula pubescens	Populus nigra
Chamomilla perforata	Populus alba	Bidens connata	Prunella vulgaris
Chamomilla recutita	Populus hybridus	Bidens frondosa	Prunus padus
Chenopodium album	Prunella vulgaris	Calystegia sepium	Ranunculus acris
Chenopodium ficifolium	Prunus padus	Capsella bursa-pastoris	Ranunculus fluitans
Chenopodium glaucum	Quercus petraea	Carduus crispus	Ranunculus repens
Chenopodium polyspermum	Ranunculus acris	Carex spec.	Rorippa palustris
Cirsium arvense	Ranunculus fluitans	Carex vulpina	Rosa canina
Convolvulus arvensis	Ranunculus repens	Chaerophyllum hirsutum	Rubus caesius
Conyza canadensis	Ranunculus sceleratus	Chamomilla perforata	Rumex aquaticus
Cornus sanguinea	Reynoutria japonica	Chenopodium album	Rumex conglomeratus
Crepis capillaris	Robinia pseudacacia	Chenopodium polyspermum	Rumex crispus
Cuscuta europaea	Rorippa palustris	Cirsium arvense	Sagina procumbens
Dactylis glomerata	Rosa canina	Convolvulus arvensis	Salix alba
Daucus carota	Rubus caesius	Conyza canadensis	Salix caprea
Echium vulgare	Rubus ideaeus	Crepis capillaris	Salix fragilis
Epilobium angustifolium	Rumex acetosa	Cuscuta europaea	Salix purpurea
Epilobium hirsutum	Rumex aquaticus	Dactylis glomerata	Salix viminalis
Epilobium obscurum	Rumex conglomeratus	Dipsacus sylvestris	Sambucus nigra
Erigeron annuus	Rumex crispus	Echinops sphaerocephalus	Sanguisorba officinalis
Erodium cicutarium	Salix caprea	Echium vulgare	Saponaria officinalis
Fallopia convolvulus	Salix fragilis	Epilobium hirsutum	Scirpus sylvaticus
Filipendula ulmaria	Salix purpurea	Epilobium obscurum	Scrophularia nodosa
Galeopsis pubescens	Salix viminalis	Equisetum arvense	Scrophularia umbrosa
Galinsoga ciliata	Salvia pratensis	Eschscholzia californica	Senecio vulgaris
Galium aparine	Sambucus nigra	Euphorbia lathyris	Silene dioica
Galium mollugo	Saponaria officinalis	Fallopia convolvulus	Sinapis arvensis
Geranium robertianum	Scirpus sylvaticus	Festuca gigantea	Solanum dulcamara
Geum urbanum	Scrophularia nodosa	Festuca rubra	Sonchus asper
Glyceria maxima	Scrophularia umbrosa	Filipendula ulmaria	Sparganium erectum
Helianthus annuus	Scutellaria galericulata	Frangula alnus	Stachys palustris
Helianthus tuberosus	Sedum acre	Galeopsis pubescens	Stachys sylvatica
Holcus lanata	Senecio vulgaris	Galinsoga ciliata	Stellaria glauca
Humulus lupulus	Senecio sylvaticus	Galium aparine	Stellaria media
Hypericum perforatum	Silene dioica	Galium mollugo	Symphytum officinale
Impatiens glandulifera	Silene vulgaris	Geranium pratense	Tanacetum vulgare
Impatiens noli-tangere	Sinapis arvensis	Geranium robertianum	Taraxacum officinale
Impatiens parviflora	Solanum dulcamara	Helianthus tuberosus	Tanacetum parthenium
Juncus effusus	Solanum lycopersicum		Trifolium pratense
Lactuca seriola	Solidago canadensis		Trifolium repens

Veronica anagalis-aquatica	Lactuca seriola	Stellaria glauca	Galium mollugo
Veronica beccabunga	Lamium amplexicaule	Stellaria graminea	Geranium pratense
Vicia cracca	Lamium maculatum	Tanacetum vulgare	Geranium robertianum
Viola arvensis	Lamium purpureum	Taraxacum officinale	Geum urbanum
<b>R2: 141</b>	Lathyrus pratensis	Trifolium arvense	Glyceria maxima
<b>R 3</b>	Leontodon autumnalis	Trifolium pratense	Gnaphalium uliginosum
Acer pseudoplatanus	Lepidium campestre	Trifolium repens	Helianthus annuus
Achillea millefolium	Leucanthemum vulgare	Tussilago farfara	Helianthus tuberosus
Agropyron caninum	Lychnis flos-cuculi	Typha latifolia	Herniaria glabra
Agropyron repens	Lycopus europaeus	Typha longifolia	Humulus lupulus
Agrostis stolonifera	Lysimachia nummularia	Urtica dioica	Hypericum perforatum
Alchemilla vulgaris	Lythrum salicaria	Valeriana officinalis	Impatiens glandulifera
Alisma plantago-aquatica	Medicago lupulina	Valerianella rimosa	Impatiens noli-tangere
Alliaria petiolata	Mentha arvensis	Verbascum nigrum	Impatiens parviflora
Alnus glutinosa	Mentha aquatica	Veronica anagalis-aquatica	Iris pseudacorus
Alopecurus geniculatus	Mentha longifolia	Veronica arvensis	Juncus articulatus
Arctium lappa	Myosotis arvensis	Veronica beccabunga	Juncus bufonius
Arctium minus	Myosotis palustris	Veronica chamaedrys	Juncus effusus
Arrhenatherum elatius	Myosoton aquaticum	Veronica persica	Lactuca seriola
Artemisia vulgaris	Oenothera biennis	Vicia cracca	Lamium maculatum
Aster x salignus	Oxalis fontana	Viola arvensis	Lamium purpureum
Atriplex patula	Papaver rhoeas	<b>R3: 168</b>	Lapsana communis
Avena fatua	Phalaris arundinacea	<b>R 4</b>	Leontodon autumnalis
Barbarea vulgaris	Pheum pratense	Achillea millefolium	Linaria vulgaris
Bidens frondosa	Plantago intermedia	Achillea ptarmica	Lotus uliginosus
Brassica napus	Plantago lanceolata	Agropyron caninum	Lycopus europaeus
Calystegia sepium	Plantago major	Agropyron repens	Lysimachia vulgaris
Callitriche palustris	Poa annua	Agrostis capillaris	Lythrum salicaria
Campanula patula	Poa compressa	Agrostis stolonifera	Medicago lupulina
Campanula trachelium	Poa palustris	Alchemilla vulgaris	Medicago x varia
Capsella bursa-pastoris	Poa pratensis	Alisma plantago-aquatica	Melilotus alba
Carduus crispus	Poa trivialis	Alliaria petiolata	Melilotus officinalis
Carex vulpina	Polygonum amphibium	Alnus glutinosa	Mentha aquatica
Centaurea cyanus	Polygonum aviculare	Alopecurus aequalis	Mentha longifolia
Chaenorhinum minus	Polygonum hydropiper	Alopecurus geniculatus	Myosotis palustris
Chamomilla perforata	Polygonum lapathifolium	Arabidopsis thaliana	Myosoton aquaticum
Chamomilla recutita	Polygonum persicaria	Arctium lappa	Oenothera biennis
Chamomilla suaveolens	Populus alba	Arctium minus	Oxalis fontana
Chenopodium album	Populus hybridus	Arenaria serpyllifolia	Petunia hybrida
Chenopodium glaucum	Populus nigra	Artemisia vulgaris	Phalaris arundinacea
Chenopodium polyspermum	Potentilla argentea	Atriplex nitens	Physalis alkekengi
Cichorium intybus	Potentilla reptans	Atriplex patula	Plantago arenaria
Cirsium arvense	Potentilla tabernaemontani	Barbarea vulgaris	Plantago intermedia
Cirsium vulgare	Prunella vulgaris	Bidens connata	Plantago lanceolata
Conyza canadensis	Ranunculus acris	Bidens frondosa	Plantago major
Dactylis glomerata	Ranunculus lingua	Brassica napus	Poa annua
Daucus carota	Ranunculus repens	Callitriche palustris	Poa compressa
Echinochloa crus-galli	Ranunculus sceleratus	Calystegia sepium	Poa palustris
Epilobium angustifolium	Rorippa palustris	Campanula patula	Poa pratensis
Epilobium hirsutum	Rubus caesius	Capsella bursa-pastoris	Polygonum aviculare
Epilobium obscurum	Rumex conglomeratus	Carduus crispus	Polygonum hydropiper
Equisetum arvense	Rumex crispus	Carex vulpina	Polygonum lapathifolium
Euphorbia exigua	Sagina procumbens	Chaenorhinum minus	Polygonum persicaria
Euphorbia helioscopia	Salix alba	Chaerophyllum hirsutum	Prunella vulgaris
Festuca rubra	Salix caprea	Chamomilla perforata	Quercus petraea
Filipendula ulmaria	Salix fragilis	Chamomilla recutita	Ranunculus acris
Fumaria officinalis	Salix purpurea	Chenopodium album	Ranunculus ficaria
Galeopsis pubescens	Salix viminalis	Chenopodium polyspermum	Ranunculus fluitans
Galinsoga ciliata	Salix x rubens	Cirsium arvense	Ranunculus repens
Galium mollugo	Sanguisorba officinalis	Cirsium oleraceum	Reynoutria japonica
Galium palustris	Saponaria officinalis	Convolvulus arvensis	Robinia pseudacacia
Geranium pratense	Scirpius sylvaticus	Conyza canadensis	Rorippa amphibia
Geranium robertianum	Scrophularia nodosa	Crepis biennis	Rorippa palustris
Gnaphalium uliginosum	Scutellaria galericulata	Crepis capillaris	Rubus caesius
Gypsophila muralis	Sedum acre	Dactylis glomerata	Rumex aquaticus
Helianthus tuberosus	Sedum sexangulare	Datura stramonium	Rumex conglomeratus
Herniaria glabra	Sedum telephium	Daucus carota	Rumex obtusifolius
Humulus lupulus	Senecio vulgaris	Epilobium hirsutum	Salix caprea
Hypericum perforatum	Silene alba	Epilobium obscurum	Salix fragilis
Impatiens glandulifera	Silene dioica	Equisetum arvense	Salix purpurea
Impatiens noli-tangere	Silene vulgaris	Fallopia convolvulus	Salix triandra
	Sinapis arvensis		Salix viminalis



Scirpius sylvaticus	Dactylis glomerata	Sinapis arvensis	Erysimum cheiranthoides
Scrophularia nodosa	Epilobium hirsutum	Solanum dulcamara	Euonymus europaea
Scrophularia umbrosa	Epilobium obscurum	Solanum lycopersicum	Euphorbia helioscopia
Senecio vulgaris	Equisetum arvense	Solidago canadensis	Fallopia convolvulus
Setaria pumilis	Fallopia convolvulus	Sonchus asper	Filipendula ulmaria
Silene dioica	Festuca gigantea	Stachys palustris	Fraxinus excelsior
Sinapis arvensis	Filipendula ulmaria	Stachys sylvatica	Fumaria officinalis
Solanum dulcamara	Galeopsis pubescens	Stellaria graminea	Galeopsis pubescens
Solanum lycopersicum	Galinsoga ciliata	Symphytum officinale	Galinsoga ciliata
Solanum nigrum	Galium mollugo	Tanacetum vulgare	Galium aparine
Solidago canadensis	Geranium robertianum	Taraxacum officinale	Galium mollugo
Solidago gigantea	Geum urbanum	Trifolium arvense	Geranium robertianum
Sonchus asper	Helianthus tuberosus	Trifolium pratense	Gnaphalium uliginosum
Sparganium erectum	Holcus lanata	Trifolium repens	Gypsophila muralis
Stachys palustris	Humulus lupulus	Tussilago farfara	Helianthus tuberosus
Stachys sylvatica	Hypericum perforatum	Urtica dioica	Herniaria glabra
Stellaria media	Impatiens glandulifera	Verbascum densiflorum	Holcus lanata
Symphytum officinale	Impatiens noli-tangere	Verbascum nigrum	Humulus lupulus
Syringia vulgaris	Impatiens parviflora	Veronica beccabunga	Hypericum perforatum
Tanacetum parthenium	Juncus acutiflorus	Veronica chamaedrys	Impatiens glandulifera
Tanacetum vulgare	Juncus articulatus	Vicia cracca	Impatiens parviflora
Taraxacum officinale	Juncus effusus		Iris pseudacorus
Trifolium pratense	Lamium album	<b>R5: 137</b>	Isoplepis setacea
Trifolium repens	Lamium purpureum	<b>R 7/8</b>	Juncus bufonius
Tussilago farfara	Leontodon autumnalis	Acer pseudoplatanus	Juncus effusus
Typha latifolia	Leucanthemum vulgare	Achillea millefolium	Lactuca seriola
Urtica dioica	Linaria vulgaris	Achillea ptarmica	Lemna gibba
Verbascum densiflorum	Lolium multiflorum	Aegopodium podagaria	Leucanthemum vulgare
Verbascum nigrum	Lychnis flos-cuculi	Agropyron caninum	Linaria vulgaris
Veronica anagalis-aquatica	Lycopus europaeus	Agropyron repens	Lolium multiflorum
Veronica beccabunga	Lysimachia vulgaris	Agrostis stolonifera	Lotus corniculatus
Veronica chamaedrys	Lythrum salicaria	Alisma plantago-aquatica	Lycopus europaeus
Vicia articulata	Medicago lupulina	Alliaria petiolata	Lythrum salicaria
Vicia cracca	Medicago x varia	Alnus glutinosa	Melilotus alba
Vicia spec.	Melilotus officinalis	Alopecurus geniculatus	Mentha longifolia
Vicia tetrasperma	Mentha longifolia	Alopecurus pratensis	Melosoton aquaticum
<b>R4: 166</b>	Myosoton aquaticum	Amaranthus retroflexus	Myriophyllum spicatum
<b>R 5</b>	Myriophyllum spicatum	Arabidopsis thaliana	Oenothera biennis
Achillea millefolium	Nuphar lutea	Arctium lappa	Papaver rhoeas
Aegopodium podagaria	Oenothera biennis	Arctium minus	Phalaris arundinacea
Agropyron caninum	Petasites hybridus	Arctium tomentosum	Phleum pratense
Agropyron repens	Phalaris arundinacea	Arrhenatherum elatius	Plantago intermedia
Agrostis capillaris	Phleum pratense	Artemisia vulgaris	Plantago lanceolata
Agrostis stolonifera	Plantago intermedia	Atriplex hastata	Plantago major
Alisma plantago-aquatica	Plantago lanceolata	Atriplex patula	Poa annua
Alliaria petiolata	Plantago major	Avena fatua	Poa palustris
Alnus glutinosa	Plantago media	Barbarea vulgaris	Poa pratensis
Alopecurus geniculatus	Poa annua	Bidens frondosa	Poa trivialis
Arctium lappa	Poa palustris	Brassica napus	Polygonum amphibium
Arctium minus	Poa pratensis	Butomus umbellatus	Polygonum aviculare
Arenaria serpyllifolia	Poa trivialis	Callitriche palustris	Polygonum hydropiper
Artemisia vulgaris	Polygonum aviculare	Calystegia sepium	Polygonum lapathifolium
Atriplex nitens	Polygonum hydropiper	Capsella bursa-pastoris	Polygonum persicaria
Atriplex patula	Polygonum lapathifolium	Carduus crispus	Populus hybridus
Avena fatua	Polygonum persicaria	Carex spec.	Populus nigra
Barbarea vulgaris	Quercus petraea	Catragus monogyna	Potentilla reptans
Bidens frondosa	Ranunculus fluitans	Centaurea cyanus	Prunella vulgaris
Butomus umbellatus	Ranunculus repens	Centaurea jacea	Prunus avium
Calystegia sepium	Robinia pseudacacia	Ceratophyllum demersum	Prunus padus
Campanula patula	Rorippa palustris	Chaenorhinum minus	Prunus spinosa
Campanula rotundifolia	Rubus caesius	Chamomilla perforata	Quercus petraea
Carduus crispus	Rumex acetosa	Chamomilla recutita	Ranunculus acris
Carex spec.	Rumex conglomeratus	Chamomilla suaveolens	Ranunculus repens
Carex vulpina	Rumex crispus	Chenopodium album	Rorippa palustris
Centaurea jacea	Rumex obtusifolius	Chenopodium ficifolium	Rorippa sylvestris
Cerastium fontanum	Salix caprea	Chenopodium polyspermum	Rubus caesius
Ceratophyllum demersum	Salix fragilis	Cichorium intybus	Rumex conglomeratus
Chaenorhinum minus	Salix purpurea	Cirsium arvense	Rumex crispus
Chaerophyllum bulbosum	Salix triandra	Convolvulus arvensis	Rumex triangulivalvis
Chamomilla perforata	Salix viminalis	Conyza canadensis	Rumex tyrsiflorus
Chenopodium album	Sanguisorba officinalis	Cuscuta europaea	Salix alba
	Saponaria officinalis	Dactylis glomerata	Salix caprea

Sambucus nigra	Epilobium angustifolium	Tanacetum vulgare	Juncus articulatus
Sanguisorba officinalis	Epilobium hirsutum	Taraxacum officinale	Lactuca seriola
Saponaria officinalis	Epilobium obscurum	Trifolium pratense	Lamium maculatum
Scirpius sylvaticus	Equisetum arvense	Trifolium repens	Lamium purpureum
Scrophularia nodosa	Erysimum cheiranthoides	Tussilago farfara	Leontodon autumnalis
Scrophularia umbrosa	Euphorbia exigua	Urtica dioica	Lepidium campestre
Scutellaria galericulata	Festuca rubra	Valeriana officinalis	Leucanthemum vulgare
Senecio sylvaticus	Filipendula ulmaria	Verbascum densiflorum	Linaria vulgaris
Senecio vulgaris	Galeopsis pubescens	Veronica anagalis-aquatica	Lolium perenne
Silene dioica	Galium mollugo	Veronica beccabunga	Lotus corniculatus
Silene vulgaris	Geum urbanum	Veronica chamaedrys	Lycopus europaeus
Sinapis arvensis	Gypsophila muralis	Vicia cracca	Lysimachia vulgaris
Solanum dulcamara	<b>Helianthus tuberosus</b>	<b>R9: 123</b>	Lythrum salicaria
Solanum lycopersicum	Heracleum sphondylium	<b>R 11</b>	Medicago falcata
Solidago canadensis	Humulus lupulus	<b>Acer negundo</b>	Medicago lupulina
Sonchus asper	Hypericum perforatum	<b>Achillea millefolium</b>	Medicago x varia
Stachys palustris	<b>Impatiens glandulifera</b>	Achillea ptarmica	Melilotus alba
Stachys sylvatica	Iris pseudacorus	Agropyron caninum	Melilotus officinalis
Stellaria graminea	Juncus articulatus	Agropyron repens	Mentha longifolia
Stellaria media	Juncus effusus	Agrostis capillaris	Myosoton aquaticum
Symphytum officinale	Lamium purpureum	Agrostis stolonifera	Papaver rhoeas
Tanacetum vulgare	Leucanthemum vulgare	Alisma plantago-aquatica	Phalaris arundinacea
Taraxacum officinale	<b>Lolium multiflorum</b>	Alliaria petiolata	Plantago lanceolata
Thlaspi arvensis	Lolium perenne	Alnus glutinosa	Plantago major
Trifolium pratense	Lotus corniculatus	<b>Amaranthus retroflexus</b>	Poa annua
Trifolium repens	Lycopus europaeus	Arctium lappa	Poa palustris
Tussilago farfara	Lythrum salicaria	Arctium minus	Poa pratensis
Typha latifolia	Medicago falcata	Arctium tomentosum	Poa trivialis
Typha longifolia	Medicago lupulina	Arrhenatherum elatius	Polygonum aviculare
Urtica dioica	<b>Medicago x varia</b>	Artemisia vulgaris	Polygonum hydropiper
Valeriana officinalis	Melilotus alba	<b>Atriplex nitens</b>	Polygonum lapathifolium
Valerianella rimosa	Mentha longifolia	Atriplex patula	Polygonum persicaria
Verbascum densiflorum	Myosoton aquaticum	Barbarea vulgaris	Populus hybridus
Verbascum nigrum	<b>Oenothera biennis</b>	<b>Bidens frondosa</b>	Populus nigra
Veronica anagalis-aquatica	Phalaris arundinacea	Brassica napus	Potentilla reptans
Veronica beccabunga	Phleum pratense	Calystegia sepium	Pulmonaria officinalis
Veronica chamaedrys	Plantago lanceolata	Capsella bursa-pastoris	Ranunculus repens
Vicia cracca	Plantago major	Carduus acanthoides	Rorippa palustris
Vicia tetrasperma	Poa annua	Carduus crispus	Rorippa sylvestris
Viola arvensis	Poa palustris	Catraegus monogyna	Rubus caesius
<b>R7/8: 170</b>	Poa pratensis	Centaurea jacea	Rumex acetosa
<b>R 9</b>	Poa trivialis	Cerastium fontanum	Rumex conglomeratus
<b>Achillea millefolium</b>	Polygonum aviculare	Chaenorhinum minus	Rumex crispus
Achillea ptarmica	Polygonum hydropiper	Chaerophyllum hirsutum	Salix alba
Agropyron caninum	Polygonum lapathifolium	Chamomilla perforata	Salix caprea
Agropyron repens	Populus hybridus	Chenopodium album	Salix fragilis
Agrostis stolonifera	Populus nigra	Chenopodium glaucum	Salix purpurea
Alisma plantago-aquatica	Potentilla reptans	Chenopodium polyspermum	Salix sericans
Alliaria petiolata	Ranunculus acris	Cichorium intybus	Salix triandra
Alnus glutinosa	Ranunculus repens	Cirsium arvense	Salix viminalis
Alopecurus myosuroides	Ranunculus scleratus	<b>Conyza canadensis</b>	Salix x rubens
<b>Amaranthus retroflexus</b>	Rorippa amphibia	Crepis capillaris	Salvia pratensis
Anchusa arvensis	Rorippa palustris	Cuscuta europaea	Saponaria officinalis
Arctium lappa	Rorippa sylvestris	Dactylis glomerata	Scrophularia nodosa
Arctium minus	Rosa canina	Daucus carota	Scrophularia umbrosa
Arrhenatherum elatius	Rubus caesius	Echium vulgare	Sedum acre
Artemisia vulgaris	Rumex conglomeratus	Epilobium hirsutum	Senecio vulgaris
<b>Atriplex nitens</b>	Rumex crispus	Epilobium obscurum	Silene dioica
Atriplex patula	Rumex obtusifolius	Erysimum cheiranthoides	Silene vulgaris
Barbarea vulgaris	Rumex triangulivalvis	Euphorbia cyparissias	Sinapis arvensis
Betula pubescens	Salix alba	Fallopia convolvulus	Sisymbrium altissimum
<b>Bidens connata</b>	Salix caprea	Festuca rubra	Solanum dulcamara
<b>Bidens frondosa</b>	Salix fragilis	Galeopsis pubescens	Solanum nigrum
<b>Buddleja davidii</b>	Salix purpurea	Galium aparine	<b>Solidago canadensis</b>
Calystegia sepium	Salix viminalis	Galium mollugo	<b>Solidago gigantea</b>
Carduus crispus	Saponaria officinalis	Gypsophila muralis	Sonchus asper
Chamomilla perforata	Scrophularia nodosa	<b>Helianthus annuus</b>	Stachys palustris
<b>Chamomilla suaveolens</b>	Scrophularia umbrosa	<b>Helianthus tuberosus</b>	Stellaria glauca
Chenopodium album	Scutellaria galericulata	Heracleum sphondylium	Symphytum officinale
Chenopodium glaucum	Sedum telephium	Herniaria glabra	Tanacetum vulgare
Chenopodium polyspermum	Senecio vulgaris	Hiracium pilosella	Taraxacum officinale
	Silene dioica		Trifolium pratense

Veronica anagalis-aquatica	Geranium robertianum	Senecio sylvaticus	Galeopsis pubescens
Veronica beccabunga	Geum urbanum	Senecio vulgaris	<b>Galinsoga ciliata</b>
Vicia cracca	Gnaphalium uliginosum	Setaria viridis	Galium mollugo
<b>R11: 142</b>	<b>Helianthus tuberosus</b>	Silene dioica	Geum urbanum
<b>R 12</b>	Humulus lupulus	Silene vulgaris	Gnaphalium uliginosum
Acer pseudoplatanus	Hypericum perforatum	Sinapis arvensis	<b>Helianthus tuberosus</b>
Achillea millefolium	Impatiens glandulifera	Sisymbrium altissimum	Herniaria glabra
Achillea ptarmica	Impatiens parviflora	Solanum dulcamara	Humulus lupulus
Aegopodium podagaria	Juncus articulatus	<b>Solidago canadensis</b>	Hypericum perforatum
Agropyron caninum	Juncus effusus	Stachys sylvatica	<b>Impatiens glandulifera</b>
Agropyron repens	Lactuca seriola	Stellaria glauca	Iris pseudacorus
Agrostis capillaris	Lamium album	Stellaria graminea	Juncus articulatus
Agrostis stolonifera	Lamium maculatum	Symphytum officinale	Juncus bufonius
Alisma plantago-aquatica	Lamium purpureum	Tanacetum vulgare	Lactuca seriola
Alliaria petiolata	Lapsana communis	Taraxacum officinale	Lamium album
Alnus glutinosa	Lathyrus pratensis	Trifolium arvense	Lamium maculatum
Alopecurus geniculatus	Leontodon autumnalis	Trifolium pratense	Lamium purpureum
Alopecurus myosuroides	Leucanthemum vulgare	Trifolium repens	Leontodon hispidus
Alopecurus pratensis	Linaria vulgaris	Tussilago farfara	Leucanthemum vulgare
<b>Amaranthus retroflexus</b>	<b>Lolium multiflorum</b>	Typha latifolia	Linaria vulgaris
Arabidopsis thaliana	Lotus corniculatus	Urtica dioica	Lolium perenne
Arctium lappa	Lychnis flos-cuculi	Valeriana officinalis	Lycopus europaeus
Arctium minus	Lycopus europaeus	Verbascum densiflorum	Lysimachia nummularia
Armeria maritima	Lysimachia nummularia	Veronica anagalis-aquatica	Lysimachia vulgaris
Artemisia vulgaris	Lysimachia vulgaris	Veronica beccabunga	Lythrum salicaria
<b>Atriplex nitens</b>	Lythrum salicaria	Vicia cracca	Medicago falcata
Atriplex patula	Medicago falcata	Viola arvensis	Medicago lupulina
Avena fatua	Medicago lupulina	<b>R12: 175</b>	Melilotus alba
Barbarea vulgaris	Melilotus alba	<b>R 14</b>	Mentha arvensis
Bidens connata	Melilotus officinalis	Achillea millefolium	Mentha aquatica
Bidens frondosa	Mentha longifolia	Achillea ptarmica	Mentha longifolia
Butomus umbellatus	Myosotis palustris	Agropyron caninum	Myosotis palustris
Calystegia sepium	Myosoton aquaticum	Agrostis capillaris	Myosoton aquaticum
Capsella bursa-pastoris	<b>Oenothera biennis</b>	Agrostis stolonifera	Myriophyllum spicatum
Carduus crispus	Papaver argemone	Alliaria petiolata	<b>Oenothera biennis</b>
Carex spec.	Papaver rhoeas	Alnus glutinosa	Phalaris arundinacea
Carex vulpina	Phalaris arundinacea	Alopecurus pratensis	Physalis alkekengi
Centaurea jacea	Phleum pratense	<b>Amaranthus retroflexus</b>	Plantago intermedia
Chaenorhinum minus	Plantago intermedia	Arabidopsis thaliana	Plantago lanceolata
Chaerophyllum hirsutum	Plantago lanceolata	Arctium lappa	Plantago major
Chamomilla perforata	Plantago major	Arctium tomentosum	Poa annua
Chamomilla recutita	Poa annua	Arenaria serpyllifolia	Poa compressa
<b>Chamomilla suaveolens</b>	Poa compressa	Armeria maritima	Poa palustris
Chenopodium album	Poa palustris	Artemisia campestris	Poa pratensis
Chenopodium glaucum	Poa pratensis	Artemisia vulgaris	Poa trivialis
Chenopodium polyspermum	Poa trivialis	Atriplex patula	Polygonum aviculare
Cichorium intybus	Polygonum aviculare	Barbarea vulgaris	Polygonum hydropiper
Cirsium arvense	Polygonum hydrophorum	<b>Bidens connata</b>	Polygonum lapathifolium
Cirsium oleraceum	Polygonum lapathifolium	<b>Bidens frondosa</b>	Populus hybridus
Convolvulus arvensis	Polygonum persicaria	Butomus umbellatus	Populus nigra
<b>Conyza canadensis</b>	Polygonum spicatum	Callitriche palustris	Potentilla tabernaemontani
Cornus sanguinea	Populus hybridus	Carduus acanthoides	Prunus avium
Crepis capillaris	Populus nigra	Carduus crispus	Prunus padus
Cuscuta europaea	Potentilla reptans	Carex spec.	Ranunculus ficaria
Dactylis glomerata	Prunella vulgaris	Carex vulpina	Ranunculus fluitans
Draba muralis	Prunus padus	Chaenorhinum minus	Ranunculus repens
Echinochloa crus-galli	Ranunculus acris	Chaerophyllum bulbosum	Rorippa amphibia
Echium vulgare	Ranunculus repens	Chaerophyllum hirsutum	Rorippa palustris
Epilobium hirsutum	Rorippa amphibia	Chamomilla perforata	Rubus caesius
Epilobium obscurum	Rorippa palustris	Chamomilla recutita	Rumex conglomeratus
Equisetum arvense	Rubus caesius	Chenopodium glaucum	Rumex crispus
Erigeron annuus	Rumex acetosa	Chenopodium polyspermum	Rumex obtusifolius
Erysimum cheiranthoides	Rumex conglomeratus	Cichorium intybus	Salix fragilis
Euonymus europaea	Rumex triangulivalvis	Convolvulus arvensis	Salix purpurea
Euphorbia cyparissias	Rumex tyrsiflorus	<b>Conyza canadensis</b>	Salix triandra
Fallopia convolvulus	Salix alba	Dactylis glomerata	Salix viminalis
Festuca rubra	Salix caprea	Epilobium hirsutum	Salix x rubens
Filipendula ulmaria	Salix fragilis	Epilobium obscurum	Sambucus nigra
Frangula alnus	Salix purpurea	Equisetum arvense	Saponaria officinalis
Fraxinus excelsior	Salix triandra	Euonymus europaea	Scrophularia nodosa
	Salix viminalis	Euphorbia cyparissias	Scrophularia umbrosa
	Salix x rubens		Scutellaria galericulata
	Sambucus nigra		

Sinapis arvensis	Rorippa palustris	Helianthus tuberosus	Valeriana rimosa
Solanum dulcamara	Rubus caesius	Hypericum perforatum	Vicia cracca
Solanum nigrum	Rumex conglomeratus	Impatiens glandulifera	<b>R16: 124</b>
Stachys palustris	Rumex triangulivalvis	Lactuca seriola	<b>R 18</b>
Stachys sylvatica	Salix caprea	Leontodon autumnalis	Acer pseudoplatanus
Tanacetum vulgare	Salix fragilis	Lepidium campestre	Achillea millefolium
Taraxacum officinale	Salix purpurea	Leucanthemum vulgare	Achillea ptarmica
Trifolium repens	Salix viminalis	Linaria vulgaris	Agropyron caninum
Tussilago farfara	Saponaria officinalis	Lotus corniculatus	Agropyron repens
Urtica dioica	Scrophularia nodosa	Lycopus europaeus	Agrostis capillaris
Valeriana officinalis	Scrophularia umbrosa	Lysimachia vulgaris	Agrostis stolonifera
Verbascum densiflorum	Senecio vulgaris	Lythrum salicaria	Alliaria petiolata
Veronica beccabunga	Silene dioica	Medicago falcata	Alnus glutinosa
Veronica chamaedrys	Silene vulgaris	Medicago lupulina	Alopecurus geniculatus
Veronica persica	Sinapis arvensis	Medicago x varia	Alopecurus pratensis
Vicia articulata	Sisymbrium altissimum	Melilotus alba	<b>Amaranthus retroflexus</b>
Vicia cracca	Solanum nigrum	Melilotus officinalis	Arctium minus
Vicia lathyroides	<b>Solidago gigantea</b>	Mentha arvensis	Arrhenatherum elatius
Vicia tetrasperma	Stachys palustris	Mentha aquatica	Artemisia vulgaris
<b>R14: 143</b>	Stachys sylvatica	Mentha longifolia	<b>Atriplex nitens</b>
<b>R 15</b>	Symphytum officinale	Myosoton aquaticum	Atriplex patula
Achillea ptarmica	Tanacetum vulgare	Myriophyllum spicatum	Barbarea vulgaris
Agrostis stolonifera	Taraxacum officinale	Oenothera biennis	<b>Bidens connata</b>
<b>Amaranthus retroflexus</b>	Trifolium repens	Phalaris arundinacea	<b>Bidens frondosa</b>
Arctium minus	Tussilago farfara	Pinus sylvestris	Brassica napus
Artemisia vulgaris	Urtica dioica	Plantago lanceolata	Calystegia sepium
Asperagus officinalis	Veronica anagalis-aquatica	Plantago major	Campanula patula
<b>Atriplex nitens</b>	Veronica beccabunga	Poa annua	Capsella bursa-pastoris
Atriplex patula	Vicia cracca	Poa compressa	Cardamine impatiens
Barbarea vulgaris	<b>R15: 84</b>	Poa palustris	Carduus crispus
<b>Bidens frondosa</b>	<b>R 16</b>	Poa pratensis	Centaurea jacea
Calystegia sepium	Achillea millefolium	Poa trivialis	Ceratophyllum demersum
Capsella bursa-pastoris	Achillea ptarmica	Polygonum lapathifolium	Chamomilla perforata
Ceratophyllum demersum	Aegopodium podagaria	Populus hybridus	<b>Chamomilla suaveolens</b>
Chaenorhinum minus	Agropyron caninum	Populus nigra	Chenopodium album
Chamomilla perforata	Agropyron repens	Prunus padus	Chenopodium glaucum
Chamomilla recutita	Agrostis capillaris	Ranunculus acris	Chenopodium polyspermum
Chenopodium album	Agrostis stolonifera	Ranunculus ficaria	Chenopodium polyspermum
Chenopodium glaucum	Alliaria petiolata	Ranunculus repens	Cichorium intybus
Chenopodium polyspermum	Alnus glutinosa	Rorippa palustris	Cirsium arvense
Cirsium arvense	Arctium minus	Rosa canina	<b>Conyza canadensis</b>
<b>Conyza canadensis</b>	Arrhenatherum elatius	Rubus caesius	Dactylis glomerata
Dactylis glomerata	Artemisia vulgaris	Rumex acetosa	Daucus carota
Epilobium hirsutum	Asperagus officinalis	Rumex acetosella	Echinochloa crus-galli
Epilobium obscurum	Atriplex patula	Rumex aquaticus	Epilobium angustifolium
Fallopia convolvulus	Barbarea vulgaris	Rumex conglomeratus	Epilobium obscurum
Galeopsis pubescens	<b>Bidens frondosa</b>	Rumex tyrsiflorus	Equisetum arvense
Galium mollugo	Calystegia sepium	Salix alba	Euonymus europaea
Geranium molle	Capsella bursa-pastoris	Salix caprea	Euphorbia cyparissias
Hypericum perforatum	Carduus crispus	Salix fragilis	Festuca rubra
<b>Impatiens glandulifera</b>	Centaurea jacea	Salix purpurea	Fraxinus excelsior
Lactuca seriola	Ceratophyllum demersum	Salix triandra	Fumaria officinalis
Leucanthemum vulgare	Chaenorhinum minus	Salix viminalis	Galeopsis pubescens
Linaria vulgaris	Chamomilla perforata	Salvia pratensis	<b>Galinsoga ciliata</b>
Lycopus europaeus	Chamomilla recutita	Saponaria officinalis	Galium aparine
Lythrum salicaria	Chenopodium album	Scrophularia nodosa	Galium mollugo
Medicago falcata	Chenopodium glaucum	Scutellaria galericulata	Geranium robertianum
<b>Medicago x varia</b>	Chenopodium polyspermum	Sedum acre	Geum urbanum
Melilotus alba	Cichorium intybus	Sedum sexangulare	Gypsophila muralis
Melilotus officinalis	Cirsium arvense	Senecio jacobaea	<b>Helianthus annuus</b>
Mentha arvensis	<b>Conyza canadensis</b>	Senecio vulgaris	Herniaria glabra
Mentha aquatica	Dactylis glomerata	Senecio sylvaticus	Hypericum perforatum
Mentha longifolia	Daucus carota	Silene dioica	<b>Impatiens glandulifera</b>
Myosoton aquaticum	Epilobium hirsutum	Silene vulgaris	Iris pseudacorus
<b>Oenothera biennis</b>	Epilobium obscurum	Sinapis arvensis	Juncus articulatus
Phalaris arundinacea	<b>Erigeron annuus</b>	Sium latifolium	Lactuca seriola
Plantago intermedia	Erysimum cheiranthoides	<b>Solidago canadensis</b>	Lamium purpureum
Plantago lanceolata	Euphorbia cyparissias	Stachys palustris	Lemna gibba
Plantago major	Festuca rubra	Symphytum officinale	Leucanthemum vulgare
Poa annua	Filipendula ulmaria	Tanacetum vulgare	Linaria vulgaris
Poa compressa	Galeopsis pubescens	Tanacetum parthenium	Lycopus europaeus
		Taraxacum officinale	Lysimachia vulgaris

Myosoton aquaticum	Bidens frondosa	Senecio sylvaticus
Myriophyllum spicatum	Brassica napus	Setaria pumilis
Oenothera biennis	Butomus umbellatus	Setaria viridis
Oxalis fontana	Calystegia sepium	Silene dioica
Papaver rhoeas	Carduus crispus	Silene vulgaris
Phacelia tanacetifolium	Chaenorhinum minus	Sinapis arvensis
Phalaris arundinacea	Chamomilla perforata	Solanum dulcamara
Phleum pratense	Chenopodium glaucum	Solanum lycopersicum
Plantago intermedia	Chenopodium polyspermum	Solidago canadensis
Plantago lanceolata	Cirsium arvense	Sparganium erectum
Plantago major	Convolvulus arvensis	Stachys palustris
Poa annua	Conyza canadensis	Symphytum officinale
Poa palustris	Coronilla varia	Tanacetum vulgare
Poa pratensis	Curcubita pepo	Taraxacum officinale
Polygonum aviculare	Dactylis glomerata	Trifolium arvense
Polygonum hydropiper	Datura stramonium	Trifolium pratense
Polygonum lapathifolium	Echinochloa crus-galli	Trifolium repens
Populus hybridus	Epilobium hirsutum	Tussilago farfara
Populus nigra	Epilobium obscurum	Typha latifolia
Potentilla reptans	Euphorbia cyparissias	Urtica dioica
Prunus avium	Euphorbia exigua	Veronica anagalis-aquatica
Prunus padus	Fallopia convolvulus	Veronica beccabunga
Ranunculus acris	Filipendula ulmaria	Veronica chamaedrys
Ranunculus fluitans	Fraxinus excelsior	Vicia cracca
Ranunculus repens	Galeopsis pubescens	Vicia tenuifolia
Ranunculus sceleratus	Galium aparine	Vicia tetrasperma
Rorippa amphibia	Galium mollugo	<b>R19: 117</b>
Rorippa palustris	Geranium pratense	
Rubus caesius	Glyceria maxima	
Rumex acetosa	Helianthus tuberosus	
Rumex conglomeratus	Hypericum perforatum	
Rumex triangulivalvis	Impatiens glandulifera	
Rumex tyrsiflorus	Iris pseudacorus	
Salix caprea	Lactuca seriola	
Salix fragilis	Lamium purpureum	
Salix purpurea	Linaria vulgaris	
Salix viminalis	Lycopus europaeus	
Saponaria officinalis	Lysimachia nummularia	
Scrophularia nodosa	Lythrum salicaria	
Scrophularia umbrosa	Medicago falcata	
Senecio sylvaticus	Medicago x varia	
Senecio vulgaris	Melilotus alba	
Silene dioica	Melilotus officinalis	
Sinapis arvensis	Mentha arvensis	
Solanum dulcamara	Mentha longifolia	
Solanum lycopersicum	Myosoton aquaticum	
Solanum nigrum	Oenothera biennis	
Solidago canadensis	Phalaris arundinacea	
Stellaria glauca	Physalis alkekengi	
Stellaria graminea	Plantago intermedia	
Symphytum officinale	Plantago lanceolata	
Tanacetum vulgare	Plantago major	
Taraxacum officinale	Poa annua	
Trifolium pratense	Poa compressa	
Trifolium repens	Poa palustris	
Tussilago farfara	Poa pratensis	
Urtica dioica	Poa trivialis	
Veronica beccabunga	Polygonum aviculare	
Vicia cracca	Polygonum hydropiper	
Vicia tetrasperma	Polygonum lapathifolium	
<b>R18: 132</b>	Ranunculus repens	
	Robinia pseudacacia	
<b>R 19</b>	Rorippa amphibia	
Achillea millefolium	Rorippa palustris	
Achillea ptarmica	Rosa canina	
Agropyron repens	Rubus caesius	
Agrostis capillaris	Rumex conglomeratus	
Agrostis stolonifera	Rumex crispus	
Alnus glutinosa	Rumex triangulivalvis	
Arctium lappa	Salix fragilis	
Arctium minus	Salix purpurea	
Artemisia vulgaris	Salix viminalis	

## Anhang VIa: Gesamtartenliste der 4 begradigten Flussabschnitte (NR-Flächen)

Achillea millefolium	Epilobium obscurum	Lysimachia nummularia	Salix purpurea
Aegopodium podagaria	Equisetum arvense	Lysimachia vulgaris	Salix triandra
Agropyron caninum	Festuca gigantea	Lythrum salicaria	Salix viminalis
Agropyron repens	Filipendula ulmaria	Melilotus officinalis	Sambucus nigra
Agrostis stolonifera	Galeopsis pubescens	Mentha aquatica	Sanguisorba officinalis
Alnus glutinosa	<b>Galinsoga ciliata</b>	Mentha longifolia	Saponaria officinalis
Alopecurus myosuroides	Galium aparine	Myosotis arvensis	Scirpius sylvaticus
Alopecurus pratensis	Galium mollugo	Myosoton aquaticum	Scrophularia nodosa
Arctium lappa	Geranium pratense	Phalaris arundinacea	Scrophularia umbrosa
Arctium minus	Geum urbanum	Phleum pratense	Silene dioica
Arrhenatherum elatius	Glyceria maxima	Phragmites australis	Sinapis arvensis
Artemisia vulgaris	<b>Helianthus tuberosus</b>	Plantago major	Sonchus asper
Barbarea vulgaris	Holcus lanata	Poa annua	Sparganium erectum
<b>Bidens frondosa</b>	Humulus lupulus	Poa palustris	Stachys palustris
Brachypodium pinnatum	Hypericum perforatum	Poa pratensis	Stachys sylvatica
Calystegia sepium	<b>Impatiens glandulifera</b>	Poa trivialis	Stellaria graminea
Carduus crispus	Iris pseudacorus	Polygonum hydropiper	Symphytum officinale
Catnaegus monogyna	Isolepis setacea	Polygonum lapathifolium	Tanacetum vulgare
Chaerophyllum bulbosum	Juncus acutiflorus	Ranunculus repens	Taraxacum officinale
Chaerophyllum hirsutum	Juncus articulatus	Rubus caesius	Trifolium pratense
Chenopodium album	Juncus effusus	Rumex acetosa	Trifolium repens
Cirsium arvense	Lamium album	Rumex aquaticus	Typha latifolia
Convolvulus arvensis	Lamium maculatum	Rumex conglomeratus	Urtica dioica
Cuscuta europaea	Lamium purpureum	Salix alba	Veronica beccabunga
Dactylis glomerata	<b>Lolium multiflorum</b>	Salix caprea	Veronica chamaedrys
Epilobium hirsutum	Lycopus europaeus	Salix fragilis	Vicia cracca

## Anhang VIIb: Einzelartenlisten der 4 NR-Flächen grau unterlegt: Neophyten

<b>NR 3</b>	Glyceria maxima	Humulus lupulus	Poa palustris
Aegopodium podagaria	Helianthus tuberosus	Impatiens glandulifera	Poa pratense
Agropyron caninum	Holcus lanata	Iris pseudacorus	Poa trivialis
Agropyron repens	Humulus lupulus	Isolepis setacea	Polygonum hydropiper
Agrostis stolonifera	Hypericum perforatum	Juncus articulatus	Polygonum lapathifolium
Alnus glutinosa	Impatiens glandulifera	Juncus effusus	Ranunculus repens
Arrhenatherum elatius	Juncus acutiflorus	Lamium maculatum	Rubus caesius
Artemisia vulgaris	Juncus articulatus	Lycopus europaeus	Rumex acetosa
Calystegia sepium	Juncus effusus	Lysimachia vulgaris	Rumex aquaticus
Carduus crispus	Lamium album	Lythrum salicaria	Rumex conglomeratus
Chaerophyllum bulbosum	Lamium maculatum	Mentha aquatica	Salix alba
Chaerophyllum hirsutum	Lolium multiflorum	Mentha longifolia	Salix fragilis
Chenopodium album	Lysimachia nummularia	Miosoton aquaticum	Salix purpurea
Cuscuta europaea	Lythrum salicaria	Phalaris arundinacea	Salix viminalis
Dactylis glomerata	Melilotus officinalis	Phleum pratense	Sanguisorba major
Epilobium obscurum	Mentha longifolia	Poa palustris	Scirpius sylvaticus
Filipendula ulmaria	Myosotis arvensis	Poa pratensis	Scrophularia umbrosa
Galeopsis pubescens	Myosoton aquaticum	Poa trivialis	Tanacetum vulgare
Galium aparine	Phalaris arundinacea	Polygonum lapathifolium	Taraxacum officinale
Geum urbanum	Plantago major	Rumex aquaticus	Trifolium pratense
Glyceria maxima	Poa annua	Rumex conglomeratus	Trifolium repens
Helianthus tuberosus	Poa palustris	Salix alba	Typha latifolia
Impatiens glandulifera	Poa pratensis	Salix fragilis	Urtica dioica
Lamium maculatum	Poa trivialis	Salix purpurea	Veronica beccabunga
Lamium purpureum	Polygonum hydropiper	Salix viminalis	Veronica chamaedrys
Lycopus europaeus	Polygonum lapathifolium	Sambucus nigra	<b>NR6: 63</b>
Lysimachia vulgaris	Ranunculus repens	Sanguisorba officinalis	
Lythrum salicaria	Rubus caesius	Scirpius sylvaticus	
Mentha longifolia	Rumex acetosa	Scrophularia umbrosa	
Myosoton aquaticum	Rumex conglomeratus	Silene dioica	
Phalaris arundinacea	Salix caprea	Sparganium erectum	
Phleum pratense	Salix fragilis	Stellaria graminea	
Phragmites australis	Salix viminalis	Tanacetum vulgare	
Poa palustris	Saponaria officinalis	Taraxacum officinale	
Poa trivialis	Scrophularia nodosa	Typha latifolia	
Salix alba	Silene dioica	Urtica dioica	
Salix fragilis	Sinapis arvensis	<b>NR5: 64</b>	
Salix triandra	Stachys palustris		
Salix viminalis	Symphytum officinale	<b>NR 6</b>	
Saponaria officinalis	Tanacetum vulgare	Achillea millefolium	
Scrophularia nodosa	Taraxacum officinale	Aegopodium podagaria	
Silene dioica	Trifolium pratense	Agropyron repens	
Sonchus asper	Trifolium repens	Agrostis stolonifera	
Stachys sylvatica	Urtica dioica	Alnus glutinosa	
Taraxacum officinale	Veronica beccabunga	Arctium lappa	
Urtica dioica	Veronica chamaedrys	Alopecurus pratensis	
Vicia cracca	<b>NR4: 73</b>	Artemisia vulgaris	
<b>NR3: 46</b>		Barbarea vulgaris	
	<b>NR 5</b>	Calystegia sepium	
<b>NR 4</b>	Aegopodium podagaria	Carduus crispus	
Achillea millefolium	Agropyron caninum	Chaerophyllum bulbosum	
Aegopodium podagaria	Agropyron repens	Chaerophyllum hirsutum	
Agropyron caninum	Agrostis stolonifera	Cirsium arvensis	
Agropyron repens	Alnus glutinosa	Convolvulus arvensis	
Agrostis stolonifera	Alopecurus myosuroides	Dactylis glomerata	
Alnus glutinosa	Arctium lappa	Epilobium obscurum	
Alopecurus myosuroides	Arrhenatherum elatius	Equisetum arvense	
Alopecurus pratensis	Artemisia vulgaris	Filipendula ulmaria	
Arctium minus	Barbarea vulgaris	Galeopsis pubescens	
Arrhenatherum elatius	Bidens frondosa	Galium album	
Artemisia vulgaris	Calystegia sepium	Galium aparine	
Barbarea vulgaris	Carduus crispus	Geum urbanum	
Brachypodium pinnatum	Chaerophyllum bulbosum	Glyceria maxima	
Calystegia sepium	Chaerophyllum hirsutum	Helianthus tuberosus	
Carduus crispus	Cirsium arvense	Humulus lupulus	
Chaerophyllum bulbosum	Catragogus monogyna	Impatiens glandulifera	
Chaerophyllum hirsutum	Dactylis glomerata	Juncus articulatus	
Cirsium arvense	Epilobium hirsutum	Juncus effusus	
Convolvulus arvensis	Epilobium obscurum	Lamium album	
Dactylis glomerata	Equisetum arvense	Lamium maculatum	
Epilobium obscurum	Festuca gigantea	Lycopus europaeus	
Equisetum arvense	Filipendula ulmaria	Lysimachia vulgaris	

## Anhang VIIa: Gesamtartenliste aller Dauerflächen renaturierter Abschnitte (DR-Flächen)

Acer pseudoplatanus	<b>Conyza canadensis</b>	Lycopus europaeus	Salix caprea x S. purpurea
Achillea millefolium	Crataegus monogyna	Lysimachia nemorum	Salix caprea x S. triandra
Achillea ptarmica	Cuscuta europaea	Lysimachia nummularia	Salix caprea x S. viminalis
Aegopodium podagraria	Dactylis glomerata	Lysimachia vulgaris	Salix fragilis
Agropyron caninum	Daucus carota	Lythrum salicaria	Salix purpurea
Agropyron repens	Dipsacus sylvestris	Malva moschata	Salix sericea
Agrostis capillaris	Echinochloa crus-galli	Medicago lupulina	Salix triandra
Agrostis gigantea	Eleocharis palustris	<b>Medicago x varia</b>	Salix viminalis
Agrostis stolonifera	Epilobium hirsutum	Melilotus alba	Salix x rubens
Alchemilla vulgaris	Epilobium obscurum	Melilotus officinalis	Sanguisorba officinalis
Alisma plantago-aquatica	Equisetum arvense	Mentha aquatica	Saponaria officinalis
Alliaria petiolata	Erysimum cheiranthoides	Mentha longifolia	Scirpus sylvaticus
Alnus glutinosa	Euphorbia cyparissias	Myosotis arvensis	Scrophularia nodosa
Alopecurus aequalis	Euphorbia exigua	Myosotis palustris	Scrophularia umbrosa
Alopecurus geniculatus	Euphorbia helioscopia	Myosoton aquaticum	Scutellaria galericulata
Alopecurus myosuroides	Fallopia convolvulus	<b>Oxalis fontana</b>	Senecio spec
Alopecurus pratensis	Festuca gigantea	Papaver argemone	Senecio sylvaticus
<b>Amaranthus retroflexus</b>	Festuca ovina	Papaver rhoeas	Senecio vulgaris
Anagallis arvensis	Festuca pratensis	Petroselinum crispum	Setaria viridis
Anchusa arvensis	Festuca rubra	Phalaris arundinacea	Silene dioica
Arabidopsis thaliana	Filipendula ulmaria	Phleum pratense	Silene vulgaris
Arctium lappa	Fraxinus excelsior	Physalis alkekengi	Sinapis arvensis
Arctium minus	Galeopsis pubescens	Plantago intermedia	Sisymbrium altissimum
Arrhenatherum elatius	<b>Galinsoxa ciliata</b>	Plantago lanceolata	Solanum dulcamara
Artemisia vulgaris	Galium aparine	Plantago major	<b>Solanum lycopersicum</b>
<b>Atriplex nitens</b>	Galium mollugo	Plantago media	Solanum nigrum
Atriplex patula	Geranium pratense	Poa annua	<b>Solidago canadensis</b>
Atriplex prostrata	Geranium robertianum	Poa compressa	Sonchus asper
Avena fatua	Geum urbanum	Poa nemoralis	Sonchus oleraceus
Barbarea vulgaris	Glechoma hederacea	Poa palustris	Stachys palustris
Betula pubescens	Glyceria maxima	Poa pratensis	Stachys sylvatica
<b>Bidens connata</b>	Gnaphalium uliginosum	Poa trivialis	Stellaria glauca
<b>Bidens frondosa</b>	Gypsophila muralis	Polygonum aviculare	Stellaria graminea
Brassica napus	<b>Helianthus annuus</b>	Polygonum hydropiper	Stellaria media
Brassica nigra	<b>Helianthus tuberosus</b>	Polygonum lapathifolium	Symphytum officinale
Calystegia sepium	Holcus lanatus	Polygonum persicaria	<b>Syringa vulgaris</b>
Capsella bursa-pastoris	Humulus lupulus	Populus nigra	Tanacetum parthenium
Carduus crispus	Hypericum perforatum	Potentilla reptans	Tanacetum vulgare
Carex spec.	<b>Impatiens glandulifera</b>	Prunus padus	Taraxacum officinale
Carex vulpina	Impatiens noli-tangere	Quercus petraea	Thlaspi arvense
Centaurea jacea	<b>Impatiens parviflora</b>	Ranunculus acris	Trifolium pratense
Cerastium fontanum	Iris pseudacorus	Ranunculus bulbosus	Trifolium repens
Chaenorhinum minus	Juncus articulatus	Ranunculus ficaria	Tussilago farfara
Chaerophyllum bulbosum	Juncus bufonius	Ranunculus repens	Typha latifolia
Chaerophyllum hirsutum	Juncus effusus	Ranunculus sceleratus	Urtica dioica
Chamomilla perforata	Lactuca serriola	<b>Robinia pseudacacia</b>	Valeriana officinalis
Chamomilla recutita	Lamium album	Rorippa palustris	Verbascum densiflorum
<b>Chamomilla suaveolens</b>	Lamium maculatum	Rorippa sylvestris	Veronica anagallis-aquatica
Chenopodium album	Lamium purpureum	Rosa canina	Veronica arvensis
Chenopodium glaucum	Lathyrus pratensis	Rubus caesius	Veronica beccabunga
Chenopodium polyspermum	Leontodon autumnalis	Rumex acetosa	Veronica chamaedrys
Cichorium intybus	Leucanthemum vulgare	Rumex conglomeratus	Veronica spec
Cirsium arvense	Linaria vulgaris	Rumex crispus	Vicia articulata
Cirsium oleraceum	<b>Lolium multiflorum</b>	Rumex obtusifolius	Vicia cracca
Cirsium vulgare	Lolium perenne	Rumex thyrsoiflorus	Vicia lathyroides
Clematis vitalba	Lotus corniculatus	Salix alba	Vicia tetrasperma
Convolvulus avensis	Lychnis flos-cuculi	Salix caprea	Viola arvensis



Anhang VIIb: Gesamtartenliste aller Dauerflächen begradigter Abschnitte (**DNR-Flächen**)

Achillea millefolium	Dactylis glomerata	Juncus effusus	Rumex acetosa
Aegopodium podagraria	Epilobium hirsutum	Lamium album	Rumex conglomeratus
Agropyron caninum	Epilobium obscurum	Lamium maculatum	Salix fragilis
Agropyron repens	Equisetum arvense	Lycopus europaeus	Saponaria officinalis
Agrostis stolonifera	Festuca pratensis	Lysimachia nemorum	Scirpus sylvaticus
Alliaria petiolata	Filipendula ulmaria	Lythrum salicaria	Scrophularia nodosa
Alnus glutinosa	Galeopsis pubescens	Melilotus alba	Scrophularia umbrosa
Alopecurus geniculatus	<b>Galinsoga ciliata</b>	Mentha longifolia	Silene dioica
Alopecurus pratensis	Galium aparine	Myosoton aquaticum	Sinapis arvensis
Arctium lappa	Galium mollugo	Phalaris arundinacea	Stachys sylvatica
Arrhenatherum elatius	Geum urbanum	Pheum pratense	Symphytum officinale
Artemisia vulgaris	Glechoma hederacea	Plantago lanceolata	Tanacetum vulgare
Barbarea vulgaris	Glyceria maxima	Plantago major	Taraxacum officinale
<b>Bidens frondosa</b>	Holcus lanatus	Poa palustris	Trifolium repens
Calystegia sepium	Humulus lupulus	Poa pratensis	Urtica dioica
Carduus crispus	Hypericum perforatum	Poa trivialis	Veronica beccabunga
Chaerophyllum hirsutum	<b>Impatiens glandulifera</b>	Polygonum lapathifolium	Veronica chamaedrys
Chamomilla perforata	Impatiens noli-tangere	Quercus petraea	
Cirsium arvense	Iris pseudacorus	Ranunculus repens	
Cuscuta europaea	Juncus articulatus	Rubus caesius	

77

grau unterlegt: Neophyten

Anhang VIII: Einzelartenlisten aller 21 Dauerflächen (**DR-** und **DNR-**Flächen) mit den Abundanzen [%] vom Frühjahr (F), Sommer (S) und Herbst (H) 1999 bis 2002.

Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Aegopodium podagraria				0,19	0,18	0,46		0,08		
Agropyron caninum	0,16	0,07	2,92	0,20	0,13	0,51				
Agrostis capillaris					0,67					
Agrostis stolonifera		0,39	0,24	0,21	0,14		0,03			
Alchemilla vulgaris				0,13	0,16	0,30	0,36	0,26		
Alliaria petiolata	0,74	2,28	0,63	0,02		0,02				0,19
Alnus glutinosa				0,21	2,28	2,25	2,57	4,64	9,32	0,60
Alopecurus geniculatus				0,05						
Alopecurus pratensis							0,03	0,04		
Arctium lappa		0,15	1,58							
Arrhenatherum elatius				0,07						
Artemisia vulgaris		0,56	2,99	0,88	3,59	2,87	0,57	1,39	0,91	0,30
Barbarea vulgaris		1,73	3,44	1,73	0,51	0,43	0,70	0,29	0,26	0,12
Calystegia sepium							0,10	0,39		
Carduus crispus						0,03				
Chaerophyllum hirsutum					0,07	0,22	0,34	0,13	0,10	
Chamomilla recutita					0,17					
Chenopodium album		0,28								
Chenopodium polyspermum			0,45							0,02
Dactylis glomerata		0,26		0,09	0,03	0,18	0,07	0,05		
Epilobium hirsutum		1,96	4,79	8,54	20,56	24,29	18,55	43,67	37,10	0,05
Epilobium obscurum		0,09		0,07	0,32	0,29		0,05		
Fallopia convolvulus	0,10	0,76	0,39							
Filipendula ulmaria				0,05		0,26	0,07	0,23	0,08	
Galeopsis pubescens		1,03	0,79	0,02	0,10					0,03
Galium aparine	0,06	0,91	0,62	0,05						
Galium mollugo				0,41		0,80	0,27	0,35		
Geranium robertianum		0,09	0,56							
Impatiens glandulifera	0,67	11,60	19,25	13,62	19,78	8,88	5,26	4,93	2,52	
Impatiens noli-tangere	0,13	0,47		0,08						
Impatiens parviflora		0,90								
Leontodon autumnalis		0,10								
Lolium multiflorum							0,03	0,05		
Lycopus europaeus				0,02	0,42	0,33	0,05	2,68	1,39	
Lysimachia nummularia						0,07				
Lythrum salicaria		0,28	0,76	1,43	3,29	3,17	0,46	2,99	0,83	
Medicago lupulina			0,76		0,12					
Melilotus officinalis		0,87	3,86		0,13	0,05		0,10		
Mentha aquatica			0,49		0,31	0,28				
Mentha longifolia	0,26	20,44	14,24	17,00	6,72	35,34	40,76	29,27	0,30	
Myosotis arvensis			0,53							
Myosoton aquaticum		2,26	4,52	4,79	1,79	2,72	0,06	0,27	0,15	
Oxalis fontana				0,04	0,03	0,04	0,07	0,04		
Phalaris arundinacea			0,65	8,12	7,36	11,08	24,53	19,87	35,55	
Plantago lanceolata			1,29	0,07	0,05	0,07				
Plantago major		0,31	0,32				0,13	0,04	0,03	
Poa compressa						0,15	0,15			
Poa palustris		0,71	0,19			1,06	1,34	0,70	0,76	
Poa pratensis				0,96	0,67			0,36		
Poa trivialis				0,06						
Polygonum aviculare		0,70								0,01
Polygonum hydropiper						0,04		0,10		
Polygonum lapathifolium		0,52	7,09		0,92	0,13		0,07		
Polygonum persicaria		2,82								
Ranunculus repens		0,13		0,07	0,11	0,26	0,28	0,52	0,15	
Rorippa palustris					0,19		0,08	0,05		
Rumex conglomeratus		0,22	0,94	1,16	0,28	0,13	1,35	0,62	0,47	
Salix caprea x S. viminalis					0,10					
Salix fragilis				0,37						0,05
Salix purpurea				1,79	0,92	1,16	1,81	1,97	0,92	0,53

Dauerfläche DR 01a (Nagel Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Salix viminalis</i>				1,27	2,27	2,31	1,29	2,74	5,09	2,22
<i>Saponaria officinalis</i>				0,17	0,19	0,22				
<i>Scirpus sylvaticus</i>					0,11					
<i>Scrophularia nodosa</i>				0,30	0,15	0,07	0,16	0,07	0,18	
<i>Scrophularia umbrosa</i>				0,05				0,18	0,12	
<i>Senecio vulgaris</i>			0,17		0,12	0,01				
<i>Silene dioica</i>		0,04	0,24			0,02	0,08	0,04		
<i>Silene vulgaris</i>				0,04	0,04					
<i>Sinapis arvensis</i>		0,17								0,02
<i>Sisymbrium altissimum</i>			0,23							
<i>Sonchus asper</i>			0,64							
<i>Stachys palustris</i>				0,08	0,45	0,24	0,42			
<i>Stellaria graminea</i>				1,07		0,11	0,25			
<i>Stellaria media</i>						0,12				
<i>Tanacetum vulgare</i>		0,10	2,39	1,20	2,98	2,46	0,37	0,69	0,40	
<i>Taraxacum officinale</i>				0,40		0,01	0,26	0,07		
<i>Thlaspi arvense</i>										0,01
<i>Trifolium pratense</i>		0,02			0,27	0,06				
<i>Tussilago farfara</i>		0,11		0,50						
<i>Urtica dioica</i>		2,09	2,63	18,13	8,75	25,67	26,43	15,27	43,55	1,29
<i>Verbascum densiflorum</i>	0,07		0,13							
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		0,11	0,09							
<i>Veronica beccabunga</i>		0,87	2,46	0,50		0,39	0,29			
<i>Veronica spec</i>			0,79							
<i>Vicia cracca</i>				0,06		0,14				
<i>Viola arvensis</i>										0,01

Dauerfläche DR 01b (Nagel Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Achillea ptarmica</i>			0,16	0,08	0,51	0,65	0,16	0,16		
<i>Agropyron caninum</i>	0,11					0,30				
<i>Agrostis stolonifera</i>	33,67	42,10	40,00	53,04	71,95	83,10	78,83	52,33	42,14	
<i>Alliaria petiolata</i>	0,20	0,28					0,13	0,10	0,05	
<i>Alnus glutinosa</i>			0,11	0,05	0,57	0,78	0,62	2,29	4,95	
<i>Alopecurus aequalis</i>		0,16								
<i>Arctium lappa</i>							0,86	1,18	0,09	
<i>Arctium minus</i>				0,09	0,37	0,32	0,09			
<i>Arrhenatherum elatius</i>					0,16					
<i>Artemisia vulgaris</i>		0,27	0,62		0,04	0,15	0,15			
<i>Barbarea vulgaris</i>		0,24		0,31			0,38	0,01	0,05	
<i>Bidens frondosa</i>			0,36	0,03	0,55	0,49	0,01	0,03		
<i>Calystegia sepium</i>								0,07		
<i>Carduus crispus</i>			0,05							
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>				0,26			0,04			
<i>Chamomilla perforata</i>		0,88								
<i>Chamomilla recutita</i>		0,03		0,01						
<i>Chamomilla suaveolens</i>		0,16								
<i>Cuscuta europaea</i>					0,30	0,42				
<i>Dactylis glomerata</i>				0,24	0,26	0,15	0,23	0,10	0,16	
<i>Epilobium obscurum</i>		0,55	0,08		0,31	0,36	0,24	0,24		
<i>Galeopsis pubescens</i>		0,27					0,02			
<i>Galium aparine</i>	0,05	0,61		0,05			0,04	0,34		
<i>Galium mollugo</i>		0,05			0,07	0,10	0,03			
<i>Humulus lupulus</i>							0,06	0,13	0,07	
<i>Impatiens glandulifera</i>	1,02	4,84	1,90	0,75	3,01	1,26	14,87	19,02	6,68	
<i>Impatiens noli-tangere</i>							0,14			
<i>Lamium purpureum</i>								0,17		
<i>Lycopus europaeus</i>				0,52	2,74	3,64	2,32	9,07	10,17	
<i>Lysimachia vulgaris</i>					0,77	0,93	0,29	0,75	1,60	

Dauerfläche DR 01b (Nagel Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Lythrum salicaria</i>		1,60	1,18	0,47	1,75	2,24	1,08	2,37	3,63	
<i>Medicago lupulina</i>		0,18				0,15				
<i>Melilotus alba</i>							0,10			
<i>Melilotus officinalis</i>		1,73	8,64	0,48	0,92	0,10				
<i>Mentha aquatica</i>		0,14								
<i>Mentha longifolia</i>	0,24	0,06	0,83	0,55	1,24	1,53	4,60	6,07	3,96	
<i>Myosoton aquaticum</i>		0,44			0,10	0,08	0,09			
<i>Phalaris arundinacea</i>		21,06	26,63	23,63	23,84	32,50	6,90	35,46	27,42	
<i>Plantago lanceolata</i>		0,11	0,11							
<i>Plantago major</i>		0,02		0,04						
<i>Poa pratensis</i>	7,07	9,16	4,69	21,06	4,15	8,65				
<i>Polygonum hydropiper</i>	0,09	0,13						0,01		
<i>Polygonum lapathifolium</i>								0,08		
<i>Polygonum persicaria</i>		0,70								
<i>Ranunculus repens</i>					0,04		0,08			
<i>Rubus caesius</i>					0,28	0,60	0,29	0,42	0,36	
<i>Rumex acetosa</i>		0,01		0,02						
<i>Rumex conglomeratus</i>	0,16	0,24	0,11	0,08			0,04	0,14	0,13	
<i>Salix fragilis</i>	2,57	3,30	6,36	5,52	13,20	11,76	16,01	17,00	27,89	
<i>Salix purpurea</i>	23,83	29,07	35,60	41,88	48,19	46,94	47,33	63,03	70,84	
<i>Salix viminalis</i>				0,23	0,35	1,14	0,40			
<i>Saponaria officinalis</i>		0,03								
<i>Scirpus sylvaticus</i>	2,73	2,83	3,11	1,88	2,41	3,27	2,42	1,81	2,31	
<i>Scrophularia nodosa</i>		0,09	0,21	0,01	0,17	0,14	0,14	0,03	0,03	
<i>Scutellaria galericulata</i>					0,38	0,13	0,10	0,53	0,26	
<i>Sinapis arvensis</i>		0,28								
<i>Solidago canadensis</i>				0,03	0,12	0,15				
<i>Stachys palustris</i>							0,06	0,08		
<i>Stellaria graminea</i>							0,05			
<i>Tanacetum vulgare</i>	0,07	0,44	0,57	0,39	1,45	1,17	0,40	0,81	1,09	
<i>Trifolium pratense</i>		0,07								
<i>Urtica dioica</i>	0,72	0,38		0,11	0,14	0,20	0,51	0,72	1,58	
<i>Veronica beccabunga</i>		0,63								
<i>Vicia cracca</i>	1,17	1,28	2,16	3,26	0,92	1,19	0,62	0,57	0,19	

Dauerfläche DR 02 (Unterlangenstadt)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Agropyron caninum</i>				0,52	0,24	16,17				0,45
<i>Agropyron repens</i>										0,20
<i>Agrostis stolonifera</i>					0,11	0,76				
<i>Alliaria petiolata</i>		0,60	4,18	3,30		0,31	0,02			1,36
<i>Alopecurus pratensis</i>							0,20			
<i>Arctium minus</i>				0,50	0,14	0,25				0,07
<i>Arrhenatherum elatius</i>				0,39	3,48	2,60	1,86	0,65		0,18
<i>Artemisia vulgaris</i>		0,54	2,13	4,85	4,26	9,91	1,19	1,80	0,78	1,14
<i>Atriplex nitens</i>				0,13	0,11	0,28				
<i>Barbarea vulgaris</i>		0,40	1,07	5,45		0,41	1,36			0,20
<i>Bidens frondosa</i>				0,14	0,14	0,44				
<i>Brassica nigra</i>										0,05
<i>Calystegia sepium</i>				0,50	1,15	1,98	1,11	4,00	14,08	0,92
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		0,62		0,18						0,10
<i>Carduus crispus</i>		0,39		1,12	0,22	1,69	0,25			
<i>Chaenorhinum minus</i>				0,01						
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>										0,42
<i>Chamomilla recutita</i>		10,70		0,57	0,18		0,03			0,41
<i>Chenopodium album</i>		0,74								0,07
<i>Chenopodium glaucum</i>										0,52
<i>Chenopodium polyspermum</i>				0,14						
<i>Cirsium arvense</i>				0,42	4,02					

Dauerfläche DR 02 (Unterlangenstadt)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Cuscuta europaea		0,70								
Dactylis glomerata				1,74	1,75	0,97	4,52	3,66	0,27	0,93
Eleocharis palustris					0,08					
Epilobium hirsutum							0,07			
Epilobium obscurum			0,82		0,21	0,03	0,04			
Erysimum cheiranthoides										0,12
Fallopia convolvulus		1,48	6,35							0,02
Festuca gigantea				0,58	0,37	3,54	1,69	3,07		0,05
Festuca pratensis						0,05	0,33			
Galeopsis pubescens		5,24	2,11	0,15	0,22		0,03			0,55
Galinsoga ciliata				0,23	0,05	0,07				
Galium aparine		7,45		0,02	0,11			1,00		0,74
Geum urbanum				0,08						
Helianthus tuberosus		1,93	5,72	2,85	11,45	27,10	1,45	1,72	0,77	6,27
Holcus lanatus				0,42						
Impatiens glandulifera		100,00	94,02	25,10	67,14	33,10	58,68	97,62	65,07	46,40
Impatiens noli-tangere		37,44	2,02	0,46	0,44			1,00		1,81
Lactuca serriola				0,04						
Melilotus alba		0,83	0,79	0,16	4,85	3,00	0,07			0,30
Mentha longifolia		1,55			0,13	0,16				
Myosoton aquaticum			1,48	11,26	21,89	3,80				0,41
Phalaris arundinacea				15,28	22,15	24,25	38,16	48,12	35,21	3,80
Plantago lanceolata				0,07		0,22				
Plantago major				0,21	0,14	0,14	0,06			
Poa palustris		1,76	0,83	15,86		0,51				0,95
Poa pratensis		5,68	3,23	3,62	1,50	3,64	17,32	5,94	0,29	0,44
Polygonum aviculare										0,77
Polygonum hydropiper					0,27			1,00		
Polygonum lapathifolium		3,73	7,96	0,25	0,91	0,61	0,10	1,00		13,32
Polygonum persicaria		4,41	1,82	0,08						
Quercus petraea		0,12								
Ranunculus repens				0,11		0,61	0,17			
Rorippa palustris										0,10
Rumex acetosa				0,21						
Rumex conglomeratus			1,02	5,29	0,13	1,33	2,28			0,46
Rumex obtusifolius					0,42					
Salix fragilis		1,36	2,15	1,73	4,57	7,75	11,92	22,45	22,79	22,58
Salix purpurea										1,12
Salix viminalis										0,12
Scrophularia nodosa						0,03	0,05			
Senecio vulgaris		0,41	1,12	0,10	0,20	0,07				
Silene dioica				1,99	0,77	1,59	0,70	1,00		0,06
Sinapis arvensis				0,04						
Sonchus asper					0,14	0,38				
Stachys palustris						0,04				
Stellaria media			1,54							
Tanacetum vulgare		0,25		0,86	0,29	0,26	0,02			
Taraxacum officinale						0,18				
Trifolium pratense				0,40	0,20	0,81	0,06			
Tussilago farfara			0,91							
Urtica dioica				0,09	0,33	1,17	1,25	4,00	6,45	10,18
Vicia cracca										0,08

Dauerfläche DR 03a (Redwitz Ost)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agropyron repens		0,50	0,30							
Agrostis capillaris		0,88	0,49							
Agrostis stolonifera		0,95	1,43	5,60		0,35				
Alliaria petiolata						0,07				

Dauerfläche DR 03a (Redwitz Ost)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Alnus glutinosa</i>		0,47	13,42	30,41	97,14	98,23	100,00	100,00	95,00	
<i>Artemisia vulgaris</i>		1,19	1,44	0,15	0,28	0,28		0,11	0,08	
<i>Barbarea vulgaris</i>		0,24		0,07						
<i>Bidens frondosa</i>				0,03	0,16	0,23	0,50			
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		0,27								
<i>Carex vulpina</i>				0,82	0,12	0,38	0,50	0,17	0,24	
<i>Chamomilla perforata</i>		6,36	0,06	1,16						
<i>Chamomilla recutita</i>		7,64								
<i>Chamomilla suaveolens</i>		0,21								
<i>Chenopodium polyspermum</i>		0,36								
<i>Conyza canadensis</i>		0,05								
<i>Dactylis glomerata</i>		0,09		0,02		0,13				
<i>Epilobium obscurum</i>		5,48		0,16	0,11		0,50			
<i>Filipendula ulmaria</i>							0,50	0,15	0,12	
<i>Galeopsis pubescens</i>			3,75							
<i>Gnaphalium uliginosum</i>		0,89								
<i>Impatiens glandulifera</i>		0,75	0,45	2,31	0,26	0,73	0,50			
<i>Impatiens noli-tangere</i>						0,15				
<i>Juncus articulatus</i>		1,17	1,51							
<i>Juncus bufonius</i>						0,21				
<i>Juncus effusus</i>			0,21	0,03	0,21	1,36	0,50			
<i>Lolium multiflorum</i>		0,19								
<i>Lycopus europaeus</i>				3,04	1,45	7,93	0,50	1,04	0,92	
<i>Lysimachia nummularia</i>				0,25		0,26				
<i>Lythrum salicaria</i>		0,66	0,80		0,12	0,24				
<i>Malva moschata</i>		0,15								
<i>Mentha aquatica</i>		0,16	0,10							
<i>Mentha longifolia</i>				0,16	0,07	0,10	0,50	0,16	0,04	
<i>Myosotis palustris</i>		0,43								
<i>Myosoton aquaticum</i>		0,41	0,09			0,07				
<i>Phalaris arundinacea</i>				0,28		0,54	0,50	0,65	1,04	
<i>Plantago major</i>		0,14	0,09	0,24	0,01					
<i>Poa annua</i>				0,01		0,01				
<i>Poa compressa</i>		0,16	0,08							
<i>Poa nemoralis</i>								0,05	0,04	
<i>Poa palustris</i>					0,10	6,86	0,50	0,26	0,27	
<i>Poa pratensis</i>				0,65	0,46	1,42				
<i>Polygonum aviculare</i>		3,08	1,36	0,02						
<i>Polygonum hydropiper</i>		0,39								
<i>Polygonum lapathifolium</i>				0,02						
<i>Polygonum persicaria</i>		0,66	0,97							
<i>Populus nigra</i>			0,03	0,04						
<i>Ranunculus repens</i>		0,06		0,17						
<i>Ranunculus sceleratus</i>		0,17								
<i>Rorippa palustris</i>			0,05							
<i>Rumex conglomeratus</i>		0,34	0,07				0,50			
<i>Salix caprea</i>		1,01	2,00	3,45	1,13	1,47	0,50	0,61	0,22	
<i>Salix caprea x S. triandra</i>				0,07						
<i>Salix fragilis</i>		0,91	0,68	0,36	0,08	0,12		0,37	0,12	
<i>Salix purpurea</i>		5,36	0,92	4,54	1,13	1,13	0,50	0,62	0,30	
<i>Salix triandra</i>			0,06	0,26						
<i>Salix viminalis</i>		1,53	3,80	6,45	2,65	3,61	0,50	0,72	0,23	
<i>Salix x rubens</i>				0,05						
<i>Scrophularia nodosa</i>		0,14	0,27							
<i>Scrophularia umbrosa</i>		0,06								
<i>Senecio spec</i>				0,03						
<i>Sinapis arvensis</i>		1,81								
<i>Stellaria glauca</i>				0,05						
<i>Syringa vulgaris</i>								0,02		
<i>Tanacetum vulgare</i>		0,28	0,26	0,64	0,37	0,73	0,50			
<i>Taraxacum officinale</i>				0,05						

Dauerfläche DR 03a (Redwitz Ost)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Trifolium repens</i>		0,12	4,02	5,38	0,44					
<i>Tussilago farfara</i>		0,32	0,26	0,07						
<i>Typha latifolia</i>		0,67	0,18							
<i>Urtica dioica</i>		0,10	0,09			0,02	0,50			
<i>Veronica beccabunga</i>		1,02	0,36	1,61	0,07	1,00				
<i>Veronica spec</i>				0,30						

Dauerfläche DR 03b (Redwitz West)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Agropyron caninum</i>						0,11				
<i>Agrostis stolonifera</i>		0,12	0,92	1,92	4,82	11,19	33,03	44,63	52,05	1
<i>Alchemilla vulgaris</i>			0,05	0,02				0,10	0,11	1
<i>Alliaria petiolata</i>										
<i>Alnus glutinosa</i>			0,03							
<i>Anagallis arvensis</i>		0,02	0,21							
<i>Artemisia vulgaris</i>		0,25	1,79	0,02	0,11	0,35	0,47	1,41	0,59	1
<i>Barbarea vulgaris</i>		0,12	0,46	0,34	0,12	0,33	1,23	0,29		
<i>Bidens frondosa</i>					0,10	0,14	0,03			
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		0,65		0,02						
<i>Chaenorhinum minus</i>		0,06	0,15							
<i>Chamomilla perforata</i>		4,32		8,89	13,35	2,59				
<i>Chamomilla recutita</i>	9,62	29,38	0,70				2,72	0,22		
<i>Chamomilla suaveolens</i>		0,14								
<i>Chenopodium album</i>	0,08	1,85	0,16	0,01						
<i>Chenopodium polyspermum</i>		0,31	0,05	0,05						
<i>Cirsium arvense</i>				0,12	0,40	0,44	0,74	2,12	3,60	1
<i>Conyza canadensis</i>					0,04					
<i>Dactylis glomerata</i>							0,22	0,74	1,17	1
<i>Eleocharis palustris</i>				0,35	0,46	0,35				
<i>Epilobium obscurum</i>		0,09	0,33	0,26	0,56	0,33	0,82	1,02		
<i>Euphorbia helioscopia</i>		0,02								
<i>Fallopia convolvulus</i>		0,25								
<i>Filipendula ulmaria</i>			0,07	0,19	0,14	0,07	0,41	0,55	0,71	1
<i>Galinsoga ciliata</i>		0,09	1,30							
<i>Galium aparine</i>										
<i>Galium mollugo</i>				0,04	0,05	0,28	0,20	0,34	0,29	1
<i>Geranium pratense</i>						0,28				
<i>Glechoma hederacea</i>									0,04	
<i>Gnaphalium uliginosum</i>		0,42			0,16		0,04			
<i>Gypsophila muralis</i>							0,20		0,05	
<i>Hypericum perforatum</i>			0,63	0,11	0,30	0,30	0,13			
<i>Impatiens glandulifera</i>										
<i>Juncus bufonius</i>			0,08							
<i>Juncus effusus</i>							0,10			
<i>Lactuca serriola</i>					0,37					
<i>Lycopus europaeus</i>						0,03				
<i>Lythrum salicaria</i>						0,02				
<i>Melilotus officinalis</i>		0,06	0,71							
<i>Mentha longifolia</i>										
<i>Myosotis palustris</i>		0,10								
<i>Oxalis fontana</i>			0,15							
<i>Phalaris arundinacea</i>							0,10	0,18	0,21	1
<i>Plantago intermedia</i>				0,69	4,23	2,79				
<i>Plantago lanceolata</i>			0,17				0,05			
<i>Plantago major</i>		0,36	1,89	0,22	1,97	5,18	37,17	11,66	2,66	1
<i>Poa annua</i>				1,79	1,93	3,28	14,32	6,27	15,05	1
<i>Poa palustris</i>			0,17	0,16		0,03	0,87	0,52	0,42	1
<i>Poa pratensis</i>				0,23	0,38		7,93	1,57		

Dauerfläche DR 03b (Redwitz West)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Polygonum aviculare	0,40	5,33	2,05		0,34	0,40	0,94	1,91	1,23	1
Polygonum hydropiper		0,39	0,28							
Polygonum lapathifolium				0,10	0,05					
Polygonum persicaria		0,29	0,23							
Ranunculus acris							0,05			
Ranunculus repens		0,11	0,56	1,14	0,26	1,19	11,95	0,42	0,09	1
Rumex conglomeratus	1,28	0,98	1,10	0,98	0,61	1,06	2,82	0,74	2,62	1
Salix alba					0,02	0,07				
Salix caprea			0,08		0,07	0,03	0,15	0,17	0,15	1
Salix fragilis			0,02	0,07	0,19	0,28	1,00	0,79	1,86	1
Salix purpurea										
Salix viminalis			0,02	0,04	0,17		0,21	0,11	0,27	1
Scrophularia nodosa										
Senecio spec				0,06						
Senecio vulgaris			0,41	0,04	0,41	0,15				
Sonchus asper		0,13								
Stellaria media		0,11								
Tanacetum vulgare			0,04	0,08	0,03	0,26	0,20	0,23	0,34	1
Taraxacum officinale			0,71	0,20	0,51	0,63	0,25			
Thlaspi arvense		0,09								
Trifolium pratense		2,99			0,70		0,23			
Trifolium repens	0,05	0,47	39,05	31,47	51,39	77,50	90,20	44,60	0,29	1
Tussilago farfara			0,05							
Typha latifolia			0,12							
Urtica dioica										
Verbascum densiflorum										
Veronica chamaedrys									0,16	
Veronica spec		0,11	0,36							
Vicia articulata		0,12								
Viola arvensis		0,04	0,33							

Dauerfläche DR 04 (Rodachmündung)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agropyron caninum				0,08	0,14	0,79	0,51	0,64	0,61	1,85
Agropyron repens		0,14	0,33							
Agrostis capillaris		0,25	0,24		0,30	0,06				
Agrostis gigantea								0,15	0,04	
Agrostis stolonifera	0,20	0,44	0,52	2,55	2,26	5,36	11,46	5,27	1,84	0,17
Alliaria petiolata	0,55	0,11				0,06				0,08
Alnus glutinosa				0,11	0,08	0,14	0,47	0,81	0,49	0,76
Alopecurus aequalis		0,23		0,29						
Alopecurus myosuroides				0,04						
Arctium minus		0,13	0,79	0,12		0,34	0,14			
Artemisia vulgaris		0,25	0,37	0,46	0,73	1,53	0,04	0,47	0,56	
Atriplex prostrata						0,31				
Barbarea vulgaris	0,14	0,15	0,02	0,28	0,02	0,09	0,06	0,34	0,60	0,55
Bidens frondosa		0,04	0,08	0,19	0,25	0,21	0,01	0,32	0,05	
Calystegia sepium				0,78	0,51		0,05	0,46	0,16	
Carduus crispus		0,06	0,10							
Chamomilla perforata	1,17	2,11	0,08	0,12	0,14	0,14	0,04	0,04		
Chamomilla recutita		0,14								
Chenopodium album		0,07	0,01	0,01	0,01					
Chenopodium polyspermum		0,10				0,18				
Dactylis glomerata				0,08	0,05	0,17	0,02			
Epilobium hirsutum				0,02	0,06					
Epilobium obscurum		2,83			0,15	0,13	0,29	0,11		
Equisetum arvense						0,20	0,40	0,33	0,20	0,37
Fallopia convolvulus		0,07			0,09					
Fraxinus excelsior				0,05	0,07	0,08	0,10			
Galeopsis pubescens		0,02		0,03						



Dauerfläche DR 04 (Rodachmündung)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Galium aparine	0,15	1,23		0,14	0,05					0,05
Geranium pratense					0,10	0,10	0,07	0,07	0,05	0,07
Gnaphalium uliginosum		0,10			0,01			0,01		
Helianthus annuus					0,16	0,18				
Humulus lupulus								0,08	0,06	0,03
Impatiens glandulifera	1,24	2,75	0,77	3,30	8,38	11,34	0,86	0,35	0,52	1,13
Impatiens noli-tangere										1,10
Juncus bufonius	0,12									
Lotus corniculatus				0,20						
Lycopus europaeus		0,07								
Lysimachia vulgaris							0,10	0,31	0,30	0,23
Lythrum salicaria		3,33	7,86	0,80	2,99	2,60	0,43	1,49	1,34	0,34
Medicago lupulina		0,18	0,42		0,04					
Melilotus alba							0,12			
Melilotus officinalis		2,36	10,48			0,23				
Mentha aquatica				0,03						
Mentha longifolia	0,10	0,31	0,23	0,42	0,44	0,23	0,14	0,41	0,59	0,12
Myosoton aquaticum		0,56	2,67	0,04	0,09	1,78	0,03		0,01	
Petroselinum crispum										0,01
Phalaris arundinacea	7,05	15,39	38,12	33,10	26,57	47,80	68,73	76,08	76,64	53,65
Plantago lanceolata		0,24	0,79	0,05	0,28	0,56	0,01	0,07	0,08	
Plantago major		0,29	0,41	0,56	0,39	0,37	0,04			
Poa palustris						0,86	0,55	1,00	2,22	
Poa pratensis	0,36	0,45	0,65	0,96	1,04	0,25	1,04	0,14	0,30	
Polygonum aviculare	0,15	1,59	0,93							
Polygonum lapathifolium	8,25	11,15	23,98	0,52	0,34	0,10		0,18	0,01	
Polygonum persicaria		1,67	2,67							
Prunus padus				0,03	0,04					
Ranunculus ficaria				0,02			0,01			0,17
Ranunculus repens	0,51	0,99	2,72	3,95	2,83	3,37	3,00	0,40	0,37	0,05
Rorippa palustris				0,07						0,03
Rumex conglomeratus	1,85	1,77	1,87	0,30	0,01	0,02	0,12			0,13
Salix fragilis	0,88	18,70	12,48	3,16	2,83	4,21	7,26	3,11	4,99	3,79
Salix purpurea	17,33	19,89	23,98	6,04	4,99	4,71	16,27	29,98	31,54	19,45
Salix viminalis	1,49	16,60	20,09	32,64	42,67	46,09	52,59	67,98	69,27	72,22
Saponaria officinalis			0,11	0,06	0,10					
Scirpus sylvaticus						0,30	0,22	0,36	0,17	0,14
Scrophularia nodosa	0,04	0,09	1,28	0,39	0,69	0,69	0,09	0,16	0,06	
Scutellaria galericulata				0,10				0,04		
Senecio vulgaris				0,01		0,02				
Silene dioica		0,07	0,35	0,03						
Silene vulgaris						0,23				
Solanum dulcamara								0,12		
Solidago canadensis			0,09	0,15	0,93	1,84		0,03	0,06	
Stachys palustris				0,37						
Syringa vulgaris							0,09		0,01	
Tanacetum vulgare			0,14		0,03	0,08	0,08	0,16	0,20	0,17
Taraxacum officinale				0,05	0,04		0,03			
Trifolium pratense		1,04	2,10							
Trifolium repens			3,91	0,14	0,11	0,10	0,01	0,01		
Tussilago farfara		0,07								
Urtica dioica	0,13	0,11	0,35					0,05		0,02
Verbascum densiflorum	0,22	0,13	0,25	0,12	0,03	0,12				
Veronica beccabunga		0,05		0,03						
Vicia articulata	0,11	0,11								
Vicia cracca					0,24		0,03	0,12		

Dauerfläche DR 05 (Theisau)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agropyron caninum			0,31	0,16	0,79	0,90	1,45	1,63	2,50	2,61
Agropyron repens							0,68			1,05
Agrostis capillaris			0,11	0,06	1,02	0,30				
Agrostis stolonifera		0,35	0,26	1,50	1,99	2,61	7,01	6,94	9,27	13,58
Alliaria petiolata	0,05	0,26	0,08		0,02	0,03	0,02		0,03	0,02
Alnus glutinosa										
Alopecurus aequalis		0,04		0,08						
Alopecurus geniculatus					0,02		0,07	0,05		0,10
Alopecurus pratensis										0,03
Arctium minus				0,11	0,15	0,16	0,05	0,04	0,06	0,09
Arrhenatherum elatius								0,11	0,12	
Artemisia vulgaris				1,92	4,81	3,99	1,25	5,77	6,14	3,39
Atriplex prostrata			0,14							
Avena fatua	0,02	0,11	0,02							
Barbarea vulgaris	0,30			0,40	0,06		0,01	0,04	0,13	0,12
Bidens frondosa							0,01	0,04	0,01	0,03
Capsella bursa-pastoris		0,04								
Carduus crispus	0,03	0,23	0,43	0,03	0,12	0,18	0,16	0,19	0,20	
Carex vulpina							0,09	0,03		
Centaurea jacea										0,13
Chamomilla perforata				0,10	0,16	0,13	0,43	0,34	0,27	0,12
Chenopodium album		0,05	0,04			0,01				
Chenopodium polyspermum		0,17	0,25		0,05	0,02		0,01	0,04	
Cirsium arvense				0,11	0,05	0,07	0,18	0,11	0,23	0,08
Cirsium vulgare								0,05		
Conyza canadensis					0,04	0,04		0,59	0,34	
Dactylis glomerata				0,12	0,29	0,40	0,34	0,88	1,08	0,70
Epilobium obscurum		0,20	0,04	0,09	0,05	0,02	0,01	0,04	0,02	
Equisetum arvense				0,15	0,07	0,23	0,13	0,07	0,03	0,79
Erysimum cheiranthoides		1,35								
Fallopia convolvulus	0,05	0,28	0,14					0,02	0,06	
Festuca ovina								0,07	0,15	
Galeopsis pubescens		0,06								
Galium aparine	0,03	0,23								
Galium mollugo				0,16	0,21	0,12	0,20	0,93	0,86	0,95
Geranium robertianum		0,11	0,05							
Geum urbanum	0,04	0,31	0,34	0,25	0,33	0,27	0,16	0,03	0,11	0,09
Holcus lanatus							0,02			
Humulus lupulus									0,03	
Hypericum perforatum				0,10	0,13	0,14	0,22	0,39	0,28	0,22
Impatiens glandulifera	0,09	0,64	0,15	0,05	0,15	0,08	0,15			
Impatiens parviflora		0,09	0,03							
Lactuca serriola					0,01					
Leontodon autumnalis		0,16	0,06					0,04		
Linaria vulgaris							0,05	0,03	0,08	0,10
Lolium multiflorum	0,02	0,08								
Lysimachia vulgaris				0,08	0,11	0,16	0,43	0,12		0,64
Lythrum salicaria										0,04
Medicago lupulina	0,05	0,30	0,21							
Melilotus officinalis		0,05	0,34				0,02	0,40	0,60	1,50
Myosoton aquaticum	0,16	0,50	0,18	2,33	2,85	1,26		0,05	0,07	0,15
Phalaris arundinacea	0,30	0,86	1,02	6,34	6,96	6,79	12,89	17,62	15,06	15,21
Plantago intermedia					0,11	0,12			0,11	
Plantago lanceolata	0,01	0,02	0,09	0,13	0,56	0,49	0,38	1,30	2,16	1,15
Plantago major			0,02	0,49	0,24	0,30	0,30	0,43	0,27	0,18
Plantago media						0,03				
Poa annua				0,02	0,01		0,15	0,02	0,24	
Poa palustris						0,83	0,08	0,74	0,67	
Poa pratensis				0,55	0,33	0,17	2,31	1,26	1,65	2,65
Poa trivialis				0,06	0,09	0,08				
Polygonum aviculare	0,11	0,72	1,17							

Dauerfläche DR 05 (Theisau)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Polygonum hydropiper</i>			0,30							
<i>Polygonum lapathifolium</i>	0,09	0,49	0,47	0,01						
<i>Rubus caesius</i>				0,10	0,22	0,33	1,07	0,72	0,91	1,99
<i>Rumex acetosa</i>						0,01				
<i>Rumex conglomeratus</i>	0,30	1,35	1,29	0,32	0,07	0,03	0,04	0,03		0,01
<i>Salix caprea</i>				0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	
<i>Salix purpurea</i>				0,15	0,32	0,42	0,73	1,19	1,33	2,66
<i>Salix viminalis</i>				0,03		0,01		0,02	0,04	
<i>Sanguisorba officinalis</i>				0,08	3,72	0,10	0,11	0,14	0,12	0,18
<i>Saponaria officinalis</i>	0,02	0,09	0,19	1,62	0,14	1,26	1,54	2,08	1,24	1,70
<i>Scrophularia nodosa</i>				0,37	0,48	0,25	0,61	0,45	0,34	0,46
<i>Senecio vulgaris</i>						0,01				
<i>Setaria viridis</i>		0,06	0,15		0,04	0,05		0,03	0,05	
<i>Silene dioica</i>			0,23						0,01	
<i>Sinapis arvensis</i>				0,04	0,01		0,04			
<i>Sisymbrium altissimum</i>		0,07								
<i>Solidago canadensis</i>	0,01	0,09	0,07				0,12			
<i>Stachys palustris</i>					0,10	0,06	0,06	0,07	0,07	
<i>Stellaria graminea</i>				0,16	0,13	0,12	0,03	0,03	0,07	
<i>Symphytum officinale</i>					0,12	0,14	0,32	0,29	0,44	0,37
<i>Tanacetum parthenium</i>								0,02	0,03	
<i>Tanacetum vulgare</i>		0,04	0,03	0,23	0,32	0,20	0,20	0,53	0,37	0,73
<i>Taraxacum officinale</i>	0,06	0,13	0,16	0,19	0,62	0,30	0,42	0,61	0,72	0,13
<i>Trifolium pratense</i>			0,03			0,16				
<i>Trifolium repens</i>				0,05	0,58	0,42	0,48	0,36	0,34	0,34
<i>Urtica dioica</i>	0,04	0,50	0,51	1,20	0,55	0,44	0,45	0,18	0,16	0,02
<i>Verbascum densiflorum</i>	0,01	0,16	0,03	0,14						
<i>Veronica beccabunga</i>				0,50	0,36					
<i>Vicia articulata</i>		0,04								
<i>Vicia cracca</i>					0,01		0,04			

Dauerfläche DR 07 (Schönbrunn)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Achillea millefolium</i>							0,89	0,64	0,61	
<i>Achillea ptarmica</i>							0,46	1,68	1,24	
<i>Agropyron caninum</i>							0,24	1,08	1,22	
<i>Agrostis stolonifera</i>							2,59	4,81	4,18	
<i>Alopecurus pratensis</i>							0,02			
<i>Artemisia vulgaris</i>							5,16	26,60	17,77	11,30
<i>Atriplex patula</i>							0,14			0,00
<i>Barbarea vulgaris</i>							0,02			
<i>Bidens frondosa</i>								0,13	0,01	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>							0,02			
<i>Carduus crispus</i>									0,13	
<i>Chamomilla recutita</i>							0,69	0,08		
<i>Chenopodium album</i>							0,03	0,03		
<i>Chenopodium polyspermum</i>								0,06		
<i>Cirsium arvense</i>								0,02		
<i>Conyza canadensis</i>								0,10	0,17	
<i>Dactylis glomerata</i>							0,58	0,93	1,54	0,08
<i>Epilobium obscurum</i>							0,30	0,25		
<i>Galium aparine</i>										
<i>Gnaphalium uliginosum</i>							0,02	0,04		
<i>Holcus lanatus</i>							0,03			
<i>Lycopus europaeus</i>										
<i>Lythrum salicaria</i>							0,03	0,12	0,11	
<i>Melilotus alba</i>										
<i>Mentha longifolia</i>							0,61	0,59	0,39	0,00
<i>Phalaris arundinacea</i>							0,34	1,29	1,17	0,48

Dauerfläche DR 07 (Schönbrunn)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Plantago lanceolata								0,29	0,76	
Plantago major							0,36	0,19	0,09	
Poa annua							0,79	0,04		
Poa palustris							0,51			
Poa pratensis							11,50	18,55	16,07	
Polygonum aviculare							0,30	0,46	0,55	
Polygonum lapathifolium								0,03		
Rumex conglomeratus							0,21		0,10	
Scrophularia nodosa							0,54	0,87	0,71	
Scrophularia umbrosa							0,04			
Senecio sylvaticus							0,01			
Tanacetum vulgare							11,30	32,47	18,20	
Taraxacum officinale							0,08		0,08	
Trifolium pratense							0,44			
Trifolium repens							0,93			
Urtica dioica							1,48	0,84	0,50	
Veronica beccabunga							0,41			

Dauerfläche DR 09a (Wiesen Insel)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agrostis capillaris					0,02					
Agrostis stolonifera					0,16	0,51		0,04	0,69	
Alliaria petiolata				0,06						
Alnus glutinosa					0,01	0,03				
Arctium lappa					0,07					
Artemisia vulgaris							0,05	0,08		
Barbarea vulgaris					0,35	0,26	0,07	1,00	1,13	
Betula pubescens					0,03	0,03				
Bidens connata								0,04		
Bidens frondosa				0,01	0,19	0,37	0,03	0,15		
Chamomilla perforata				0,01	0,36	0,16			0,01	
Chenopodium album							0,02	0,00		
Chenopodium polyspermum				0,03	0,29		0,02			
Cirsium arvense				0,06	0,40	0,60	0,07	0,21	0,16	
Clematis vitalba						0,03				
Epilobium hirsutum					0,60	0,49				
Epilobium obscurum				3,87	14,31	2,95		0,74		
Filipendula ulmaria								0,05		
Galium aparine				0,02	0,48	0,56				
Impatiens glandulifera							0,01			
Lycopus europaeus				0,50	2,78	3,31	0,24	0,70	0,17	
Lythrum salicaria				0,58	1,91	3,05	1,84	1,63	1,08	
Melilotus alba				0,01	1,02	1,77				
Mentha aquatica					0,03					
Mentha longifolia					0,35	0,49	1,03	0,86	0,62	
Myosoton aquaticum					0,05			0,05	0,20	
Phalaris arundinacea					0,09	0,19	0,34	0,28	0,32	
Plantago lanceolata					0,13	0,15				
Poa annua					0,69	0,10				
Poa pratensis					0,18	0,56				
Polygonum aviculare					0,17	0,20				
Polygonum hydropiper								0,10		
Polygonum lapathifolium					1,93	1,86	0,20	0,47		
Polygonum persicaria				0,04	0,47					
Populus nigra				0,11	0,65	1,12	1,94	3,14	2,62	2,66
Ranunculus repens					0,46	0,19				
Rorippa sylvestris				0,09	0,16	1,34	0,02	0,04	0,02	
Rumex conglomeratus				0,02	0,49	0,70	0,59	0,73	0,62	
Salix alba				0,30	0,59	1,52	1,39	3,31	2,31	0,88

Dauerfläche DR 09a (Wiesen Insel)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Salix caprea</i>					0,50	0,34	0,27	0,37	0,24	
<i>Salix fragilis</i>				0,39	2,97	4,17	7,38	9,48	4,72	1,09
<i>Salix purpurea</i>				0,40	12,29	11,01	70,04	80,82	64,87	16,93
<i>Salix viminalis</i>					0,46	0,96	6,62	5,82	2,70	3,07
<i>Saponaria officinalis</i>					0,10	0,28				
<i>Scrophularia nodosa</i>				0,03	0,18	0,17				
<i>Scrophularia umbrosa</i>				0,71	2,72	3,60	0,98	1,01	0,21	
<i>Scutellaria galericulata</i>					0,17	0,35				
<i>Senecio vulgaris</i>					0,10	0,14				
<i>Solidago canadensis</i>						0,06				
<i>Sonchus asper</i>								0,06	0,03	
<i>Tanacetum vulgare</i>								0,02	0,03	
<i>Taraxacum officinale</i>				0,03	1,11	1,68		0,10	0,07	
<i>Trifolium repens</i>								0,07	0,22	
<i>Tussilago farfara</i>						0,35	0,37	0,33		
<i>Urtica dioica</i>				5,81	13,37	15,92	5,74	6,41	3,68	
<i>Veronica spec</i>						0,05				

Dauerfläche DR 09b (Wiesen Baggersee)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Achillea millefolium</i>	0,22		0,34			0,14	0,26	0,12	0,20	
<i>Agropyron caninum</i>						7,18	0,29	34,05	36,87	
<i>Agropyron repens</i>					0,09	2,09	18,39			
<i>Agrostis capillaris</i>			0,07		0,22					
<i>Agrostis stolonifera</i>	0,19	0,59	10,60	10,78	18,07	15,38	16,72	22,90	3,99	
<i>Alliaria petiolata</i>		0,06							0,01	
<i>Alnus glutinosa</i>			0,31	0,17	0,69	0,96	3,22	6,34	6,18	
<i>Alopecurus myosuroides</i>							0,10			
<i>Alopecurus pratensis</i>							0,08			
<i>Anagallis arvensis</i>		0,10	0,06							
<i>Anchusa arvensis</i>	0,87	2,48	2,11				0,01			
<i>Arctium lappa</i>		0,14	0,38	2,43	0,22	0,24				
<i>Arctium minus</i>								0,05		
<i>Arrhenatherum elatius</i>							0,13			
<i>Artemisia vulgaris</i>	1,21	4,45	5,74	3,27	10,79	10,13	8,71	15,85	12,45	
<i>Atriplex prostrata</i>			0,11							
<i>Avena fatua</i>		0,17								
<i>Barbarea vulgaris</i>	0,90	0,08	0,06	0,17	0,02		0,12			
<i>Bidens frondosa</i>		0,48	0,99	0,04	0,26	0,25		0,05		
<i>Calystegia sepium</i>	2,62	7,23		4,53	3,87	3,17	4,41	3,04	0,20	
<i>Chamomilla perforata</i>	10,99	30,71	0,75				0,26			
<i>Chamomilla recutita</i>		0,33		1,66	0,66	0,04				
<i>Chenopodium album</i>		0,01								
<i>Cirsium arvense</i>	1,62	4,46	7,97	13,29	8,12	4,09	8,10	3,82	1,27	
<i>Conyza canadensis</i>	0,35	0,88	1,58	0,18	4,02	4,12	0,22	1,16	0,13	
<i>Cuscuta europaea</i>		0,51		0,45	0,65	0,22	2,88	0,08		
<i>Dactylis glomerata</i>				0,07	0,34	0,38	0,44	0,37	0,30	
<i>Epilobium hirsutum</i>					0,16		0,13			
<i>Epilobium obscurum</i>					0,81	2,61	0,05			
<i>Equisetum arvense</i>			0,23		0,15	0,25	0,50	0,15	0,13	
<i>Erysimum cheiranthoides</i>		0,06		0,35	0,64		0,12			
<i>Euphorbia exigua</i>							0,15			
<i>Fallopia convolvulus</i>		3,12								
<i>Festuca rubra</i>							0,14			
<i>Filipendula ulmaria</i>						0,07	0,07	0,36	0,13	
<i>Galeopsis pubescens</i>		0,08	0,22							
<i>Galinsoga ciliata</i>		0,13	0,21							
<i>Galium aparine</i>		0,12								
<i>Galium mollugo</i>							0,37	0,19	0,10	





Dauerfläche DR 11a (Ebensfeld Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Sinapis arvensis</i>	0,19	0,69		5,22			0,07			
<i>Sisymbrium altissimum</i>		0,10								
<i>Solanum nigrum</i>		0,08	0,09							
<i>Stachys palustris</i>						0,03				
<i>Symphytum officinale</i>							0,11		0,46	
<i>Tanacetum vulgare</i>		0,25	0,37	1,01	3,34	2,29	0,43	0,09		
<i>Taraxacum officinale</i>		0,25	0,05	0,12						
<i>Tussilago farfara</i>	0,14	0,03								
<i>Urtica dioica</i>	0,23	0,73	0,44	0,70	1,10	2,20	2,76	2,00	4,29	0,77
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	0,44	0,37								
<i>Veronica beccabunga</i>	0,32	0,95	0,89							

Dauerfläche DR 11b (Ebensfeld Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Agropyron caninum</i>				0,22	0,25	0,33		0,09	0,57	
<i>Agrostis capillaris</i>					0,23	0,03				
<i>Agrostis stolonifera</i>							0,35	0,80	0,69	
<i>Alliaria petiolata</i>				0,01	0,03		0,05			0,02
<i>Arctium minus</i>				0,01				0,08	0,03	
<i>Arrhenatherum elatius</i>							0,26	0,25	0,34	
<i>Artemisia vulgaris</i>				2,12	3,14	2,83	0,16	0,60	0,53	
<i>Atriplex nitens</i>								0,01		
<i>Atriplex patula</i>					0,59	0,42	0,08	0,11	0,21	
<i>Barbarea vulgaris</i>				0,30	0,02	0,06	0,04	0,15	0,14	0,11
<i>Bidens frondosa</i>				0,03	2,52	5,43	0,02	0,09	0,12	
<i>Brassica napus</i>				0,01						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>						0,02	0,20			
<i>Carduus crispus</i>					0,04	0,04	0,07		0,02	0,02
<i>Chaenorhinum minus</i>										0,01
<i>Chamomilla perforata</i>							1,11	1,56	1,09	
<i>Chamomilla recutita</i>					0,19					
<i>Chenopodium album</i>				0,07	0,11	0,12				0,01
<i>Chenopodium polyspermum</i>				0,04	1,56	1,11		0,15	0,19	0,05
<i>Cirsium arvense</i>							0,01	0,09	0,05	
<i>Cirsium vulgare</i>								0,38	1,41	
<i>Conyza canadensis</i>							0,01	0,01	0,01	
<i>Crataegus monogyna</i>							0,01			
<i>Dactylis glomerata</i>							0,02	0,07	0,08	
<i>Erysimum cheiranthoides</i>						0,05	0,24	0,14	0,06	
<i>Euphorbia cyparissias</i>									0,01	
<i>Festuca ovina</i>							0,34	0,32	0,47	
<i>Galeopsis pubescens</i>							1,81	3,35	0,49	
<i>Galinsoga ciliata</i>								0,11	0,21	
<i>Galium aparine</i>							0,01			
<i>Galium mollugo</i>				0,08	0,12	0,45	1,52	1,35	0,35	
<i>Impatiens glandulifera</i>				0,18	1,39	2,08	1,00	1,70	0,48	
<i>Lactuca serriola</i>				0,17	2,16	0,69	0,32	1,28	0,39	
<i>Lamium purpureum</i>						0,22				
<i>Lathyrus pratensis</i>								0,05		
<i>Leontodon autumnalis</i>				0,19	0,06				0,30	
<i>Lolium perenne</i>							0,23	0,05	0,07	
<i>Lycopus europaeus</i>						0,08				
<i>Lythrum salicaria</i>						0,06				
<i>Medicago lupulina</i>					2,26	0,62			0,03	
<i>Melilotus alba</i>				0,05	0,43	3,48				
<i>Myosoton aquaticum</i>				0,24	0,51	0,85	1,11	0,04	0,09	
<i>Phalaris arundinacea</i>				0,45	0,51	0,68	0,08	0,05	0,09	
<i>Plantago lanceolata</i>				0,05	0,10	0,17	0,01	0,13	0,24	0,01
<i>Poa palustris</i>						0,27	0,05			
<i>Poa pratensis</i>				0,11	0,13	0,12	0,06			



Dauerfläche DR 11b (Ebensfeld Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Poa trivialis</i>							0,17	0,32	0,52	
<i>Polygonum aviculare</i>				0,01	0,29	1,13	0,46	1,98	2,77	0,03
<i>Polygonum hydropiper</i>				0,02	0,05	0,30				
<i>Polygonum lapathifolium</i>				0,28	5,80	3,44	0,55	1,47	0,90	0,05
<i>Polygonum persicaria</i>				0,14	0,70		0,41			
<i>Populus nigra</i>				0,06	0,18	0,26				
<i>Rorippa palustris</i>				0,51	1,14	1,91				
<i>Rorippa sylvestris</i>							0,12	0,08	0,08	
<i>Rumex crispus</i>					0,03	0,10				
<i>Rumex thyrsiflorus</i>				0,02	0,25	0,36	6,55	5,73	1,99	
<i>Salix caprea</i>				0,03	0,06	0,18				
<i>Salix fragilis</i>				0,05						
<i>Salix purpurea</i>				1,92	2,96	2,61				
<i>Salix viminalis</i>				0,10	0,68	0,48				
<i>Salix x rubens</i>						0,11				
<i>Saponaria officinalis</i>						0,05		0,02	0,12	0,01
<i>Scrophularia nodosa</i>				0,04	0,07		0,15	0,09	0,08	
<i>Senecio vulgaris</i>					0,03	0,05				
<i>Silene vulgaris</i>							0,55	0,81	0,32	
<i>Sinapis arvensis</i>				0,27			0,15			0,07
<i>Sonchus asper</i>									0,10	
<i>Stachys palustris</i>				0,02	0,21					
<i>Tanacetum vulgare</i>				1,15	4,96	3,98	3,32	6,17	3,79	
<i>Taraxacum officinale</i>				2,21	6,06	6,75	1,62	2,08	1,81	
<i>Thlaspi arvense</i>										0,00
<i>Tussilago farfara</i>				0,02						
<i>Urtica dioica</i>				2,20	3,55	3,77	0,05	0,03	0,04	
<i>Valeriana officinalis</i>						0,09				
<i>Veronica chamaedrys</i>										0,01

Dauerfläche DR 12 (Unterleiterbach)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Agropyron caninum</i>							0,07	0,10	0,16	
<i>Agrostis capillaris</i>		0,11	0,28		0,05	0,06	0,50			
<i>Agrostis stolonifera</i>	0,06	0,32	0,60							
<i>Alliaria petiolata</i>	0,11	0,77	0,50	0,02			0,01			
<i>Anagallis arvensis</i>		0,04	0,05							
<i>Arabidopsis thaliana</i>							0,68			
<i>Arrhenatherum elatius</i>										0,07
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,17	0,85	1,13	4,75	8,12	7,74	6,58	12,05	18,39	4,81
<i>Atriplex prostrata</i>			0,15							
<i>Avena fatua</i>							0,02			
<i>Barbarea vulgaris</i>	0,14	0,51	0,34	0,10	0,03	0,06	0,26	0,02	0,03	0,16
<i>Bidens frondosa</i>					0,03	0,01				
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,02	0,10		0,07			0,06			
<i>Carduus crispus</i>				0,05	0,07	0,15	0,25	0,07	0,06	
<i>Cerastium fontanum</i>							0,06			
<i>Chaenorhinum minus</i>	0,01	0,13	0,29	0,46	1,22	0,14		0,03		
<i>Chamomilla perforata</i>	0,05	0,13	0,22		0,09	0,30	0,47	0,01	0,01	0,11
<i>Chamomilla recutita</i>				1,08	0,13					
<i>Chenopodium album</i>		0,09	0,02	0,01	0,01	0,01				
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,06	0,50	0,27		0,07					
<i>Cirsium arvense</i>								0,05		
<i>Conyza canadensis</i>	0,01	0,06		0,26	1,34	1,25		1,89	0,73	0,25
<i>Dactylis glomerata</i>				0,09	0,32	0,13	0,28	0,29	0,32	0,21
<i>Epilobium obscurum</i>	0,00	0,03		0,02	0,00	0,01	0,05			
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	0,01	0,10	0,11	0,10	0,02					
<i>Fallopia convolvulus</i>	0,16	0,97	0,69	0,05	0,10					

Dauerfläche DR 12 (Unterleiterbach)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Festuca ovina								0,26	0,19	
Galium mollugo	0,02	0,06	0,04	0,06	0,02					0,34
Hypericum perforatum		0,06	0,09	0,17	0,21	0,19	0,23	0,06		
Impatiens glandulifera	0,01	0,03		0,09	0,12	0,03				
Lactuca serriola				0,04	0,01		0,19	0,01		
Leucanthemum vulgare					0,03					
Lolium multiflorum		0,04	0,19							
Lysimachia nemorum			0,09							
Lythrum salicaria				0,01						
Medicago lupulina							0,96		0,15	
Melilotus alba								0,07	0,05	0,16
Melilotus officinalis	0,05	0,39	0,34		0,01					
Mentha longifolia				0,08	0,04	0,07	0,09	0,03	0,02	0,21
Myosoton aquaticum		0,04	0,03	0,17			0,75			
Papaver argemone		0,09		0,22						
Papaver rhoeas				0,99	0,45	0,03	0,72			
Phalaris arundinacea	0,11	0,37	0,27	0,28	0,45	0,33	0,96	0,53	0,83	0,51
Plantago lanceolata						0,04	0,05	0,09	0,07	
Plantago major					0,01					
Poa annua				0,13	0,01	0,02	0,33			0,23
Poa palustris						0,07	0,60			
Poa pratensis				0,32	0,23	0,11	0,61	0,37	0,82	0,20
Polygonum aviculare			0,45			0,04				
Polygonum lapathifolium				0,06						
Polygonum persicaria	0,08	0,32	0,13	0,02	0,11					
Rubus caesius			0,05							
Rumex acetosa		0,02								
Rumex crispus		0,11								
Rumex thyrsiflorus							0,03	0,03		0,19
Saponaria officinalis				0,01				0,03	0,06	0,06
Scrophularia nodosa			0,06	0,00	0,03	0,02	0,15	0,10	0,10	0,12
Senecio vulgaris		0,05	0,09	0,01						
Silene dioica	0,01	0,07	0,16	0,37	0,67	0,36				
Sinapis arvensis	0,01	0,07		0,11						
Sonchus asper	0,02	0,07	0,14							
Stellaria media				0,68						
Tanacetum vulgare	0,12	0,36	0,37	1,10	1,89	0,62	2,15	1,68	1,35	1,52
Taraxacum officinale				0,08	0,13	0,23	0,29	0,19	0,29	0,50
Thlaspi arvense										0,05
Trifolium pratense	0,02	0,08	0,26							
Trifolium repens				0,07	0,12	0,31	0,97	0,43		
Urtica dioica	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05		0,02	
Veronica arvensis							0,03			
Veronica beccabunga	0,06	0,16	0,08							
Viola arvensis				0,10			0,43			

Dauerfläche DR 14 (Zapfendorf Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agropyron caninum				0,55	0,55	0,45		0,22		
Agropyron repens							0,16	3,22	4,51	0,11
Agrostis capillaris					0,10	0,03				
Agrostis stolonifera				0,22	0,14	1,15	1,13	2,24	3,29	0,71
Alliaria petiolata				0,14	0,01	0,02				
Alopecurus pratensis				0,07	0,16	0,09				
Arabidopsis thaliana							0,02			
Arctium lappa				2,32	1,50	0,28				
Artemisia vulgaris				0,60	1,85	1,04	0,20	11,00	7,51	2,89
Barbarea vulgaris				1,98	1,02	0,84	0,46	0,66	1,57	0,21
Bidens connata						0,05				
Bidens frondosa				0,11	0,86	0,45	0,02	1,25	0,71	
Calystegia sepium				1,42	1,16	1,62	0,40	6,84	3,96	0,46

Dauerfläche DR 14 (Zapfendorf Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Carduus crispus</i>					0,13	0,12	0,12	1,07	0,88	0,55
<i>Carex spec</i>				0,23	0,07	0,05				
<i>Carex vulpina</i>					0,19	0,31		0,07	0,04	
<i>Chaenorhinum minus</i>				0,12	0,07			0,14		
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>						0,08				
<i>Chamomilla perforata</i>				0,10		0,04	0,31	0,36	0,07	
<i>Chenopodium polyspermum</i>				0,15	0,09	0,58				
<i>Cirsium arvense</i>				0,14						
<i>Conyza canadensis</i>				0,04				0,02		
<i>Dactylis glomerata</i>				0,01	1,69	0,30	1,04	1,33	1,33	0,33
<i>Epilobium hirsutum</i>				0,12	0,17	0,25		2,44	2,25	
<i>Epilobium obscurum</i>				0,01	0,33	0,42		0,20	0,05	0,05
<i>Erysimum cheiranthoides</i>									0,04	
<i>Fallopia convolvulus</i>					0,14			0,04		
<i>Festuca ovina</i>									0,09	
<i>Galium aparine</i>				0,01						
<i>Galium mollugo</i>						0,07			0,07	
<i>Hypericum perforatum</i>				0,04	0,23	0,25				
<i>Impatiens glandulifera</i>							0,02	0,16	0,14	
<i>Juncus bufonius</i>				0,15	0,24	0,19	0,22			
<i>Lamium album</i>				0,38	0,35	0,28				0,07
<i>Leucanthemum vulgare</i>						0,01				0,05
<i>Lycopus europaeus</i>				0,01		0,02	0,02	0,10	0,09	1,11
<i>Lysimachia vulgaris</i>						0,06				
<i>Lythrum salicaria</i>				0,34	0,81	1,20	0,34	1,68	2,30	1,10
<i>Medicago lupulina</i>				0,07	0,35	2,41	0,03	0,50	0,10	
<i>Medicago x varia</i>				1,17	2,64	3,24	0,11	2,22	1,28	
<i>Melilotus alba</i>				0,03	0,44	0,44				0,15
<i>Mentha longifolia</i>				0,10	0,41	1,88	4,19	5,79	6,58	5,16
<i>Myosoton aquaticum</i>					0,44	0,33	0,14	0,60	0,41	0,33
<i>Phalaris arundinacea</i>				1,97	2,98	5,12	10,23	21,16	21,12	23,37
<i>Plantago intermedia</i>					0,10	0,04				
<i>Plantago lanceolata</i>								0,05		
<i>Plantago major</i>					0,09	0,03	0,01			
<i>Poa annua</i>				0,21	0,10	0,45		0,08	0,06	
<i>Poa compressa</i>							0,19			
<i>Poa palustris</i>						0,07		0,19	1,33	
<i>Poa pratensis</i>				0,08	0,16	0,32	0,16	0,15	0,12	
<i>Polygonum hydropiper</i>				0,18	1,01	0,31		0,63		
<i>Polygonum lapathifolium</i>				0,21	1,06	0,49		1,34	0,55	0,74
<i>Populus nigra</i>				0,07	0,24	0,13	0,09	0,57	0,52	0,28
<i>Rorippa palustris</i>				1,44	0,54	0,14				
<i>Rorippa sylvestris</i>							0,45	0,85		0,17
<i>Rubus caesius</i>				0,51	1,89	2,24	0,98	9,96	10,93	2,44
<i>Rumex acetosa</i>				0,10	0,14					
<i>Salix fragilis</i>				1,71	1,25	0,87	0,44	2,17	1,83	1,49
<i>Salix purpurea</i>				0,90	0,84	1,61	0,16	2,31	1,50	3,11
<i>Salix viminalis</i>				0,22	0,36	0,49	0,59	1,09	1,10	1,88
<i>Salix x rubens</i>					0,13	0,07				
<i>Saponaria officinalis</i>				1,06	1,77	1,90	0,80	3,33	1,35	0,24
<i>Scrophularia nodosa</i>				0,66	0,72	0,69	0,32	0,43	0,24	0,26
<i>Scrophularia umbrosa</i>				0,05			0,09			
<i>Scutellaria galericulata</i>						0,08				
<i>Senecio sylvaticus</i>					0,05	0,04		0,06	0,11	
<i>Senecio vulgaris</i>					0,05					
<i>Silene dioica</i>				0,55	0,24	0,26			0,01	
<i>Silene vulgaris</i>				0,33	0,49	0,62	0,04	0,49	0,45	0,09
<i>Solanum dulcamara</i>						0,05	0,09		0,07	0,38
<i>Sonchus asper</i>								0,08	0,11	
<i>Stachys sylvatica</i>					0,05	0,02	0,06	0,23	0,28	

Dauerfläche DR 14 (Zapfendorf Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Tanacetum vulgare				0,06	0,17	0,26	0,24	0,41	0,18	0,20
Taraxacum officinale				0,07	0,12	0,21	0,12	0,68	0,26	0,19
Trifolium repens				0,02	0,58					
Tussilago farfara						0,09				
Urtica dioica				0,25	0,25	0,17	0,15	0,20	0,39	0,17
Veronica beccabunga				0,19	0,68	0,92	0,16	0,29	0,40	
Veronica chamaedrys							0,27	0,36	0,52	0,25
Vicia lathyroides						0,30				
Vicia tetrasperma						0,09				

Dauerfläche DR 15 (Zapfendorf Insel)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agrostis stolonifera		0,05	0,14	0,41	0,33	0,45		1,60	2,60	2,10
Arctium minus								0,05	0,06	
Artemisia vulgaris	0,03	0,19	0,62	2,60	11,59	10,41		2,20	2,25	0,64
Atriplex nitens					0,11			0,05		
Barbarea vulgaris	0,02	0,03		0,04	0,05	0,03		0,78	0,57	
Brassica napus				0,10						
Chamomilla recutita	0,07	0,05		0,09	0,48	0,27		0,07	0,04	
Chenopodium album				0,02	0,06			0,01	0,01	
Chenopodium polyspermum				0,34	1,97	1,27		0,83	0,27	
Cirsium arvense			0,03	0,18	0,40	0,47	0,25	0,90	1,50	
Dactylis glomerata						0,03			0,02	
Epilobium hirsutum								0,31	0,06	
Epilobium obscurum				0,10	0,21	0,18				
Erysimum cheiranthoides								0,03		
Galium aparine				0,13	0,15					
Galium mollugo		0,04	0,30	0,96	1,85	1,90	0,11	0,34	0,31	0,33
Gnaphalium uliginosum								0,02		
Impatiens glandulifera	0,04	0,09	0,47	0,07	0,57	0,83	0,01	0,58	0,35	
Lactuca serriola				0,03		0,11				
Lycopus europaeus					0,01	0,02				
Lythrum salicaria				0,01		0,12		0,08	0,05	0,01
Mentha longifolia					0,02	0,02				
Myosoton aquaticum	0,05	0,12	0,59	1,59	4,16	3,96	0,07	2,16	1,67	
Phalaris arundinacea		0,02	0,12	0,39	0,42	0,32	0,31	1,32	1,60	0,90
Plantago lanceolata	0,02	0,02	0,10	0,04	0,17	0,34		0,16	0,20	
Poa annua						0,03		0,08	0,06	
Poa palustris							0,33	0,03		
Polygonum hydropiper					0,27				0,09	
Polygonum lapathifolium		0,10	0,54		0,27	0,44		0,50	0,04	
Polygonum persicaria				1,09	1,81	0,17				
Rorippa palustris			0,19	1,02	0,19	0,08	0,05	0,42	0,18	0,05
Salix fragilis			0,14					0,00	0,04	
Salix purpurea		0,68	2,28	6,57	7,53	6,78	7,08	28,23	27,22	39,21
Salix triandra				0,65						
Salix viminalis		0,08	0,35	1,17	2,58	3,30	0,86	6,47	5,89	9,13
Saponaria officinalis					0,07					
Scrophularia nodosa					0,08	0,04				
Senecio vulgaris					0,14					
Sinapis arvensis				0,44		0,02				
Sonchus asper									0,03	
Stellaria media				0,07						
Tanacetum vulgare	0,02	0,15	0,55	1,63	2,77	3,27	0,32	1,50	1,29	0,13
Taraxacum officinale	0,08	0,14	0,48	0,50	0,86	0,62		0,45	0,19	
Trifolium repens					0,07	0,43				
Urtica dioica	0,02	0,03	0,20	1,10	1,94	3,09	1,59	5,28	4,50	1,78
Veronica beccabunga								0,09	0,04	
Vicia cracca						0,08				

Dauerfläche DR 16 (Zapfendorf Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
<i>Achillea millefolium</i>				0,29	0,35	0,23		0,21	0,21	
<i>Achillea ptarmica</i>	1,03	1,49	1,48	1,55	2,21	2,08	1,44	2,91	3,03	
<i>Aegopodium podagraria</i>	0,13	0,13	0,15	0,09		0,12				
<i>Agropyron repens</i>				0,15	0,31	0,20		2,22	4,21	
<i>Agrostis capillaris</i>					0,08					
<i>Agrostis stolonifera</i>	3,48	0,91	2,05	7,29	7,43	9,17	12,89	24,09	28,25	
<i>Alliaria petiolata</i>	0,24	0,11	0,06							
<i>Alnus glutinosa</i>			0,05	0,04	0,07	0,16	0,20	0,30	0,19	
<i>Arctium minus</i>		0,44	0,30	0,61	0,63	0,36				
<i>Arrhenatherum elatius</i>				1,75	2,09	3,62				
<i>Artemisia vulgaris</i>	6,85	10,23	11,94	13,16	15,32	14,37	0,99	6,76	7,38	
<i>Atriplex prostrata</i>	0,06									
<i>Barbarea vulgaris</i>	1,06	0,57	0,15	0,64	0,01	0,04	0,49	0,21	0,05	
<i>Bidens frondosa</i>	0,20	0,29		0,01				0,24	0,02	
<i>Calystegia sepium</i>	0,20	0,22		0,17	0,21		0,04	0,17	0,12	
<i>Chaenorhinum minus</i>	0,19									
<i>Chamomilla perforata</i>	4,21	6,92	0,47	0,18	0,07	0,05				
<i>Chenopodium polyspermum</i>		0,14	0,02							
<i>Cichorium intybus</i>						0,14				
<i>Cirsium arvense</i>	0,06		0,39					0,03	0,06	
<i>Conyza canadensis</i>	0,13	0,24	0,14							
<i>Daucus carota</i>								0,06	0,04	
<i>Epilobium obscurum</i>		0,46	0,05							
<i>Erysimum cheiranthoides</i>		0,13						0,02		
<i>Fallopia convolvulus</i>	0,06	0,10								
<i>Filipendula ulmaria</i>	0,20									
<i>Fraxinus excelsior</i>		0,03		0,02						
<i>Galeopsis pubescens</i>		0,57			0,04					
<i>Galinsoga ciliata</i>	1,21	0,06		0,01						
<i>Galium aparine</i>	0,32	0,66			0,15					
<i>Galium mollugo</i>	0,35	0,77	0,72	2,52	1,42	2,37	0,73	2,39	4,05	
<i>Geum urbanum</i>			0,05	0,10	0,06	0,04				
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0,05	0,10								
<i>Impatiens glandulifera</i>	0,08	0,17	0,02				0,01	0,02	0,01	
<i>Leontodon autumnalis</i>								0,03		
<i>Leucanthemum vulgare</i>		0,24	0,38	0,07						
<i>Linaria vulgaris</i>	0,12	0,23	0,07	0,12	0,21	0,20		2,01	0,80	
<i>Lycopus europaeus</i>		0,10						0,08	0,14	
<i>Lythrum salicaria</i>	0,84		0,93	0,10	0,18	0,35		0,12	0,12	
<i>Medicago lupulina</i>	0,52	3,45	3,10		5,90	9,68		0,20	0,05	
<i>Melilotus alba</i>					1,67	0,28		0,34	0,03	
<i>Melilotus officinalis</i>	1,38	5,62	5,70							
<i>Mentha longifolia</i>			0,04	0,82	0,36	0,38	0,88	1,64	1,38	
<i>Myosoton aquaticum</i>		0,59								
<i>Phalaris arundinacea</i>	2,87	5,94	4,95	4,88	3,62	2,96	5,17	6,85	8,21	
<i>Plantago intermedia</i>					0,07					
<i>Plantago lanceolata</i>		0,13	0,33					0,18	0,30	
<i>Plantago major</i>	0,25	0,41	0,32	0,77	0,73	0,43	0,41	0,20	0,10	
<i>Poa annua</i>				0,20						
<i>Poa palustris</i>	1,16	0,61					1,22	2,43	1,32	
<i>Poa pratensis</i>	0,45	1,32		1,38	1,35	1,90				
<i>Polygonum aviculare</i>	0,07	0,56	0,28							
<i>Polygonum lapathifolium</i>								0,25	0,05	
<i>Polygonum persicaria</i>	4,03	4,64		0,01						
<i>Populus nigra</i>				0,01						
<i>Potentilla reptans</i>							0,02	0,24	0,11	
<i>Ranunculus ficaria</i>							0,03			
<i>Rorippa palustris</i>				0,09			0,11	0,06		
<i>Rubus caesius</i>		0,07		0,40	0,09	0,38	0,04	1,55	1,90	
<i>Rumex conglomeratus</i>				0,16	0,31	0,85	2,06	1,74	1,54	

Dauerfläche DR 16 (Zapfendorf Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Rumex crispus	0,30	0,05	0,19							
Rumex thyrsoiflorus	0,23	0,20		0,10						
Salix fragilis					0,17					
Salix purpurea	4,65	4,33	3,45	8,37	10,12	11,87	12,25	29,83	30,65	
Salix viminalis								0,65	0,86	
Saponaria officinalis	0,16	0,33	0,23	0,69	0,26	0,38	0,21	1,32	0,94	
Scrophularia nodosa			0,06	0,25	0,28	0,21	0,24	0,39	0,41	
Scutellaria galericulata			0,05							
Senecio vulgaris		0,13								
Silene dioica						0,03				
Silene vulgaris				0,07	0,13	0,30				
Sinapis arvensis	0,53	0,09						0,03		
Solanum nigrum		0,04								
Solidago canadensis				0,12	0,22	0,17	0,05	0,32	0,45	
Stachys palustris		1,79		0,11	0,84	1,37	0,34	2,92	3,43	
Symphytum officinale							0,10	0,27	0,37	
Tanacetum vulgare	0,67	1,02	1,43	3,71	7,02	6,49	4,37	19,45	6,05	
Taraxacum officinale	2,69	3,49	2,76	0,45	1,12	0,87	0,11	0,72	0,15	
Trifolium pratense	0,07	0,61	1,53				0,09	0,73	0,17	
Trifolium repens	0,32	0,17		2,21	2,23	2,92				
Tussilago farfara	0,18									
Urtica dioica	0,12	0,01	0,02							
Valeriana officinalis		0,10	0,18	0,04	0,06	0,05				
Veronica anagallis-aquatica	0,03									
Veronica beccabunga	0,18									
Vicia cracca		0,26	0,32	0,42	0,31	0,44	0,58	2,24	1,09	

Dauerfläche DR 18 (Kemmern Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agropyron repens				0,03	0,04	0,13				
Agrostis capillaris					0,20	0,03				
Agrostis stolonifera					0,67	1,02				
Amaranthus retroflexus					0,06	0,04				
Arctium minus				0,02	0,07	0,10				
Atriplex nitens						0,63				
Atriplex patula				0,43	3,76	4,45				
Barbarea vulgaris				0,13	1,22	1,50				
Bidens connata						0,04				
Bidens frondosa				0,20	1,87	1,27				
Calystegia sepium								0,06		
Carduus crispus						0,16				
Carex vulpina					0,01					
Chamomilla perforata				0,04	1,05	0,11				
Chenopodium album				0,15	0,36	0,32				
Chenopodium polyspermum				0,60	5,07	4,82				
Conyza canadensis					0,03	0,03				
Dipsacus sylvestris				0,08	0,29	0,35				
Echinochloa crus-galli					0,44	0,80				
Epilobium obscurum				0,02	0,01	0,02				
Geranium robertianum						0,07				
Impatiens glandulifera				0,01	0,08	0,13				
Lactuca serriola						0,08				
Lotus corniculatus				0,07						
Lycopus europaeus					0,02	0,09				
Lythrum salicaria					0,23	0,25				
Melilotus alba					0,74	2,20				
Myosoton aquaticum					0,33	0,56				
Phalaris arundinacea				0,31	1,53	4,88	1,00	3,13	0,34	
Physalis alkekengi						0,02				
Plantago intermedia					0,18	0,44				
Plantago major					0,08					

Dauerfläche DR 18 (Kemmern Nord)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Poa palustris				0,13	0,07	0,18				
Polygonum hydropiper					0,89	1,90				
Polygonum lapathifolium					5,15	5,37		0,15		
Polygonum persicaria				1,65	2,14					
Populus nigra					0,02	0,10				
Ranunculus repens						0,04				
Rorippa sylvestris					0,45	0,52		0,03		
Rumex conglomeratus				0,07	0,26	0,04				
Rumex crispus				0,02	0,21					
Salix caprea					0,09	0,01				
Salix fragilis					0,02	0,43				
Salix purpurea					0,08	0,25				
Scrophularia nodosa				0,01		0,04				
Scrophularia umbrosa				0,01	0,21	0,26				
Scutellaria galericulata					0,05					
Senecio sylvaticus				0,03	0,34	1,19				
Senecio vulgaris						0,08				
Silene dioica				0,06	0,25	0,41				
Sinapis arvensis				0,94	0,35	0,05				
Sisymbrium altissimum				0,46						
Solanum dulcamara				0,13	0,04	0,40				
Solanum lycopersicum				0,16	0,18	0,13				
Solanum nigrum					0,18	0,16				
Sonchus oleraceus					0,22					
Stachys palustris					0,07	0,04				
Symphytum officinale								0,03		
Tanacetum vulgare					0,03	0,08				
Taraxacum officinale				0,02	0,39	0,88				
Tussilago farfara				0,03						
Urtica dioica				0,40	0,65	0,80				
Veronica beccabunga				0,07	0,42	0,86				
Veronica spec						0,06				
Vicia cracca						0,04				

Dauerfläche DR 19 (Kemmern Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Achillea millefolium			0,27							
Agropyron caninum				0,22	0,09	0,05	0,05	0,04	0,08	
Agropyron repens			0,19			0,10				
Agrostis capillaris	0,27	1,36	3,54	0,03	0,08	0,12				
Agrostis gigantea										
Agrostis stolonifera	0,16	0,13	2,76	0,29	0,14	0,11			0,11	
Alisma plantago-aquatica	0,18	0,55								
Alliaria petiolata	0,05			0,02				0,07	0,29	0,32
Anagallis arvensis			0,03							
Arctium minus								0,06	0,39	
Artemisia vulgaris	0,40	1,82	6,22	0,08	1,28	1,36		0,38	0,94	
Atriplex nitens				0,18	0,86	1,49		0,19	0,68	
Atriplex patula					0,16	0,50				
Atriplex prostrata	0,29	1,75								
Barbarea vulgaris	2,00	3,36	6,66	0,40	0,21	0,35			0,24	0,07
Bidens frondosa	0,35	0,34		0,03	0,29	1,31		0,69	0,71	
Brassica napus	0,06	3,38	0,05			0,05				
Calystegia sepium	0,09	0,14			0,12			1,03	0,50	0,09
Capsella bursa-pastoris	0,17									
Carduus crispus			0,27		0,29					
Chamomilla perforata	0,29	0,49						0,02	0,11	
Chamomilla recutita		0,06		0,34	1,17	0,16				
Chenopodium album		0,08	1,13					0,02		
Chenopodium glaucum								0,69	0,45	0,02

Dauerfläche DR 19 (Kemmern Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Chenopodium polyspermum		0,67	0,15		0,21	0,44		0,15	0,38	
Cirsium arvense		0,05								
Cirsium oleraceum								0,29	0,97	
Conyza canadensis		0,05	0,08							
Cuscuta europaea								0,13		
Echinochloa crus-galli		0,28	0,08					0,20	0,10	
Epilobium hirsutum		0,04	0,04							
Equisetum arvense	0,22	0,21								
Erysimum cheiranthoides		0,26								
Fallopia convolvulus								0,02		
Filipendula ulmaria	0,11		0,12							
Galium aparine			0,09	0,03						
Galium mollugo		0,03		0,05	0,24	0,09	0,05	0,29	0,31	
Geranium robertianum				0,01						
Gnaphalium uliginosum	0,10	0,08								
Hypericum perforatum			0,02							
Impatiens glandulifera				0,72	0,96	1,19	0,01	4,91	5,08	0,31
Juncus articulatus		0,24	0,42							
Juncus effusus		0,07								
Lactuca serriola						0,07				
Leucanthemum vulgare			0,04							
Lolium multiflorum			0,29							
Lotus corniculatus		0,11								
Lychnis flos-cuculi		0,06								
Lythrum salicaria	0,05	0,55	0,39		0,13	0,08				
Malva moschata			0,04							
Medicago lupulina		0,04	0,29						0,06	
Melilotus alba								0,03	0,22	
Melilotus officinalis	0,04	0,30	1,23			0,03				
Mentha longifolia			0,09							0,03
Myosotis palustris		0,07		0,01						
Myosoton aquaticum		0,24	1,89		0,16	0,31				
Phalaris arundinacea	5,23	7,44	31,31	11,60	43,25	55,90	4,75	37,70	36,49	8,92
Plantago lanceolata	0,11	0,15	0,20							
Plantago major	0,19	0,63	0,87	0,72	0,09	0,10				
Poa annua									0,03	
Poa palustris							0,17	0,51	0,09	
Polygonum aviculare	1,14	1,98	0,79		0,39	0,42				
Polygonum hydropiper					0,06	0,04			0,18	
Polygonum lapathifolium				0,12	3,11	1,72		4,80	3,56	
Polygonum persicaria	8,27	33,43		0,18	0,32					
Ranunculus repens			0,08							
Robinia pseudacacia						0,02				
Rorippa palustris				0,01	0,04		0,02	0,07	0,07	0,04
Rumex conglomeratus	0,43	1,06	0,36	0,22	0,42	0,75		0,03	0,07	
Rumex crispus					0,15					
Salix caprea x S. purpurea			0,02							
Salix fragilis	2,41	3,49	0,45	0,13	0,12	0,16				0,13
Salix purpurea	5,56	1,79	1,46	4,43	10,33	10,52	5,37	25,62	24,25	28,63
Salix triandra						1,89				
Salix viminalis	0,14	0,27	0,26	2,81	12,69	15,10	8,26	34,86	36,71	30,98
Saponaria officinalis		0,09	0,30	0,04	0,17	0,19		0,09	0,15	0,04
Senecio vulgaris			0,10		0,10					
Silene dioica			0,25							
Sinapis arvensis	1,66	0,26	0,78	3,29		0,04		2,93		0,33
Sisymbrium altissimum		0,23								
Solanum dulcamara		0,04	0,09	0,07	1,00	1,49	0,80	3,07	4,52	3,96
Solanum lycopersicum	0,29	0,15	0,03	0,02	1,17	0,24		0,22	0,61	
Stellaria media			0,07							
Symphytum officinale			0,14					0,11	0,34	



Dauerfläche DR 19 (Kemmern Süd)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Tanacetum vulgare	0,17	0,68	0,98	0,02	0,32	0,40				
Taraxacum officinale		0,05	1,05							
Trifolium pratense		0,06	0,23							
Tussilago farfara	0,22	0,22	0,20							
Typha latifolia		0,10								
Urtica dioica	0,04	0,10	0,09	0,07	0,21	0,40	0,13	0,29	0,53	
Verbascum densiflorum	0,08	0,22								
Veronica anagallis-aquatica	0,47	0,67	0,37							
Veronica beccabunga	0,27	0,37								
Vicia cracca		0,04								

Dauerfläche DNR 03 (oberhalb Rodachmündung)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Aegopodium podagraria				4,53	0,22		6,58	1		12,73
Agropyron caninum				5,89	8,68	14,51	16,47	1	6,11	4,62
Agrostis stolonifera					0,25	0,52				
Alliaria petiolata				31,46						0,50
Calystegia sepium				3,07	16,60	8,17	26,10	1	34,82	13,39
Chaerophyllum hirsutum				0,91	0,62	0,65	3,61	1	1,25	1,06
Dactylis glomerata				0,89	0,61	0,93	5,45	1	2,65	2,58
Epilobium obscurum					0,89	0,44				
Festuca pratensis				27,30	26,17	34,86	32,33	1	45,97	61,85
Filipendula ulmaria				0,20	0,31	0,77	0,95	1	0,62	4,28
Galeopsis pubescens						0,36				2,40
Galium aparine				0,75			36,12	1		3,15
Geum urbanum				0,85	0,55	0,58	4,75	1	0,87	1,40
Glechoma hederacea				5,21	1,26		1,14	1	1,37	0,55
Impatiens glandulifera				7,38	15,95	13,55	1,47	1	3,41	4,46
Lamium album				0,81						
Lamium maculatum				5,21	4,51	6,05	2,79	1	0,07	0,29
Lysimachia vulgaris				3,36	3,21	3,30	8,29	1	2,57	1,78
Phalaris arundinacea				7,57	9,01	9,62	33,14	1	21,57	32,05
Poa palustris										4,03
Poa pratensis				7,11	6,15	6,14	18,09	1	2,85	
Scrophularia nodosa				0,57	1,55	2,36	5,41	1	1,69	0,90
Silene dioica				0,10	0,21	0,22				
Sinapis arvensis										0,11
Stachys sylvatica				0,11	0,35		0,30	1	0,30	0,22
Urtica dioica				9,66	17,80	22,85	22,58	1	17,76	48,51

Dauerfläche DNR 04 (Mainklein)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Acer pseudoplatanus									0,04	
Achillea millefolium				0,29	1	0,25				
Aegopodium podagraria				4,03	1	1,48	4,95	1	0,66	
Agropyron caninum				0,39	1	6,87	19,48	1	31,25	
Agropyron repens				39,82	1	55,40	13,72	1	4,79	
Agrostis stolonifera				1,92	1	6,06			3,52	
Alliaria petiolata				0,05					0,13	
Alnus glutinosa				0,18	1	0,74	0,86	1	1,56	
Alopecurus geniculatus				0,07						
Alopecurus pratensis					1	2,56	7,43			
Arrhenatherum elatius				0,28	1					
Artemisia vulgaris				2,49	1	6,60	1,10	1	1,02	
Barbarea vulgaris				0,72			0,21	1		
Calystegia sepium				4,83	1	0,56	1,29	1	0,40	
Carduus crispus				0,12	1	0,15				
Chaerophyllum hirsutum				2,29	1	1,50	2,26	1	0,04	

Dauerfläche DNR 04 (Mainklein)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Cirsium arvense				0,94	1	0,72	1,53	1	0,74	
Equisetum arvense				1,01	1	0,41	1,70	1	1,07	
Galeopsis pubescens					1	0,57				
Galinsoga ciliata				0,09						
Galium aparine				0,37			0,32	1		
Galium mollugo				1,79	1	1,94	0,92	1	0,60	
Geum urbanum							0,18	1		
Holcus lanatus					1	0,20				
Humulus lupulus							0,09	1		
Hypericum perforatum					1	0,06				
Impatiens glandulifera				2,79	1	6,24	20,30	1	19,84	
Juncus effusus				0,33	1	0,63	1,75	1	0,78	
Lamium maculatum				0,63	1	0,40	0,33	1	0,71	
Lythrum salicaria				0,41	1	0,80	0,38	1	0,49	
Melilotus alba							0,08	1		
Mentha longifolia							0,09	1	0,26	
Myosoton aquaticum				1,08	1	0,36				
Phalaris arundinacea				40,14	1	23,29	36,53	1	50,07	
Plantago lanceolata				0,43						
Plantago major				0,17	1	0,17				
Poa palustris					1	1,25	0,48			
Poa pratensis				1,12	1	8,61	9,32	1	4,32	
Polygonum lapathifolium						0,13				
Quercus petraea									0,02	
Ranunculus repens					1	0,40	0,17			
Rubus caesius				0,33	1	0,65	1,02	1	1,28	
Rumex acetosa				0,22			0,10	1		
Rumex conglomeratus				0,65	1	0,52				
Salix fragilis				0,24	1	0,73	1,80	1	3,35	
Saponaria officinalis				1,22	1	0,47	1,07	1	1,39	
Scrophularia nodosa				0,16	1	0,47	0,66	1	1,53	
Scrophularia umbrosa				0,10						
Silene dioica				2,94	1	0,87	1,54	1	1,27	
Sinapis arvensis				0,09			0,59	1		
Stachys sylvatica				0,13	1	0,19	0,46	1	0,17	
Symphytum officinale				1,67	1	2,17	2,24	1	1,23	
Tanacetum vulgare				1,27	1	1,60	1,80	1	3,52	
Taraxacum officinale				0,13			0,05	1		
Trifolium repens					1	0,07				
Urtica dioica				3,29	1	0,90	2,90	1	3,58	
Veronica beccabunga				0,16	1	0,63				
Veronica chamaedrys				0,80	1	0,27	0,27	1		

Dauerfläche DNR 05 (Michelau)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Agropyron caninum						0,85				
Alnus glutinosa				0,57	3,99	5,11	10,30	1	26,23	
Alopecurus myosuroides				0,47			0,28	1		
Arctium lappa				0,21	0,69	0,52	2,35	1	0,99	
Arrhenatherum elatius				0,15	0,14	0,07	0,20	1		
Bidens frondosa						0,14				
Calystegia sepium				6,96	10,36	2,89	6,39	1	2,84	
Chaerophyllum hirsutum				2,15	1,42	0,50	2,97	1	0,45	
Chamomilla perforata				0,06						
Cirsium arvense				1,31	2,19	4,05	1,88	1	1,27	
Cuscuta europaea					0,09				0,04	
Dactylis glomerata							0,21	1	0,64	
Epilobium hirsutum				0,33	0,18	0,21	0,27	1		
Filipendula ulmaria				10,46	4,92	12,09	7,09	1	1,02	

Dauerfläche DNR 05 (Michelau)										
Arten	F 99	S 99	H 99	F 00	S 00	H 00	F 01	S 01	H 01	F 02
Galeopsis pubescens				0,81	3,39	0,39	0,39	1	2,31	
Galium aparine				0,25	0,22	0,20				
Glyceria maxima				1,37	2,68	6,82	0,43	1	6,03	
Impatiens glandulifera				1,90	6,92	7,31	0,53	1	2,75	
Iris pseudacorus				1,07	0,60	1,49	0,65	1	0,57	
Juncus articulatus				0,44						
Juncus effusus				1,26	0,45	0,92	3,42	1	0,43	
Lamium maculatum						0,05				
Lycopus europaeus				1,99	2,98	9,08	1,47	1	3,32	
Lythrum salicaria				5,95	7,96	5,77	3,77	1	0,52	
Mentha longifolia				42,76	41,75	1,42	21,03	1	0,27	
Myosoton aquaticum					0,31	0,10				
Phalaris arundinacea				25,36	68,32	60,90	94,39	1	79,18	
Phleum pratense					0,13	0,19				
Plantago lanceolata				0,09						
Poa palustris					0,20	6,25	2,39	1	0,28	
Poa pratensis				6,46	0,83	0,60	0,55			
Rumex conglomeratus							0,19	1		
Scirpus sylvaticus				0,53	0,29	0,12				
Scrophularia nodosa				0,39	0,52	0,49	2,15	1	0,33	
Silene dioica							1,05			
Tanacetum vulgare				1,02	2,36	2,58	0,58	1	0,50	
Trifolium repens				0,10						
Urtica dioica				2,54	2,08	5,00	19,15	1	57,10	

## Anhang IX: Funktionale Attribute der Arten auf den Dauerflächen, Teil 1

Arten	funktionelle Syndrome						Arten	funktionelle Syndrome					
	LF	WF	Dia	V	So	Ab		LF	WF	Dia	V	So	Ab
<i>Acer pseudoplatanus</i>	P	h	an	gv	m	kA	<i>Cuscuta europaea</i>	T,Vp	k	anhe	gv	o	oA
<i>Achillea millefolium</i>	H	s	anZo	gv	m	uA	<i>Dactylis glomerata</i>	H	g	anZo	gv	m	kA
<i>Achillea ptarmica</i>	H	s	anZo	gv	m	uA	<i>Daucus carota</i>	H	s	anZo	gv	m	kA
<i>Aegopodium podagraria</i>	G,H	n	au	gkv	m	uA	<i>Dipsacus sylvestris</i>	H	b	anZo	gv	m	kA
<i>Agropyron caninum</i>	H	g	anZo	kv	m	uA	<i>Echinochloa crus-galli</i>	T	g	zohe	gv	o	kA
<i>Agropyron repens</i>	G	g	anZo	kv	m	uA	<i>Eleocharis palustris</i>	A	g	anZo	gv	m	uA
<i>Agrostis capillaris</i>	H	g	anZo	kv	m	oA	<i>Epilobium hirsutum</i>	H	s	anau	gkv	m	uA
<i>Agrostis gigantea</i>	H	g	anZo	kv	m	uA	<i>Epilobium obscurum</i>	H	s	anau	gv	m	uA
<i>Agrostis stolonifera</i>	H	g	anZo	kv	m	oA	<i>Equisetum arvense</i>	G	g	an	kv	m	uA
<i>Alchemilla vulgaris</i>	H	n	zo	gkv	m	uA	<i>Erysimum cheiranthoides</i>	T	s	anau	gv	o	kA
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	W	r	hy	gv	m	kA	<i>Euphorbia cyparissias</i>	G,H	s	auzohe	gkv	m	uA
<i>Alliaria petiolata</i>	H	s	anau	gv	o	kA	<i>Euphorbia exigua</i>	T	s	auzohe	gv	o	kA
<i>Alnus glutinosa</i>	P	h	an	gv	m	kA	<i>Euphorbia helioscopia</i>	T	s	auzohe	gv	o	kA
<i>Alopecurus aequalis</i>	T,H	g	anZo	kv	m	oA	<i>Fallopia convolvulus</i>	T,Li	k	an	gv	o	kA
<i>Alopecurus geniculatus</i>	H	g	anZo	kv	m	oA	<i>Festuca gigantea</i>	H	g	anZo	gkv	m	kA
<i>Alopecurus myosuroides</i>	T	g	anZo	gv	m	kA	<i>Festuca ovina</i>	H	g	anZo	gkv	m	kA
<i>Alopecurus pratensis</i>	H	g	anZo	gv	m	oA	<i>Festuca pratensis</i>	H	g	anZo	gkv	m	kA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	T	s	anhe	gv	o	kA	<i>Festuca rubra</i>	H	g	anZo	gkv	m	uA
<i>Anagallis arvensis</i>	T	n,s	anhe	gv	o	kA	<i>Filipendula ulmaria</i>	H	s	anhe	gkv	m	uA
<i>Anchusa arvensis</i>	T,H	s	zohe	gv	m	kA	<i>Fraxinus excelsior</i>	P	h	an	gv	m	kA
<i>Arabidopsis thaliana</i>	T	b	anauhe	gv	o	kA	<i>Galeopsis pubescens</i>	T	s	zo	gv	o	kA
<i>Arctium lappa</i>	H	s	anZohe	gv	m	kA	<i>Galinsoga ciliata</i>	T	s	he	gv	o	kA
<i>Arctium minus</i>	H	s	anZo	gv	m	kA	<i>Galium aparine</i>	T,Li	k	zoauhe	gv	o	kA
<i>Arrhenatherum elatius</i>	H	g	anZo	gv	m	kA	<i>Galium mollugo</i>	H	n	zoau	gv	o	oA
<i>Artemisia vulgaris</i>	H,C	s	anZohe	gkv	m	uA	<i>Geranium pratense</i>	H	s	zoau	gv	m	uA
<i>Atriplex nitens</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Geranium robertianum</i>	T	s	zoau	gv	o	kA
<i>Atriplex patula</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Geum urbanum</i>	H	b	zo	gv	m	kA
<i>Atriplex prostrata</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Glechoma hederacea</i>	G,H	n	zoau	gkv	m	uA
<i>Avena fatua</i>	T	g	anZo	gv	o	kA	<i>Glyceria maxima</i>	A,H	g	hyzo	gkv	m	uA
<i>Barbarea vulgaris</i>	H	b	anau	gv	m	kA	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	T	s	an	gv	o	kA
<i>Betula pubescens</i>	P	h	an	gv	m	kA	<i>Gypsophila muralis</i>	T	n	an	gv	o	kA
<i>Bidens connata</i>	T	s	zohe	gv	o	kA	<i>Helianthus annuus</i>	T	s	zoauhe	gv	o	kA
<i>Bidens frondosa</i>	T	s	zohe	gv	o	kA	<i>Helianthus tuberosus</i>	G	s	hyhe	gkv	m	uA
<i>Brassica napus</i>	T,H	b	anauhe	gv	m	kA	<i>Holcus lanatus</i>	H	g	anZo	gkv	m	kA
<i>Brassica nigra</i>	T	b	anauhe	gv	m	kA	<i>Humulus lupulus</i>	H,Li	k	an	gkv	m	uA
<i>Calystegia sepium</i>	G,H,Li	k	zo	kv	m	uA	<i>Hypericum perforatum</i>	H	s	an	gv	m	uA
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	T,H	b	anau	gv	o	kA	<i>Impatiens glandulifera</i>	T	s	hyauhe	gv	o	kA
<i>Carduus crispus</i>	H	b	an	gv	m	kA	<i>Impatiens noli-tangere</i>	T	s	auhe	gv	o	kA
<i>Carex spec.</i>	H	g	anZo	gkv	m	uA	<i>Impatiens parviflora</i>	T	s	auhe	gv	o	kA
<i>Carex vulpina</i>	H,G	g	anZo	gkv	m	uA	<i>Iris pseudacorus</i>	A,G	b	hyan	gkv	m	uA
<i>Centaurea jacea</i>	H	s	zo	gv	m	uA	<i>Juncus articulatus</i>	H	g	anZo	gv	m	uA
<i>Cerastium fontanum</i>	C	n,s	hyan	gv	m	oA	<i>Juncus bufonius</i>	T	g	anZo	gv	m	kA
<i>Chaenorhinum minus</i>	T	s	anhe	gv	o	kA	<i>Juncus effusus</i>	H	g	anZo	gv	m	kA
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	T,G	s	zo	gv	m	kA	<i>Lactuca serriola</i>	T	s	anZohe	gv	o	kA
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	H,G	s	zo	gv	m	kA	<i>Lamium album</i>	H	s	zo	gv	m	uA
<i>Chaerophyllum spec.</i>	H,G	s	zo	gv	m	kA	<i>Lamium maculatum</i>	H	s	zo	gv	m	uA
<i>Chamomilla perforata</i>	T,H	s	zohe	gv	o	kA	<i>Lamium purpureum</i>	T,H	s	zo	gv	m	kA
<i>Chamomilla recutita</i>	T	s	zohe	gv	o	kA	<i>Lathyrus pratensis</i>	H,Li	k	au	gv	m	kA
<i>Chamomilla suaveolens</i>	T	s	zohe	gv	o	kA	<i>Leontodon autumnalis</i>	H	r	an	gv	m	kA
<i>Chenopodium album</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Leucanthemum vulgare</i>	H	b	an	gv	m	uA
<i>Chenopodium glaucum</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Linaria vulgaris</i>	G,H	s	an	gkv	m	uA
<i>Chenopodium polyspermum</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Lolium multiflorum</i>	H,T	g	anZohe	gkv	m	kA
<i>Cichorium intybus</i>	H	s	anZohe	gv	m	kA	<i>Lolium perenne</i>	H	g	anZo	gkv	m	kA
<i>Cirsium arvense</i>	G	b	an	gkv	m	uA	<i>Lotus corniculatus</i>	H	n	au	gv	m	kA
<i>Cirsium oleraceum</i>	H	b	an	gkv	m	uA	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	H	b	anhe	gv	m	oA
<i>Cirsium vulgare</i>	H	b	an	gv	m	kA	<i>Lycopus europaeus</i>	H,A	s	hyau	gv	m	oA
<i>Clematis vitalba</i>	P,Li	k	an	gv	m	kA	<i>Lysimachia nemorum</i>	C	n	au	gkv	m	oA
<i>Convolvulus avensis</i>	G,H,Li	k	zoau	kv	m	uA	<i>Lysimachia nummularia</i>	C	n	au	gkv	m	oA
<i>Conyza canadensis</i>	T	s	an	gv	o	kA	<i>Lysimachia vulgaris</i>	H	s	au	gv	m	uA
<i>Crataegus monogyna</i>	N,P	h	zo	gv	m	kA	<i>Lythrum salicaria</i>	H	s	hyzo	gv	m	kA

## Anhang IX: Funktionale Attribute der Arten auf den Dauerflächen, Teil 2

Arten	funktionelle Syndrome						Arten	funktionelle Syndrome					
	LF	WF	Dia	V	So	Ab		LF	WF	Dia	V	So	Ab
Malva moschata	H	s	he	gv	m	kA	Salix caprea x S.purpurea	N	h	an	gv	m	kA
Medicago falcata	H	n	au	gv	m	kA	Salix caprea x S.triandra	N	h	an	gv	m	kA
Medicago lupulina	T,H	n	au	gv	m	kA	Salix viminalis x S.caprea	N	h	an	gv	m	kA
Medicago x varia	H	n	auhe	gv	m	kA	Salix x rubens	N,P	h	an	gv	m	kA
Melilotus alba	H,T	s	au	gv	m	kA	Sanguisorba officinalis	H	b	an	gv	m	kA
Melilotus officinalis	H	s	au	gv	m	kA	Saponaria officinalis	H	s	hy	gkv	m	uA
Mentha aquatica	H,A	s	hyau	kv	m	uA	Scirpus sylvaticus	G	g	hyzo	gkv	m	uA
Mentha longifolia	H	s	hyau	kv	m	uA	Scrophularia nodosa	H	s	an	gv	m	kA
Mentha spec.	H	s	hyau	kv	m	uA	Scrophularia umbrosa	H,A	s	hyan	gv	m	kA
Myosotis arvensis	H	b	au	gv	m	kA	Scutellaria galericulata	H	s	hyanzo	gv	m	uA
Myosotis palustris	H	b	au	gv	m	uA	Senecio spec.	T	s	an	gv	o	kA
Myosoton aquaticum	G,H	n	an	gv	m	oA	Senecio sylvaticus	T	s	an	gv	o	kA
Oxalis fontana	T	s	auhe	gv	o	kA	Senecio vulgaris	T	s	anhe	gv	o	kA
Papaver argemone	T	s	anzohe	gv	o	kA	Setaria viridis	T	g	zohe	gv	o	kA
Papaver rhoeas	T	s	anzohe	gv	o	kA	Silene dioica	H	b	an	gv	m	oA
Petroselinum crispum	G	s	anhe	gv	m	kA	Silene vulgaris	H,C	s	an	gv	m	oA
Phalaris arundinacea	G,H	g	anzo	kv	m	uA	Sinapis arvensis	T	s	anauhe	gv	o	kA
Phleum pratense	H	g	anzo	gkv	m	kA	Sisymbrium altissimum	T,H	s	anau	gv	o	kA
Phytalis alkekengi	T	s	zoau	gv	o	uA	Solanum dulcamara	N,Li	k	zo	gkv	m	uA
Plantago intermedia	H,T	r	zohe	gv	m	kA	Solanum lycopersicum	T	s	zoau	gv	o	kA
Plantago lanceolata	H	r	he	gv	m	kA	Solanum nigrum	T	s	anzohe	gv	o	kA
Plantago major	H	r	zohe	gv	m	kA	Solidago canadensis	H,G	s	an	gkv	m	uA
Plantago media	H	r	anzo	gv	m	kA	Sonchus asper	T	s	anhe	gv	o	kA
Poa annua	T,H	g	anzohe	gv	o	kA	Sonchus oleraceus	T,H	s	anhe	gv	o	kA
Poa compressa	H	g	anzo	gv	m	uA	Stachys palustris	G	s	anzo	gv	m	uA
Poa nemoralis	H	g	anzo	gv	m	kA	Stachys sylvatica	H	s	anzo	gv	m	uA
Poa palustris	H	g	anzo	gv	m	uA	Stellaria glauca	H	n	an	gv	m	ouA
Poa pratensis	H	g	anzo	gv	m	uA	Stellaria graminea	H	n	an	gv	m	ouA
Poa trivialis	H,C	g	anzo	gv	m	uA	Stellaria media	T,H	n	anhe	gv	o	kA
Polygonum aviculare	T	n	hyzohe	gv	o	kA	Symphytum officinale	H,G	s	zo	gkv	m	kA
Polygonum hydropiper	T	s	hyzohe	gv	o	kA	Syringa vulgaris	P,N	h	auhe	gv	m	uA
Polygonum lapathifolium	T	s	hyzohe	gv	o	kA	Tanacetum parthenium	H	s	he	gv	m	kA
Polygonum persicaria	T	s	hyzohe	gv	o	kA	Tanacetum vulgare	H	s	hyhe	gkv	m	uA
Populus nigra	P	h	an	gv	m	kA	Taraxacum officinale	H	r	an	gv	m	kA
Potentilla reptans	H	n	anzo	gkv	m	oA	Thlaspi arvense	T	b	anauhe	gv	o	kA
Prunus padus	P,N	h	zoau	gv	m	uA	Trifolium pratense	H	n	zoauhe	gkv	m	uA
Quercus petraea	P	h	zoau	gv	m	kA	Trifolium repens	C,H	n	zoauhe	gkv	m	uA
Ranunculus acris	H	b	zoauhe	gv	m	kA	Tussilago farfara	G	n	an	gkv	m	uA
Ranunculus bulbosum	G,H	b	zoau	gv	m	kA	Typha latifolia	A,H	g	anzohe	gkv	m	uA
Ranunculus ficaria	G	n	zoau	gkv	m	ouA	Urtica dioica	H	s	an	gkv	m	uA
Ranunculus repens	H	n	au	gkv	m	oA	Valeriana officinalis	H	b	an	gv	m	uA
Ranunculus sceleratus	T	s	zohy	gv	o	kA	Verbascum densiflorum	H	b	an	gv	m	kA
Robinia pseudacacia	P	h	anauhe	gkv	m	uA	Veronica anagallis-aquatica	H	n	hy	gv	m	oA
Rorippa palustris	T,H	s	anau	gv	o	kA	Veronica arvensis	T	n	zohe	gv	o	kA
Rorippa sylvestris	G,H	s	anau	gkv	m	uA	Veronica beccabunga	A,H	n	hyzo	gkv	m	oA
Rosa canina	N	h	zo	gkv	m	uA	Veronica chamaedrys	C	n	an	gkv	m	oA
Rubus caesius	Z	h	zo	kv	m	ouA	Veronica spec.	C	n	an	gkv	m	oA
Rumex acetosa	H	s	hyanzo	gv	m	kA	Vicia articulata	T	n	auhe	gv	o	kA
Rumex conglomeratus	H	s	hyan	gv	m	kA	Vicia cracca	H,Li	k	auzo	gv	m	uA
Rumex crispus	H	s	an	gv	m	kA	Vicia lathyroides	T,H	n	au	gv	m	kA
Rumex obtusifolius	H	s	anzo	gv	m	kA	Vicia tetrasperma	T,Li	k	au	gv	m	kA
Rumex thyrsoiflorus	H	s	hyan	gv	m	kA	Viola arvensis	T,H	s	zoau	gv	o	kA
Salix alba	P	h	hyan	gv	m	kA							
Salix caprea	N,P	h	an	gv	m	kA							
Salix fragilis	P	h	hyan	gkv	m	kA							
Salix purpurea	N,P	h	hyan	gv	m	kA							
Salix sericea	N,P	h	an	gv	m	kA							
Salix triandra	N	h	an	gv	m	kA							
Salix viminalis	N	h	hyan	gv	m	kA							

Anhang X: Mittlere Abundanzen [%] der einzelnen funktionalen Attribute in den fünf Sukzessionsreihen und NR-Flächen – Teil 1.

	Lebensform										Wuchstform										Chorie										Vermehrung										Speicher										Ausläufer									
	A	C	G	H	N	P	T	LI	Vp	Z	b	g	h	k	n	r	s	an	au	he	hy	zo	KV	gV	gkV	m	o	kA	oA	uA	ouA																													
F 1999																																																												
Reihe 1	0	0	0	0,8	0	0	3,7	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,2	0	4,2	0,5	0,2	1,8	0,3	1,7	0,1	4,5	0	0,6	4	4,5	0	0,1	0																													
Reihe 2	0,2	1,6	0	4,2	1,5	2,6	6,3	0,1	0	1,3	3	4,1	0,1	1,1	0,2	6,6	5,2	1	2,3	4,2	3,6	3,1	11	2	9,8	6,6	12	0,7	3,5	0																														
Reihe 3	0	0	1,9	5	5,1	4,8	5,5	0,1	0	0,4	4	9,9	0,1	0,5	0	7	8,1	0,8	2	7,2	3,8	3,8	17	0,8	16	6	46	0,4	4	0																														
Reihe 4	0,1	1,1	6,4	27	4,5	6,6	5,5	0,4	0	0	1,6	22	10	1,1	1,5	0,9	10	19	1,8	4,3	6,6	16	20	22	5,6	40	7,5	21	9,8	18	0																													
NR-Fl.																																																												
S 1999																																																												
Reihe 1	0,1	0,3	0,4	8,4	0,1	0,1	20	0,3	0	0,9	0,5	0,3	0,6	4,5	0,3	22	4,9	3,7	9,2	3,1	8,3	0,3	26	3,4	7	22	24	1,5	3,4	0																														
Reihe 2	0,5	1,9	0,4	14	1,5	2,6	5,8	1,3	0,1	2,5	5,7	4,1	2,7	2,3	0,4	61	10	17	23	16	13	3,5	70	4,4	18	60	68	1,9	8,9	0																														
Reihe 3	0	0,1	4,4	15	13	14	12	0,5	0	0,6	9,2	28	0,9	3,1	0,4	18	22	4,4	4,5	19	9,4	9	39	11	46	13	58	1,8	11	0																														
Reihe 4	0,2	2,2	13	49	6,1	7,4	15	1,6	0,1	2,2	35	12	4	4,3	1,3	28	32	7	9,9	9,3	29	33	45	9,5	68	20	40	13	34	0																														
NR-Fl.																																																												
H 1999																																																												
Reihe 1	0,5	7,8	1	28	0,5	0,5	12	0,2	0	1,4	1,9	1	0,3	1,7	1,7	27	8,6	14	11	8,7	8,7	8,6	22	20	38	13	20	3,7	27	0																														
Reihe 2	0,1	6,3	1	17	1,6	4,7	31	0,9	0	2,2	12	6,3	1,8	3,7	0,6	37	18	11	12	12	10	10	46	7,4	30	34	44	3,5	16	0																														
Reihe 3	0	1,1	11	30	16	12	16	0	0	0,9	21	28	0,1	7,2	0,8	28	29	8,4	6,8	22	19	21	53	12	70	16	26	3,6	24	0																														
Reihe 4	0,1	2,5	15	45	8,8	9,9	4,4	0,4	0	3	39	17	0,9	4,1	1,2	17	35	8,9	4,3	10	25	38	33	13	79	3,9	32	14	37	0																														
NR-Fl.																																																												
F 2000																																																												
Reihe 1	0	0	0,2	1,7	0,1	0	4,4	0,1	0	0,3	0,5	0	0,1	0,2	0	5,2	2,7	0,8	1	0,6	1,2	0,3	5,3	0,6	1,6	4,7	5,1	0,1	1	0																														
Reihe 2	0,2	3,7	1,8	24	1,7	1,4	4,8	0	0	0,7	3,2	3,1	0,1	8,6	0,8	20	14	6,8	5,2	4,9	5,6	5,2	15	16	30	6,3	12	2,6	22	0,2																														
Reihe 3	0,5	5	1,8	20	3,3	8,2	8,3	0,1	0	2,6	12	12	0,4	4,4	0,3	15	23	4,6	4,9	6,2	9	7,9	33	6,6	38	9,4	26	5,3	16	0,1																														
Reihe 4	0,1	0,7	11	22	18	3,2	2,3	0,2	0	0,1	0,7	23	21	0,5	3,8	0,7	6,9	26	3,1	1,6	1,3	14	23	27	6,8	54	2,4	36	5,8	25	0,1																													
Reihe 5	0,1	2,5	17	47	14	13	2,7	1	0,1	0,1	3,8	49	24	2,4	1,7	0,4	12	44	2,6	3,6	14	30	45	37	12	91	3,4	31	19	45	0,1																													
NR-Fl.																																																												
S 2000																																																												
Reihe 1	0,3	0	1,3	8,4	0,1	0,1	22	0	0	1,8	3	0,2	0	0,8	0,5	25	14	1,8	4,9	3,4	6,5	2,4	27	1,6	8,9	22	26	1,9	3	0																														
Reihe 2	0,7	7	1,9	39	3,7	3,8	12	0,1	0	0,5	3,9	7,5	0,1	1,3	2,2	38	22	12	11	9,9	11	6,6	32	27	52	13	27	3,8	35	0																														
Reihe 3	0,2	12	1,9	19	4,6	22	18	0,3	0	1,5	16	27	0,8	5,6	0,1	27	40	6,7	8,6	11	12	15	53	9,4	61	17	49	5,6	23	0,4																														
Reihe 4	0,1	1,6	9,6	24	23	2,8	4,9	0,2	0	2,2	21	26	0,4	3,6	1,1	11	30	3,4	3,4	15	14	21	38	7,3	60	5,1	38	6	23	0,2																														
Reihe 5	0,4	4	18	61	21	18	5,5	0,8	0,1	2,1	58	36	2,3	4	0,8	21	55	6,7	5,6	21	36	56	50	19	120	4,2	47	26	51	0,1																														
NR-Fl.																																																												

Anhang X: Mittlere Abundanzen [%] der einzelnen funktionalen Attribute in den fünf Sukzessionsreihen und NR-Flächen – Teil 1.

	Lebensform										Wuchsform										Chorie					Vermehrung			Speicher			Ausläufer		
	A	C	G	H	N	P	T	Li	Vp	Z	b	g	h	k	n	r	s	an	au	he	hy	zo	kV	gV	gkV	m	o	kA	oA	uA				
H 2000	0,6	0,1	3,2	12	0,3	0,7	23	0,2	0	0	2,4	7	0,8	0,4	1,5	0,9	25	20	3,5	4	3,6	8,3	6,1	30	3,2	17	22	29	3,1	7,1	0			
Reihe 1	0,9	9,5	2,6	45	3,6	4,2	7,8	0,1	0	0	0,6	6,3	7,8	0,2	1,9	3,1	34	27	12	11	8,3	13	6,6	27	3,8	63	8,5	23	5,8	42	0			
Reihe 2	1	15	2,6	28	5,9	23	10	0,4	0	0,4	1,2	26	29	1	3	0,2	24	43	5,5	7,8	12	17	23	48	15	75	9,8	44	4,2	36	0,4			
Reihe 3	0	1,6	15	30	24	3,5	6,4	0	0	0,2	0,4	34	28	0	3,7	1	14	36	4,1	3,9	17	20	33	39	9,1	75	6,5	42	7,5	35	0,2			
Reihe 4	0,5	3,8	19	72	18	18	5,2	1,1	0,1	0,2	1,2	66	34	2,8	7,2	1,1	20	58	8,9	5,5	20	40	63	50	19	128	3,8	45	30	57	0,2			
NR-Fl.	3	1,2	39	77	0	2,2	9,6	1,3	0	0,2	2,7	83	2,4	3,9	1,3	0,1	40	59	7	6,7	8,4	52	53	33	36	123	10	30	7,7	95	0,2			
F 2001	A	C	G	H	N	P	T	Li	Vp	Z	b	g	h	k	n	r	s	an	au	he	hy	zo	kV	gV	gkV	m	o	kA	oA	uA				
Reihe 1	0,1	1,5	0,1	18	0	0	0,8	0	0	0	0	8,8	0	0	1	0,2	11	6,6	0,5	4,4	3,2	5,9	2,4	8,8	9,9	20	1	1,9	1,5	18	0			
Reihe 2	0,2	9,2	3,1	57	9,7	11	4,5	0	0	0	0,7	17	21	0	22	7,9	25	31	15	12	16	20	19	40	34	87	6,5	38	10	45	0,1			
Reihe 3	0,1	6,1	3,1	18	2,6	23	13	0,2	0	0,2	0,8	18	26	0,5	0,8	0,1	18	34	5,2	5,3	8,2	10	13	44	6,7	51	13	42	0,9	20	0,2			
Reihe 4	0	0,4	21	39	31	8,2	0,7	0	0	0,5	0,3	54	39	0,1	1,9	0,6	4,3	48	2,3	1	20	28	52	41	7,7	100	1	56	11	48	0,6			
Reihe 5	0,3	1,6	22	54	36	31	11	1	0,4	0,1	2,3	61	60	3,2	1,9	0,7	19	68	5,7	6	35	35	62	74	14	138	11	73	31	46	0,1			
NR-Fl.	0,4	0,3	41	113	0	4,3	14	9,8	0	0,3	3,9	99	4,7	23	0,8	0	47	76	17	8,7	8,2	73	60	56	37	163	20	49	4,3	129	0,3			
S.2001	A	C	G	H	N	P	T	Li	Vp	Z	b	g	h	k	n	r	s	an	au	he	hy	zo	kV	gV	gkV	m	o	kA	oA	uA				
Reihe 1	0	6,6	1,1	39	0	0	0,6	0	0	0	0	15	0	0	0,2	0,2	32	14	0,2	1,3	8,4	13	5,5	12	30	47	0,6	1,8	2,4	44	0			
Reihe 2	0,5	5,1	3,2	52	14	15	5	0	0	0	1,3	16	30	0,1	11	2,9	33	38	13	7,2	22	15	22	43	29	86	6,3	42	11	41	0			
Reihe 3	0,1	1,3	3,2	24	11	28	24	1,2	0	2	0,6	26	40	3,2	0,9	0,2	35	47	8,8	10	18	21	28	63	15	81	25	66	1,3	36	2			
Reihe 4	0	1,7	24	41	42	9,8	0,9	0,2	0	0,4	0,5	57	52	0,4	0,9	1,2	7,8	57	1,2	2,4	27	31	55	57	7,1	118	1,4	59	6,8	56	0,4			
Reihe 5	1,3	2,9	20	72	46	36	11	1	0	0,5	1,1	69	78	2,4	2,4	1,2	32	81	7,4	9	47	41	71	95	20	174	12	92	30	64	0,5			
NR-Fl.																																		
H 2001	A	C	G	H	N	P	T	Li	Vp	Z	b	g	h	k	n	r	s	an	au	he	hy	zo	kV	gV	gkV	m	o	kA	oA	uA				
Reihe 1	0	4,4	0,3	28	0	0	0,4	0	0	0	0,1	12	0	0	0,3	0,5	20	10	0,1	8	4,8	9,6	3,7	11	18	33	0,4	2,1	2,1	29	0			
Reihe 2	0,2	0,6	5,1	49	12	14	3,8	0	0	0	1,8	23	26	0	1,7	1,1	30	43	7,5	3,1	17	12	25	35	23	77	5,6	35	12	35	0			
Reihe 3	0,1	1,2	5,1	22	11	27	16	1,7	0	2,2	0,8	22	39	4,6	0,7	0,1	27	44	6,2	7,4	15	20	28	51	15	78	16	55	1,3	35	2,2			
Reihe 4	0	1,8	23	41	43	11	0,7	0,1	0	0,5	0,7	56	54	0,2	0,9	1,6	7,1	58	1,4	2,8	28	31	54	60	7,8	120	1,2	54	6,2	56	0,5			
Reihe 5	1,4	2,5	17	57	43	41	4,8	0,6	0	0,6	0,4	57	78	1,4	2	0,4	22	75	5	4,5	43	35	59	84	18	156	5,8	85	23	53	0,6			
NR-Fl.	1,7	0,2	33	98	0	10	9,4	4,2	0	0,4	1,6	87	11	13	0,7	0	44	82	5	4,1	6,5	60	74	28	49	147	9,7	40	2,9	114	0,4			
F 2002	A	C	G	H	N	P	T	Li	Vp	Z	b	g	h	k	n	r	s	an	au	he	hy	zo	kV	gV	gkV	m	o	kA	oA	uA				
Reihe 1	0	2,8	0,1	3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	5,7	2	0	1,9	0	2	0,2	0	5,7	5,9	0	0	0	5,9	0			
Reihe 2	0	0,1	0,1	1,9	7,8	5,1	0,1	0	0	0	0,1	0,7	19	0	0,1	0	1,3	14	0,2	0,1	9,2	0,5	0,8	19	1,1	21	0,2	19	0,6	1,3	0			
Reihe 3	0,1	6,5	0,1	14	13	10	17	0,8	0	0,6	0,4	10	23	1,7	0,5	0,2	26	21	5,6	7,3	18	9,8	12	36	14	45	17	41	0,8	20	0,6			
Reihe 4	0	0,9	19	34	42	7,8	1,2	0	0	1	0,5	46	50	0	0,8	0,7	6,5	50	2,3	2	26	25	46	54	5,5	104	1,8	0	7,5	43	1,1			
Reihe 5	0	0	30	31	95	33	1,8	0,2	0	0	0,2	58	127	0,5	0	0	3,5	95	1	0,6	64	30	59	130	1,4	188	2,2	130	0	60	0			
NR-Fl.	0,8	0	36	135	0	18	5,7	3,9	0	0	1,9	97	18	11	0,3	0	66	110	14	3,9	7,3	64	65	24	104	193	6,7	62	0,6	137	0			

## 12 Danksagung

Mein zweiseitiger Dank gilt:

- Herrn Prof. Dr. Klaus Hoffmann, Lehrstuhl für Tierökologie I der Universität Bayreuth, für die Möglichkeit, diese Dissertation an seinem Lehrstuhl durchzuführen und für die räumliche und materielle Unterstützung des gesamten Projektes.
- Herrn Dr. Gregor Aas, Direktor des Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth, für die vielen Korrekturen und nützlichen Hinweise, für die Hilfen bei botanischen Fragen und Konzepten zur Ausarbeitung.
- Herrn PD Dr. Wolfgang Völkl, Lehrstuhl für Tierökologie I der Universität Bayreuth, für die Korrekturlesungen, für Tipps bei der Ausarbeitung und die Geduld mit einem oberfränkischen Querdenker während der vier Jahre.
- Herrn Dr. Pedro Gerstberger, BITÖK (Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung), für die botanische und floristische Betreuung der Arbeit, für viele Hilfen bei Fragen zu den Programmen AutoCAD und ArcView, für Tipps zur Literatur und für Korrekturlesungen.
- Frau Elisabeth Guth im Sekretariat des Lehrstuhls Tierökologie I, für ihre ruhige und kompetente Hilfe in allen universitären Organisationsfragen.
- dem gesamten Wasserwirtschaftsamt Bamberg, für die primären Ursachen am Main- und Rodachufer, die zu dieser Untersuchung geführt haben und für die Unterstützung dieser Arbeit in Form von Erklärungen, Daten und Bildern. Namentlich besonders erwähnt sei Severin Hajer, Anne Schmidt, Walter Haderlein, Edith Bulenda, Hans Buhl, Ulrich Benker, sowie den Leiter des WWA Bamberg, Herrn Rüdiger Krec.
- Herrn Langmeyer und Herrn Frey vom Wasserwirtschaftsamt Bayreuth für die Bereitstellung der Abflussdaten vom Pegel Mainleus.
- Robert Neder und der kleinen Cessna, für viele geduldige und geglückte Überflug-Manöver und die ruhige Hand am Steuer während ich mit dem Foto aus dem Fenster hing.
- Daniela Mader und Jürgen Metzner, Kollegen im gleichen Forschungsprojekt, für Hinweise und Tipps zu meinen Ideen und Arbeiten, für die Geduld, die sie in den vier Jahren mir gegenüber aufbrachten, aber auch für ihren Humor und ihre Freude an unserem gemeinsamen Projekt.
- Anna Augustin, für die sorgfältige Arbeit beim Bekleben und Beschriften von ca. 500 Herbarium-Exemplaren von den Ufern des Obermains und der Rodach.
- Carsten Neßhöver, Jan Axmacher und Dr. Ulrich Sukopp, Lehrstuhl für Biogeographie der Universität Bayreuth, für ihr Interesse an meiner Arbeit, für ihre unentwegt tapfere Hilfe beim Auffinden von interessanter Literatur, für Tipps zur Auswertung und zu komplizierten statistischen Fragen, für Korrekturlesungen und schließlich für die freundschaftliche Geduld.



- 
- Prof. Dr. Reinhard Böcker und Michael Koltzenburg, für viel Literatur zum Thema.
  - Johannes Dietz, für die Hilfe bei Softwareproblemen am Computer und die Übersetzung ins Englische.
  - Gunnar Brehm, für Tipps zur Verwendung der Statistik-Software.
  - Thomas Wrzesinsky, für die Hilfe bei der Erstellung der 3D-Grafik (Abb.2.2).
  - B. Gates, Seattle, für die sogenannte 'Benutzerfreundlichkeit' von MS-Produkten.
  - meinem Rennrad, für die ca. 10.000 km in den drei Untersuchungsjahren.
  - der TÜ-TE-536, Subaru Allrad, für Geländefahrten, wenn es mal wieder eiliger war oder Regenwetter gab.
  - Horst Retzsch und dem Team vom H.B.R.-Copy.
  - und allen anderen, die mir geholfen haben und trotzdem noch unerwähnt bleiben.

Ein besonderer Dank geht an das Bundesministerium für Bildung, Forschung und Technologie (BMBF), welches die Fördermittel für dieses großartige Forschungsprojekt bereitstellte.

Waltraud Schulze danke ich für die vielen Hilfen, steten Ermunterungen und ihre Neugierde an dem, was sich im Uferbereich des Obermains und der Rodach über die Jahre verändert, besonders aber für ihre Geduld während der Ausarbeitungs- und Zusammenschreibphase und für die vielfältigen Tipps zu Computerproblemen.

Meinen Eltern danke ich für die vielfältigen Unterstützungen während des Studiums und der vier Forschungsjahre.

## 13 Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ferner erkläre ich, dass ich anderweitig mit oder ohne Erfolg nicht versucht habe, diese Dissertation einzureichen. Ich habe keine gleichartige Doktorprüfung an einer anderen Hochschule endgültig nicht bestanden.

Bayreuth,