

Francis Foeckler, Hans Schmidt und Thomas Herrmann

# Ökologische Untersuchungen im Isarmündungsgebiet



# Ökologische Untersuchungen im Isarmündungsgebiet

Francis Foeckler  
Hans Schmidt  
Thomas Herrmann



**Titelbild:** Francis Foeckler, ÖKON GmbH, Kallmünz, aufgenommen am 23.9.2005

**Adressen der Autoren:**

Dr. Francis Foeckler, Dipl.-Biol.  
Dipl.-Ing. (FH) Hans Schmidt



Gesellschaft für Landschaftsökologie  
Gewässerbiologie und Umweltplanung mbH  
Hohenfelder Str. 4, Rohrbach  
93183 Kallmünz

Dipl.-Ing. Thomas Herrmann

**LBP**

Landschaft + Plan Passau  
Am Burgberg 17  
94127 Neuburg a. Inn

**BGU**

Büro für Geotechnik und Umweltfragen GbR  
Danziger Str. 2  
85386 Eching

**Bearbeiterinnen und Bearbeiter:**

Dr. Martin Adler, Dipl.-Biol. Tübingen  
Dipl.-Ing.(FH) Jens Brehm ÖKON  
Dipl.-Ing.(FH) Ingrid Höhn LBP  
Dipl.-Ing.(FH) Sabine Meindl ÖKON  
Dipl.-Geogr. Thomas Müller BGU  
Dipl.-Ing.(FH) Franz Schöllhorn LBP

Dipl.-Biol. Frank Bosch LBP  
Dipl.-Biol. Oskar Deichner ÖKON  
Dipl.-Ing.(FH) Doreen Joachim ÖKON  
Dipl.-Ing.(FH) Karin Meindorfer ÖKON  
Dipl.-Geogr. Nora von Nordheim BGU  
BTA Silvia Sohst ÖKON

**Fachbetreuung im BfN**

Dr. Alfons Henrichfreise  
Dr. Klaus Follner

Fachgebiet „Binnengewässer, Auenökosysteme und  
Wasserhaushalt“

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturdatenbank „**DNL-online**“ ([www.dnl-online.de](http://www.dnl-online.de)).

Die BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich.

Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn  
Telefon: 0228/8491-0  
Fax: 0228/8491-9999  
URL: [www.bfn.de](http://www.bfn.de)

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: BMU-Druckerei

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-011-8

Bonn – Bad Godesberg 2010

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>14</b>
1.1 Anlass der Untersuchungen .....	15
1.2 Zielsetzung .....	16
1.3 Ökologische Besonderheiten von Flussauen und Mündungsgebieten von Nebenflüssen.....	16
1.4 Floristische, vegetationskundliche und faunistische Bedeutung des Isarmündungsgebietes .....	19
<b>2 Das Untersuchungsgebiet</b> .....	<b>22</b>
2.1 Allgemeine Charakterisierung .....	22
2.2 Klima, Geologie und Böden.....	24
2.3 Hydrographie .....	25
<b>3 Vorgehensweise und Methodik</b> .....	<b>27</b>
3.1 Anlage von Transekten.....	27
3.2 Untersuchungen zum Wasserhaushalt.....	29
3.2.1 Ziele und Voraussetzungen.....	29
3.2.2 Hydrologische Untersuchungen .....	32
3.2.3 Ermittlung der Wasserbedeckung .....	35
3.3 Bodenkundliche Untersuchungen.....	36
3.3.1 Baggerschürfen .....	37
3.3.2 Rammkernsondierungen .....	37
3.3.3 Probenahme .....	38
3.4 Vegetation - Pflanzensoziologische Dauerbeobachtungsflächen.....	39
3.5 Flora .....	42
3.6 Land- und Wassermollusken .....	44
3.6.1 Auswahl und Markierung der Probestellen.....	44
3.6.2 Aufsammlung der Wassermollusken .....	44
3.6.3 Aufsammlung der Landmollusken .....	44
3.6.4 Bestimmung der Wasser- und Landmollusken.....	45
3.6.5 Totnachweise, Subfossilität.....	45
3.6.6 Halbquantitative Abundanzschätzung (Häufigkeit).....	45
3.6.7 Veränderung der Artenzusammensetzung an mehrmals beprobten Mollusken-Probestellen über die Zeit (Turnover- Rate).....	46
3.6.8 Ähnlichkeit der Molluskenproben.....	46
3.7 Fotodokumentation.....	47
3.8 Übersicht der 1996 bis 2001 durchgeführten Untersuchungen .....	47
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>48</b>
4.1 Vermessung .....	48

4.1.1	Verlauf und Geländegestalt von Transekt 1 .....	48
4.1.2	Verlauf und Geländegestalt von Transekt 5 .....	49
4.1.3	Verlauf und Geländegestalt von Transekt 6 .....	49
4.2	Beobachtung der Grund- und Oberflächenwasserstände .....	50
4.2.1	Wasserstände im Untersuchungsgebiet von 1996 bis 2001 .....	50
4.2.2	Hochwasser .....	52
4.2.3	Artesische Wasserstände .....	57
4.2.4	Aussagekraft der hydrologischen Daten .....	59
4.3	Bodenkundliche Untersuchungen .....	59
4.3.1	Kapillare Steigfähigkeit und Porenvolumen .....	59
4.3.2	Sieb-Schlämmanalysen .....	63
4.3.3	Wassergehalt und Dichte .....	63
4.3.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	64
4.3.5	Ergebnisse der Bohrstockeinschläge .....	64
4.4	Vegetation .....	66
4.4.1	Überblick über die Vegetation des Isarmündungsgebietes .....	66
4.4.2	Untersuchte Flächen .....	69
4.4.3	Überblick über die Vegetation der Aufnahmeflächen .....	69
4.4.4	Vegetationsgeographische Anmerkungen .....	83
4.4.5	Zusammenfassung .....	84
4.5	Flora .....	85
4.5.1	Anmerkungen zur floristischen Bedeutung des Isarmündungsgebietes .....	85
4.5.2	Floristische Erhebungen .....	86
4.5.3	Allgemeiner Vergleich der Aufnahmejahre 1996 bis 2001 .....	87
4.5.4	Ermittlung der Feuchtestufen im Deichhinterland anhand floristischer Zeigerarten .....	89
4.6	Mollusken .....	90
4.6.1	Arteninventar .....	90
4.6.2	Molluskengemeinschaften .....	92
4.6.3	Veränderung der Artenzusammensetzung während der sechs Untersuchungsjahre .....	97
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Untersuchungen auf den Transekten 1, 5 und 6 .....</b>	<b>99</b>
5.1	Transekt 1 .....	99
5.1.1	Zum Wasserhaushalt bei Transekt 1 .....	99
5.1.2	Boden .....	103
5.1.3	Vegetation .....	103
5.1.4	Flora .....	105
5.1.5	Mollusken .....	110
5.2	Transekt 5 .....	114
5.2.1	Zum Wasserhaushalt bei Transekt 5 .....	114
5.2.2	Boden .....	116
5.2.3	Vegetation .....	117
5.2.4	Flora .....	119
5.2.5	Mollusken .....	121
5.3	Transekt 6 – Zusatzauswertung zur Vegetationszonierung links der Isar .....	124

<b>6</b>	<b>Diskussion und Ausblick.....</b>	<b>126</b>
6.1	Methodik.....	126
6.1.1	Anmerkungen zur Dauer der Untersuchungen.....	126
6.1.2	Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft von Messdaten aus der kurzen Untersuchungszeit von 1996 bis 2001 .....	127
6.2	Vergleich der Ergebnisse mit Rhein und Elbe .....	128
6.3	Prognose ökologischer Folgen von hydrologischen Veränderungen im Untersuchungsgebiet.....	130
6.3.1	Standortbedingungen .....	132
6.3.2	Flora .....	137
6.3.3	Vegetation .....	140
6.3.4	Mollusken .....	143
6.4	Anforderungen an eine naturverträgliche Planung für die Erhaltung und Verbesserung des Isarmündungsgebietes aus Sicht des Naturschutzes .....	145
6.5	Forschungsdefizite – „vom Punkt zur Fläche“ .....	148
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>150</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>153</b>
<b>9</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>154</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>159</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Lage des Untersuchungsgebietes mit Abgrenzung des Gewässerrandstreifenprojektes „Mündungsgebiet der Isar“ von BMU/BfN und dem Freistaat Bayern nach ZAHLEIMER (1991). .....	14
Abb. 1.2:	Lage der Kerngebiete (insgesamt 1433 ha) im „Mündungsgebiet der Isar“ (Gebiet gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung); Kartengrundlage: Bayerisches Landesvermessungsamt. ....	Anhang
Abb. 1.3:	Gesamtzahl und Anteil gefährdeter Arten ausgewählter Tiergruppen des Isarmündungsgebietes. ....	19
Abb. 2.1:	Ehemaliger Zustand des Isarmündungsgebietes um 1850 (Gewässer blau) sowie heutiger Flusslauf der Donau und Isar (schwarze Linien) mit Lage der Hochwasserdämme (rote Linien). ....	22
Abb. 2.2:	Vergleich der Wasserstandsganglinien an den Donauegeln Deggendorf und Halbmeile mit dem Isarpegel Plattling im Kalenderjahr 1999. Deutlich kommt der Unterschied zwischen den staubeeinflussten Wasserständen der Isar (Plattling) und den naturnahen großen Schwankungen der frei fließenden Donau zum Ausdruck. ....	26
Abb. 3.1:	Lage der untersuchten Transekte 1 - 17 im Isarmündungsgebiet schematisch dargestellt (sab: stromab, sauf: stromauf). ....	28
Abb. 3.2:	Wasserstandsganglinien von Isar und Donau an den Pegeln Plattling bzw. Deggendorf von 1990 - 1999. Der Pegel Plattling ist seit 1994 durch die feste Schwelle bei Isar-Km 8,7 eingestaut. ....	30
Abb. 3.3:	Wasserstände an der Messstelle R189/B (Altwasser im Vorland) im hydrologischen Jahr 1999; die Hochwasserstände können nur durch zusätzliche Messungen (rot) außerhalb des wöchentlichen Turnus erfasst werden. ....	30
Abb. 3.4:	Schlüsselkurve zwischen Donauegel Halbmeile und donauahem Altwasser, Transekt 1 (Do-Km 2280,16). ....	31
Abb. 3.5:	Gebietsübersicht stromab der ehemaligen Fährstraße Isarmünd. ....	35
Abb. 3.6:	Lage der donauahen Messstellen für Oberflächen- und Grundwasser sowie der donauahen Transekte. ....	36
Abb. 3.7:	Lage der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen (grüne Punkte) .....	39
Abb. 4.1:	Pegelstände am Donauegel Halbmeile während der Untersuchungsjahre. ....	50
Abb. 4.2:	Wasserstände (W) in der Donau (Pegel Halbmeile) und im donauahem Altwasser am Transekt 1 (Do-Km 2280,16) im Kalenderjahr 1999; Aufstellung der Ganglinie auf Grundlage zahlreicher Messwerte und der Schlüsselkurve zwischen den Wasserständen der Donau und des donauahem Altwassers. ....	51
Abb. 4.3:	Wasserstände im Grundwasser-Messrohr R183/3 (rot) und außerhalb des Rohres (blau) bei Deggendorf-Fischerdorf. Der Grundwasserstand außerhalb des Rohres im Boden ist nicht erfasst, die Differenz zwischen dem artesischen Wasserstand im Rohr und dem vegetationswirksamen Grundwasserstand im umgebenden Boden (grau dargestellter Auelehm-Deckel) ist nicht bekannt. ....	58
Abb. 4.4:	Bodenprofile .....	Anhang
Abb. 4.5:	Mächtigkeit der Bodendeckschicht an Transekt 1 / Do-Km 2280,16 (oben) und an Transekt 5 / Do-Km 2278,20 (unten). ....	65
Abb. 4.6:	Zweidimensionale Darstellung der Ergebnisse der Korrespondenzanalyse von 41 Taxa (A) und von 230 Probestellen (B, C) der Jahre 1996 - 2001. Dargestellt sind jeweils die beiden ersten Faktoren (Eigenwerte: F1: 0,74 und F2: 0,64 Anteil an der Gesamtvarianz: F1: 17,2 % und F2: 14,0 %, (D)). ....	93
Abb. 4.7:	Abhängigkeit von Land- und Wassermollusken von Überflutungshäufigkeit und -dauer im Isarmündungsgebiet. ....	96
Abb. 4.8:	Gesamttaxazahlen (lebend), Summen der Immigranten (innerhalb der Gesamt-taxazahl) und Emigranten (fehlen in der Gesamt-taxazahl) pro Jahr (links) und die Turnover-Raten (rechts) der Probestelle 10 – Pflock WM2 (oben) und der Probestelle 8 – Pflock 16 (unten) am Transekt 1.2 "Bodenentnahme" (1996 - 2001). ....	98

Abb. 5.1:	Lage der Transekte 1, 5.1 und 5.2 sowie der Messstellen für Wasserstände .....	99
Abb. 5.2:	Standortbedingungen (Geländegestalt, Mächtigkeit der Bodendeckschicht über Sand und Kies und Wasserstandsschwankungsbereich zwischen MW 1980/2000 sowie HW 1999 u. 1988) im Transekt 1 (Do-Km 2280,16) hinterdeichs.....	102
Abb. 5.3:	Transekt 1 mit Geländehöhenschnitt, und Angabe der realen Vegetation sowie den Wasserspiegellagen während des November-Hochwassers 1998.....	106
Abb. 5.4:	Höheneinnischung (m ü. NN) ausgewählter Pflanzenarten auf Abschnitt 1 (donaunächstes Vorland) des Transektes 1 in den Jahren 1996 - 1999. ....	107
Abb. 5.5:	Dauer der Wasserbedeckung am Transekt 1 "donaunahes Altwasser" (oben) und „Bodenentnahme“ (unten) jeweils in den Jahren 1995 - 1999. ....	108
Abb. 5.6:	Wasserbedeckung am Transekt 1.2 in der „Bodenentnahme“ (Do-Km 2280,16) bei verschiedenen Wasserständen. Die ständig wasserbedeckte Fläche (grün) ist entlang dieses hydrologisch weitgehend intakten Donauabschnittes selbst in der künstlich vertieften "Bodenentnahme" sehr klein, die eine der tiefstgelegenen Flächen im Untersuchungsgebiet darstellt. ....	110
Abb. 5.7:	Höhenverteilung (m ü. NN) der aufgesammelten Land- und Wassermollusken auf Transekt 1 "Bodenentnahme" vorderdeichs (oben) und hinterdeichs (unten). Im Vergleich zum Vorland fehlen im Hinterland etliche Arten oder weisen wesentlich geringere Bestände auf (vollständige Artnamen Tab. 16 Anh). ....	111
Abb. 5.8:	Dynamik der Artenzusammensetzung von Molluskengemeinschaften im Donauvorland, Transekt 1.2 „Bodenentnahme“, von 1996 - 2001 an P16 (links) und WM2 (rechts) anhand der bevorzugten Lebensräume der einzelnen Arten unter Berücksichtigung ihrer Abundanz. Geländehöhen: 308,40 m ü. NN (linke Reihe) und 308,55 m ü. NN (rechte Reihe); vgl. auch Abb. 5.6 .....	113
Abb. 5.9:	Deckschichtmächtigkeit und Bodenschichtung in den Schürfruben auf Transekt 5.1.....	116
Abb. 5.10:	Transekt 5 mit Geländehöhenschnitt und Angabe der realen Vegetation. ....	118
Abb. 5.11:	Dauer der Wasserbedeckung am Transekt 5.1 von 1995 - 1999. ....	120
Abb. 5.12:	Höhenverteilung der erfassten Land- und Wassermollusken im Vorland auf Transekt 5.1 donauseits und 5.2 landseits des Altwasserzuges (vollständige Artnamen Tab. 12 Anh). ....	122
Abb. 5.13:	Artenzusammensetzung der Molluskengemeinschaften bei Transekt 5.1 von 1996 - 2001 an den Probestellen F1 (links) und P40c (rechts) anhand der bevorzugten Lebensräume der einzelnen Arten unter Berücksichtigung ihrer Abundanz. Geländehöhen: 308,45 m ü. NN (linke Reihe) und 308,40 m ü. NN (rechte Reihe); vgl. auch Abb. 5.11.....	123
Abb. 5.14:	Geländehöhenprofil von Transekt 6 mit Deckschichtmächtigkeiten und Wasserspiegellagen .....	Anhang
Abb. 6.1:	Auentypische Standortbedingungen und Vegetationszonierung am Donauufer und in der Aue. Am Ufer der Gewässer dringt der Weidenwald bis rund 0,6 m unter die langjährige Mittelwasserlinie (MW 1981/90) vor. Geländequerschnitt etwa vier Kilometer donauabwärts der Isarmündung bei Do-Km 2278,2/2278,4 (aus HENRICHFREISE 1997). ....	129
Abb. 6.2:	Technische Ableitung der zu erwartenden Grundwasserstufen bei NNW nach Inbetriebnahme einer Stauhaltung Osterhofen auf Transekt 5.1 (nur Landfläche); voraussichtlicher Zustand nach Abdichtung der Donau.....	133
Abb. 6.3:	Wasserstandsganglinie der Donau am Transekt 5 (Do-Km 2278,2 NSG Staatshaufen) von 1995 - 1999 mit Darstellung einer dauerhaften Anhebung von Wasserständen in der Donau in Folge einer Stauhaltung Aicha und dem damit verbundenen Wegfall der Niedrigwasserzeiten (Planung 2000).....	134
Abb. 6.4:	Zwischenergebnisse zu einer Staustufe der Variante C, Stand 6.12.1999, im Vergleich mit dem IST-Zustand 2000: Wasserspiegel und Talweg im Bereich des Flussbettes (nicht im Bereich des Vorlandes), Auswertung BAW mit Ergänzungen aus den vorliegenden Ergebnissen (wie z.B. NNW (1981/90) und NNW v. 7.1.1954). ....	134
Abb. 6.5:	Wasserbedeckung am Transekt 5.1 (Do-Km 2278,2) bei etwa mittlerem und hohem Wasserstand (oben Draufsicht, unten Querprofil). Bei niedrigem Wasserstand (z.B. 10.8.99) bleibt der dargestellt Abschnitt ohne Wasserbedeckung.....	135

Abb. 6.6:	Schematische Darstellung der Auswirkungen unterschiedlicher Oberflächen- und Grundwasserschwankungs-Amplituden (senkrechte Pfeile oben) auf die Größe der von ihnen jeweils beeinflussten Flächen (Ellipsen unten) in Abhängigkeit von der Struktur bzw. Neigung des Auengeländes. ....	136
Abb. 6.7:	Vegetationszonierung auf der Schlammbank (Geländehöhenprofil schematisch) am dammnahen Altwasser bei Transekt 5.1 (Do-Km 2278,2) für eine Prognose: Bei Verwirklichung einer Staustufe Osterhofen würde diese Fläche bis etwa 1,75 m dauerhaft überstaut. Die autotypische Vegetation ginge unwiderbringlich verloren. ...	138
Abb. 6.8:	Wasserstufen und Vegetationszonierung in der "Bodenentnahme" bei Transekt 1 (Vorland bei Do-Km 2280,16). Neben der natürlichen Zonierung wurden diejenigen Wasserspiegellagen dargestellt, die in Folge einer Staustufe Osterhofen eintreten würden: Ständiger Rückstau (schwarz gestrichelt) über Silberweidenwald-Standort (blaue Zone) und überwiegender Einstau (rot gestrichelt) der tiefsten Hartholzaue (grün bzw. grügelbe Zone). ....	139
Abb. 6.9:	Vegetationszonierung und Darstellung der Anhebung der Wasserstände und Beeinträchtigung der Vegetation, die durch einen Stauhaltungsbau bei Aicha gemäß den Planungen von 2004 ausgelöst würden, dargestellt am Beispiel des Geländequerschnittes bei Transekt 6 etwa bei Isar-Km 0,5 im Rückstau des Isarschüttkegels in der Donau, etwa Do-Km 2282,5. ....	142
Abb. 6.10:	Wasserstufen und Molluskenzonierung im Vorland ("Bodenentnahme" an Transekt 1, Do-Km 2280,16). Neben der natürlichen Zonierung wurden diejenigen Wasserspiegellagen dargestellt, die in Folge einer Staustufe Osterhofen eintreten würden: Ständiger Rückstau (schwarz gestrichelt) und zeitlich überwiegender Einstau bei MNW (rot gestrichelt).....	144

Der Anhang mit den drei genannten Abbildungen und den 24 Tabellen (siehe unten) ist beim Bundesamt für Naturschutz auf folgender Website abrufbar:  
[http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf).

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Vergleich der Wasserführung von Isar (Pegel Plattling) und Donau (Pegel Pfelling) an Hand der Abflusshauptwerte der Jahre 1926 - 1999 (Mtlg. Wasserwirtschaftsamt Deggendorf 2000 und Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 1999).....	25
Tab. 2:	Übersicht der floristischen Untersuchungen .....	42
Tab. 3:	Zuordnung der Individuenzahlen der einzelnen Arten zu den in der biologischen Gewässeranalyse üblichen Abundanzklassen (vgl. MAUCH ET AL. 1990) .....	45
Tab. 4:	Vergleich der Wasserbedeckung von P35 und dem tiefergelegenen P40b ermittelt aus der Wasserstandsdauerlinie (Abb. 5.11) zu Transekt 5.1 .....	121

## Tabellenverzeichnis (im Anhang)

Tab. 1:	Unterschiedliche Wasserstände innerhalb (artesische) und außerhalb von Grundwasser-Messrohren	
Tab. 2:	Charakterisierung der vegetationskundlichen Aufnahmeflächen	
Tab. 3:	Vegetationskundliche Aufnahmen in Wechselwasserbereichen 1997 und 1998	
Tab. 4:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Röhrichten von 1996 - 2001	
Tab. 5:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Seggenrieden von 1996 - 2001	
Tab. 6:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in nassen Hochstaudenfluren von 1996 - 2001	
Tab. 7:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Streuwiesen (Pfeifengraswiesen) von 1996 - 2001	
Tab. 8:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Weidenauen von 1996 - 2001	
Tab. 9:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Weiden-Auwäldern von 1996 - 2001	
Tab. 10:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Hartholzauen tiefster Niveaus von 1996 - 2001	
Tab. 11:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Hartholzauen tieferer bis mittlerer Niveaus von 1996 - 2001	
Tab. 12:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Hartholzauen mittlerer Niveaus von 1996 - 2001	
Tab. 13:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Hartholzauen (trockener Flügel) von 1996 - 2001	
Tab. 14:	Vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen in Hartholzauen (trockener Flügel mit Linde) von 1996 - 2001	
Tab. 15:	Anmerkungen zu einzelnen vegetationskundlichen Aufnahmeflächen des Aufnahmehdurchganges 1999 (angeführt sind nur Flächen, auf denen erhebliche Veränderungen zu beobachten waren)	
Tab. 16:	Molluskenbestand der 1996 - 2001 erfolgten Aufsammlungen im Isarmündungsgebiet	
Tab. 17:	Ergebnis der Clusteranalyse zusammengefasst zur Bestimmung der Indikatorarten/-gruppen (fett) und Zonierung der von ihnen charakterisierten Probestellengruppen (Legende siehe Tabelle 11)	
Tab. 18:	Turnover- Raten der Lebendvorkommen in den viermal besammelten Mollusken-Probestellen im Isarmündungsgebiet vom Sommer 1996 - 2001	
Tab. 19:	Artenzusammensetzung der Molluskengemeinschaften an 4 von 1996 - 2001 vorderdeichs beprobten Stellen anhand der bevorzugten Lebensräume der einzelnen Arten unter Berücksichtigung ihrer Abundanz	
Tab. 20:	Flora auf Transekt 1 im Bereich der Pflöcke 6 bis 10b in den Jahren 1996 - 1999	
Tab. 21:	Flora am Transekt 1 im Bereich der Pflöcke 15 bis 20 in den Jahren 1996 - 1999	
Tab. 22:	Vergleichende Zusammenstellung aller vorder- und hinterdeichs auf Transekt 1 jeweils 1996 - 2001 besammelten Molluskenprobestellen	
Tab. 23:	Flora auf Transekt 5.1 im Bereich der Pflöcke 34 - 40c in den Jahren 1996 - 1999	
Tab. 24:	Vergleichende Zusammenstellung aller auf Transekt 5 jeweils 1996 - 2001 besammelten Molluskenprobestellen	

## Fotoverzeichnis

Das Deckblattfoto ist von Francis Foeckler, ÖKON GmbH, Kallmünz, aufgenommen am 23.9.2005.

Falls nicht anders angegeben, sind alle Fotos im Text von Hans Schmidt, ÖKON GmbH, Kallmünz.

Foto 1.1:	Die Donau mit der Mündung der Isar. Blick vom linken Donauufer auf die Isar (rechts) und den größtenteils wasserbedeckten Schüttkegel (links).....	15
Foto 1.2:	Alte Silberweide am Donauufer (Do-Km 2280,7, Alte Fährstraße Isarmünd). Gefallen im Frühjahr 2000 .....	17
Foto 1.3:	Die Isar ist der einzige große deutsche Nebenfluss der Donau, der noch einen Schüttkegel bildet. Dieser hat stromaufwärts beiderseits der Donau bis Straubing eine günstige Wirkung für die Landnutzung und den Naturschutz. Deshalb ist der Schüttkegel bei nachlassendem Geschiebetrieb mit geeigneten Maßnahmen zu sichern (BAW 1992). .....	18
Foto 1.4:	Keiljungfer ( <i>Gomphus spec.</i> ).....	20
Foto 1.5:	Schließmundschnecke ( <i>Clausiliidae</i> ). .....	20
Foto 1.6:	Der Springfrosch ( <i>Rana dalmatina</i> ) gehört nach der FFH-RL zu den streng zu schützenden Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse .....	21
Foto 1.7:	Die Donau-Kahnschnecke ( <i>Theodoxus danubialis</i> ) lebt heute nur noch in den letzten frei strömenden Flussabschnitten der bayerischen Donau. ....	21
Foto 2.1:	Auch im Mündungsbereich der Isar fand ein Ausbau statt. Ihre Ufer sind durchgehend mit schweren Steinen festgelegt (hier nicht sichtbar).....	23
Foto 2.2:	“Schüttwiesen“ bei Fischerdorf. ....	24
Foto 3.1:	Einrichtung des Transektes 5.4. ....	27
Foto 3.2:	Die alte Fährstraße Isarmünd wird bei Hochwasser überströmt. Diese dammartige Straße verläuft quer zur natürlichen Abflussrinne und wirkt dadurch als hydraulische Barriere, die das Hochwasser oberstrom staut. Der enge Durchlass wird oft durch Bäume oder Baumstümpfe noch weiter verengt (z.B. 7.4.1998, 1.5.1998). ....	29
Foto 3.3:	Bei fallenden Donau-Wasserständen verzögert der Querdamm im donaanahen Altwasser (Do-Km 2279,43) den Abfluss und lässt bei steigender Donau den Wasserspiegel oberhalb des Querdammes ansteigen. Der Querdamm sollte im Rahmen eines naturverträglichen Hochwasserschutzes beseitigt werden. ....	33
Foto 3.4:	Das Altwasser nahe der Alten Fährstraße Isarmünd war am 7.6.1998 bei einem Donau-Wasserstand von rund 308,3 m ü. NN am Pegel Halbmeile weitgehend trocken gefallen. Die offen liegenden Sand- und Schlammflächen wurden rasch von Pflanzen der Wechselwasserzone besiedelt. ....	34
Foto 3.5:	Das selbe Altwasser (Foto 3.4) wurde am 18.6.1997 bei einem Wasserstand von ca. 308,6 m ü. NN in der Donau (Pegel Halbmeile) von einer Wasserrinne mit wechselnder Breite durchzogen. ....	34
Foto 3.6:	Am 18.9.1998 war das Altwasser (Foto 3.4, 3.5) bei ca. 310,5 m ü. NN in der Donau (Pegel Halbmeile) von einer geschlossenen Wasserfläche bedeckt. ....	34
Foto 3.7:	Die Schürfgrube B8 bei Pflock 23 in der “Bodenentnahme“ am Transekt 1. Nach Durchstoßen der Bodendeckschicht in 0,8 m Tiefe unter Flur stieg das gespannte Grundwasser rasch an. ....	37
Foto 3.8:	Hexenkraut ( <i>Circaea lutetiana</i> ) blüht im Sommer im Isarmündungsgebiet auf jenen Eichen-Ulmenwald-Standorten, deren Vegetation von Grund- oder Stauwasser beeinflusst wird. ....	42
Foto 4.1:	Der etwa 0,5 m hohe Felddamm längs des donaanahen Altwassers (ca. Do-Km 2280,8 - 2280,0) behindert eine freie Überflutung der winterdammnäheren Auefläche. Er wurde oberhalb Transekt 1 bei Hochwasser am 11.11.1998 bei einem Wasserstand von rund 311,5 m ü. NN überströmt. Vom Hochwasserdeich aus waren die Kaskaden des einströmenden Wassers deutlich zu erkennen, im Hintergrund die Kirche von Halbmeile. ....	53
Foto 4.2:	Die Isarmündung während des Pfingsthochwassers am 28.5.1999 im Luftbild.....	55

Foto 4.3:	Überflutetes Vorland im donaanahen Weidenwald links der Isar bei Transekt 6 am 18.9.1998.....	56
Foto 4.4:	Beim Pfingsthochwasser 1999 wurde auch das Hinterland bei Isarmünd überflutet.....	57
Foto 4.5:	Am 27.5.1999 stand das Qualmwasser in großen Teilen von Isarmünd rund 0,5 m über Flur.....	57
Foto 4.6:	Beim Pfingsthochwasser 1999 aus der Grundwasser-Messstelle R183/3 austretendes artesisches Grundwasser. Der tatsächliche Wasserstand im Gelände liegt etwa 9 dm tiefer als das aus dem Rohr austretende Grundwasser.....	58
Foto 4.7:	Altwasser am Transekt 6. In Altwässern treten während der häufigen langen Niedrigwasserzeiten zahlreiche auetypische Arten und Pflanzengesellschaften auf (Foto 4.9).....	66
Foto 4.8:	Der Bestand der Krebschere ( <i>Stratiotes aloides</i> ) in einem Teich bei Transekt 4 (Deichhinterland) deutet auf eher konstante Wasserstände hin.....	67
Foto 4.9:	Naturnahe Wechselwasserzone am Altwasser im Bereich des Transektes 16.2.....	67
Foto 4.10:	Ried auf der „Schüttwiese“ bei Transekt 9.....	68
Foto 4.11:	Wiesengebiet im Deichhinterland bei Kuglstadt im Bereich des Transektes 10.....	69
Foto 4.12:	Die seggenreiche Senke im Deichhinterland am Transekt 1.....	70
Foto 4.13:	Sumpfwolfsmilch ( <i>Euphorbia palustris</i> ) eine typische Stromtalpflanze.....	71
Foto 4.14:	Silberweidenbestand in der „Bodenentnahme“ an Transekt 1. Bei den häufig hohen Wasserständen ist die gesamte Fläche überflutet (Foto 6.10).....	72
Foto 4.15:	Hartholzauwald am Transekt 11 mit dominierendem Bestand des Scharbockkrautes ( <i>Ranunculus ficaria</i> ).....	73
Foto 4.16:	Mächtige Treibholzansammlungen im Bereich des Transektes 5.1 nach den großen Hochwassern ab November 1998 bis etwa zur Jahresmitte 1999 und im Jahr 2002.....	76
Foto 4.17:	Bei Hochwasser angesammeltes Genist kann nach dem Trockenfallen die floristische Entwicklung auf der Fläche verändern.....	76
Foto 4.18:	Treibholzablagerungen nach dem Pfingsthochwasser bei Isarmünd.....	76
Foto 4.19:	Nach dem Pfingsthochwasser 1999 wurden einige Bereiche des Weidenwald-Niveaus vom Schlammkraut ( <i>Limosella aquatica</i> ), vorgelagerter grüner Saum im Hintergrund, als typischem Vertreter der Wechselwasserzone besiedelt.....	77
Foto 4.20:	Das Pfingsthochwasser von 1999 schuf neue Standorte für die Schlammkrautflur auf zuvor von geschlossenen hohen Brennesselbeständen dominierten höhergelegenen Flächen.....	78
Foto 4.21:	Blühende Märzenbecher ( <i>Leucojum vernalis</i> ) bedecken im Frühjahr den Waldboden in weiten Bereichen des Isarmündungsgebietes.....	86
Foto 4.22:	Zweiblättriger Blaustern ( <i>Scilla bifolia</i> ), ein charakteristischer Frühjahrsgeophyt der Auen im Isarmündungsgebiet.....	86
Foto 4.23:	Landmollusken „retten“ sich häufig bei Hochwasser auf Treibholz, gleichzeitig können sie dadurch passiv neue Lebensräume erobern.....	97
Foto 5.1:	Dammnahes Altwasser im Bereich des Transektes 1, Blickrichtung stromabwärts. Der Wasserspiegel der Donau lag zum Aufnahmezeitpunkt etwa 4 dm unter dem langjährigen MW 1992/2001. Der Wasserstand im Altarm war in Höhe des Transektes rund 5 dm niedriger als in der Donau.....	100
Foto 5.2:	Große Bestände von Tannenwedel ( <i>Hippuris vulgaris</i> ) unmittelbar hinterdeichs bei Transekt 1.....	101
Foto 5.3:	Querdammbau mit ca. 6 m breitem Durchlass im damm-nahen Altwasser oberhalb des Transektes 5.1 bei Do-Km 2278,3.....	114
Foto 5.4:	Bei Donauwasserständen weit unter Mittelwasser werden die langen und weit in den Strom hineinreichenden Bühnenreihen deutlich sichtbar.....	115
Foto 5.5:	Pfaffenhütchen ( <i>Euonymus europaeus</i> ) am Transekt 6.....	125
Foto 6.1:	Auch Bodenabtrag war eine Folge des Pfingsthochwassers 1999: Freigespülte Wurzeln einer Pappel am donaanahen Transekt 3.....	126
Foto 6.2:	Nach dem Hochwasser im Mai 1999 betrug die Sedimentauflage im donaanahen Vorland am Transekt 1 rund 3 - 4 cm.....	127

Foto 6.3:	Das Gelände am Pflock 37 auf Transekt 5.1 wurde beim Hochwasser im August 2002 ca. 43 cm hoch übersandet. ....	127
Foto 6.4:	Das Deichhinterland landseits Transekt 6 (donaunah, links der Isarmündung) am 26.6.1998 bei einem Wasserstand von 309,33 m ü. NN am Donaupegel Deggendorf. ....	130
Foto 6.5:	Qualmwasser bedeckt großflächig das Deichhinterland landseits Transekt 6 bei einem Donauwasserstand von 312 m ü. NN (27.02.1999) am Pegel Deggendorf (Höchststand vier Tage zuvor mit 313,5 m ü. NN, etwa 4 dm über MHW 1981/90) .....	130
Foto 6.6:	Ausgedehnte Qualmwasserflächen bilden sich im Deichhinterland landseits. Transekt 6 bei höheren Wasserständen von Isar und Donau.....	131
Foto 6.7:	Braunes Zypergras ( <i>Cyperus fuscus</i> ) und Schlammkraut ( <i>Limosella aquatica</i> ) besiedelten nach dem Pfingsthochwasser 1999 als typische Pflanzen der Wechselwasserbereiche (im Hintergrund) die Halbinsel am Altwasser bei Transekt 5.1 und nahmen auch höher gelegene Bereiche der Weichholzaue ein. Im Vordergrund sieht man trocken gefallene Teichrosen ( <i>Nuphar lutea</i> ).....	131
Foto 6.8:	Das Braune Zypergras ( <i>Cyperus fuscus</i> ) ist eine typische Art der Schlammkrautfluren in Wechselwasserbereichen im Isarmündungsgebiet.....	132
Foto 6.9:	Schlammkraut ( <i>Limosella aquatica</i> ) besiedelt im Isarmündungsgebiet trocken gefallene, zuvor oft lange überflutete Schlammufer. ....	132
Foto 6.10:	Donaunah gelegener Silberweidenwald in der "Bodenentnahme" am Transekt 1 (Do-Km 2280,16).....	137
Foto 6.11:	Pfingsthochwasser 1999 im Isarmündungsgebiet. Im Hintergrund sind hinterdeichs auch deutlich die großen von klarem Druckwasser (Grund- bzw. Qualmwasser) bedeckten Flächen bei Isarmünd und weiter landeinwärts zu sehen. ....	145
Foto 6.12:	Isarmündungsgebiet bei einem niedrigen Wasserstand. Deutlich ist der Schüttkegel der Isar zu sehen.....	145

## Vorwort

Die Mündung der Isar ist in mehrfacher Hinsicht eine Besonderheit. Sie ist in Deutschland die einzige naturnah erhaltene Mündung eines Voralpenflusses in die Donau, sie wird großflächig von noch naturnahen Auen gesäumt und sie liegt am letzten frei fließenden Abschnitt der Donau in Deutschland. Der Reichtum an Strukturen und Habitaten verleiht ihr eine herausragende naturschutzfachliche Bedeutung und hat zur Ausweisung als Naturschutzgebiet und FFH-Gebiet geführt.

Diese besondere Bedeutung für den Naturschutz war auch der Grund für die Aufnahme in das Förderprogramm des Bundes zur „Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung“. Das Naturschutzgroßprojekt „Mündungsgebiet der Isar“ wurde in Zusammenarbeit zwischen dem Bund, dem Freistaat Bayern und dem Landkreis Deggendorf durchgeführt. Ziel des Vorhabens war die Erhaltung und Wiederherstellung einer weitestgehend intakten, naturnahen Überflutungsauwe und die Regeneration natürlicher Auenökosysteme mit naturnahen Auenwäldern, Auengebüschen, Staudenfluren, Wasserpflanzen- und Röhrichtgesellschaften, offenen Kies- und Sandbänken sowie natürlichen Sukzessionsabläufen.

Parallel zu dem Naturschutzgroßprojekt wurde ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchgeführt, das ökologisch-naturwissenschaftliches Wissen für eine optimale Gestaltung der Maßnahmen im Gebiet der Isarmündung erbringen sollte. Dabei wurden Daten erhoben, die nicht nur für die Durchführung des Naturschutzgroßprojektes wichtig waren, sondern in Zukunft auch eine wertvolle Grundlage für die Erforschung von Auenlebensgemeinschaften und ihren Umweltbedingungen darstellen werden.

Der Deutsche Bundestag beschloss 2002, den Bereich der Donau zwischen Straubing und Vilshofen, in dem auch die Isarmündung liegt, ohne Staustufe für die Schifffahrt auszubauen. Von dieser Art des Donauausbaus war erwartet worden, dass die Ziele des Naturschutzgroßprojektes nicht wesentlich gefährdet werden. In dem 2006 vom Freistaat Bayern abgeschlossenen Raumordnungsverfahren wird eine Variante mit Stauhaltung favorisiert. Um ein Fortkommen in dieser Verfahrenskonstellation zu ermöglichen, wurde mit Unterstützung der EU ein variantenunabhängiges Untersuchungsprogramm vereinbart. Mit den derzeit von der Europäischen Union geförderten Untersuchungen sollen die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen variantenunabhängig sowohl auf Natur und Umwelt als auch auf die Schifffahrt konkret beurteilt werden.

Mit der Veröffentlichung der Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Ökologische Untersuchungen im Mündungsgebiet der Isar“ parallel zu den EU-geförderten Untersuchungen sollen daher auch naturschutzfachliche Grundlagen für die zu erwartende Diskussion um den Donauausbau bereit gestellt werden.

Prof. Dr. Beate Jessel

Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz

## 1 Einleitung

Die Isar, die bei Deggendorf in die Donau fließt, bildet eines der beiden letzten größeren, naturnahen Flussmündungsgebiete Deutschlands (Foto 1.1). Die biogeographische Besonderheit dieses Gebietes liegt im Zusammentreffen der alpin geprägten Isar mit der schon osteuropäisch beeinflussten Donau, die in diesem Bereich noch ihren letzten größeren frei fließenden bzw. ungestauten Abschnitt in Deutschland aufweist. Das Zusammentreffen beider Flüsse schuf einen äußerst strukturreichen Lebensraum, der eine vielfältige Flora und Fauna beherbergt. Wenngleich flussbauliche Maßnahmen (z.B. Eindeichungen) an Isar und Donau im 19. und 20. Jahrhundert erhebliche Eingriffe mit sich brachten, so hat das Isarmündungsgebiet auch heute noch einen herausragenden Naturschutzwert. Ausführliche Beschreibungen zur Isarmündung finden sich bei ZAHLEIMER (1991) und KARL ET AL. (1998).

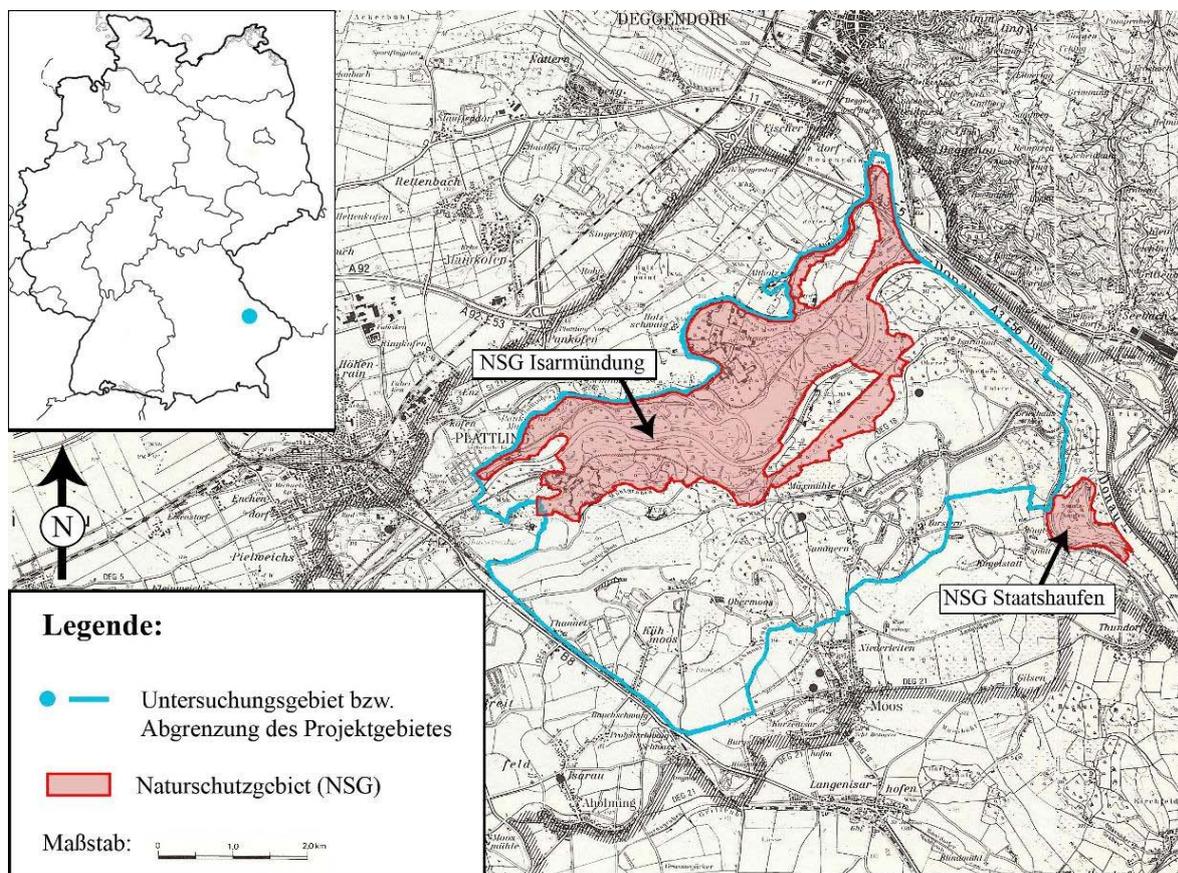


Abb. 1.1: Lage des Untersuchungsgebietes mit Abgrenzung des Gewässerrandstreifenprojektes „Mündungsgebiet der Isar“ von BMU/BfN und dem Freistaat Bayern nach ZAHLEIMER (1991).

Die internationale Bedeutung des Gebietes führte 1990 zur Ausweisung des 808 ha großen Naturschutzgebietes "Isarmündung" (Abb. 1.1). Ziele und Maßnahmen des Naturschutzes wurden im Rahmen des Großprojektes des Bundes "Mündungsgebiet der Isar" gefördert. Zugleich wurde das Isarmündungsgebiet vom Bundesamt für Naturschutz als Testgebiet ausgewählt, in dem die Methodik zur Bewertung des Erhaltungszustandes der FFH-Gebiete in Deutschland erarbeitet wird (RÜCKRIEM & SSYMANK 1997). Als FFH-Gebiet gemeldet sind dabei die Kernbereiche aus dem Projektgebiet (vgl. ZAHLEIMER 1991) und einige zusätzliche Waldflächen im Westen (Bezeichnung: 7243-302 „Isarmündung“ mit

1796 ha). Weiterhin ist der Großteil dieses Areals EU-Vogelschutzgebiet (SPA; Nr. 7243-402). Die Lage der Kerngebiete ist in Abbildung 1.2 im Anhang (Abb. 1.2 Anh) dargestellt. ([http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)).

Foto 1.1:

Die Donau mit der Mündung der Isar. Blick vom linken Donauufer auf die Isar (rechts) und den größtenteils wasserbedeckten Schüttkegel (links).

Aufnahme: September 1997



## 1.1 Anlass der Untersuchungen

Anlass für die Untersuchungen war zum einen der Bedarf an Grundlagen für das genannte Naturschutzgroßprojekt des Bundes. Zum anderen erfordern geplante wasserbauliche Maßnahmen in der Donau, insbesondere der mögliche Bau von Stauhaltungen, die Erarbeitung von Grundlagen für die Beurteilung ihrer Folgen.

Ziele des Gewässerrandstreifenprojektes "Mündungsgebiet der Isar" sind u.a. freies Walten der Natur, insbesondere in der Überflutungszone, und dauerhafte Sicherung der Vielfalt an Arten und Lebensgemeinschaften in ihrer charakteristischen räumlichen Anordnung und ökologischen Funktion bzw. deren Wiederentwicklung. Zum nachhaltigen Schutz des Isarmündungsgebietes sollen die vorliegenden Untersuchungen einen Beitrag leisten, bei wasserbaulichen Veränderungen in der Donau und der Unteren Isar diese Ziele möglichst vollständig zu wahren.

Der etwa 70 km lange Flussabschnitt der Donau zwischen Straubing und Vilshofen bildet die letzte große frei fließende Strecke eines Stromes in Süddeutschland. Das donaunahe Isarmündungsgebiet wird dabei entscheidend geprägt von der naturnahen Fluss- und Grundwasserstandsdynamik sowohl dieses Stromes als auch der Isar. Der auentypische Wasserhaushalt ist Grundlage für den hohen Artenreichtum von Tieren und Pflanzen in diesem Gebiet (z.B. PFADENHAUER ET AL. 1991, PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER 1994).

Untersuchungen, welche die ökologischen Funktionszusammenhänge zwischen dem besonderen Wasserhaushalt der Aue und deren Lebensgemeinschaften darlegen, ermöglichen Prognosen über die zu erwartende Beeinträchtigung der auentypischen Flora und Fauna. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen angewandte Methodik wurde von HÜGIN (1980) am Oberrhein entwickelt und auch an anderen Flüssen mit Erfolg eingesetzt (z.B. HENRICHFREISE 1992). Im Rahmen dieser Untersuchung soll die floristisch-vegetationskundliche Feldmethodik und Wirkungsanalyse/-prognose um faunistische Aspekte erweitert werden. Dazu gehören Methoden wie sie von FOECKLER (1990) für

Wassermollusken entwickelt und erfolgreich erprobt wurden (FOECKLER ET AL. 1991, 1995).

## 1.2 Zielsetzung

Ziel der Untersuchungen ist zunächst die Erfassung der gegenwärtig herrschenden Abhängigkeit der Artengemeinschaften von den Standortfaktoren Wasser und Boden, welche deren wesentliche Lebensbedingungen darstellen. Daraus werden anschließend die möglichen Auswirkungen geplanter wasserbaulicher Maßnahmen auf die Lebensgemeinschaften der Aue abgeleitet. Dies soll einerseits durch die Erfassung der Flora und ausgewählter charakteristischer Tierarten, hier Weichtiere (Mollusken), erfolgen, andererseits durch Erfassung der Grund- und Oberflächen-Wasserstände sowie der Bodenverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Eine umfassende Bearbeitung der Abhängigkeiten der Lebensgemeinschaften von der Wasserstands- und Fließdynamik in Flussauen ist im Hinblick auf die nach wie vor fortschreitende Verbauung der mitteleuropäischen Flüsse dringend geboten. Sie soll Planungsgrundlagen für die Vermeidung irreversibler Eingriffe sowie für "Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen" liefern.

## 1.3 Ökologische Besonderheiten von Flussauen und Mündungsgebieten von Nebenflüssen

Die Veränderung der Grundwasserverhältnisse in den letzten 100 - 150 Jahren stellt eine in der Kulturlandschaft zunehmende Problematik dar. Hierbei handelt es sich meist um Grundwasserstands-Absenkungen im Zuge von Veränderungen der Landschaft, z.B. Bau von Ausleitungskanälen für Stromerzeugung, Flussbegradigungen, Entwässerung landwirtschaftlicher Flächen oder Braunkohle-Tagebau. Mit der Absenkung des Grundwassers geht auch eine Gefährdung der Trinkwasserversorgung einher. Zugleich kann diese Absenkung die land- und forstwirtschaftliche Nutzbarkeit von Böden beeinträchtigen.

Der häufig wiederkehrende Wechsel zwischen Überflutung und Trockenfallen, der beim Zusammentreffen von Flüssen mit unterschiedlichen Einzugsgebieten (Kap. 6) besonders ausgeprägt ist, bildet den wichtigsten ökologischen Standortfaktor in der Aue. Natürliche Flussauen sind äußerst dynamische Lebensräume. Hochwasser führen mit ihrer starken Strömung zur großflächigen Wasserversorgung des Bodens, zu Abtragung und Auflandung, bei Eisgang zur mechanischen Veränderung von Ufern, Vegetation und anderen "Hindernissen" sowie zum Nährstoffeintrag. Niedrige Wasserstände haben dagegen in Verbindung mit dem Trockenfallen zahlreicher tief gelegener Standorte eine gute Belüftung des gesamten Bodenraumes zur Folge. Wegen dieser räumlichen und zeitlichen Dynamik der Lebensbedingungen ist in den Flussauen eine überaus große Vielfalt an Lebensgemeinschaften vorzufinden.

Am Beispiel der Auengewässer lässt sich gut zeigen, dass viele Spezialisten unter den Tieren auf diesen Wechsel des Wasserstandes angewiesen sind. Unter den besonders gut untersuchten Mollusken gibt es viele Arten, die vorwiegend in Gewässern mit starken Wasserstandsschwankungen, bis hin zur Austrocknung, vorkommen. Zu nennen sind insbesondere: Sumpf-Federkiemenschnecke (*Valvata macrostoma*), Moosblasenschne-

cke (*Aplexa hypnorum*), Rossmässlers Posthörnchen (*Gyraulus rossmaessleri*), Weißmündige Tellerschnecke (*Anisus leucostoma/septemgyratus*), Gelippte Tellerschnecke (*Anisus spirorbis*) und Gemeine Erbsenmuschel (*Pisidium casertanum*) (FOECKLER 1990).

Eine Analyse des Pflanzeninventars zeigt, dass diese auentypische Fluss- und Grundwasserstandsdynamik ebenfalls das Vorkommen einer Reihe von Pflanzenarten und Vegetationseinheiten ermöglicht. Deutschlandweit bedeutsame Arten wie Schellenblume (*Adenophora liliifolia*), Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*, Foto 5.2), Sibirische Sumpfschwertlilie (*Iris sibirica*), Sumpflatterbse (*Lathyrus palustris*) oder Glanz-Wolfsmilch (*Euphorbia lucida*) gehören in diese Gruppe.

Hervorzuheben sind auch die Silberweidenbestände im Deichvorland von Isar und Donau, welche deutschlandweit nur noch selten regelmäßig überflutet werden. An der Isar hat dieser Waldtyp im Mündungsgebiet (Foto 6.10) einen Verbreitungsschwerpunkt (JÜRGING & SCHAUER 1998). Die Silberweide (*Salix alba*) ist die Hauptbaumart der Weichholzauenwälder (*Salicetum albae*). Der noch regelmäßig überflutete Weichholzauenwald ist laut der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland (RIECKEN ET AL. 1994) sowie nach der vorläufigen Roten Liste der Pflanzengesellschaften Bayerns (WALENTOWSKI ET AL. 1990) als "vom Aussterben bedroht" eingestuft. Von erheblicher Bedeutung ist zudem, dass der überflutete Weichholzauenwald nach der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-RL) zu den prioritär zu schützenden Lebensräumen zählt. Damit

kommt dem Silberweidenwald aufgrund des Gefährdungs- und Schutzstatus eine herausragende Bedeutung bei der wasserbaulichen Planung zu.

Der häufig überflutete Silberweidenwald und der „morphodynamische Weichholzauenwald“ (DISTER 1988) gedeihen dauerhaft nur auf Standorten mit großen Wasserstandsschwankungen bzw. starker Strömung (vgl. KOENZEN 2005). Die Silberweide ist als Nacktbodenkeimer auf sehr lang anhaltendes Trockenfallen von tief gelegenen Sand-, Schlick- und Schlammhängen und auf die Entstehung offener, vegetationsarmer Rohbodenstandorte entlang der Gewässerufer angewiesen. Die Silberweide (Foto 1.2) ist aber auch die Baumart, die eine Überflutung am längsten erträgt, gelegentlich bis zu 300 Tagen pro Jahr (DISTER 1988, SPÄTH 1988), und kurzfristige Überflutungshöhen von bis zu 4 m. Als Baum ist die Silberweide auf diesen Extrem-Standorten konkurrenzlos. Für das Überleben an Ufern besitzt sie bemerkenswerte Strategien. Ein Dauerstau würde die Silberweiden schädigen, in ihrem Bestand bedrohen und das Aufkommen von Naturver-

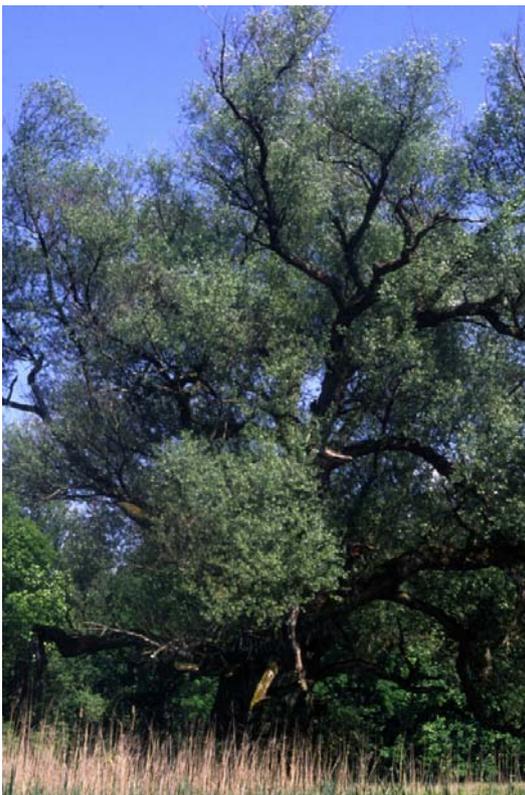


Foto 1.2:

Alte Silberweide am Donauufer (Do-Km 2280,7, Alte Fährstraße Isarmünd). Gefallen im Frühjahr 2000

Aufnahme: 9.6.1997

jüngung unmöglich machen. Die Silberweide zeigt damit die Bedeutung der Wasserstands­dynamik für die Lebensgemeinschaften der Auen besonders gut auf.

Die Zusammenhänge der Auenökologie werden durch verschiedene, für Flussauen charakteristische Eigenheiten bestimmt: Jeder Fluss und jedes Tal hat ein eigenes Oberflächen- und Grundwasser-Abflussregime. Im Wesentlichen kann in Mitteleuropa ein Abflussregime mit vorwiegenden Sommerhochwassern (z.B. Isar) und ein Abflussregime mit überwie­genden Winter- bzw. Frühjahrshochwassern beobachtet werden, je nach Lage des Einzugsgebietes der Flüsse im Hoch- oder im Mittelgebirgsraum (DISTER 1991). Die Abflussverhältnisse eines Flusses ändern sich mit jedem Zulauf eines größeren Nebenflusses in Abhängigkeit von dessen Einzugsgebiet.

An Flussmündungen treffen die physikalisch-chemischen und hydrologischen Verhältnisse beider Flüsse aufeinander, wobei eine Vermischung der Faktoren je nach Unterschiedlichkeit der beiden Flüsse mehr oder weniger schnell vonstatten geht. Dieser "Ausgleich" kann sich bis zu 100 Kilometer flussabwärts hinziehen. Im vorliegenden Fall mündet die Isar mit starkem Gefälle (je nach Wasserstand ca. 8 dm/km bei Plattling und 6 dm/km im Mündungsbereich) auf die in diesem Abschnitt langsam und mit geringem Gefälle (ca. 1 dm/km aufwärts der Isarmündung) fließende Donau. Die Donau befindet sich hier in einer Mäanderzone, die Isar in einer Furkationszone. In Abhängigkeit von der jeweiligen Wasserführung der beiden Flüsse wechselt das Abflussgeschehen im Untersuchungsgebiet: Führen beide Flüsse Hochwasser, überlagert sich die Wasserführung. Das größere Flussbett der Donau wirkt auf Hochwasser der Isar dämpfend.



Foto 1.3:

Die Isar ist der einzige große deutsche Nebenfluss der Donau, der noch einen Schüttkegel bildet. Dieser hat stromaufwärts beiderseits der Donau bis Straubing eine günstige Wirkung für die Landnutzung und den Naturschutz. Deshalb ist der Schüttkegel bei nachlassendem Geschiebetrieb mit geeigneten Maßnahmen zu sichern (BAW 1992).

Aufnahme: 22.5.1998

Äußeres Zeichen des Zusammenflusses ist der „Isarschüttkegel“ (Foto 1.3) direkt unterhalb ihrer Mündung. Die Isar verliert durch die „Bremswirkung“ der Donau an Schleppekraft und lagert Grobsand und Kies (Geschiebe) ab (Koenzen 2005:224). Der Isarschüttkegel hebt vor allem donauaufwärts die Oberflächen- und Grundwasserstände wesentlich an. Die Donau zeigt abwärts des Isarschüttkegels wieder mehr Gefälle (ca. 3 dm/km) und fließt deshalb etwas schneller als oberhalb der Isarmündung. Diese unterschiedlichen standörtlichen Gegebenheiten bedingen eine besonders hohe Lebensraumvielfalt und eine dementsprechend große Anzahl charakteristischer Auen-Biozönosen im Gebiet. Ferner trifft die alpin geprägte Isar auf die hinsichtlich ihres Arteninventars südosteuropä-

isch beeinflusste Donau. Hier durchdringen sich die Floren und Faunen der beiden Flüsse und durchmischen sich zum Teil (Kap. 1.4).

#### 1.4 Floristische, vegetationskundliche und faunistische Bedeutung des Isarmündungsgebietes

Das Isarmündungsgebiet ist hinsichtlich der geographischen Verbreitung der Lebewesen (Biogeographie) ein bedeutender Knotenpunkt. Isar und Donau verbinden als wichtige Wander- und Ausbreitungsachsen unterschiedliche Areale (ZÄHLHEIMER 1991). Aus südosteuropäischen Gebieten stammen z.B. etliche Stromtalpflanzen. Aus dieser biogeographischen Situation und der Standortvielfalt erklärt sich der immense Artenreichtum im Isarmündungsgebiet (Kap. 4.5.1).

Durch Überlagerung verschiedener Florenelemente treten im Isarmündungsgebiet zum Teil einmalige Vegetationsformen auf. Dies trifft nach ZÄHLHEIMER (1991) vor allem für die Ausbildungen bestimmter Rasengesellschaften zu. Auch die Wälder sind in diesem biogeographischen Zusammenhang zu sehen. Nähere Ausführungen zur Vegetation enthält das Kapitel 4.4.

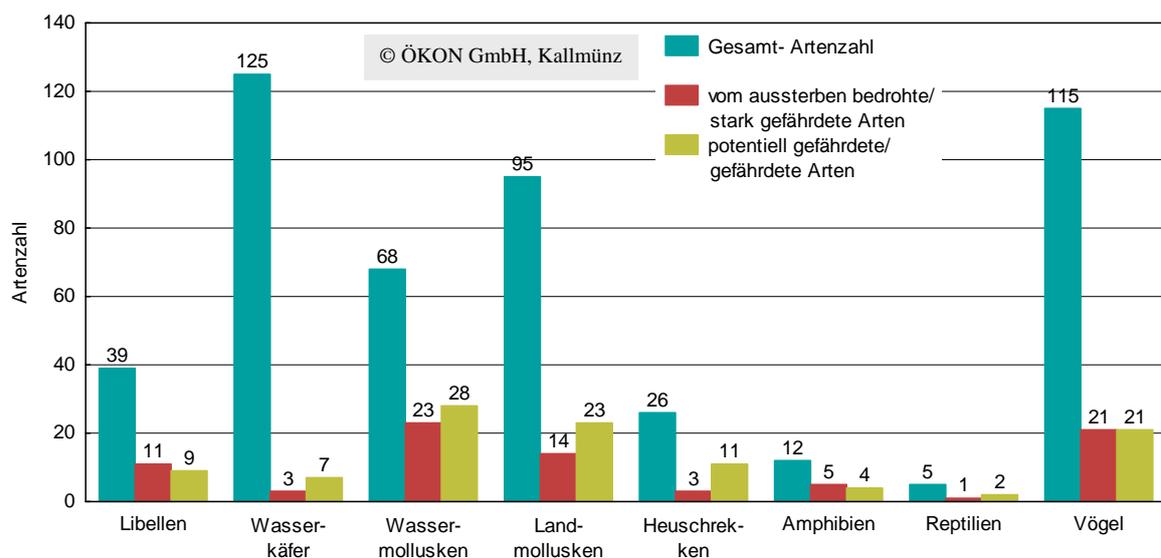


Abb. 1.3: Gesamtzahl und Anteil gefährdeter Arten ausgewählter Tiergruppen des Isarmündungsgebietes.

Aus dem Isarmündungsgebiet liegen zahlreiche Untersuchungen zur Fauna vor. Die faunistische Bedeutung des Gebietes wird anhand der gut untersuchten Artengruppen Mollusken, Wasserkäfer, Libellen, Heuschrecken, Amphibien, Reptilien und Vögel dargestellt. Umfassende Daten wurden insbesondere beim Erstellen des Pflege- und Entwicklungsplanes (PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER 1994) erhoben. Abbildung 1.3 zeigt wichtige Parameter zum Bestand der ausgewählten Artengruppen. Bereits diese kleine Übersicht belegt die faunistische Bedeutung des Gebietes. Eine kleine Auswahl dieser typischen Bewohner des Isarmündungsgebietes zeigen die Fotos 1.4 - 1.7.



Foto 1.4:  
Keiljungfer (*Gomphus spec.*).  
Aufnahme: 22.5.1998



Foto 1.5:  
Schließmundschnecke  
(*Clausiliidae*).  
Aufnahme: 11.8.1999

Insgesamt wurden in den Auen des Isarmündungsgebietes bei 17 untersuchten Tiergruppen 713 Arten nachgewiesen (ÖKON 1998). Von diesen 713 Arten sind 97 "vom Aussterben bedroht" oder "stark gefährdet" und 141 Arten "gefährdet" oder "potenziell gefährdet". Dies bedeutet, dass ein Drittel der nachgewiesenen Tierarten auf der Roten Liste Deutschlands (BINOT ET AL. 1998) oder Bayerns (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1992) verzeichnet ist. 13 der nachgewiesenen Arten (ohne Fische) sind in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie aufgeführt und weitere 13 nachgewiesene Arten im Anhang I der Vogelschutzrichtlinie. Beispiele hierfür sind Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*), Moorfrosch (*Rana arvalis*), Springfrosch (*Rana dalmatina*, Foto 1.6), Wechselkröte (*Bufo viridis*), Bachmuschel (*Unio crassus*), Schmale Windelschnecke (*Vertigo angustior*), Schwarzblauer Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*) und Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*).

Foto 1.6:

Der Springfrosch (*Rana dalmatina*) gehört nach der FFH-RL zu den streng zu schützenden Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse

Aufnahme: 5.10.1999.



Als Besonderheit ist auch die vom Aussterben bedrohte Donau-Kahnschnecke (*Theodoxus danubialis*, Foto 1.7) zu nennen, deren Vorkommen in der Donau mindestens bis in die Jungsteinzeit zurückreicht. Aus dem Isarmündungsgebiet liegen aktuelle Nachweise vor (Herr Ebner, Bernried, mündliche Mitteilung).

Foto 1.7:

Die Donau-Kahnschnecke (*Theodoxus danubialis*) lebt heute nur noch in den letzten frei strömenden Flussabschnitten der bayerischen Donau.

Aufnahme: Dezember 1998



## 2 Das Untersuchungsgebiet

### 2.1 Allgemeine Charakterisierung

Eine Übersicht zum Untersuchungsgebiet geben JÜRGING & MAAS (1996), die leicht verändert und gekürzt wiedergegeben wird: Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1.1) liegt im Naturraum "Dungau" im Landkreis Deggendorf (Regierungsbezirk Niederbayern). Es stellt eine nacheiszeitlich überformte Stromlandschaft im Übergangsbereich vom Isar- zum Donautal dar, und liegt unmittelbar am südwestlichen Rand des Bayerischen Waldes. Im Westen, Süden und Osten ist es in das voralpine Tertiäre Hügelland eingeschnitten. Der Taltrichter der Isar ist hier 4 - 6 km breit, die Isar selbst fließt nahe dem östlichen Talhang. Die linke Talseite leitet zu den mit Löß bedeckten Terrassen des Dungaus über (MEYNEN ET AL. 1962).

Die Donau nimmt zahlreiche Zuflüsse auf, die ihr aus unterschiedlichen geologischen und naturräumlichen Gebieten zufließen (z.B. Jura, Urgestein, Schotterebene). Dies spiegelt sich im Abflussverhalten der Donau wider (Kap. 1.3). Unterhalb von Regensburg wird die Donau als mäandrierender Mittelgebirgsfluss charakterisiert. Mit dem Zufluss der Isar erhält die Donau einen gewissen alpinen Charakterzug (REGIONALE ZUSAMMENARBEIT DER DONAULÄNDER 1986).

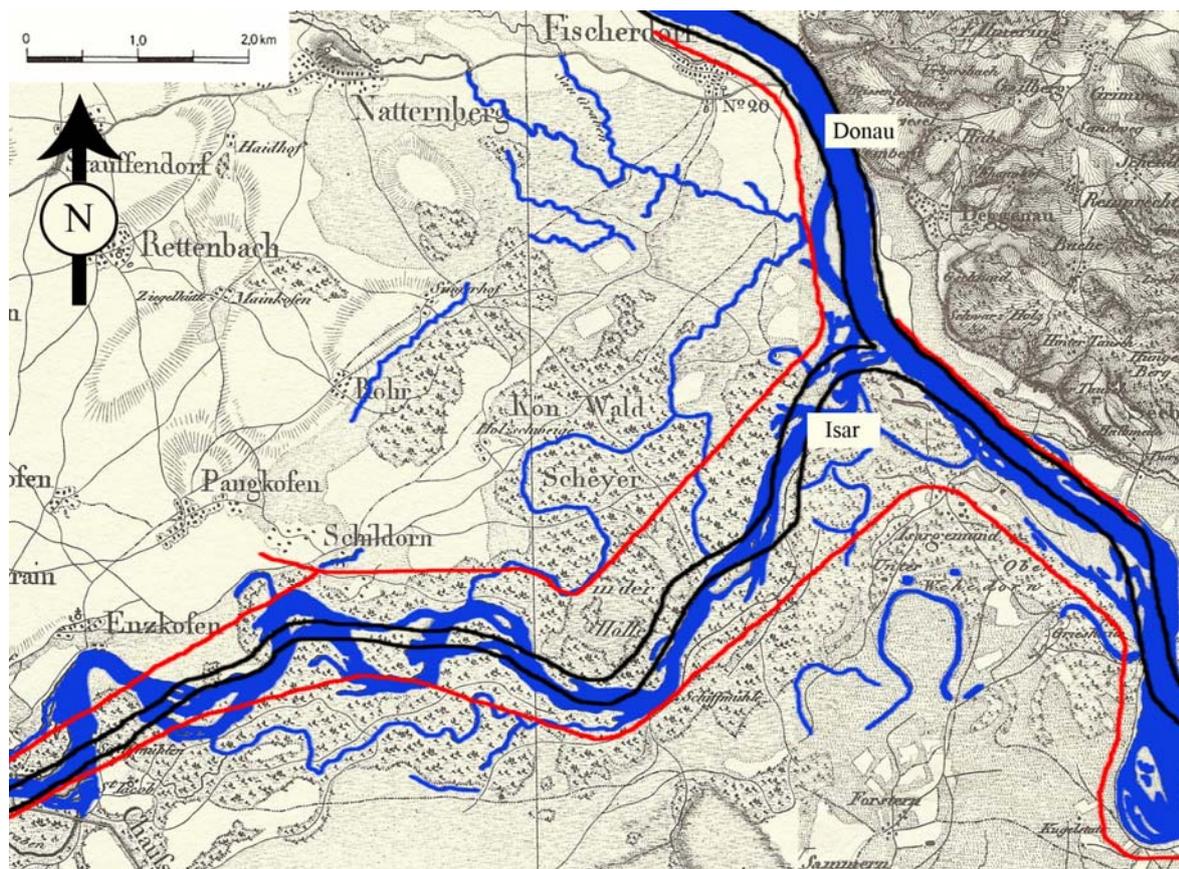


Abb. 2.1: Ehemaliger Zustand des Isarmündungsgebietes um 1850 (Gewässer blau) sowie heutiger Flusslauf der Donau und Isar (schwarze Linien) mit Lage der Hochwasserdämme (rote Linien).

Vor dem Ausbau der Isar war das nach typischer Art der Voralpenflüsse in zahlreiche Seitenarme und Altwässer zergliederte Flussbett ca. 200 - 500 m breit (Abb. 2.1). Dies war der Lebensraum der flussbegleitenden Auenwälder, während flussferner bereits in den vergangenen Jahrhunderten auf grundwasserferneren Standorten umfangreiche Grünlandnutzung stattfand. Daneben waren stellenweise ausgedehnte Niedermoorflächen vorhanden, gespeist durch Sickerwasser der Isar und durch Grundwasserzufluss aus dem Tertiären Hügelland.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Isar im Untersuchungsgebiet gleichzeitig mit der Errichtung von Hochwasserschutzbauten reguliert (Foto 2.1). Seit Mitte des 20. Jahrhunderts nutzt man die Isar auf der Strecke von München bis neuerdings zur Stauhaltung Pielweichs (Isar-Km 10,86) intensiv zur Stromerzeugung. Als Folge der Regulierungen, welche die Überschwemmungsflächen der Isar im Untersuchungsgebiet durch Hochwasserdeiche auf eine Breite von ca. 300 m - 1 km beschränkten, ging das Erscheinungsbild eines Voralpenflusses mit mehreren Gerinnen verloren (Abb. 2.1). Der Fluss tiefte sich im Unterlauf seither um ca. 2 - 3 m ein. Die damit verbundene Grundwasserabsenkung im Isartal ließ viele flussferne Altwässer und Niedermoore trockenfallen mit der Folge der Umwandlung von Grünlandflächen in Äcker (JÜRGING & MAAS 1996).

Foto 2.1:

Auch im Mündungsbereich der Isar fand ein Ausbau statt. Ihre Ufer sind durchgehend mit schweren Steinen festgelegt (hier nicht sichtbar).

Aufnahme: September 1995



Durch das Ausbleiben der ehemals üblicherweise häufigen regelmäßigen Überschwemmungen hat vor allem im Deichhinterland inzwischen eine Entwicklung der Auenböden zu auenartigen bis auenfremden Böden stattgefunden. Diese Entwicklung spiegelt sich teilweise auch in der Ausprägung der Pflanzengesellschaften wider, vor allem der Wälder.

Heute wird das Deichvorland von Isar und Donau im Mittel ein- bis zweimal jährlich überflutet. In der nicht so häufig und kürzer überschwemmten mittleren bis höheren Geländezone des Deichvorlandes sind größere Bestände des Eichen-Ulmen-Waldes und einzelne Fettwiesen anzutreffen. Große Flächen werden auch von Pappelkulturen eingenommen. Diese werden jedoch laufend zugunsten naturnäherer Bestände umgewandelt. Hinter dem Deich schließen auf weiten Strecken Eichen-Ulmen-waldartige Bestände und Eichen-Hainbuchenwälder an, die von Pappel- und Fichtenaufforstungen sowie von landwirtschaftlich genutzten Flächen, rechts der Isar insbesondere von Äckern, durchsetzt sind.

Den Charakter der ehemaligen Streu- und Auwiesenlandschaft haben nur die "Schüttwiesen" am Transekt 9 mit ihrem lebhaften Gelände-Wellenrelief bewahrt (Foto 2.2). Nach mehreren Intensivierungswellen im 20. Jahrhundert blieben von den durch extensive landwirtschaftliche Nutzung geprägten Vegetationstypen nur kleine Reste übrig.



Foto 2.2:  
"Schüttwiesen" bei Fischerdorf.  
Aufnahme: 2.8.1999

Die (flussferne) Stromlandschaft rechts der Isar im Deichhinterland wird von den miteinander verbundenen Senken früherer Isarläufe durchzogen. Es sind Altlaufbögen, in denen sich torfbildende Niedermoor-Pflanzengesellschaften kalkreich-oligotropher Wuchsorte entwickelt hatten und die zur Streugewinnung gemäht wurden. Heute dominieren auch hier Äcker und Intensivgrünland. Die einst großflächigen Magerrasenstandorte der "Brennen" (flachgründige Schotterböden) sind hauptsächlich aufgeforstet und weisen nur in sehr geringem Umfang den Charakter offener Magerbiotope auf. Den verbliebenen Pflanzengesellschaften kommt aufgrund ihrer Artenzusammensetzung, ihrer Standortverhältnisse und ihrer Seltenheit besondere, bundesweite Bedeutung zu.

## 2.2 Klima, Geologie und Böden

Bei einer Höhenlage zwischen 308 und 325 m ü. NN gehört das Isarmündungsgebiet dem untersten Bereich der submontanen Vegetationsstufe an. Die Jahresmitteltemperaturen betragen ca. 8°C. Der mittlere Jahresniederschlag liegt bei 700 mm, beeinflusst durch einen leichten Stau effekt des Bayerischen Waldes. Mit einer großen Spanne der Monatsmittel ist der Temperaturverlauf als schwach subkontinental geprägt anzusehen (Deutscher Wetterdienst 1952 in JÜRGING & MAAS 1996).

Die gesamte Isartalebene ist quartäres Schwemmland, hauptsächlich aus karbonatreichen Schottern alpinen Ursprungs, denen eine teilweise tiefgründige, feinsandig-schluffige Decke auflagert. An verschiedenen Stellen findet ohne auffällige Geländestufe der Übergang in pleistozäne Niederterrassen statt (ZÄHLHEIMER 1991).

Die Bodenarten wechseln kleinräumig und umfassen dabei die Körnungs-Spanne von lehmigem Sand bis zu Lehm. In den Altlaufsenken sind z.T. Niedermoor torfe anzutreffen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1961). Als Bodentypen sind im Auenwaldgürtel Graue bis Graubraune Kalkpaternia, in Senkenlagen Kalk-Auengley, auf etwas grundwasserferneren Flächen Braune Vega verbreitet. Für die Trockenstandorte sind Pararendzi-

nen und Rendzinen typisch. Die frischeren, isarferneren Böden haben sich stellenweise bis zur Parabraunerde entwickelt (JÜRGING & MAAS 1996). Aussagen zur Bodenstruktur sind in Kapitel 4.3 zu finden.

### 2.3 Hydrographie

Der mittlere Abfluss (MQ) der Isar beträgt am Pegel Plattling 175 m<sup>3</sup>/s (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1987). Bei einem mittleren Hochwasser mit etwa 550 m<sup>3</sup>/s überschwemmt die Isar das Vorland im Projektgebiet fast flächendeckend. Nahezu die Hälfte des über 8800 km<sup>2</sup> großen oberirdischen Wassereinzugsgebietes der Isar liegt in den Alpen und im Jungmoränengürtel als niederschlagsreichen Gebieten (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1979). Deshalb besteht eine besonders hohe Hochwasserwahrscheinlichkeit in den Monaten April bis August, wenn die Schneeschmelze in den Alpen mit dem sommerlichen Niederschlagsmaximum zusammenfällt. Im Unterlauf besitzt die Isar mit rund 1,2 ‰ ein etwa zehnmal größeres Gefälle als die Donau zwischen Straubing und Deggendorf. Erst im Mündungsgebiet sinkt das Gefälle der Isar auf rund 0,8 ‰ - 0,6 ‰. So konnten sich hier auch weite Flussschlingen ausbilden. Bis zur "Isarkorrektion" um 1900 verlagerte sich die Isar innerhalb des Auenwaldgürtels immer wieder. Heute fließt das Wasser durch ein mit Wasserbausteinen festgelegtes Bett mit einer Normbreite von 70 m ab (Foto 2.1).

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde im Deichhinterland des Isarmündungsgebietes ein Grabensystem angelegt, das weitgehend über Schöpfwerke in das Donauvorland entwässert. Im Deichhinterland ist jedoch heute noch bei großen Hochwasserereignissen der Druckwasserandrang so hoch, dass die tiefer gelegenen Geländepartien länger unter Wasser stehen (Kap. 5.1.1 und 5.2.1).

Wie die Isar, hat auch die Donau meist in den Monaten von September bzw. Oktober bis Februar niedrige Wasserstände. Die Schwankungen zwischen hohem und niedrigem Wasserstand der Donau sind ausgeprägter als die der Isar (Tab. 1). Daher wird der Wasserhaushalt im Isarmündungsgebiet durch die Donau erkennbar bis etwa 4,5 km isaraufwärts beeinflusst.

Tab. 1: Vergleich der Wasserführung von Isar (Pegel Plattling) und Donau (Pegel Pfelling) an Hand der Abflusshauptwerte der Jahre 1926 - 1999 (Mtlg. Wasserwirtschaftsamt Deggendorf 2000 und Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 1999).

		Isar (Plattling)	Donau (Pfelling)
Niedrigwasser-Abfluss	(NQ)	60 m <sup>3</sup> /s (22.9.1947)	105 m <sup>3</sup> /s (25.9.1947)
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	(MNQ)	95 m <sup>3</sup> /s	201 m <sup>3</sup> /s
Mittelwasser-Abfluss	(MQ)	174 m <sup>3</sup> /s	455 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	(MHQ)	555 m <sup>3</sup> /s	1480 m <sup>3</sup> /s
Höchster Hochwasser-Abfluss	(HHQ)	1360 m <sup>3</sup> /s (11.7.1954)	2670 m <sup>3</sup> /s (28.3.1988)

Eine Besonderheit des Isarmündungsgebietes mit dem anschließenden Donauabschnitt bis Vilshofen ist die hohe Wasserstandsdynamik. Deutlich kommt der Unterschied zwischen den staubeeinflussten Wasserständen der Isar (Plattling) und den naturnahen großen Schwankungen der frei fließenden Donau in Abbildung 2.2 mit Vergleich der Wasserstandsganglinien an den Donauegeln Deggendorf und Halbmeile mit dem Isarpegel Plattling im Kalenderjahr 1999 zum Ausdruck.

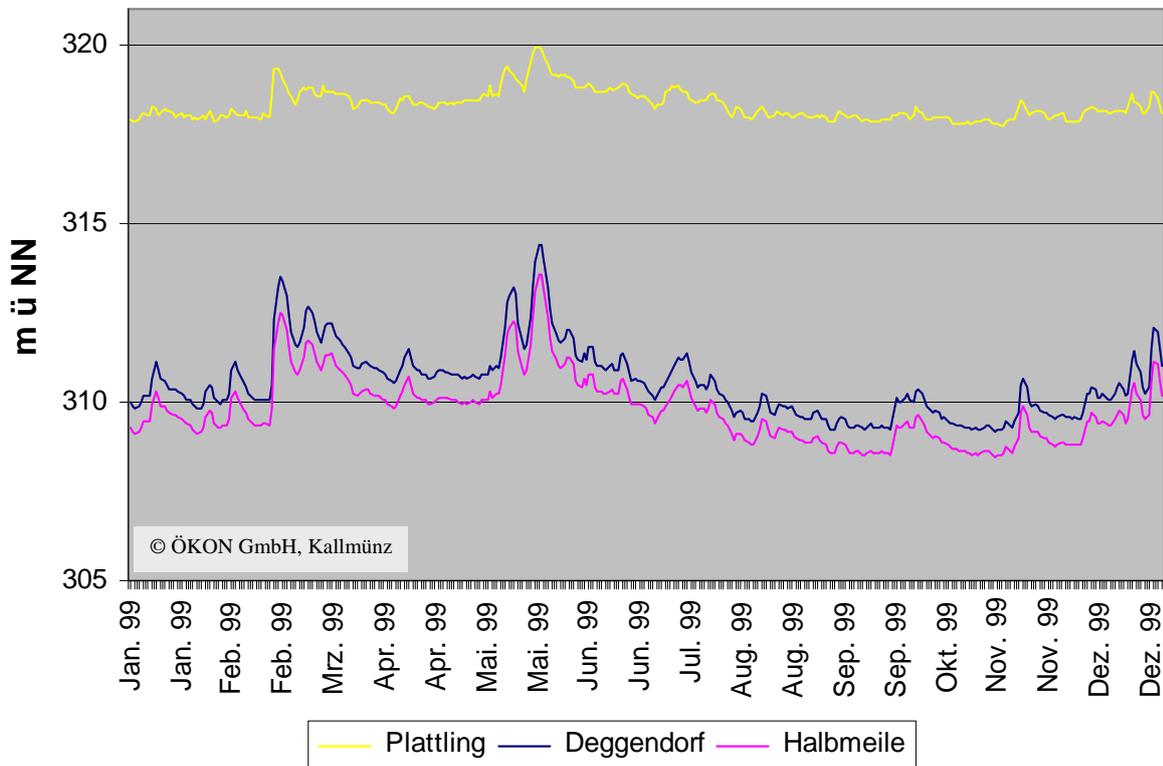


Abb. 2.2: Vergleich der Wasserstandsganglinien an den Donauegeln Deggendorf und Halbmeile mit dem Isarpegel Plattling im Kalenderjahr 1999. Deutlich kommt der Unterschied zwischen den staubeeinflussten Wasserständen der Isar (Plattling) und den naturnahen großen Schwankungen der frei fließenden Donau zum Ausdruck.

### 3 Vorgehensweise und Methodik

Planungsverwertbare Daten erfordern Standortbezogenheit, die durch Untersuchungen im Gelände gewonnen werden.

In den aktuellen Florenwerken werden zwar Standorthinweise gegeben (z.B. OBERDORFER 1994) und Werte für das ökologische Verhalten von Pflanzen angeführt (ELLENBERG ET AL. 1992), doch sind diese nur allgemein und unvollständig. Nur durch Überprüfung der Verhältnisse vor Ort ist eine hinreichende Darstellung regionaler oder lokaler Standortabhängigkeiten möglich, sowie die Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit und Umsetzbarkeit für Planungen.

Im Falle der Fauna liegen lediglich für einzelne Arten und nur in wenigen Fällen konkrete Untersuchungsergebnisse zu standörtlichen Ansprüchen vor. Die meisten Angaben beruhen auf empirischen, aus der Erfahrung einzelner Bearbeiter abgeleiteten Informationen. Gut bekannt sind die standörtlichen Ansprüche der mitteleuropäischen Land- und Wassermollusken (LOZEK 1964, FALKNER 1990).

#### 3.1 Anlage von Transekten



Foto 3.1:  
Einrichtung des Transektes 5.4.  
Aufnahme: Oktober 2000.

Zum Jahresende 1995 und Anfang 1996 wurden im Untersuchungsgebiet 15 lineare Transekte (Querschnitte) ausgewählt (Abb. 3.1), die die unterschiedlichen Standortbedingungen (Grundwasser, Boden, Relief) und die Vegetationsverhältnisse charakterisieren. Zur Verknüpfung mit den Standortfaktoren Wasser und Boden wurden diese Transekte (Foto 3.1) sowie die benachbarten Probestellen/-flächen höhenmäßig im absoluten Höhensystem (m ü. NN) eingemessen.

Zur Gegenüberstellung mit den Grundwasserhältnissen an den Untersuchungsbereichen wurden die Wasserstände in vorhandenen amtlichen Grund- und an Oberflächenwasser-Messstellen regelmäßig, d.h. möglichst wöchentlich während der Vegetationsperiode abgelesen. Bei Transekten, in deren näherer Umgebung keine Messstellen lagen, wurden ergänzende Pegel gesetzt. Aufgrund der ersten Zwischenauswertung der Ergebnisse von 1996 und 1997 wurden 1998 drei weitere Transekte (5.3, 16 und 17) eingerichtet (Abb. 3.1).

Der Auenausschnitt um das Transekt 1 (T1) zählt sowohl vorder- als auch hinterdeichs zu einem Kernbereich des Isarmündungsgebietes, daher wurden im Herbst 2000 hier weitere Transekte (T1/100m stromauf, T1/100m stromab, T1/Quer P17, T1/Quer P31, T1/Quer

P34, T1/Quer P45, T1/Quer P52, T1.1, T2.1 sowie Einzelpflöcke T/5E) eingerichtet, um hier Aussagen besser auf eine größere Fläche übertragen zu können.

Die Auswahl der Transekte und Probeflächen erfolgte in Abstimmung mit den Fachstellen für Naturschutz der Regierung von Niederbayern, des Landratsamtes Deggendorf und dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz. Die Festlegung der Bereiche fand anhand hydrologischer, geomorphologischer, floristischer und vegetationskundlicher Kriterien statt. Anschließend wurden charakteristische Geländestellen auf den Transekten sowie seitlich davon für die Erhebung der Flora und Fauna mit Holzpflocken markiert.

Im Laufe der 6 Untersuchungsjahre (1996 - 2001) wurden die Erfassungs- und Messpunkte auf den etwa 30 Transekten mit hoher Genauigkeit terrestrisch einnivelliert. Alle Transekte wurden, um Fehler bei den Nivellements auszuschließen, zumindest von 2 Seiten, in m ü. NN an das amtliche Netz der Höhenfestpunkte angebunden. Damit sind die Ergebnisse unmittelbar planungsverwertbar. Die Lage der Transekte ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

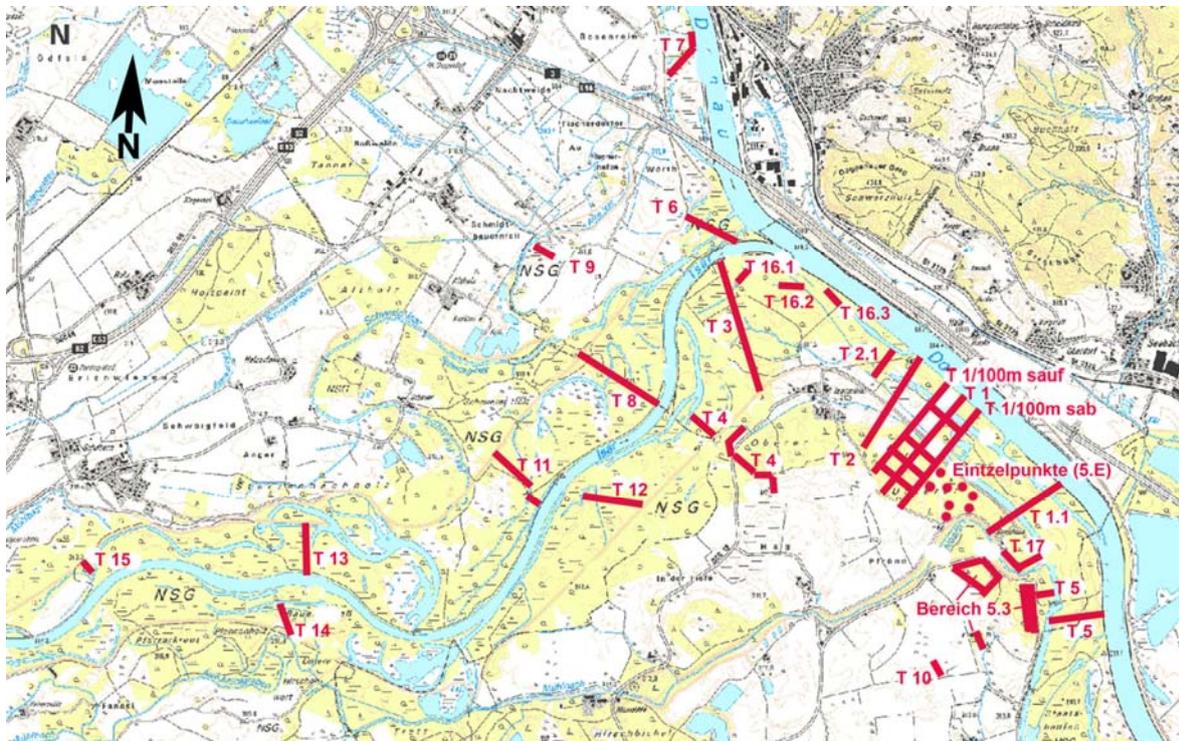


Abb. 3.1: Lage der untersuchten Transekte 1 - 17 im Isarmündungsgebiet schematisch dargestellt (sab: stromab, sauf: stromauf).

Die Transekte repräsentieren linien- bis streifenförmige Ausschnitte der Aue, die meist möglichst rechtwinklig zu den Flüssen eingerichtet wurden. Ein Teil der Transekte baut auf bereits vorhandenen Einrichtungen auf, die im Rahmen der vegetationskundlichen Beweissicherung durch PFADENHAUER ET AL. (1991) entstanden sind (T2, T3, T6). Mit diesen Transekten ist eine zunächst ausreichende Untersuchung im Vorland unmittelbar an der Isarmündung möglich. Die später im Rahmen der Arbeiten zum Pflege- und Entwicklungsplan vom PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER (1994) eingerichteten T4 und T9 weiter isaraufwärts erlauben den Anschluss beiderseitig ans Deichhinterland. Die Gesamtlänge der bearbeiteten Transekte 1 - 17 beträgt etwa 7 km. Der Bereich T5.3 (T5 hinterdeichs) erstreckt sich über rund 7 ha.

## 3.2 Untersuchungen zum Wasserhaushalt

### 3.2.1 Ziele und Voraussetzungen

Für das Verständnis des Abflussgeschehens bei unterschiedlicher Wasserführung ist eine genaue **Kenntnis der Geländegestalt** Grundvoraussetzung. Dies ist besonders beim Verlauf von Hochwasser wichtig. So können sich zum Beispiel kleine Felddämme, die in den vorliegenden Karten nicht verzeichnet sind, auf Überschwemmungen auswirken, indem sie den Wasserstand landseitig großflächig absenken oder ausschließen (Foto 3.2, Foto 4.1).

Foto 3.2:

Die alte Fährstraße Isarmünd wird bei Hochwasser überströmt. Diese dammartige Straße verläuft quer zur natürlichen Abflusssrinne und wirkt dadurch als hydraulische Barriere, die das Hochwasser oberstrom staut. Der enge Durchlass wird oft durch Bäume oder Baumstümpfe noch weiter verengt (z.B. 7.4.1998, 1.5.1998).

Aufnahme: 18.11.1998



Außerdem vermögen die nur unterstromig angebundenen und durch Querdämme und Sohlschwelen aufgestauten Altwasser mit zunehmender Länge erhebliche Veränderungen von Wasserständen zu verursachen. Dies muss bei der Auswertung von hydraulischen und hydrologischen Daten berücksichtigt werden.

Deshalb erfolgte eine umfangreiche Ermittlung von Wasserständen im Gelände unter eingehender Berücksichtigung der Vielgestaltigkeit des Isarmündungsgebietes. Dies erwies sich als unverzichtbare Voraussetzung für eine Differenzierung der verschiedenen Flächen im Bereich der untersuchten Transekte.

Eine zweite Voraussetzung ist die Erstellung von **Wasserstandsganglinien** (Abb. 3.2), in denen sowohl die **niedrigen** als auch **sämtliche mittleren und hohen Wasserstände** wiederzufinden sind. Hier ist anzumerken, dass die amtliche Ablesung der Wasserstände in der Regel nur einmal wöchentlich erfolgt. Sie erfasst damit nur etwa ein Fünftel bis ein Viertel der Hochwasser (Abb. 3.3). Die lückenlose Erfassung der Hoch- und Niedrigwasser ist jedoch unter anderem erforderlich

- zur Ableitung der Abhängigkeit von Vegetation und Fauna vom Wasserhaushalt,
- für die Ermittlung von ökologischen, planungserheblichen Schwellenwerten sowie
- für die Feststellung, inwieweit Wasserstände an verschiedenen Aufnahmeflächen korrelieren.

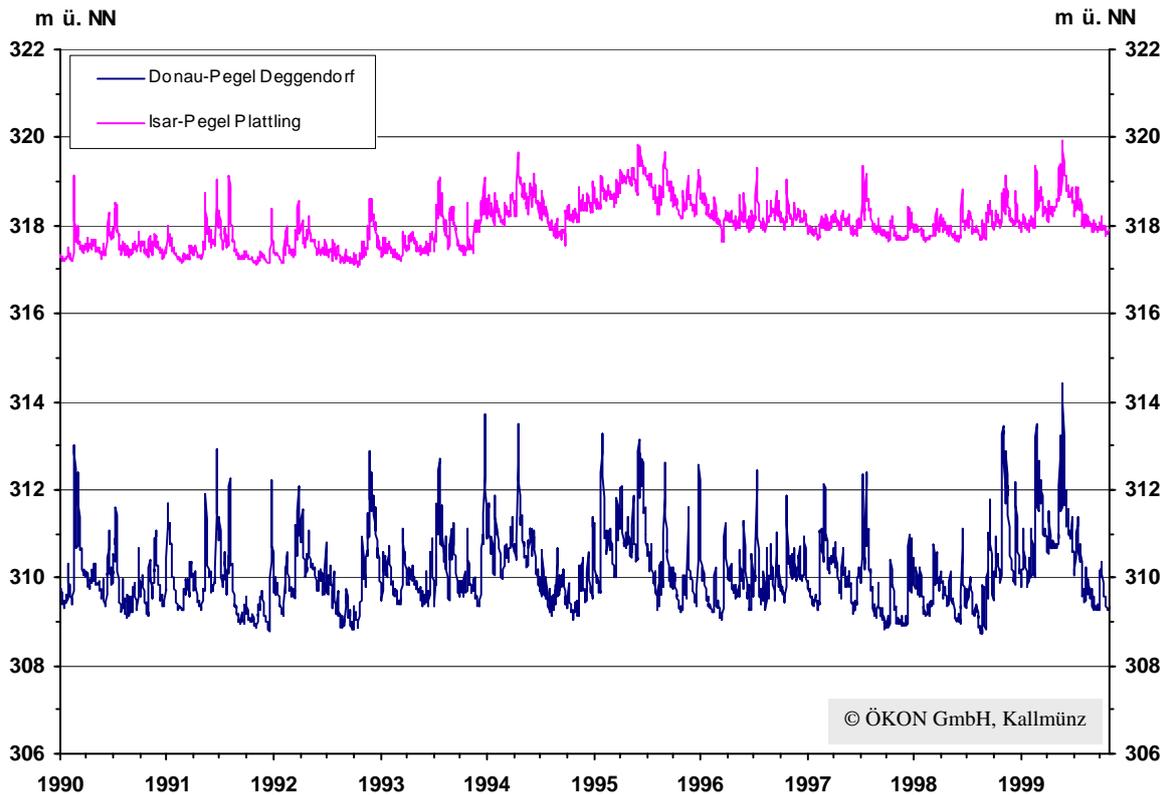


Abb. 3.2: Wasserstandsganglinien von Isar und Donau an den Pegeln Plattling bzw. Deggendorf von 1990 - 1999. Der Pegel Plattling ist seit 1994 durch die feste Schwelle bei Isar-Km 8,7 eingestaut.

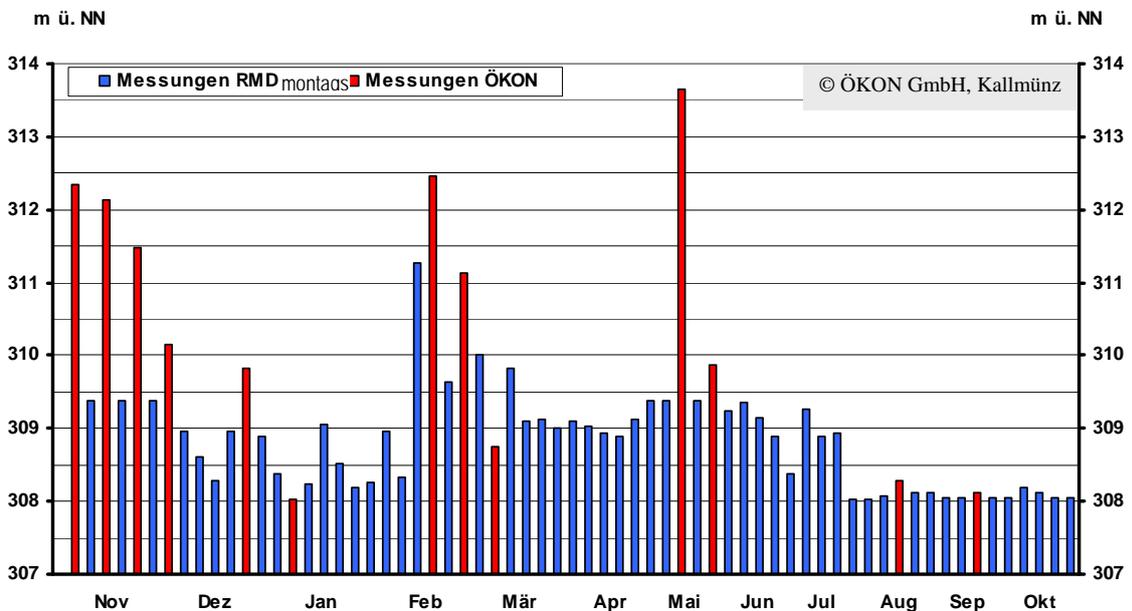


Abb. 3.3: Wasserstände an der Messstelle R189/B (Altwasser im Vorland) im hydrologischen Jahr 1999; die Hochwasserstände können nur durch zusätzliche Messungen (rot) außerhalb des wöchentlichen Turnus erfasst werden.

Eine Grundlage für die Konstruktion von Wasserstandsganglinien sind Schlüsselkurven. Diese sind ein Ergebnis von sich wechselseitig bedingenden Wasserständen an verschiedenen Messstellen (z.B. Donauegel Halbmeile und Altwasser). Mit deren Hilfe lassen sich dann rückwirkend nicht abgelesene Grund- und Oberflächenwasserstände leicht erschließen (Abb. 3.4). Eine wesentliche Voraussetzung für diese rückwirkende Ermittlung von Wasserständen ist die Kenntnis der Tagesmittelwerte und der Wasserstandshauptzahlen aus den nahezu lückenlos erfassten Wasserständen an den zahlreichen ökologisch aussagekräftigen Donauegeln entlang des Isarmündungsgebietes. Ferner bedarf es der genauen Erfassung einiger Hochwassererläufe vor Ort, um eine rückwirkende Konstruktion von fehlenden Hochwasserständen für flächenrepräsentative Messstellen zu ermöglichen.

Weitere Voraussetzungen für die Erstellung von Schlüsselkurven sind eine weitgehend unveränderte Geländegestalt und die Berücksichtigung der Jahreszeit, da bei verminderter Rauigkeit außerhalb der Vegetationszeit Hochwasser überregional schneller ansteigen und ablaufen können. In der Vegetationsperiode wirken dichtwüchsige Hochstauden und belaubte Sträucher abflussdämpfend und wasserstandserhöhend.

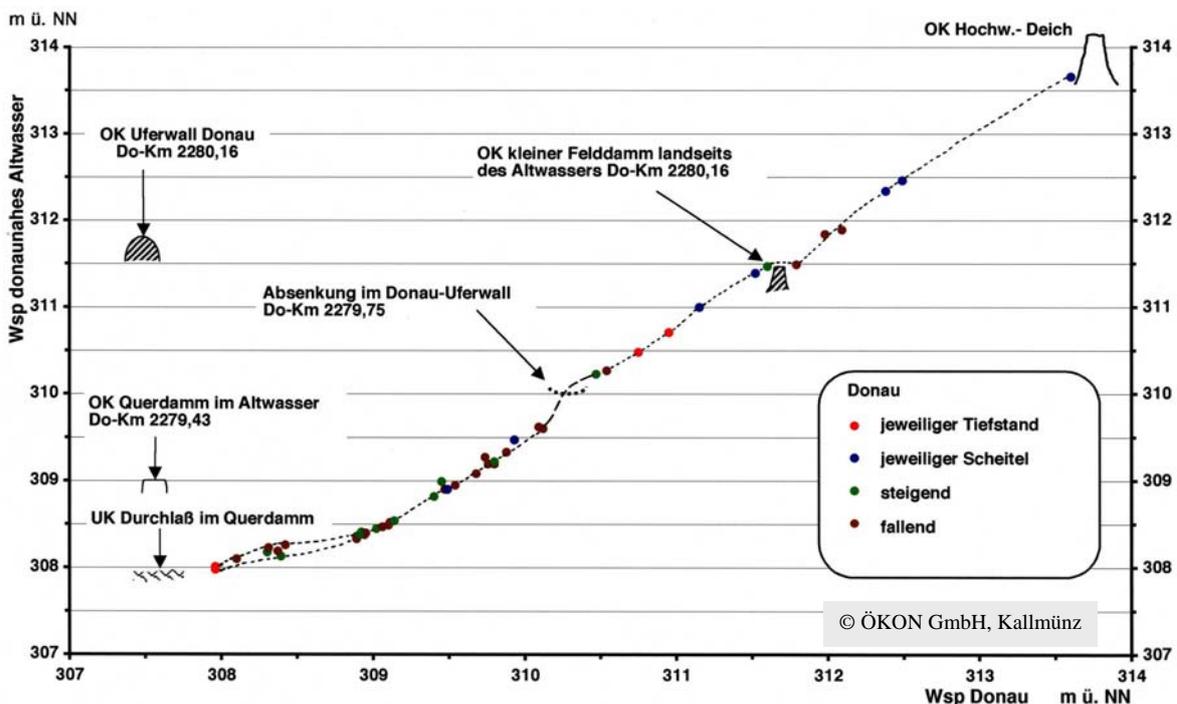


Abb. 3.4: Schlüsselkurve zwischen Donauegel Halbmeile und donauanahem Altwasser, Transekt 1 (Do-Km 2280,16).

Die Gültigkeit von Schlüsselkurven beschränkt sich meist auf die nähere Umgebung der jeweiligen (Hilfs)-Messstelle, wenn dort einander entsprechende Wasserstände bei zeitgleichen Parallelmessungen ermittelt wurden. Die Übertragbarkeit von Schlüsselkurven und von Grundwassermodellen auf größere Bereiche ist bei der Vielgestaltigkeit von Auenflächen meist nicht möglich (Kap. 4.2.3). Aus diesen Wasserstandsganglinien können schließlich Wasserstandsdauerlinien abgeleitet werden. Den Wasserstandsdauerlinien ist beispielsweise zu entnehmen, an wie vielen Tagen pro Jahr (Abb. 5.5 unten, waagerechte Achsen) der untersuchte Bereich bis zu welcher Höhe in m ü. NN (Abb. 5.5, senkrechte Achsen) wasserbedeckt war.

### 3.2.2 Hydrologische Untersuchungen

Mit der Aufzeichnung der projektbezogenen Wasserstände wurde am 18.4.1996 begonnen. Die Lage der beobachteten Pegel und Hilfsmessstellen im donaanahen Bereich ist in Abbildung 3.6 schematisch dargestellt.

#### Transekt 1 (Do-Km 2280,16)

Die Untersuchung des Wasserhaushaltes im Bereich von T1 erfolgte durch:

- a) Messungen von Grund- und Oberflächenwasserständen an insgesamt **86 Hilfsmessstellen** (Messstellen bei denen **die Bodendeckschicht nicht durchstoßen** wurde, Abstichpunkte an Pflöcken, Kerben an Gehölzen und anderen Fixpunkten an Senken und Altwassern, die Lattenpegel am Schöpfwerk Isarmünd und bei Hochwasser Fixpunkte am Schieberschacht auf dem Hochwasserdamm) entlang und in der Nähe des gesamten Transektes (genaue Beschreibung von T1 in Kap. 5 sowie Berechnung der Wasserstände in m ü. NN).
- b) Auswertung der Monats- und Jahreslisten der Donauwasserstände des linksseitigen amtlichen Pegels Halbmeile (Do-Km 2280,29) von 1990 - 2001 unter Berücksichtigung des berechneten mittleren Fließgefälles der Donau von 0,316 Promille bei Mittelwasser (entspricht rund 4 cm auf 0,13 km bis T1 bei Do-Km 2280,16).
- c) Auswertung der wöchentlichen Messungen von Grund- und Oberflächenwasserständen der Rhein-Main-Donau Wasserstrassen GmbH (RMD) an den im Untersuchungsgebiet liegenden Messstellen R197/1, R189A, R189B, R189/2 und R189 WWA6B. Ergänzend eigene Ablesungen zur Verdichtung der Daten, vor allem aber zur Einordnung der eigenen Wasserstands-Erhebungen an den Hilfsmessstellen in die langjährigen Messreihen der RMD.
- d) Erstellung hydrologischer Schlüsselkurven.

Bei der Erstellung der Schlüsselkurven (Kap. 3.2.1) wird die Tatsache berücksichtigt, dass die Donau in Stromnähe maßgeblich die Wasserstände in der Aue bestimmt. Diese Beziehung erlaubt, die Wasserstände der Hilfsmessstelle im donaanahen Altwasser (Abb. 3.4, senkrechte Achse) und die entsprechenden Donau-Wasserstände (Abb. 3.4, waagerechte Achse) aufzutragen und zu einer Schlüsselkurve zu verbinden. Diese Schlüsselkurven wurden von Hand gezeichnet. Gründe dafür werden nachfolgend anhand der **Schlüsselkurve Donau / donaanahes Altwasser an T1 (Abb. 3.4)** erläutert.

Bei niedrigen Wasserständen der Donau zwischen rund 308,0 und 308,9 m ü. NN verläuft die Schlüsselkurve in zwei Ästen. Ein Vergleich von im Gelände erhobenen Wasserständen zeigt, dass der Altwasserspiegel bei **fallender Donau** bis zu **0,1 m höher** liegt als bei gleicher Höhe des Wasserstandes in der Donau (Wsp in m ü. NN), wenn diese **steigt**. Bei Donauwasserständen zwischen rund 309,0 - 310,0 m ü. NN streuen die entsprechenden Altwasserstände zum Teil ebenfalls mit rund 1 dm Schwankungshöhe. Da in diesem Bereich ein Zusammenhang mit dem Steigen oder Fallen des Stromes aber nicht deutlich ist, verläuft die Schlüsselkurve hier nicht aufgespalten.

Ursachen für die bei niedrigen Wasserständen festgestellten Schwankungen können sein:

- in wenigen Fällen stärkere Niederschläge,
- der Querdamm im donaanahen Altwasser (Abb. 3.4, Foto 3.3) abwärts von T1 auf Höhe Do-Km 2279,43 mit nur knapp 2 m breitem Durchlass,
- die unzureichende Korrelation von Wasserständen, die nicht zeitgleich in Donau und Altwasser erhoben sind.

Im Gelände gemessene Wasserstände für den anschließenden höheren Bereich (zwischen etwa 309,6 und 310,2 m ü. NN) liegen für das donaanaher Altwasser nicht vor. In diesem Bereich ist die Schlüsselkurve ungenauer. Der dargestellte rasche Anstieg im Altwasser (die Kurve in Abb. 3.4 verläuft hier steiler) ab einem Wasserstand von etwa 310,0 m ü. NN in der Donau beruht auf einer Lücke im Donau-Uferwall bei Km 2279,75 (Abb. 3.4), durch die dann zusätzlich Donauwasser in das Altwasser einströmen kann.

Foto 3.3:

Bei fallenden Donau-Wasserständen verzögert der Querdamm im donaanahen Altwasser (Do-Km 2279,43) den Abfluss und lässt bei steigender Donau den Wasserspiegel oberhalb des Querdammes ansteigen. Der Querdamm sollte im Rahmen eines naturverträglichen Hochwasserschutzes beseitigt werden.

Aufnahme:

K. Meindorfer, 18.8.1998



Ab einem Wasserstand von knapp 311,5 m ü. NN ufert das donaanaher Altwasser aus und überfließt einen kleinen, das Altwasser landseitig begleitenden Felddamm (Abb. 3.4, Foto 4.1). Donau- bzw. altwasserseits des kleinen Felddammes bleibt der Wasserspiegel im Altwasser bei weiter steigender Donau zunächst annähernd gleich, bis landseits des kleinen Felddammes der Ausgleich mit dem Wasserspiegel im donaanahen Altwasser und im zunehmend überfluteten tiefer liegenden Vorland erreicht ist. Erst dann, wenn das "überlaufende" donaanaher Altwasser nicht mehr die Vorlandfläche speist, kommt es bei weiter anschwellendem Hochwasser zum annähernd gleichmäßigen Anstieg in der gesamten Vorlandfläche bis an den Hochwasserdeich. Mit Ausnahme des Pfingsthochwassers 1999 beruht die Schlüsselkurve auf Messungen im Winter bei verminderter Rauigkeit. Die Messung der Wasserstände erfolgte im Allgemeinen unmittelbar am donaanahen Altwasser, nur bei sehr hohen Wasserständen bzw. bei überflutetem Vorland wurden sie vom Hochwasserdeich aus vorgenommen.

Insbesondere hinterdeichs wären für entsprechende Auswertungen noch einzurichtende **Grundwasser-Messrohre mit Schreibgerät in der nicht durchstoßenen Boden-Deckschicht** wünschenswert.

### **Transekt 5, Abschnitte 1, 2 und 3 (Do-Km 2278,2 und 2278,4)**

Die Untersuchung des Wasserhaushaltes im Bereich von T5, Teil 1 - 3, auf Höhe von Do-Km 2278,2 (T5.1) und 2278,4 (T5.2) (Abb. 3.5) sowie hinterdeichs (T5.3, Abb. 3.1, 3.6), verteilt im Kernbereich 3 des Pflege- und Entwicklungsplanes (PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER 1994), erfolgte methodisch wie an T1.



Foto 3.4:

Das Altwasser nahe der Alten Fährstraße Isarmünd war am 7.6.1998 bei einem Donau-Wasserstand von rund 308,3 m ü. NN am Pegel Halbmeile weitgehend trocken gefallen. Die offen liegenden Sand- und Schlammflächen wurden rasch von Pflanzen der Wechselwasserzone besiedelt.

Aufnahme: K. Meindorfer



Foto 3.5:

Das selbe Altwasser (Foto 3.4) wurde am 18.6.1997 bei einem Wasserstand von ca. 308,6 m ü. NN in der Donau (Pegel Halbmeile) von einer Wasserrinne mit wechselnder Breite durchzogen.



Foto 3.6:

Am 18.9.1998 war das Altwasser (Foto 3.4, 3.5) bei ca. 310,5 m ü. NN in der Donau (Pegel Halbmeile) von einer geschlossenen Wasserfläche bedeckt.

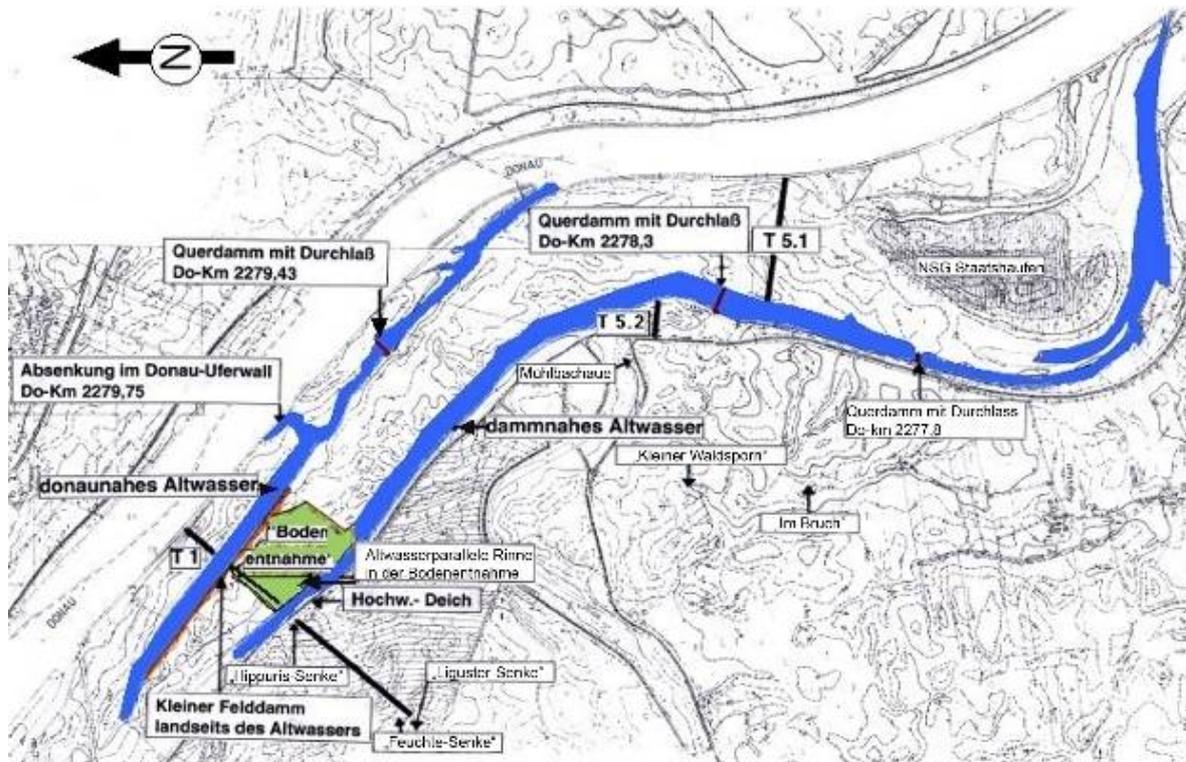


Abb. 3.5: Gebietsübersicht stromab der ehemaligen Fährstraße Isarmünd.

Zusätzlich zu den Hilfsmessstellen auf den Transektabschnitten wurden die Grundwasser-Messrohre R190, R197, R190/2, R190/3 und R190/5 (Abb. 3.6) abgelesen und die wöchentlichen Ablesungen der RMD ausgewertet (Kap. 4.2.3).

Die vorderdeichs am Querdamm (Do-Km 2278,3) unmittelbar im Gefällestrom am Durchlass amtlich erfassten Oberflächen-Wasserstände bei R190C und R190D (Abb. 3.6) sind oberhalb des Querdammes niedriger und unterhalb höher als im Altwasser. Diese Unterschiede gegenüber den tatsächlich wirksamen Wasserständen in den nahen strömungsberuhigten Bereichen sind auf das starke Fließgefälle im Durchlassbereich zurückzuführen. Es wird deshalb empfohlen, die wöchentlichen amtlichen Ablesungen künftig an einzurichtenden Lattenpegeln in den strömungsberuhigten Bereichen weiter ober- und unterhalb des Querdammes erfolgen zu lassen. Die Lattenpegel könnten auch bei Hochwasser leichter abgelesen werden. Dies gilt vor allem für die Erfassung der Wasserstände im Altwasser abwärts des Querdammes. Förderlich wäre auch hier wie an T1 die zusätzliche Einrichtung und Ablesung weiterer Grundwasser-Messstellen in der nicht durchstoßenen Bodendeckschicht.

### 3.2.3 Ermittlung der Wasserbedeckung

Zur Ermittlung der Wasserstandsschwankungen in den auentypischen Wechselwasserzonen wurde auf den dafür geeigneten Transekten die Wasserbedeckung in Senken, Rinnen und in den Altwässern erfasst. Dies erfolgte bei niedriger, mittlerer und hoher Wasserführung der Donau und entsprechend unterschiedlicher Ausdehnung der wasserbedeckten Flächen (Fotos 3.4, 3.5, 3.6). Gemessen wurden jeweils die Entfernung der Wasserlinie vom jeweils nächsten Pflock und die Höhe des Wasserspiegels (in m ü. NN). Bei kleineren Wasserflächen wurde auch die Ausdehnung quer zum Transekt ermit-

telt. Die Ergebnisse für ausgewählte Bereiche sind in den Kapiteln 5.1.1 und 5.2.1 dargestellt.

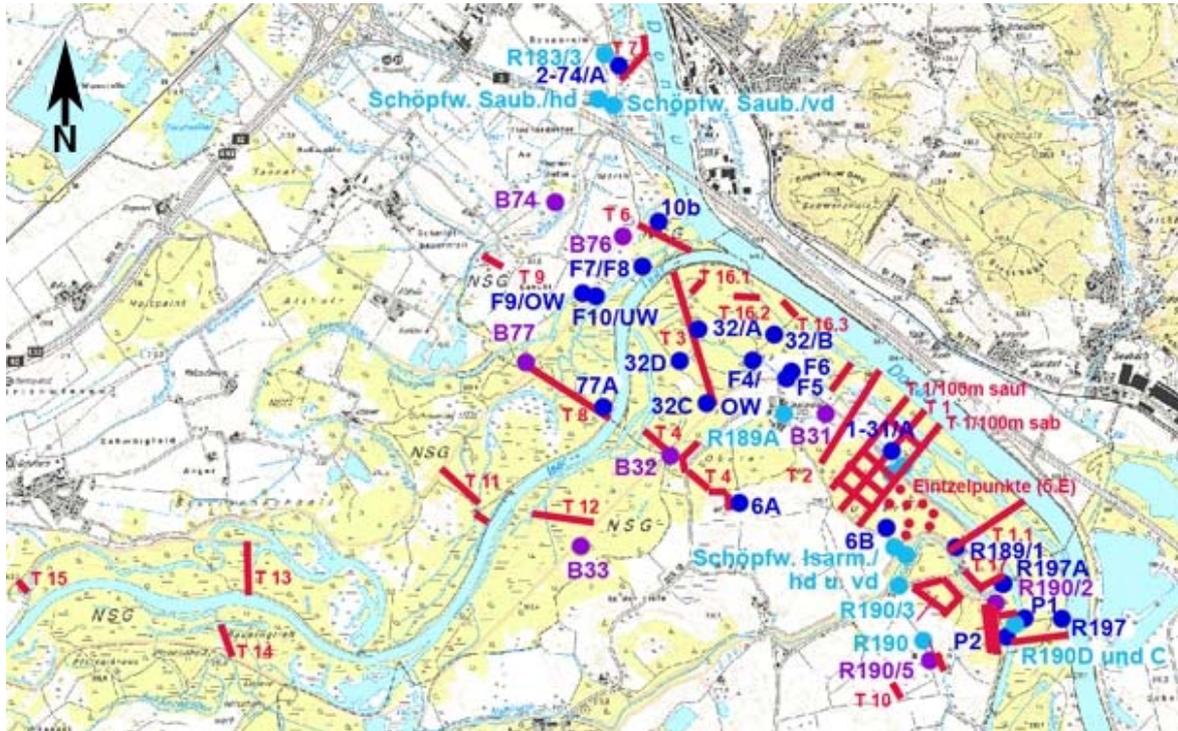


Abb. 3.6: Lage der donaunahen Messstellen für Oberflächen- und Grundwasser sowie der donaunahen Transekte: ● = Hilfsmessstellen; ● = Oberflächenwasser-Messstellen; ● = Grundwasser-Messstellen; — = Transekte

### 3.3 Bodenkundliche Untersuchungen

Auenwaldstandorte sind häufig durch ein vielfältiges Mosaik von Bodentypen auf engstem Raum gekennzeichnet. Für eine aussagekräftige Erfassung der Bodendeckschicht-Mächtigkeit und der Höhe des Kapillarsaumes müssen Bodenuntersuchungen räumlich mit möglichst engem Abstand durchgeführt werden. Anhand dieser beiden genannten Kriterien wird die Wasserverfügbarkeit für die Vegetation entscheidend mitbestimmt. Die Bodendeckschicht muss mindestens bis zu einer Tiefe von 15 dm erfasst werden, weil Grundwasserstände bis in dieser Tiefe noch nennenswerten Einfluss auf die Vegetation ausüben (HÜGIN & HENRICHFREISE 1992, VEREIN FÜR FORSTLICHE STANDORTERKUNDUNG 2000). Ziel der Bodenuntersuchungen ist es, einerseits Aussagen über den Aufbau der Bodendeckschicht, andererseits Aussagen zur Pflanzenverfügbarkeit der aufsteigenden Feuchte aus dem Grundwasser zu treffen.

Die Bodenuntersuchungen erfolgten im Feld über Rammkernsondierungen und Bagger-schürfen mit qualifizierter Bodenansprache und Probenahme. Die dabei gewonnenen Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor auf die Parameter Glühverlust, kapillare Steighöhe/Porosität, Siebschlammkurve mit Wassergehaltsbestimmung und Dichte untersucht.

Die ersten Rammkernsondierungen (RKS) fanden im Januar 1999 statt. Die Untersuchungen umfassten im Januar und Oktober 1999 an T1, T5.1 und T5.2 insgesamt vier Rammkernsondierungen sowie im September 1999 14 Baggerschürfen. Die höhenmäßi-

ge Einmessung der Untersuchungspunkte in m ü. NN sowie die Erfassung der Flora erfolgte vor Durchführung der Untersuchungen. Die Ergebnisse der Bodenansprache, der entnommenen Bodenproben und der festgestellten Grundwasserstände sind in geologischen Profilen und in Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022/23 dargestellt (z.B. Abb. 4.3 im Anhang: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)).

### 3.3.1 Baggerschürfen

Die Baggerschürfen wurden mit einem Mini-bagger (3,5 t) mit Tieflöffel ausgeführt. Die Grubengröße betrug ca. 1 x 2 m. Die Tiefe wurde je nach Beschaffenheit des Standortes festgelegt. In der Regel wurden die Donaukiese im Untergrund erreicht, wenn nicht schon in höherer Lage Grundwasser angetroffen wurde (Foto 3.7).

Der Vorteil der Baggerschürfen liegt beim großflächigen Aufschluss und der Möglichkeit zur Entnahme von ausreichendem Probenmaterial. Außerdem kann hier im Gegensatz zu den aus Rammkernsondierungen stammenden gestörten Proben, die meist nur wenig Bodenmaterial ergeben, auch ungestörtes Probenmaterial über Stechzylinder entnommen werden.

Die geologische Aufnahme und zeichnerische Darstellung der Bodenschichten erfolgte ebenfalls nach DIN 4022/23. Ferner wurden die Schürfe mit Messlatte und Schürfennummer fotografiert (Abb. 5.9).



Foto 3.7:

Die Schürfe B8 bei Pflöck 23 in der "Bodenentnahme" am Transekt 1. Nach Durchstoßen der Bodendeckschicht in 0,8 m Tiefe unter Flur stieg das gespannte Grundwasser rasch an.

Aufnahme: 23.9.1999

### 3.3.2 Rammkernsondierungen

Rammkernsondierungen (RKS) sind Kleinbohrungen mit einem Durchmesser des Bohrkerns von 32 - 60 mm. Dabei wird ein 1 m langes Rohr mit breitem Schlitz mittels eines Motorhammers in den Boden getrieben. Für dieses Projekt wurde ein Bohrdurchmesser von 50 mm gewählt, um einerseits genügend Probenmaterial für die Laboruntersuchungen zu gewinnen und andererseits bei den teilweise sehr bindigen Böden noch das Eindringen der Kernsonde erzielen zu können. Für die Untersuchung von tiefer liegenden Schichten fanden Verlängerungsstangen Verwendung. Die Wasserstände in den Bohrlöchern wurden mittels Lichtlot erfasst.

### 3.3.3 Probenahme

Die Probenahme aus den Kernsondierungen konnte technisch bedingt (Störung beim Eindringen der Bohrsonde) nur in Form gestörter Bodenproben erfolgen. Aus den Baggerschürfen wurden sowohl gestörte als auch ungestörte Bodenproben entnommen. Insgesamt waren es:

- 41 gestörte Proben in Stülpedeckeldosen (Bezeichnung BP: Bodenprobe) aus RKS/Schürfen,
- 34 gestörte Proben in Plastiktüten (Bezeichnung G: Glühverlust) aus den Schürfen,
- 31 ungestörte Proben in Stechzylindern (Bezeichnung Z: Zylinder), davon 5 Horizonte doppelt, aus den Schürfen.

An 26 Stechzylinderproben aus den Schürfen erfolgte die Untersuchung der kapillaren Steigfähigkeit und Porosität nach DIN 4021. Die Ermittlung der Porenverteilung erfolgt mittels der Überdruckmethode. Bei diesem Verfahren wird der Probenkörper zunächst mit Wasser gesättigt und anschließend mit verschiedenen Druckstufen entwässert. Diese entsprechen dem Wasser-Haltevermögen von Poren mit definiertem Durchmesser. Man spricht von Grob-, Mittel- und Feinporen. Für die hier anstehenden Untersuchungen wurden zwei Druckstufen gewählt.

Es handelt sich dabei um die Grenze zwischen Grob- und Mittelporen ( $pF$  2,5, entspricht 300 mbar) und um die Grenze zwischen den engen und weiten Mittelporen ( $pF$  3,5, entspricht 3000 mbar). Grund für die Abgrenzung zu den Grobporen ist der fehlende kapillare Aufstieg in diesem Porenbereich, der für die Entwässerung und Belüftung der Böden von entscheidender Bedeutung ist. Der kapillare Aufstieg erfolgt hauptsächlich in den Fein- und Mittelporen. Mit den gewählten Druckstufen wird dieser Porenraum erfasst, wobei der Anteil der engen Mittelporen und der Feinporen aus den Messergebnissen und dem Gesamtporenvolumen rechnerisch ermittelt wurde.

Ferner wurde das Gesamtporenvolumen nach der Methode von Feige (VDLUFA-Mitteilungen 6/1970) errechnet. Aus dem Gesamtporenvolumen und den Porenanteilen bei  $pF$  2,5 und  $pF$  3,5 lassen sich Porenverteilungen darstellen. Daraus können Rückschlüsse auf das kapillare Aufstiegsvermögen des Boden- bzw. des Grundwassers in der jeweiligen Bodenschicht bei der jeweils vorliegenden Lagerungsdichte gezogen werden.

Die Untersuchung von bindigen Böden im Entwässerungsversuch benötigt je Probe in der Regel ca. 2 - 3 Wochen, bis die in die Prüfapparatur eingebaute Stechzylinderprobe entwässert ist. Im vorliegenden Fall zeigte sich jedoch, dass die Proben ca. 3 - 4 Wochen für die Entwässerung benötigten.

Während der Versuchsdurchführung stellte sich heraus, dass die Differenz zwischen Grob- und engen Mittelporen bei den vorliegenden Bodenproben nur eine geringe Schwankung bis max. 2 % am Porenvolumen aufweist. Aus diesem Grund wurde die Versuchsanordnung auf die Ermittlung des Gesamtporenvolumens, des Anteiles an Grobporen und der Summe an Mittel- und Feinporen reduziert.

Aus den Druckstufen, die bei der Untersuchung angelegt werden, kann im Umkehrschluss gefolgert werden, dass der Druck in cm Wassersäule, den man anlegen muss, um eine Pore zu entwässern, dem Sog entspricht, den eine Pore auf Wasser ausübt. Das bedeutet, bei 3000 mbar könnte Wasser in einer idealisierten Pore 30 m hoch aufsteigen. Da es

sich aber nicht um durchgängige Poren handelt, ist diese Vorstellung nur theoretisch. Ebenso entscheidend ist der Anteil der jeweiligen Porenbereiche an der Gesamtprobe.

Die Bestimmung des Glühverlustes wurde an den 34 Tütenproben vorgenommen. Von den im Rahmen der Bodenuntersuchungen durch Baggerschürfen und Rammkernsondierungen entnommenen Proben wurden 41 gestörte Bodenproben einer Sieb-Schlämmanalyse nach DIN 18123 unterzogen. Zudem wurde der Wassergehalt nach DIN 18121 bestimmt.

An 7 gestörten Proben aus den Schürfen wurde mittels Weithalspyknometer nach DIN 18124 die Korndichte bestimmt. Die Probenauswahl erfolgte im Anschluss an die Auswertung der Sieb-Schlämmanalysen. Die auf die Korndichte zu untersuchenden Proben wurden nach der Verteilung der Sand-Schluff-Anteile ausgewählt.

### 3.4 Vegetation - Pflanzensoziologische Dauerbeobachtungsflächen

Bei einem Literaturvergleich zum Thema Abhängigkeit der Vegetation und Flora vom gegebenen Wasserhaushalt am Wuchsort wird deutlich, dass bisher kaum eindeutige Bezugssysteme angewandt wurden. Die für die Beurteilung der Auenwaldentwicklung wichtige Hochwassertoleranz verschiedener Arten und Gesellschaften wird z.B. in HÜGIN (1980) in Überflutungstagen pro Jahr (im langjährigen Mittel), in KRAUSE (1982) in Tagen pro Sommer- und Winterhalbjahr (langjähriges Mittel des Sommerhalbjahres von Mai bis Oktober), in HÜGIN & HENRICHFREISE (1992) in Tagen pro Vegetationsperiode (langjähriges Mittel) und in SPÄTH (1988) in Tagen pro Vegetationsperiode (außergewöhnliche Hochwassersituation in der Vegetationsperiode 1987) angegeben.

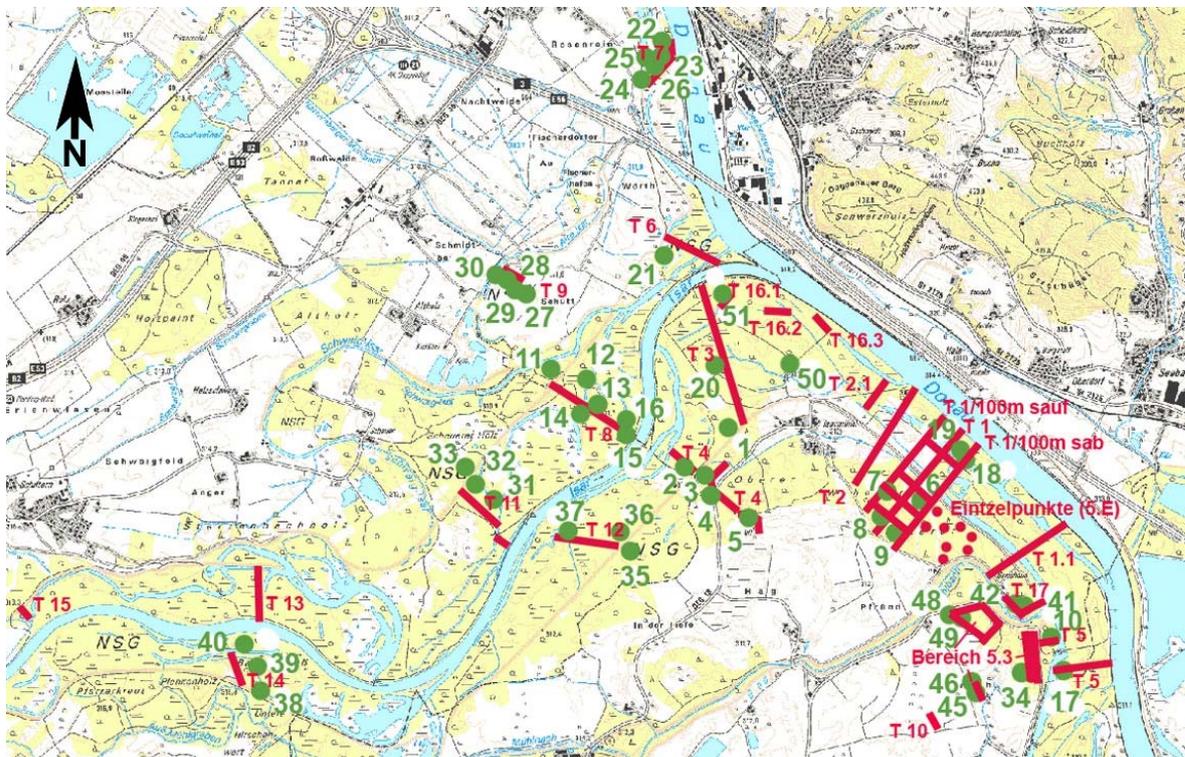


Abb. 3.7: Lage der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen (grüne Punkte)

Es müssen deshalb einheitliche Maßstäbe und Methoden definiert werden, die die ökologischen Ansprüche der zu behandelnden Arten und Gesellschaften bestmöglich wiedergeben können. Dies soll anhand der von HÜGIN für den Oberrhein erarbeiteten Methode (HÜGIN & HENRICHFREISE 1992) auf das Mündungsgebiet der Isar übertragen werden.

Es zeichnet sich ab, dass die gewählte Methodik für die angestrebten Aussagen geeignet ist. Diese Methode der höhenorientierten Vegetationserfassung auf Flächen gleicher Geländehöhe nach HÜGIN & HENRICHFREISE (1992) ist in der Lage, Ungenauigkeiten zu vermeiden.

Zur Dokumentation der Pflanzendecke bei den eingerichteten Transekten wurden insgesamt 51 Dauerbeobachtungsflächen entlang der Transekte 1 - 17 eingerichtet und aufgenommen (Abb. 3.7). Ausgewählt wurden möglichst naturnahe oder zumindest nur extensiv genutzte Bestände, die den hydrologischen Gradienten repräsentieren (Wechselbeziehung zwischen den Grund- und Oberflächenwasserstands-Schwankungen von Donau und Isar). Die meisten Flächen wurden daher in naturnahen Wäldern sowie in Röhrichten und Großseggenrieden der natürlichen Verlandungsreihe eingerichtet. Wenige Aufnahmen erfassen extensives Grünland (Kap. 4.4).

Die Vegetationsaufnahmen wurden in Form herkömmlicher pflanzensoziologischer Tabellen 2 - 15 (Anhang: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)) dargestellt, wobei für Sippen, die sowohl im Frühjahr als auch im Sommer erfasst wurden, jeweils der höhere Deckungswert eingetragen wurde, auch wenn dies zu einem insgesamt überhöhten Deckungsgrad führt.

Die Auswahl der Dauerbeobachtungsflächen 1 - 30, ihre Kennzeichnung sowie die Erstaufnahme (später **Frühjahrsaspekt 1996**) wurden im April und Mai 1996 durchgeführt. Die Flächen wurden nach Möglichkeit an Höhenfestpunkte der Transekte angelehnt und so ausgewählt, dass die Vielfalt der verschiedenen Vegetationseinheiten erfasst wurde. Die Aufnahmeflächen 31 - 40 wurden im Juni 1996 eingerichtet, die Flächen 41 - 51 im Frühjahr 1998. Zusätzlich wurden einige Aufnahmen im Bereich des Wechselwassers (*Oenanthe-Roripetum*, *Limoselletum* u.a., Tab. 3 (Anh)) 1997 und 1998 bei T5, T7 und an der Donau bei Pleinting erhoben.

Die Größe der Aufnahmeflächen richtet sich jeweils nach der pflanzensoziologisch notwendigen Mindestgröße eines Bestandes, dessen Arteninventar möglichst vollständig erfasst werden soll. Form und Größe einer Fläche müssen der Bestandesstruktur angepasst werden, um gleichartige Bereiche zu erhalten (Homogenität). In Wäldern umfassen Aufnahmeflächen in der Regel zwischen 200 und 400 m<sup>2</sup>, in Seggenrieden, Röhrichten und Streuwiesen zwischen 4 und etwa 25 m<sup>2</sup>. Die Erfassung des Deckungsgrades erfolgt nach der bei pflanzensoziologischen Aufnahmen üblichen Methodik. Zur Schätzung wird die Skala nach PFADENHAUER ET AL. (1986) benutzt, die auch bei entsprechenden früheren Arbeiten im Gebiet benutzt wurde. Die Arbeiten mussten aufgrund von zeitweisen Unterbrechungen des Projekts und naturbedingter Ereignisse mehrfach eingestellt werden.

Die Erstaufnahme des **Sommeraspektes der Vegetation 1996** erfolgte ab Ende Juli zunächst im Bereich des Grünlandes, der Röhrichte und Hochstaudenfluren. Die Aufnahmen der Waldflächen waren bis Mitte September abgeschlossen.

Die Aufnahme des **Frühjahrsaspektes 1997** fand statt vom 9.4.97 (Wälder) bis 22.5.97 (Grünland).

Die Aufnahme des **Sommeraspektes 1997** erfolgte ab dem 8.8.97, zunächst im Bereich des Grünlandes, der Röhrichte und Hochstaudenfluren. Die Aufnahmen der Waldflächen waren bis zum 11.9.97 abgeschlossen.

Die Erhebung des **Sommeraspektes 1998** der 51 Aufnahmeflächen wurde von Ende Juli bis Ende August durchgeführt. Das Auffinden der Flächen erwies sich z.T. als schwierig, aufgrund nicht vorgesehener Überprüfung der Markierungen im Frühjahr 1998.

Die **Frühjahrs-Aufnahmen 1999** wurden am 31.3. in den geophytenreichen Wäldern begonnen und am 30.4. des Jahres beendet.

Die vegetationskundlichen Erhebungen im Jahr **2000** wurden im **Spätsommer** mit der Aufnahme in den Wäldern begonnen, um trotz fortgeschrittener Jahreszeit noch mit dem Vorjahr vergleichbare Daten zu erhalten. Die Aufnahme tiefer gelegener Flächen war durch hohe Wasserstände Anfang Oktober erschwert bzw. nicht möglich. Sämtliche Aufnahmen in Extensivgrünländern und Hochstaudenfluren konnten aufgrund der späten Jahreszeit und nahezu vollständiger Mahd nicht mehr durchgeführt werden.

Die **Frühjahrsaufnahmen 2001** wurden vom 9.4. bis 1.6. des Jahres durchgeführt. Begonnen wurde mit den geophytenreichen Wäldern, dann wurden Weichholzauen und Röhrichte bzw. Großseggenriede, zuletzt Streuwiesen und Hochstaudenfluren aufgenommen. Da tiefer gelegene Flächen im zeitigen Frühjahr zumeist überstaut waren, mussten auf entsprechenden Flächen die ersten Aufnahmen für 2001 relativ spät durchgeführt werden (z.B. Flächen 48 und 49).

Die **Sommernaufnahmen 2001** erfolgten von 27.07. bis 19.09. des Jahres. Zunächst wurden die Streuwiesen und Hochstaudenfluren sowie Röhrichte und Großseggenriede aufgenommen, anschließend sämtliche Wälder.

### 3.5 Flora

In jedem Beobachtungsjahr (Tab. 2) waren, soweit Erfassungen stattfanden, zwei Durchgänge zur Erfassung der Arten vorgesehen (Frühjahrs-Geophytenaspekt und Hochsommer-Blüte von *Circaea lutetiana*, Foto 3.8). Im Gegensatz zur pflanzensoziologischen Bearbeitung erfolgte die floristische Erfassung durchgehend entlang der Transekte. Die Vorkommen der einzelnen Arten wurden hier an markanten Punkten aufgenommen (erkennbarer Standortwechsel, Geländemulden oder -rücken, Böschungen oder auch Gelände mit geringem Gefälle u.a.), die in der Regel auch durch Pflöcke markiert sind.

Von der Flucht des Transekts ausgehend wurde die Flora auch an seitlichen Punkten aufgenommen, die das Haupttransekt standörtlich ergänzen. Diese wurden ebenfalls höhenmäßig angebunden.

Die Aufnahme der Arten erfolgte jeweils in einem Radius von 1 m um den Pflöck unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern (Kap. 4.5.2).

Aufgrund der rasanten Entwicklung der Vegetation im späteren Frühjahr 1996 nach dem verspäteten Austrieb zeigten sich erhebliche zeitbedingte Differenzen beim **Frühjahrsaspekt 1996** zwischen früher und später aufgenommenen Transekten bezüglich Entwicklung der Deckungsgrade und Wuchshöhen. Der nötige Einsatz gleichzeitig arbeitender Kartierer zeigte zumindest anfänglich Abstimmungsprobleme, so dass nicht alle Kriterien durchgängig in gleicher Weise erhoben werden konnten.

Die Aufnahme des **Sommeraspektes 1996** erwies sich teilweise als schwierig, da das Grünland vor der Kartierung gemäht wurde.



Foto 3.8:  
Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) blüht im Sommer im Isarmündungsgebiet auf jenen Eichen-Ulmenwald-Standorten, deren Vegetation von Grund- oder Stauwasser beeinflusst wird.  
Aufnahme: 15.9.1999

Tab. 2: Übersicht der floristischen Untersuchungen

Jahr	Frühjahrsdurchgang	Sommerdurchgang
1996	26.4. – 19.5.	31.7. – 3.9.
1997	7.4. – 22.5.	29.7. – 25.8.
1998	Keine Erfassung	17.8 – 26.8.
1999	13.4. – 22.4.	27.7. – 23.9.
2000	Keine Erfassung	2.10. – 7.11.
2001	10.4. – 23.5. und 30.5. – 8.6.	17.8. – 31.10.

Die Aufnahmen des **Frühjahrsaspektes 1997** wurden in Wäldern unmittelbar nach der Hochblüte von Zweiblättriger Blaustern (*Scilla bifolia*) begonnen. Der Frühjahrsaspekt ließ sich 1997 sehr gut erfassen. Beim Sommerdurchgang wurden etwa 10 % der Aufnahme-punkte nicht wieder aufgefunden (Pflöcke „verschwunden“ oder nicht erkennbar).

Die Aufnahme des **Sommeraspektes 1997** erfolgte in den Wäldern vom 29.7. bis 25.8.1997, auf Wiesenabschnitten etwa drei Wochen früher. Auffällig war der geringe Deckungsgrad der Bodenvegetation an verschiedenen Transekten (vor allem T8, auch T11, T12) nach dem Durchgang des Sommerhochwassers. Als schwierig erwies sich auch 1997 teilweise die Aufnahme der Grünländer, infolge bereits Ende Juni/ Anfang Juli erfolgter Mahd (z.B. T10 Seigen bei Kuglstadt).

Bedingt durch den späten Projektbeginn **1998** wurde der Frühjahrsdurchgang erst Anfang Juni durchgeführt.

Zur Zeit des **Sommerdurchganges 1998** lag der Wasserspiegel der Donau am Pegel Halbmeile rund 1,5 - 0,5 m unter Mittelwasser (MW) (Jahresreihe 1981/90). Im August zeigten sich einige weitere Arten deutlich geschwächt.

Im Rahmen des **Frühjahrsdurchganges 1999** waren zahlreiche Senken und Mulden seit den Hochwassern ab November 1998 (Kap. 4.2.2) auch im Deichhinterland noch immer wassergefüllt und daher überwiegend vegetationslos. T17 in der Mühlbachaue war seit den Winterhochwassern 1998/99 (Kap. 4.2.2) wasserbedeckt, so dass der floristische Frühjahrsdurchgang nicht stattfinden konnte.

Bedingt durch das Pfingst-Hochwasser Ende Mai 1999 (Kap. 4.2.2) und die bis Juli anhaltend hohen Wasserstände war beim **Sommerdurchgang 1999** ein Teil der Aufnahme-flächen schwer zugänglich.

Aufgrund des sehr späten Auftragbeginns im Jahr 2000 konnte weder ein Frühjahrs- noch ein Sommerdurchgang ausgeführt werden. Allerdings wurden in den vor dem Frost abgeschlossenen **Herbstaufnahmen 2000** alle wichtigen Zeigerarten wie z.B. hinterdeichs das Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) erfasst. Allerdings mussten die Aufnahme-flächen z.T. von Falllaub befreit werden.

Kühle Witterung Anfang Mai und hohe Wasserstände in den tiefgelegenen Auenbereichen bis Mitte Mai hatten im Frühjahr 2001 Auswirkungen auf die Blütezeit und das Vorkommen der Frühjahrsgeophyten. Die Frühjahrsaufnahme wurde erst vom 30.5. bis 8.6.2001 durchgeführt.

Die Sommer-/Herbstaufnahmen 2001 konnten vor dem ersten Frost beendet werden (Tab. 2), so dass alle relevanten Zeigerarten erfasst wurden. Die Aufnahme der Grünland-flächen erwies sich im Herbst (Mahd) erneut als schwierig. In anderen Transekten, die im Frühjahr langanhaltend unter Wasser standen, wurden im Herbst zusätzliche floristische Aufnahmen gemacht (T6, T16).

### 3.6 Land- und Wassermollusken

#### 3.6.1 Auswahl und Markierung der Probestellen

Die Probestellen der Molluskensammlungen liegen auf oder nahe bei den ausgewählten Transekten. Sie beziehen sich auf die eingemessenen Pflöcke oder liegen in Geländemulden/ -wölbungen zwischen diesen. Hierdurch ist die exakte höhenmäßige Anbindung wie bei der Vegetation/Flora gewährleistet. Nur an T15 und T17 wurden keine Mollusken gesammelt. Die Auswahl hatte jeweils zum Ziel, möglichst verschiedene charakteristische Kleinhabitate, die auf den Transekten liegen, zu erfassen. Es stellte sich jedoch heraus, dass die insgesamt 40 Probestellen für Wassermollusken und insbesondere die 18 Probestellen für Landmollusken nicht ausreichen, die Vielfalt der Standortbedingungen auf den verschiedenen Transekten repräsentativ zu erfassen. Aufgrund dieser Erfahrungen wurden die jeweils 28 Probestellen in den Jahren 1998 und 2001 auf die donaanahen Transekte (1, 5, 6, 7, 16) konzentriert. Von 1996 bis 2001 wurden insgesamt 231 Proben genommen.

#### 3.6.2 Aufsammlung der Wassermollusken

Die Erfassung der Wassermollusken erfolgte einmal pro Untersuchungsjahr durch Kescherschläuche am Markierungspflöck, wobei die verschiedenen Substrate (meist Wasserpflanzen und Schlamm) auf einer Probefläche von ca. 1 m<sup>2</sup> berücksichtigt wurden. Das gesammelte Material wurde jeweils in ein verschließbares Glas (ca. 500 ml) gefüllt und mit Äthanol fixiert. Im Labor erfolgte das Aussortieren, Bestimmen und Auszählen der Taxa und die Schätzung ihrer Abundanz (Kap. 3.6.6). Darüber hinaus wurde im Rahmen von mehreren Begehungen (1999 - 2001) des rechten Donauufers am flussseitigen Ende von T7 (gegenüber Deggendorf, oberhalb der Isarmündung) und am Isarschüttkegel im Bereich von T1, T2 und T16 (unterhalb der Isarmündung) nach Vorkommen von *Theodoxus danubialis* und *T. transversalis* gesucht.

#### 3.6.3 Aufsammlung der Landmollusken

Die Aufsammlung der Landmollusken wurde ebenfalls an den ausgewählten, mit Pflöcken markierten Punkten im Bereich der Transekte nach den von OEKLAND (1929) und COLLING (1992) beschriebenen Methoden durchgeführt:

- Entnahme von Streu sowie der obersten Bodenschicht auf einer Fläche von ca. 0,5 m x 0,5 m um den Pflöck, im Wald wurde das auch umliegende Pflanzenmaterial (Sträucher, Bäume) über einem engmaschigen Netz im direkten Umkreis des Pflöckes abgeklopft.
- Die Proben wurden in Beuteln verwahrt und anschließend geschlämmt, gesiebt (Maschenweite 10 - 0,7 mm), getrocknet und die Tiere ausgelesen. Ab 1999 kam eine Nass-Sieb-Rüttel-Maschine nach Groh (DEICHNER ET AL. 2003) zum Einsatz.

Anzumerken ist, dass bei Landmolluskensammlungen aufgrund der Veränderung der Flächen durch Entnahme von Streu und Bodenmaterial ein und dieselbe Fläche nicht mehrmals hintereinander besammelt werden darf (COLLING 1992:114). Aus diesem Grund

fand die Folgeaufsammlung jeweils in unmittelbarer Nähe der Vorjahresprobe oder auf benachbarten Probestellen statt.

### 3.6.4 Bestimmung der Wasser- und Landmollusken

Die Tiere wurden nach aktueller Bestimmungsliteratur conchologisch (anhand ihrer Gehäuse bzw. Schalen) möglichst bis zur Art bestimmt. Die schwierige Determination einiger Schnecken-Individuen und aller Pisidien nahm Herr Dr. M. Adler (Gomaringen) vor. Nomenklatur und Systematik folgen FALKNER (1990).

### 3.6.5 Totnachweise, Subfossilität

Stets mitgesammelt wurden leere Schneckengehäuse und Muschelklappen. Diese bleiben nach dem Tod der Tiere über längere Zeit erhalten. Sie geben wichtige Informationen über die frühere Besiedlung. Nicht übersehen werden darf, dass Gehäuse und Schalen verdriften. Bei der Bestimmung von leeren Gehäusen und Schalen werden folgende Erhaltungszustände unterschieden: lebendfrisch, verwittert und subfossil. Somit ist es mit Einschränkungen möglich, zwischen Totfunden mit Verdacht auf Lebendvorkommen und lokal erloschenem Vorkommen zu unterscheiden.

### 3.6.6 Halbquantitative Abundanzschätzung (Häufigkeit)

Die halbquantitative Abundanzschätzung der vor Ort bestimmbaren Arten wird im Gelände vorgenommen, die der im Labor bestimmten anhand der Zahl fixierter Individuen und Aufzeichnungen aus dem Sammelprotokoll. Die Methode der "quantitativen Substratproben" zur Erfassung von Landmollusken von OEKLAND (1929) ermöglicht die Vergleichbarkeit von Probestellen und die Wiederholbarkeit bei Folgeuntersuchungen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass das Auszählen der Individuen pro einheitlicher Fläche kaum aussagekräftiger ist als eine gute Abundanzschätzung. Aus diesem Grund wird eine Methode zur Schätzung angewandt, die FALKNER & FALKNER (1992) entwickelt haben (Tab. 3). Ein besonderer Vorteil dieser Methode ist die Vereinheitlichung der Abundanzangaben von Land- und Wassermollusken.

Tab. 3: Zuordnung der Individuenzahlen der einzelnen Arten zu den in der biologischen Gewässeranalyse üblichen Abundanzklassen (MAUCH ET AL. 1990)

h = Abundanz nach MAUCH ET AL. (1990)	n Individuen nach MAUCH ET AL. (1990)	n Individuen nach FALKNER & FALKNER (1992)		
		Kleinmollusken	Mittelmollusken	Großmollusken
1 = vereinzelt, übersehbar	1	bis 5	bis 3	1
2 = spärlich, kaum übersehbar	2 - 10	bis 10	bis 5	bis 3
3 = in ziemlicher Dichte, nicht übersehbar	11 - 30	bis 50	bis 10	bis 5
4 = ziemlich dicht, ansehnlicher Bestand	31 - 60	bis 100	bis 20	bis 10
5 = zahlreich, dicht	61 - 100	über 100	über 20	über 10
6 = sehr zahlreich, sehr dicht	101 - 150	über 500	über 40	über 20
7 = massenhaft	> 150	erheblich darüber		

Nach dem von FALKNER & FALKNER (1992) entwickelten Schema werden die Mollusken bestimmten Größenklassen zugeordnet: kleine (unter 5 mm), mittelgroße (5 - 15 mm) und große Mollusken (über 15 mm). Die Größenangaben (mm) beziehen sich auf Mittelwerte des größten Maßes der Schale wie Höhe, Durchmesser oder Länge (Tab. 3).

### 3.6.7 Veränderung der Artenzusammensetzung an mehrmals beprobten Mollusken-Probestellen über die Zeit (Turnover- Rate).

Veränderungen, die zwischen zwei Untersuchungen, im vorliegenden Fall zwischen den Aufsammlungen von 1996/97, 1997/98, 1998/99, 1999/2000 und 2000/2001 stattfanden, zeigen sich im Wandel der Artenzusammensetzung. Als Rechengröße dient die Turnover-Rate (T). T nimmt Werte zwischen 0 und 1 an; je größer der Wert, desto größer ist der "Arten-Umsatz" (Unterschied) zwischen den beiden Aufsammlungen. T wird folgendermaßen berechnet (MÜHLENBERG 1990):

$$T = I + E / S_1 + S_2$$

I = Immigranten (Anzahl der im Biotop neu nachgewiesenen Arten), E = Emigranten (Anzahl der im Biotop nicht mehr (lebend) nachgewiesenen Arten),  $S_1$  = Artenzahl der Gewässerprobestelle bei der 1. Untersuchung;  $S_2$  = Artenzahl der Gewässerprobestelle bei der 2. Untersuchung.

Der "Arten-Umsatz" (T) kann sowohl durch natürliche Populationsschwankungen als auch durch standörtliche Veränderungen natürlicher oder anthropogener Art begründet sein. Je höher die Intensität und die Frequenz der Erfassungen sind, desto aussagekräftiger wird die Berechnung der Turnover-Rate. Insbesondere dann, wenn standörtliche Parameter, wie z.B. Nutzungsänderungen, Grund- und Oberflächenwasserstands-Dauerlinien u.v.m. zur Verfügung stehen, lässt sich die jeweilige Turnover-Rate auch ökologisch gut erklären. Ideal sind mehrmalige Probenahmen im Jahr, jeweils zu den verschiedenen Jahreszeiten sowie vor und nach Extremereignissen (Hoch- und Niedrigwasser). In der vorliegenden Untersuchung wurden nur einmal pro Jahr Molluskenproben entnommen.

### 3.6.8 Ähnlichkeit der Molluskenproben

Im Rahmen der statistischen Auswertung kommen zwei multivariate statistische Methoden zum Einsatz, die Korrespondenz- und die Clusteranalyse. Beide haben das Ziel, sowohl die Arten nach gemeinsamen Vorkommen als auch die Probeflächen anhand ähnlicher Besiedlung zu ordnen. Eine genaue Beschreibung der angewandten Verfahren findet sich z.B. in BACKHAUS ET AL. (2003) und in RINK (2003).

Die Korrespondenzanalyse (COA) ist der Hauptkomponentenanalyse (HKA) sehr ähnlich. Als Ähnlichkeitsmaß dient die Varianz. Im Gegensatz zur HKA sind die beiden Koordinatensätze gleich skaliert, d.h. sie dürfen übereinander projiziert gemeinsam analysiert werden. Dies macht den Zusammenhang zwischen Arten und Aufnahmeflächen besonders leicht erkennbar. Die vieldimensionale Ähnlichkeitsstruktur soll in möglichst wenigen Dimensionen (Koordinatenachsen) abgebildet und damit eine innere Ordnung der Objekte abgeleitet werden (WILDI 1986). Ähnliche Objekte (z.B. Standorte) werden dabei nah

beieinander angeordnet. Voneinander unabhängige Faktoren, die die wichtigsten Zusammenhänge zwischen den Variablen erklären, liegen in dem neuen Koordinatensystem meist auf den ersten zwei oder drei Achsen, die die Richtung der maximalen (1. Achse), zweitgrößten (2. Achse), usw. Varianz beinhalten. Die Achsen sind hypothetische Gradienten, die interpretiert werden müssen. Anhand der Eigenvalues bzw. der Varianz [%] der einzelnen Faktoren lässt sich ablesen, wie viele Dimensionen zur Erklärung der Ergebnisse notwendig sind (WILDI 1986), im vorliegenden Fall die ersten beiden Achsen.

Voraussetzung für die Clusteranalyse ist eine Ähnlichkeitsmatrix. Als Maß hierfür dient die Euklidische Distanz unter Verwendung der Abundanzen der Arten (Formel in WILDI 1986). Dabei sind zwei Probestellen umso ähnlicher in ihrer Artenzusammensetzung, je höher der berechnete Ähnlichkeitswert (zwischen 0 und 1) ausfällt. Auf das Ergebnis der Ähnlichkeitsanalyse aufbauend werden sowohl die Molluskenarten als auch die Probestellen anhand ihres gemeinsamen Vorkommens bzw. ihrer gemeinsamen Artenzusammensetzung nach der "Ward bzw. minimum variance clustering Methode" sortiert (Formel in WILDI 1986). Alle Berechnungen wurden mit dem Programmpaket ADE (THIOULOUSE ET AL. 1997) durchgeführt.

### **3.7 Fotodokumentation**

Bei fast allen Geländebegehungen und Erfassungen wurden die Wasserstände in den verschiedenen Gewässern, die Vegetationsentwicklung oder andere Sachverhalte fotografisch festgehalten. Auf dem Bildmaterial wurden die Aufnahmezeitpunkte vermerkt, so dass auch eine zeitliche Dokumentation bestimmter Zustände mit entsprechenden Auswertungen möglich ist.

### **3.8 Übersicht der 1996 bis 2001 durchgeführten Untersuchungen**

Aufgrund des Umfangs der Untersuchungen konnten diese nicht mit derselben Intensität in allen 6 Jahren an allen Transekten durchgeführt werden. In den Jahren 1998 und 1999 lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf den donaunahen Transekten (1, 5.1, 5.2, 5.3, 6, 7, 16, 17). Nachdem 1998 der Frühjahrsdurchgang bei der Erfassung der Vegetation aufgrund der späten Projektverlängerung entfallen musste, konnten erst im Sommer 1998 alle vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen bearbeitet werden. Um genauere Aussagen für den donaunahen Bereich treffen zu können, wurden im Frühsommer 1998 außerdem T5.3, T16 und T17 neu eingerichtet. In den Jahren 2000 und 2001 wurden wieder alle Transekte, aber mit einer eingeschränkten Intensität, bearbeitet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Vermessung

Bei der Anbindung der Transekte an das amtliche Höhensystem (Kap. 3.1) wurde festgestellt, dass die Höhenangaben einiger Festpunkte nicht mehr korrekt waren bzw. von den amtlichen Höhenangaben abwichen. So ergab eine Vergleichsmessung über die Isar auf Höhe km 0,6, dass die amtliche Höhenangabe für den Festpunkt des rechten Ufers rund 3 cm höher war gegenüber dem Ergebnis des vor Ort durchgeführten Abgleiches zwischen linkem und rechtem Ufer.

#### 4.1.1 Verlauf und Geländegestalt von Transekt 1

Do-Km 2280,16

T1 liegt ca. 1,5 km abwärts der Isarmündung (Do-Km 2280,16), hat eine Länge von 868 m und verläuft rechtwinklig zur Donau (Abb. 3.1 und 5.2). Es beginnt bei Pflock 1 (P1) an der Oberkante der mit Steinen befestigten Uferböschung (Bodenhöhe: 311,83 m ü. NN). Es verläuft knapp 100 m durch einen Pappelforst mit anschließender Röhricht- und Hochstaudenzzone (**Abschnitt 1**) bis zu einem ca. 45 m breiten Altwasser, nachfolgend als "donaunahes Altwasser" bezeichnet (Uferhöhe bei P10: 309,11 m ü. NN). Das **donaunahes Altwasser** (Abb. 3.5) erstreckt sich von etwa Do-Km 2280,7 über rund 2 km Gesamtlänge und mündet bei Do-Km 2278,7 (Vorflutpunkt) etwa 1,5 km stromab von T1 in die Donau. Landseits des Altwassers setzt sich das Transekt über die mit Gehölzen bewachsene Uferböschung und einen landwirtschaftlich genutzten Grünlandstreifen fort. Im Anschluss verläuft T1 durch einen Wechselwasserbereich in einer ehemaligen Bodenentnahmestelle (**Abschnitt 2**), welche ein vielgestaltiges Relief mit kleinen Tümpeln und Dämmen aufweist. Die **"Bodenentnahme"** liegt rund 2 m unter dem umliegenden Gelände (höchstgelegener Pflock: P25, Bodenhöhe: 309,46 m ü. NN; tiefstgelegener Pflock: P16; Bodenhöhe: 308,39 m ü. NN). Geprägt wird der Abschnitt der „Bodenentnahme“ von licht stehenden Silberweiden mittleren Alters. Ein hier beginnendes Altwassersystem, das donauabwärts unterhalb des NSG "Staatshaufen" an die Donau angebunden ist ("dammanahes Altwasser" bei T1), begrenzt unmittelbar die "Bodenentnahme". Landseits des anschließenden Hochwasserdammes (**Abschnitt 3**) liegt ein flacher Wechselwasserbereich (**"Hippuris-Senke"**, Abb. 3.6) mit reichhaltiger Auenvegetation. Landseits der **"Hippuris-Senke"** folgt auf eine ca. 1,8 m hohe Böschung ein durch Mulden gegliederter Laubwald mit starker Naturverjüngung. Bevor das Transekt 1 im Laubwald endet, durchquert es noch eine durch Stauwasser beeinflusste Senke (**"Feuchte Senke"**, Abb. 3.5). Rund 125 m landseits des Transektendes wurde 1998 zusätzlich in einer Rinne (**"Liguster-Senke"**, Abb. 3.5) eine Hilfsmessstelle zur Erfassung hoher Grund- und Qualmwasserstände eingerichtet. Der morphologischen Vielgestaltigkeit des gesamten Transektes entsprechen auch die wechselnden Wasser-, Boden- und Lichtverhältnisse. **Die Gliederung in 3 Abschnitte erfolgt aufgrund der standörtlichen und hydrologischen Verhältnisse einschließlich der Lage vorder- und hinterdeichs.**

#### 4.1.2 Verlauf und Geländegestalt von Transekt 5

Abschnitt 1: Do-Km 2278,2 und Abschnitt 2: Do-Km 2278,4

T5.1 verläuft etwa rechtwinklig von der Donau bei Fluss-km 2278,2 Richtung Süden auf das dammnahe Altwasser zu (Abb. 3.1, 3.5). Dieser 1. Abschnitt ist ca. 370 m lang. Etwa 200 m aufwärts und landseits des Altwassers setzt sich der 2. Abschnitt bis zum Hochwasserdamm durch Laubwald fort (T5.2).

**Abschnitt 1** beginnt direkt oberhalb der Uferböschung der Donau (Bodenhöhe bei P1: 310,81 m ü. NN), die in diesem Bereich fast gänzlich mit Steinpflasterung und Steinschüttung befestigt ist. Nach einem schmalen Streifen mit Baumweiden quert ein unbefestigter Fahrweg, dem sich eine große Kahlschlagfläche (ehemaliger Pappelforst) anschließt. Im Anschluss befinden sich Flächen mit Röhricht, Hochstaudenfluren sowie lockeren Weiden- und Erlenbeständen, die sich bis zum Altwasser fortsetzen. Das Ufer des Altwassers ist sehr flach geneigt (Abb. 6.7), so dass sich bei tiefen Wasserständen großflächig Schlamm- und Kiesbänke zeigen (Bodenhöhe bei P40c: 308,40 m ü. NN, Abb. 6.4).

**Abschnitt 2** verläuft rund 100 m oberhalb des ersten Querbauwerkes bei Do-Km 2278,3 landseits vom Altwasser bei Do-Km 2278,4, annähernd rechtwinklig zum Altwasser durch einen höher gelegenen Eichen-Ulmenwald (tiefste Bodenhöhe bei Pflöck P7: 310,20 m ü. NN, höchste Geländehöhe bei P13: 311,22 m ü. NN) und auf einer Länge von ca. 150 m bis zum Hochwasserdamm.

Hinterdeichs wurde 1998 der **Abschnitt 3 (T5.3)** eingerichtet (Kap. 3.1, Abb. 3.6). Das Gebiet mit bewegtem Relief und zahlreichen Mulden und Rinnen ist überwiegend von Laub-Mischwald bestanden und liegt im Kernbereich 3 des Pflege- und Entwicklungsplanes (PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER 1994). Es wird im relativ engen Rahmen dieses Berichtes nicht weiter behandelt.

#### 4.1.3 Verlauf und Geländegestalt von Transekt 6

zwischen Do-Km 2282,0 und 2282,4 sowie Isar-Km 0,4 - 0,55

Das 460 m lange T6 liegt im donaanahen Bereich links der Isarmündung (Abb. 3.1). Es beginnt in rund 600 m Entfernung von der Donau am Hochwasserdamm etwa 30 m aufwärts einer starken Biegung des Damms, in der ein weiterer Deich donauwärts zieht und den Überflutungsraum der Donau stark einengt. Die erste fast 260 m lange Strecke von T6 quert das mittlere Altwasser der Isarauffächerung bei Do-Km 2282,2 in nur 125 m Entfernung von der Donau gegenüber dem Donauegel Deggenau. Der zweite 135 m lange Abschnitt des Transektes biegt im Winkel von 14° isaraufwärts ab und endet ebenfalls am isarseitigen Ufer des nächsten Altwassers, nur noch ungefähr 110 m von der Donau entfernt. Die letzte nur 65 m lange Strecke verschwenkt um 34° isarauf und endet am linken Isarufer bei etwa Isar-Km 0,4.

## 4.2 Beobachtung der Grund- und Oberflächenwasserstände

### 4.2.1 Wasserstände im Untersuchungsgebiet von 1996 bis 2001

Zur Ermittlung der Wasserstandsschwankungen im Untersuchungsgebiet erfolgten von 1996 - 2001 umfangreiche eigene Geländeerhebungen und Auswertungen amtlicher Daten (Abb. 4.1, Kap. 3.2). Von 1996 bis Ende Oktober 1998 traten keine größeren Hochwasser auf. Am 10.7.96, zwei Tage vor dem höchsten Wasserstand der Donau im Jahr 1996, fehlten noch ca. 30 cm bis zur Überflutung der großflächigen, höher gelegenen Hartholzau. Die Uferaufschüttungen (Rehnen) entlang der Isar schließen lange Zeit die Überschwemmung der angrenzenden Aue aus. Das Julihochwasser 1996 erreichte entlang vieler Strecken nur die Oberkante des Donauufers (Kap. 5.1). Die Aue unmittelbar östlich des Dammnicks bei Isarmünd wurde im Gegensatz zu anderen großen Aueflächen nicht überflutet, da das hohe Gelände rechts der Isar das Hochwasser ablenkte. Im Juli 1997 erfolgte eine kurze Überflutung von großen Teilen der Aue (Abb. 6.1, aus HENRICHFREISE 1997).

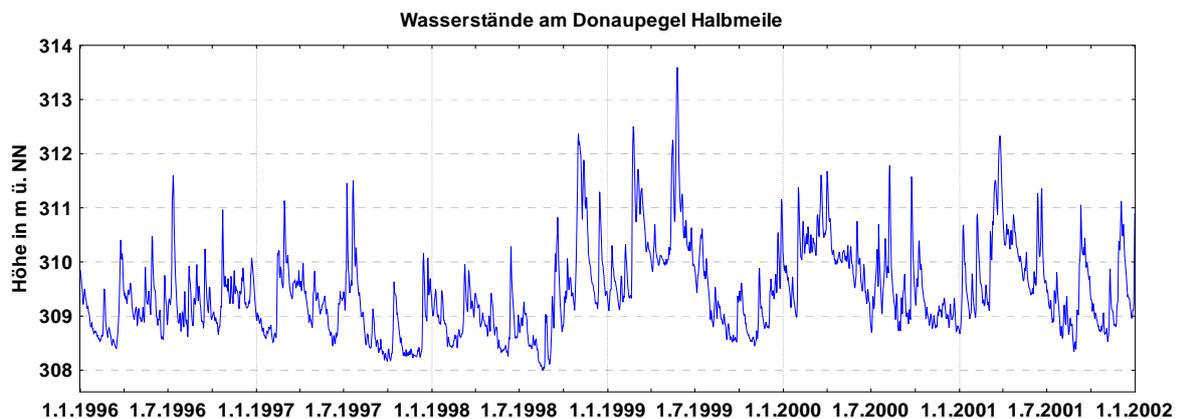


Abb. 4.1: Pegelstände am Donauegel Halbmeile während der Untersuchungsjahre.

Der niedrigste Wasserstand der Donau während der 6 Untersuchungsjahre trat am 18./19.8.1998 auf. An den Pegeln Halbmeile (308,00 m ü. NN) und Deggendorf (308,77 m ü. NN) lag er 1,53 m bzw. 1,50 m unter Mittelwasser (1981/90). Entsprechend niedrige Wasserstände wurden auch an den Transekten im Untersuchungsgebiet gemessen (Fotos in Abb. 6.8). Im September 1998 führte ein kleineres Hochwasser mit Wasserständen in der Donau von rund 1,4 m (Pegel Halbmeile) bis 1,6 m (Pegel Deggendorf) über MW (1981/90) erstmals in diesem Jahr zu kleinflächigen Überflutungen im Deichvorland von Isar und Donau. Erst die Hochwasser im November und Dezember 1998 sowie Frühjahr 1999 (Februar, März und Mai 1999) verursachten großflächige und langanhaltende Überflutungen des Deichvorlandes (Abb. 4.2). Der Verlauf der Hochwasser wird in Kapitel 4.2.2 genauer beschrieben. Das Frühjahr und der Sommer 1999 waren durchweg durch hohe Wasserstände in der Aue gekennzeichnet. Am Pegel Halbmeile lag der Wasserspiegel der Donau noch vor Beginn der Vegetationsperiode ab dem 20. Februar bis zum 4. Juli 1999 durchgehend über dem langjährigen Mittelwasserstand (1981/90). Erst im August 1999 stellten sich wieder niedrige Wasserstände ein.

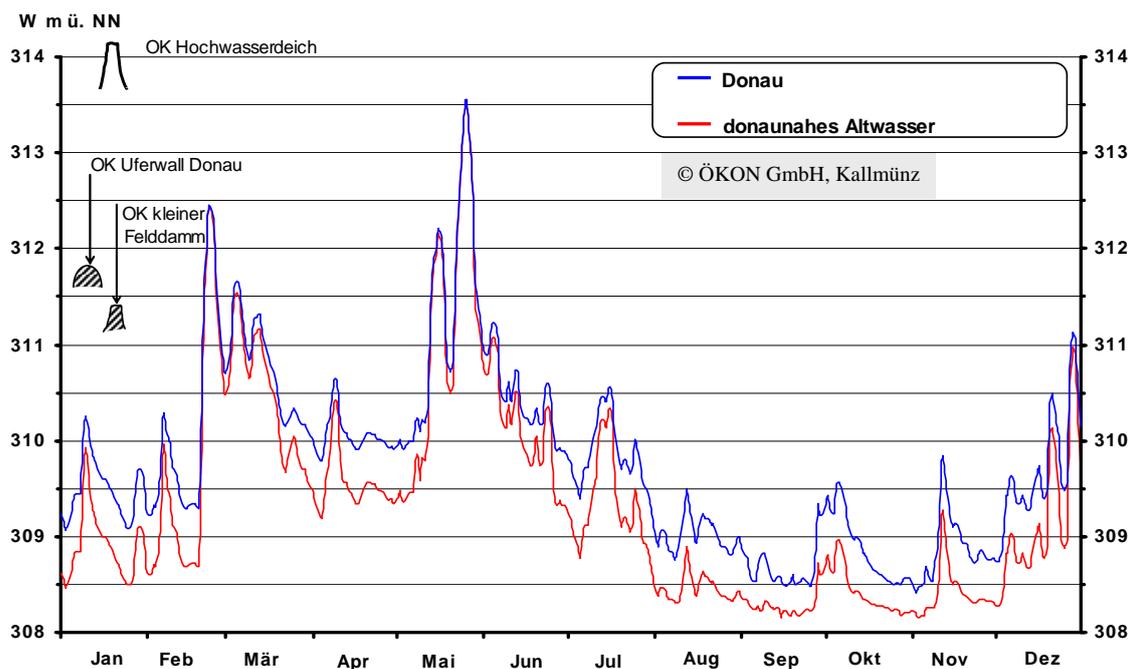


Abb. 4.2: Wasserstände (W) in der Donau (Pegel Halbmeile) und im donanaunahes Altwasser am Transekt 1 (Do-Km 2280,16) im Kalenderjahr 1999; Aufstellung der Ganglinie auf Grundlage zahlreicher Messwerte und der Schlüsselkurve zwischen den Wasserständen der Donau und des donanaunahes Altwassers.

Das Jahr 2000 (Abb 4.1) war geprägt durch lang anhaltende hohe Wasserstände von Anfang Februar bis Anfang Juni. Höchststände der Donau wurden am 19.3.2000 mit 311,67 m ü. NN und am 1.4.2000 mit 311,69 m ü. NN am Pegel Halbmeile erreicht. Nach einer kurzen Niedrigwasserperiode von etwa Mitte Juni bis Mitte Juli mit dem Niedrigwasserstand von 308,70 m ü. NN am 2.7.2000 (Pegel Halbmeile) folgten erneut 2 Hochwasserwellen (Höchststand 9.8.2000 mit 311,82 m ü. NN und 23.9.2000 mit 311,76 m ü. NN; Pegel Halbmeile). Erst in der zweiten Oktoberhälfte folgte eine Niedrigwasserperiode bis zum Jahresende. In der Aue verliefen die Wasserstandsschwankungen wesentlich gedämpfter, so stellten sich hier erst im November/Anfang Dezember die niedrigsten Wasserstände ein.

Das Jahr 2001 (Abb 4.1) war ebenfalls gekennzeichnet durch lang anhaltende und stark schwankende hohe Wasserstände von Januar bis etwa Mitte/Ende Juni. Das Jahresmaximum am Pegel Halbmeile lag am 26.3.2001 bei 312,34 m ü. NN. Erst im Juli stellten sich mittlere bis niedrige Wasserstände ein, mit einem kurzzeitigen Minimum von 308,35 m ü. NN am 27.8.2001 am Pegel Halbmeile. Im September dagegen traten aufgrund lang anhaltender und ergiebiger Niederschläge erneut relativ hohe Wasserstände auf mit Höchststand am 10.9.2001: 311,20 m ü. NN (Pegel Halbmeile).

Erst nach der 6-jährigen Untersuchungsperiode traten noch niedrigere Wasserstände auf, und zwar in den beiden anschließenden Jahren 2002 und 2003 (Abb 4.1). Im extrem trockenen Jahr 2003 wurde am 29.08. ein Wasserstand von nur 307,87 m ü. NN am Pegel Halbmeile gemessen, 13 cm niedriger als im August 1998 und nur noch 24 cm über dem NNW von 1954. Die Schwankungsamplitude der Donau und damit auch in den Auen vergrößerte sich damit um 13 cm von 5,63 m (1996 - 2001) auf 5,76 m (1996 - 2003).

Dieses gehäufte Auftreten lang anhaltender niedriger Wasserstände zwischen RNW (bzw. MNW) und NNW kann Zeichen eines Klimawandels sein. Es ist von hoher ökologischer und planerischer Bedeutung.

#### **4.2.2 Hochwasser**

Hochwasser der Donau im Herbst und Winter 1998

Ende Oktober 1998 trat das erste größere Hochwasser seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1996 auf. Am 1. November 1998 wurde der höchste Wasserstand der Donau am Pegel Deggendorf mit 648 cm erreicht, was zu einer Überflutung des Isarmündungsgebietes führte. Bis Mitte Dezember folgten 3 weitere niedrigere Hochwasserwellen.

Aus Abbildung 5.3 sind nicht nur der ausgeprägte Wechsel der Wasserstände im Vorland sowie die verzögerte und geringere, aber immer noch deutliche Reaktion der Wasserstandsschwankungen hinterdeichs ersichtlich. Bei näherer Betrachtung fällt auf:

- wie unterschiedlich hoch die Wasserstände im Vorland in Abhängigkeit von der Geländegestalt sind (z.B. am 9.11. und 16.11.1998),
- wie Grund- und Oberflächenwasserstände, auch bodenbedingt ("Feuchte Senke") und artesisch bedingt (Kap. 4.2.3), bei geringer Entfernung der Messstellen um mehrere dm abweichen können und
- wie der Schöpfwerksbetrieb (hier des Schöpfwerkes Isarmünd) die Wasserstände der dammnahen "Hippuris-Senke" und im Ableitungsgaben hinterdeichs senkt.

Diese detailliert erfassten großen Unterschiede sollten aufgrund ihrer ökologischen und ökonomischen Bedeutung für große Flächen künftig in Oberflächen- und Grundwassermodelle einfließen. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Hochwasserstandsmessungen von 1998 näher erläutert. Die Lage der Messstellen auf T1 und T5 sind in den Abbildungen 3.6 und 5.2 dargestellt.

##### **Transekt 1 (Do-Km 2280,16)**

Abbildung 5.3 zeigt am T1 gemessene Wasserstände. Mit Erreichen des Scheitels der ersten Welle wurde das Deichvorland am 1.11.1998 bei 312,34 m ü. NN bis ca. 1,8 m unter der Krone des Hochwasserdeiches überflutet, bei einer Fließgeschwindigkeit von etwa 1 m/sec. Landseits des Hochwasserdeiches lag der höchste Wasserspiegel am Durchlass bei der Messstelle R 189A (Abb. 5.2) mit 310,42 m ü. NN rund 1,9 m niedriger als im Vorland.

Der nahe gelegene Schreibpegel R189/2 gab für den 1.11. einen artesischen Grundwasserstand von 310,96 m ü. NN an. Demnach wäre das Grundwasser hier seit Beginn des Hochwassers von 308,56 m ü. NN um 2,4 m gestiegen. Im Boden stiegen dagegen die Wasserstände weniger rasch und weniger hoch.

Am 9.11.1998 waren die Wasserspiegellagen in Höhe von Do-Km 2280,16 in der "Bodenentnahme" und im dammnahen Altwasser etwa ausgeglichen und bildeten eine zusammenhängende Wasserfläche. Das höher gelegene Grünland stromaufwärts der "Bodenentnahme" und landseits des kleinen Felddammes entlang des donaanahen Altwassers war zu dieser Zeit nicht überflutet.

Bei der 2. Hochwasserwelle wurde in Höhe von T1 der kleine Felddamm (Abb. 3.5), entlang des donaanahen Altwassers, von der Donau her an seinen tiefsten Stellen gerade überflossen (Foto 4.1). Das Vorland zwischen Altwasser und Hochwasserdamm war jedoch bereits in weiten Bereichen überflutet, das Wasser floss aus Richtung der Isar zu und strömte zügig. Der Wasserstand im Grünland lag in Höhe von Do-Km 2280,2 bei nur 310,85 m ü. NN, in der Donau dagegen fast 1 m höher bei 311,72 m ü. NN. Der Schreibepegel R189/2 im Deichhinterland zeigte einen steil verlaufenden Anstieg im Grundwasser an und eine Spiegelhöhe von 310,64 m ü. NN.

Foto 4.1:

Der etwa 0,5 m hohe Felddamm längs des donaanahen Altwassers (ca. Do-Km 2280,8 - 2280,0) behindert eine freie Überflutung der winterdammnäheren Auefläche. Er wurde oberhalb Transekt 1 bei Hochwasser am 11.11.1998 bei einem Wasserstand von rund 311,5 m ü. NN überströmt. Vom Hochwasserdeich aus waren die Kaskaden des einströmenden Wassers deutlich zu erkennen, im Hintergrund die Kirche von Halbmeile.



Aufnahme: K. Meindorfer

An T1 wurde der Scheitel der zweiten Hochwasserwelle bei etwa 311,9 m ü. NN am 12./13.11.1998 erreicht. Der niedrigste Wasserstand vorderdeichs auf Höhe von Do-Km 2280,16 wurde mit 309,75 m ü. NN im dammnahen Altwasser am 9.11.1998 gemessen. Der Grundwasserstand am Pegel R189/2 landseits lag gleichzeitig bei 310,12 m ü. NN, rund 4 dm höher als der Wasserspiegel im dammnahen Altwasser. Die bodenwirksamen Grundwasserstände waren selbst im pegelnahen Bereich wesentlich höher.

Im weiter entfernten Deichhinterland (rund 600 m vom Donauufer entfernt) war das Grundwasser seit dem 11.11.1998 von 310,46 m ü. NN auf 310,28 m ü. NN gefallen. Das Qualmwasser jedoch stand dort noch am 16.11.1998 mit 310,55 m ü. NN deutlich höher als direkt landseits und donauseits des Hochwasserdeiches.

In der "Feuchten Senke" (Abb. 5.3) etwa 650 - 700 m landseits der Donau wurde erst am 16.11.98 der höchste Wasserstand mit 310,59 m ü. NN beobachtet gegenüber 310,55 m ü. NN am 11.11.98 und 310,49 m ü. NN am 9.11.1998. Die im Vergleich zu den andersartigen benachbarten Standorten geringere Schwankungshöhe der Wasserstände in der "Feuchten Senke" deutet auf die dort mächtige stauende Bodenschicht hin, die Schwankungen des Grundwassers stark dämpft.

#### **Transekt 5 (Do-Km 2278,0 - 2278,6)**

Stromseits des Hochwasserdeiches (HW-Deich) auf Höhe von Do-Km 2278,2 (Nordteil des NSG Staatshaufen) wurde während des Winterhochwassers im November 1998 der

Höchststand der 1. Welle am 1.11.1998 mit 312,00 m ü. NN ermittelt. Das Vorland war hier bis hoch an den Deichfuß überströmt. Landseits des HW-Deiches wurde der artesische Höchststand am Grundwasser-Schreibpegel R190/2, (Abb. 5.2) einen Tag später, mit 311,97 m ü. NN nur knapp unterschritten. Der höchste Wasserstand in der nahen landseitigen Fläche lag dagegen mit 310,79 m ü. NN fast 1,2 m unter der Angabe des Schreibpegels R190/2.

Landseitig wurde so viel Druckwasser vom Stögermühlbach zugeführt, dass weite Bereiche des Waldes überflutet waren. Über ein System aus Rinnen, Senken und Gräben wird das Wasser durch den Wald und durch die vorgelagerte Grünlandfläche zum Wäldchen "Im Bruch" und weiter abwärts über Kuglstadt nach Thundorf zur Donau abgeleitet. In Folge einer Biotop verbessernden Maßnahme läuft das Wasser nach Entfernung eines Ableitungsrohres "Im Bruch" (Abb. 3.5) wieder verzögert ab.

Die Grundwasser-Messrohre, R190 und R190/5, beide etwa 50 m landseits des Grabens, zeigten am 3.11.1998 rund 0,6 - 0,8 dm höhere, wohl artesische Grundwasserstände an, im Gegensatz zu verschiedenen Messstellen im dortigen donauseitigen Grünland und Wald ("Kleiner Waldsporn" und "Im Bruch", Abb. 3.5).

Am 9.11.1998, dem Zeitpunkt des Tiefststandes zwischen zwei Hochwassern, konnte das Donauvorland auf Höhe des Weges zur Donau bei Do-Km 2278,3 wieder teilweise begangen werden. Im Altwasser lag der Wasserspiegel bei 309,72 m ü. NN. Stromaufwärts und stromabwärts des leicht erhöhten aufstauenden Querweges war die Aue noch weiträumig überflutet. Der Wasserstand der Donau auf Höhe von Do-Km 2278,2 lag um 12<sup>00</sup> Uhr bei 310,06 m ü. NN, der am donanahen Pegel R197 gemessene Grundwasserstand mit 310,03 m ü. NN nur wenig darunter. In Höhe des Transektes bei Do-Km 2278,2 waren im Vergleich zum weiter stromab in die Donau mündenden Staatshaufener Altwasser die Wasserstände sowohl in der Donau höher (34 cm) als auch am stromseitigen Fuß des Hochwasserdammes zwischen Damm und altwasserbegleitendem Uferwall (dort sogar 71 cm höher als im Altwasser).

Dies weist vor allem auf die entscheidende natürliche Vorflutfunktion des breiten Altarmes bei fallendem Donauwasserstand hin, der bereits 1,2 km weiter abwärts bei Do-Km 2277,0 in die Donau mündet. Zum anderen zeigt sich auch die Bedeutung von Geländegestalt und Boden in der Aue: Beide bewirken, dass Oberflächenwasser in vielen, teils großen Flächen noch einige Zeit in der Aue verbleibt. Die Vorflutfunktion dieses breiten Altwassers sollte im Rahmen zukünftiger Planungen beibehalten werden.

Während des nachfolgenden Hochwassers war das Deichvorland von T5 stromseits des Altwassers am 11.11.1998 nicht mehr zu betreten. Das über die Altwassermündung einströmende Hochwasser floss kräftig **stromaufwärts**. Entsprechend wurde stromabwärts auf Höhe von etwa Do-Km 2278,2 mit 310,66 m ü. NN am Hochwasserdeich ein **höherer** Wasserstand gemessen gegenüber dem oberstromigen Wasserstand auf Höhe von Do-Km 2278,4 (310,58 m ü. NN). Das Fließgefälle im Altwasserbereich verlief bei steigenden Wasserständen in der Donau **entgegen** der Fließrichtung in der Donau. Das rasche Aus- und Einströmen über die ehemalige kurze Mäanderschleife zeigt die hohe Bedeutung dieses offenen Systems zwischen Strom und Aue.

An der Brücke über das Altwasser (Do-Km 2278,3) konnten bereits wieder am 16.11.98, dem Tag eines erneuten Tiefststandes zwischen zwei Hochwasser-"Wellen", beiderseits

ausgeglichene Wasserstände mit jeweils 309,92 m ü. NN ermittelt werden. Am stromseitigen Fuße des HW-Deiches dagegen wurde auf Höhe von Do-Km 2278,2 ebenfalls am Morgen des 16.11.1998 bei einer Spiegellage von 310,41 m ü. NN ein fast 0,5 m **höherer** Wasserstand gemessen als im Altwasser und zudem ein etwa 10 cm **tieferer** Stand als 200 m stromaufwärts (310,51 m ü. NN) am Damm.

Diese wenigen Beispiele belegen die Bedeutung des freien Ein- und Ausflutens über die donanahe Altarmmündung aber auch die besonders komplizierte Wasserstands- und Strömungsdynamik in diesem Bereich der Aue. Dieses Wechselspiel zwischen der Donau und ihrer Aue ist für die speziell unter diesen naturnahen Umständen vorkommenden Pflanzen und Tiere lebensnotwendig.

Im Deichhinterland bewirkte das ablaufende Hochwasser mit Verzögerung fallende Grundwasserstände. Der Pegel R190/2 zeigte am 16.11.1998 einen artesischen Grundwasserspiegel von 310,12 m ü. NN an, während rund 200 m stromabwärts das flächenwirksame landseitige Qualmwasser im Wald bei 310,53 m ü. NN noch großflächig rund 4 dm höher stand als an der amtlichen Messstelle.

Im Februar 1999 führte ein abermaliges Donauhochwasser mit Scheitel am 23.2.1999 am Pegel Deggendorf und einem Wasserstand von rund 0,5 m über **MHW** (1981/90) zur erneuten Überflutung der Deichvorländer. Druckwasser überstaute ausgedehnte Bereiche des deichnahen Hinterlandes. Zahlreiche Senken blieben monatelang wassergefüllt, die Spiegellagen in den Altwässern waren anhaltend hoch, bis das noch weit höhere und lange Hochwasser vom Mai bis Juli 1999 erst allmählich ausklang.

### Frühjahrshochwasser 1999 (Pfingsthochwasser)

Regenfälle und einsetzende Schneeschmelze in den Alpen führten Ende Mai 1999 zu einem weiteren Hochwasser in der Donau (Abb. 4.1, 4.2, Foto 4.2) und in der Isar, dessen Scheitel am 26.5.1999 am Pegel Deggendorf bei 746 cm lag, (314,46 m ü. NN) und der dort nur 2 cm unter dem HHW vom 13.7.1954 blieb. Am Pegel Mühlham wurde das HHW vom 13.7.1954 am 26.5.1999 bei einem Wasserstand von 721 cm (310,91 m ü. NN) um 2 cm überschritten.

Foto 4.2:

Die Isarmündung während des Pfingsthochwassers am 28.5.1999 im Luftbild.

Aufnahme: K. Leidorf



Im Mündungsbereich der Isar, am T6 (Do-Km 2282,3, Isar-Km 0,5) reichte der Wasserstand etwa 2,5 dm unter der Deichoberkante (314,31 m ü. NN) (Foto 4.3). Landseits des HW-Deiches wurde am T6 der höchste Qualmwasserstand bei 311,19 m ü. NN gemessen. Abwärts der Isarmündung lag im Vorland von T1 (Do-Km 2280,16) der Höchstwasserstand am 26.5.1999 bei 313,66 m ü. NN rund 5 dm unter der Deichkrone. Das Deichhinterland an T1 dagegen war bei 311,5 m ü. NN höher überflutet als aufwärts der Isarmündung. An T1 wurde ähnlich wie Ende März 1998 und im Sommer 1965 im Wald bis 450 m landeinwärts des HW-Deiches ein Wasserstand bis 80 cm Höhe über Flur gemessen (Abb. 5.1).



Foto 4.3:  
Überflutetes Vorland im  
donaunahen Weidenwald  
links der Isar bei Transekt 6  
am 18.9.1998.

Die landseits anschließenden landwirtschaftlichen Flächen waren ebenfalls weithin zum Teil anhaltend wasserbedeckt (Foto 4.4). Etwa 800 m aufwärts war der Ort Isarmünd am 27.5.1999 bei einem Wasserstand von 311,5 m ü. NN teilweise überschwemmt mit einer Überflutungshöhe von rund 0,5 m über Flur (Foto 4.5). Der Höchststand wurde hier hinterdeichs am 28.5.1999 mit 311,6 m ü. NN erreicht. Am Pegel Halbmeile, der abwärts der Isarmündung für dieses Untersuchungsgebiet ausschlaggebend ist, wird für den 26.5.1999 zwischen 5 Uhr und 11 Uhr ein mittlerer (Höchst-) Wasserstand von 640 cm angegeben (HHW 641 cm am 13.7.1954), entsprechend 313,63 m ü. NN.

Weiter donauabwärts lag der Höchstwasserstand im Vorland bei T5 (Do-Km 2278,2) mit rund 313,2 m ü. NN nur etwa 3 dm unter der Deichkrone. Im Hinterland war im Kerngebiet 3 (Abb. 1.2) der **deichnahe** Wald bei 310,83 m ü. NN von einer geschlossenen Wasserfläche bedeckt. Weiter landseits wurde nahe des Stögerermühlbaches (Mühlbachaue, Abb. 3.5) ein Höchststand von 310,69 m ü. NN ermittelt. In Richtung des nach Südosten abfließenden Wassers lag ein entsprechend geringerer Höchststand bei 310,35 m ü. NN und weiter abwärts bei 310,33 m ü. NN. Die landseits anschließenden Äcker waren auch hier am und nach dem 27.5.1999 großflächig wasserbedeckt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass

- je nach Höhe und zeitlichem Verlauf des Hochwassers in der Donau und in der Isar das Vorland in Abhängigkeit von Geländere relief und Auelehmboden in unterschiedlichem Ausmaß überflutet wird,

- dementsprechend die Grund- und Oberflächenwasserstände auch an benachbarten Messstellen deutlich voneinander abweichen können,
- die Grundwasserstands-Schwankungen hinterdeichs groß sind; ihre jährlich höchsten Ausschläge reichen von mindestens 0,7 m bis maximal 2,8 m über dem jeweiligen Jahresmittelwasserstand (durchschnittlich etwa 1,75 m über MW) sowie
- die zuvor repräsentativ erläuterten hohen Grundwasserstands-Schwankungen hinterdeichs bei zukünftigen Planungen Berücksichtigung finden sollten.

Foto 4.4:

Beim Pfingsthochwasser 1999 wurde auch das Hinterland bei Isarmünd überflutet.

Luftaufnahme:

K. Leidorf, 28.5.1999



Foto 4.5:

Am 27.5.1999 stand das Qualmwasser in großen Teilen von Isarmünd rund 0,5 m über Flur.

Luftaufnahme:

K. Leidorf, 27.5.1999



#### 4.2.3 Artesische Wasserstände

Da größere Hochwasser erst im Herbst und Winter 1998 und Frühjahr 1999 auftraten, konnten Ausmaß und Häufigkeit des artesischen Aufstiegs und Sinkens von Grundwasser in den Messrohren mit den zur Verfügung stehenden Mitteln erst zu einem sehr späten Zeitpunkt der Untersuchungen beobachtet werden. Die ermittelten Daten sind in Tabelle 1 (Anh) aufgeführt.



Foto 4.6:  
 Beim Pfingsthochwasser 1999 aus der Grundwasser-Messstelle R183/3 austretendes artesisches Grundwasser. Der tatsächliche Wasserstand im Gelände liegt etwa 9 dm tiefer als das aus dem Rohr austretende Grundwasser.  
 Aufnahme: K. Meindorfer, 27.5.1999

Am Beispiel des Grundwasser-Messrohres R183/3 ist das Auftreten artesischer Wasserstände dargestellt. Bei unterschiedlichen Hochwasserständen in der Donau war die Messstelle trockenen Fußes zu erreichen, während im Rohr artesische Wasserstände bis zu 9 dm über Flur auftraten. Während des Pfingsthochwassers 1999 drückte das Grundwasser sogar aus dem Boden und aus dem Rohr hoch (Abb. 4.3 rechts, Foto 4.6). Trotz Einsatzes mobiler Pumpen, die laufend Qualmwasser ins Deichvorland abpumpten, war die Differenz zwischen den Wasserständen innerhalb und außerhalb des Messrohres geringer als bei den anderen dargestellten Messungen.

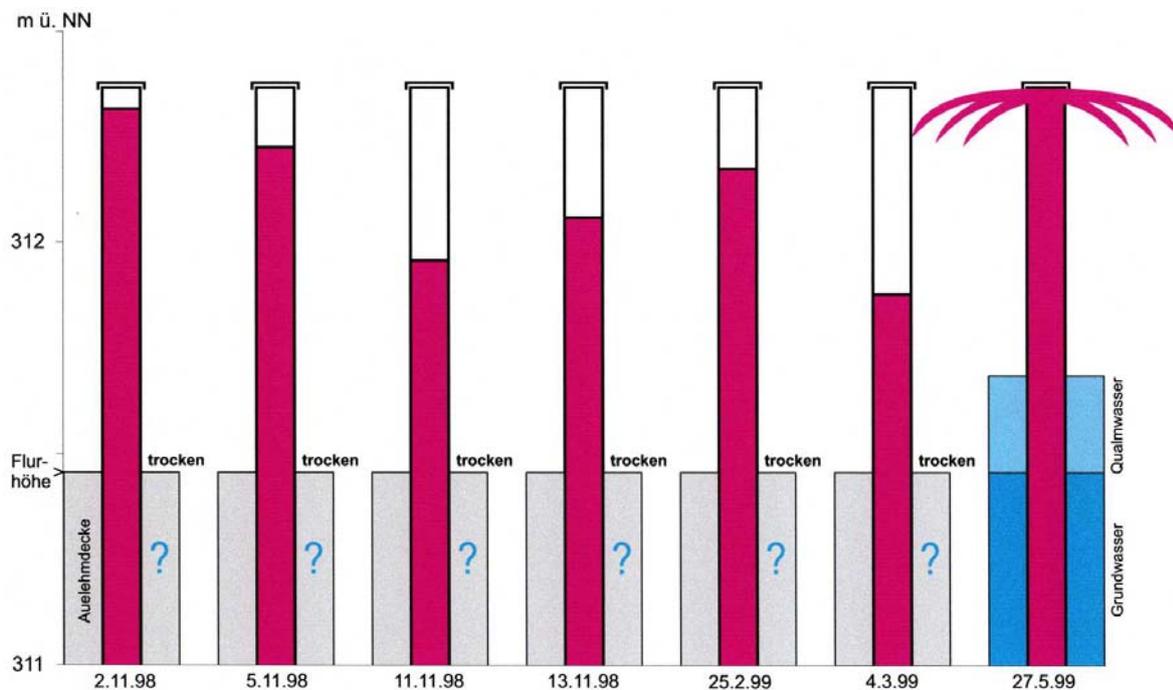


Abb. 4.3: Wasserstände im Grundwasser-Messrohr R183/3 (rot) und außerhalb des Rohres (blau) bei Deggendorf-Fischerdorf. Der Grundwasserstand außerhalb des Rohres im Boden ist nicht erfasst, die Differenz zwischen dem artesischen Wasserstand im Rohr und dem vegetationswirksamen Grundwasserstand im umgebenden Boden (grau dargestellter Auelehm-Deckel) ist nicht bekannt.

Dies bedeutet: bei den häufigen kleineren Donauhochwassern ohne Qualmwasseraustritt und Pumpeneinsatz treten an der Messstelle noch größere Differenzen zwischen den Wasserständen im Rohr und außerhalb auf als bei den seltenen großen Hochwassern. Weil aber die häufigen Hochwasser den größeren Einfluss auf Vegetation und Tierwelt ausüben, ist die Erfassung der in der Bodendeckschicht wirksamen Grundwasserstände und Bodenfeuchte von erheblicher Bedeutung sowohl aus ökologischer als auch planerischer Sicht.

#### 4.2.4 Aussagekraft der hydrologischen Daten

Artesische Grundwasserstände aus Messrohren, welche die Bodendeckschicht durchstoßen, sind für Aussagen zum vegetationswirksamen Bodenwasserhaushalt nicht oder nur eingeschränkt verwendbar (Kap. 4.2.3). Aufschlussreiche Grundwasserstandsmessungen in der durchwurzelbaren Bodendeckschicht konnten einerseits von 1996 - 2001 nicht ausreichend und flächendeckend erfasst werden, andererseits liegen entsprechende langjährige parallele amtliche Datenreihen nicht vor. Eine künftige Lösung zur Rekonstruktion des oberflächennahen Grundwassers mit Bedeutung für die Vegetation aus amtlichen Messungen und parallelen Eichmessungen stellt HENRICHFREISE (2000) dar. Dennoch konnte zunächst die **Dynamik der Wasserstandsschwankungen**, deren Wirkung ausschlaggebend für das Vorkommen der charakteristischen Tier- und Pflanzenwelt der Aue ist, belegt werden (Kap. 5.1.2).

### 4.3 Bodenkundliche Untersuchungen

Nachfolgend, in den Kapiteln 4.3.1 - 4.3.4, werden die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen mittels Rammkern-, Bohrstocksondierung und Schürfen dargestellt.

#### 4.3.1 Kapillare Steigfähigkeit und Porenvolumen

Das Gesamtporenvolumen der stärker sandigen Proben wurde mit 28 bis 50 Vol.-% am Gesamtvolumen der Proben ermittelt. Das Luftvolumen nach Entwässerung mit der 1. Druckstufe von 300 mbar liegt bei 48 - 93 % am gesamten Porenvolumen. Dies entspricht dem Grobporenanteil. Daraus ergibt sich eine hohe Durchlässigkeit für Wasser und Luft (Durchlüftung der Böden).

Für die eher bindigen Proben wurde das Gesamtporenvolumen der geprüften Probekörper mit 37 - 50 Vol.-% am Gesamtvolumen der Probe ermittelt. Das Luftvolumen bei pF 2,5 beträgt 6 - 30 % am gesamten Porenvolumen, abhängig vom Sandanteil des Materials. Bei der Probe A54 (B19/Z1) wurden 26 %, bei der Probe A55 (B26/Z1) 21 % entwässerte Poren am Gesamtporenvolumen gemessen. Das bedeutet, dass 74 bzw. 79 % des Porenvolumens auf die engen Mittel- und Feinporen entfallen.

Die stärker sandigen Proben im Bodenprofil behindern den kapillaren Aufstieg des Wassers im Bodenprofil, da das hohe Gesamtporenvolumen hauptsächlich von Grobporen gebildet wird. Die Sandschichten sind somit als kapillarbrechend zu bezeichnen. Wird Wasser in diese Schichten eingestaut, ist nicht mit erhöhter Verfügbarkeit von Wasser für die Pflanzen zu rechnen, falls die Pflanzen nicht bis dorthin wurzeln. Dies gilt allerdings

nur für Wasserstandshöhen, die die nächste darüber liegende Schluffschicht nicht erreichen.

Bei den Böden, die hauptsächlich aus Schluff bestehen, wird das Porengefüge überwiegend aus Fein- bis Mittelporen gebildet, was zu einer guten Vernetzung dieser Poren und damit zu kapillarem Aufstieg von Wasser führt. Nach Überflutungen erfolgt eine Entwässerung wegen der geringen Grobporenanteile nur sehr langsam. Während eines Grundwasseraufstaus wird das erhöhte Grundwasserdargebot für die Pflanzen durch den kapillaren Aufstieg bis zum Ende der jeweiligen Schluffschicht und damit bis in den Durchwurzelungsbereich weitergeleitet. Werden Flüsse aufgestaut, führt dies oberhalb der Staueinrichtung zum Aufstieg des Grundwassers und damit zur dauerhaften Vernässung von Standorten. In der Folge fehlt der Wechsel zwischen Niedrig-, Mittel- und Hochwasser als essentieller Standortfaktor der Aue.

Die untersuchten Bodenproben, welche sich in ihrer Fähigkeit zum kapillaren Grundwasseraufstieg unterscheiden, lassen sich zusammenfassend in zwei Gruppen einteilen:

**Schluffboden:** Proben mit einem Porenanteil von maximal 30 % Grobporen und mehr als 70 % Mittel- und Feinporen. Diese Böden sind gekennzeichnet durch einen Anteil der Schlufffraktion von mehr als 40 bis hin zu 95 % der Masse.

**Sandboden:** Proben mit mehr als 50 % Grobporen und entsprechend geringem Anteil an Mittel- und Feinporen. Bei diesen Böden zeigt die Korngrößenverteilung einen Schluffanteil von ca. 15 % an.

Im Detail haben sich folgende Ergebnisse gezeigt (Bohrprofile Abb. 4.4 im Anhang: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)):

## **Transekt 1**

### **Bodenprofil bei Pflock 5 (B3):**

Die Sandschicht von 2,55 - 1,25 m unter der Geländeoberkarte (GOK) neigt nicht zu kapillarem Aufstieg. Die darüber liegenden Schluffschichten ab ca. 309,9 m ü. NN weisen kapillaren Aufstieg auf, der bis zur oberen Schicht reicht.

### **Bodenprofil bei Pflock 6 (B4):**

Bei B4 ist ein kapillarer Aufstieg bis zu einer Höhe von 1,4 m unter GOK möglich. In der darüber liegenden Schicht zwischen 1,4 - 0,9 m handelt es sich um einen schluffarmen Sand, in dem kapillarer Aufstieg verlangsamt bis unterbrochen wird, da der Grobporenanteil bei über 90 % liegt. Steigt der Wasserspiegel nicht über diese Schicht hinaus an, kommt es zu keinen Veränderungen in der oberen Zone. Wird die Unterkante der Schicht ab 0,9 m unter GOK (309,52 m ü. NN) erreicht, setzt wieder eine Sogwirkung ein, die bis in den Mutterboden reicht.

### **Bodenprofil bei Pflock 8 (B5):**

Aufgrund der hohen Schluffanteile in allen Schichten des Profiles und den daraus resultierenden hohen Anteilen von Fein- und Mittelporen neigt die gesamte bis zu 1,6 m Tiefe erfasste Bodensäule (308,20 m ü. NN) zu kapillarem Aufstieg. Dadurch ist die Boden-deckschicht in der Regel gut mit Wasser versorgt.

**Bodenprofil bei Pflock 23 (B8):**

In der Sandschicht von 1,2 m - 0,5 m unter GOK steht das Grundwasser zeitweise an (Foto 3.7). Steigt das Wasser bis zu der darüber liegenden Schicht von 0,5 m (308,75 m ü. NN) bis 0,2 m unter GOK an, kann es zum kapillaren Aufstieg bis in den Mutterboden kommen. Bei der Schicht von 0,5 m - 0,2 m unter GOK handelt es sich um eine Sandschicht mit Schluffanteil von mehr als 40 %. Die Porenverteilung weist trotz des Schluffanteiles einen hohen Anteil Grobporen von ca. 66 % auf. Der Grund hierfür könnte auch in einer Störung des Probenkörpers bei der Entnahme liegen.

**Bodenprofil bei Pflock 25 (B9):**

Bis zu einer Höhe von ca. 1,5 m unter GOK kommt es nicht zum kapillaren Aufstieg. Die darauffolgenden drei höher liegenden Schichten über 307,90m ü. NN weisen einen durchschnittlichen Schluffanteil von mehr als 50 % auf. Die Porenverteilung der Proben aus den Schichten 0,45 m - 0,1 m unter GOK und 1,0 m - 0,45 m unter GOK weisen einen Anteil von mehr als 80 % Fein- und Mittelporen auf. Es liegt ein Bodenprofil vor, in dem es oberhalb von ca. 1,5 m unter GOK zum kapillaren Aufstieg von Wasser kommt.

**Bodenprofil bei Pflock 30 (B10):**

Kapillarer Aufstieg ist beim Bodenprofil B10 durch den hohen Schluffanteil der Bodensäule ab 1,95 m unter GOK (~ 309,2 m ü. NN) möglich. Bis 1,35 m unter GOK überwiegt der Schluffanteil; bis 1,95 m unter GOK schließt dann schluffig bis stark schluffiger Feinsand an, der vereinzelt mit Wurzeln durchsetzt ist.

**Bodenprofil bei Pflock 31 (B11):**

Bei B11 ist der Boden bis 0,75 m unter GOK mit Wurzeln durchsetzt. Ein kapillarer Aufstieg ist mindestens bis 1,4 m unter GOK (309,46 m ü. NN) und vermutlich auch bis zu 1,85 m unter GOK (309,01 m ü. NN) möglich. Von 1,4 - 1,5 m unter GOK erstreckt sich eine kaum wasserleitende Schicht aus schwach schluffig bis schluffigen Fein- bis Mittelsand, an die leitfähige Schluffschichten bis 1,85 m unter GOK anschließt. Ab 1,85 m unter GOK folgt schwach schluffig bis schluffiger Fein- bis Mittelsand.

**Bodenprofil bei Pflock 52 (B12):**

Beim Bodenprofil B 12 liegt im hohen Schluff- und Tonanteil der gesamten Bodensäule, die bis in 1,9 m Tiefe (307,7 m ü. NN) erfasst wurde, die hohe Kapillarität begründet. Wasseranstieg bis in den Mutterboden ist bei diesen Böden zu erwarten.

**Transekt 5.1****Bodenprofil bei Pflock 6 (B16):**

Bis zu einer Tiefe von ca. 1,5 m unter GOK kommt es kaum zum kapillaren Aufstieg von Wasser. In der Schluffschicht bis 1,0 m unter GOK neigt das Bodenmaterial zur Sogwirkung. Ein Anteil von 35 % Schluff und 83 % Fein- und Mittelporen belegen dies. Die darüber liegende Schicht von 1,0 m - 0,25 m unter GOK weist nur einen Schluffanteil von 7 % auf. Der Grobporenanteil steigt stark bis über 50 % an. Die Kapillarwirkung in dieser Schicht ist sehr gering. Erhält diese Schicht nicht bis nahe an den Mutterboden Grundwasser, kann nicht mit einer guten Wasserversorgung dieser oberen Bodenschicht gerechnet werden.

### **Bodenprofil bei Pflock 8 (B17):**

Bis zu einer Höhe von ca. 1,5 m unter GOK unterbleibt in der Kiesschicht kapillarer Aufstieg. Wird Wasser dagegen bis in die darüber liegende Schicht von 1,5 m (308,75 m ü. NN) bis 1,0 m unter GOK eingestaut, kommt es zum kapillaren Aufstieg. Der hier vorliegende Schluffboden mit 92 % Schluffanteil und 75 % Fein- und Mittelporen hat eine hohe Sogwirkung. Die darüber liegende Schicht von 1,1 m - 0,2 m unter GOK ist ein Sandboden mit 8 % Schluffanteil und 50 % Grobporen. In dieser Schicht kommt es nicht zwingend zum kapillaren Aufstieg von Wasser und zur Vollsättigung des Bodens. Der Wassergehalt in diesem Boden kann zwar ansteigen, lang andauernde hohe Wasserstände sind in diesem Bereich jedoch nicht zu erwarten, da der Boden aufgrund des hohen Grobporenanteils gut und rasch entwässert.

### **Bodenprofil bei Pflock 11 (B18):**

Aus der Kiesschicht bis 1,4 m unter GOK kommt es zu keinem kapillaren Anstieg. Grundwasser stand hier bei der Probennahme bereits an. Die darüber liegende Schluffschicht ab 308,4 m ü. NN (von 1,4 m - 0,7 m unter GOK) mit 75 % Fein- und Mittelporen führt dagegen zu kapillarem Aufstieg. Die darüber liegende Sandschicht von 0,7 m - 0,4 m mit 85 % Grobporen und einem Schluffanteil von 9 % neigt nicht zum kapillaren Aufstieg. Aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit ist sie nicht als "zwingend kapillarbrechend" einzustufen.

### **Bodenprofil bei Pflock 14 (B19):**

In der Kiesschicht bis 1,2 m unter GOK (308,06 m ü. NN) stand das Wasser bei der Probennahme bereits an. Diese Schicht neigt nicht zum kapillaren Aufstieg. Die darüber liegenden Schichten- die Feinsandschicht bis 1,1 m unter GOK und die Schluffschicht bis 0,15 m unter GOK neigen zu kapillarem Aufstieg. 79 % der Poren sind hier Fein- bis Mittelporen. Diese führen bei Wasseranstieg bis in diese Höhe zu einer Wassersättigung des Bodens.

### **Bodenprofil B bei Pflock 16 (B20):**

In der Kiesschicht bis 1,15 m unter GOK steht das Wasser bereits bei 1,3 m unter GOK an. Bei einem Anstieg des Wassers in die darüber liegende Sandschicht, die bis 1,05 m unter GOK reicht, kommt es noch nicht zum kapillaren Anstieg. In der Schluffschicht von 1,05 m (307,92 m ü. NN) bis 0,2 m unter GOK mit 85 % Fein- und Mittelporen sowie einem Schluff- und Tonanteil von 84 % erfolgt dagegen ein kapillarer Anstieg des Wassers und eine Aufsättigung des Bodens.

## **Transekt 5.2**

### **Bodenprofil bei Pflock 8 (B26):**

Die Bodensäule weist drei Schluffschichten mit Schluffgehalten von 65 - 75 % und einem Anteil von 80 - 85 % Fein- bis Mittelporen auf. In der gesamten bis 2,4 m Tiefe erfassten Bodensäule kann es (schon mindestens ab 307,9 m ü. NN) zum kapillaren Anstieg von Wasser kommen. Da Grundwasser bereits in der untersten Schluffschicht ansteht, hat sich eine entsprechende Wechselfeuchte anzeigende Vegetation mit z.B. viel Scharbockskraut und etwas Rohrglanzgras bereits eingestellt.

**Bodenprofil bei Pflock 11 (B27):**

Bei der Schicht bis 1,4 m unter GOK handelt es sich um Fein- bis Grobkies, der keinen kapillaren Anstieg zulässt. Dringt Wasser in die darüber liegende Sandschicht von 1,4 m (309,7 m ü. NN) bis 0,9 m unter GOK oder noch weiter, in die Schluffschicht bis 0,2 m unter GOK vor, wird der Boden aufgrund eines Fein- bis Mittelporenanteiles von größer 70 % bis oben hin mit Wasser gesättigt.

**Bodenprofil bei Pflock ZP6 (B28):**

Die Bodensäule umfasst von 1,7 m - 0,2 m unter GOK drei Schluffschichten mit gegen die Oberfläche hin steigenden Schluff- und Tonanteilen. Der Fein- und Mittelporenanteil reicht von 77 bis über 90 %. Dies bedeutet, je höher das Grundwasser nach oben steigt, desto stärker wird die kapillare Sogwirkung. Die kapillare Sogwirkung ist ab 307,85 m ü. NN, der Endtiefe der Bohrung, nachgewiesen.

**4.3.2 Sieb-Schlämmanalysen**

Sieb-Schlämmanalysen wurden an allen 41 gestörten Bodenproben vorgenommen, um die Kornverteilung der Böden im Untersuchungsgebiet kennenzulernen. Dabei zeigen sich bei den Sanden Unterschiede im Schluffgehalt. Die ermittelten Schluffgehalte von 0 - 5 % (Laborergebnisse: 3 - 5 % bei z.B. B4 in Bodenprobe 2 (BP2)) ergeben nach DIN 18196 Sande der Gruppe SE (enggestufte Sande). Ermittelte Schluffgehalte von 5 - 15 % (Laborergebnisse: 8 - 10 % z.B. bei B3 in BP5) ergeben nach DIN 18196 Sande der Gruppe SU (Sand-Schluff-Gemisch). Erhobene Schluffgehalte von >15 % (Laborergebnisse: 30 - 35 % bei z.B. B3 in BP1) ergeben nach DIN 18196 Sande der Gruppe SU.

Bei den Schluffen ergeben sich ebenfalls Unterschiede im Schluffanteil der Proben. Es sind, unabhängig von der Einteilung nach DIN 18196, Schluffe mit Schluffgehalten von bis zu 50 % (z.B. B3 in BP3), bis zu 60 % (z.B. B9 in BP2), bis zu 70 % (z.B. B26 in BP2) und Schluffgehalte > 70 % (z.B. B12 in BP1) zu unterscheiden.

Kiesanteile konnten in den Siebungen nicht nachgewiesen werden. Die Sande setzen sich zumeist aus Fein- bis Mittelsanden zusammen, Grobsande kommen nur selten vor. Hohe Tonanteile zeigen sich in den Böden mit hohem Schluffanteil wie z.B. B12, dort in BP1 und in BP2 im T1.

**4.3.3 Wassergehalt und Dichte**

Signifikant sind die geringen Wassergehalte der Sande mit nur 2,17 - 5,67 % (B16 in BP1). Dabei können die Wassergehalte mit steigendem Schluffanteil über ca. 8 % innerhalb der Sande bis auf 24,68 % Wassergehalt wie in der B8 in BP2 ansteigen. Ferner zeigen sich hohe Wassergehalte in den Proben, wenn die Proben grundwassernah entnommen wurden (z.B. B8 in BP2).

Die Dichtebestimmungen nach DIN 18124 zeigen gute Übereinstimmung mit den in der Literatur für diese Böden angesetzten Werten. Eine Ausnahme bildet der Wert für die Probe B11 in BP1, der vorerst nicht erklärbar bleibt.

#### 4.3.4 Zusammenfassung und Ausblick

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen können folgende Aussagen getroffen bzw. Tendenzen angegeben werden.

Die bodenkundlich nur unvollständig untersuchten T1, T5.1 und T5.2 zeigen hinsichtlich der vorkommenden Böden insofern Unterschiede, als an **T1** vorderdeichs (Schürfen B3 - B9) vermehrt Sande auftreten. Gleichzeitig überschreiten die Schluffgehalte mit nur einer Ausnahme (B5) nicht einen Gehalt von 60 %. Bei B5 ist ein Zusammenhang mit dem benachbarten Altwasser zu prüfen. Für den sonstigen Bereich an T1 vorderdeichs ist über das Vorherrschen von gröberem Korngrößen eine höhere Fließgeschwindigkeit des Transportmediums Wasser bei der Sedimentation belegt.

Der Bodenaufbau, erkundet in den Schürfen, zeigt hier schluffige Böden, die regelmäßig, oft mehrfach, von kapillarbrechenden Sanden durchzogen sind. Ein Anstieg des Grundwassers hätte hier, sofern nicht Schluffschichten, die von Pflanzen durchwurzelt sind, erreicht werden, kaum Auswirkungen auf das verfügbare Wasserangebot für die Pflanzen, da die Sande das Wasser aufgrund des Grobporenanteiles rasch wieder verlieren können.

Am **T1 hinterdeichs**, **T5.1** und **T5.2** finden sich überwiegend schluffige Böden mit hohen bis sehr hohen Schluffgehalten von 70 - 98 %. Die Entstehung der Sedimente erfolgte durch deutlich langsamer fließendes Wasser als bei den Sedimenten vorderdeichs. Es spiegelt sich auch die Entfernung zur Donau wider. Die Böden sind hier nur selten von kapillarbrechenden Sanden durchbrochen. Sande finden sich als Auflage im Bereich der Geländeoberfläche (B16, B18, T5.1), wobei sie hier keine kapillarbrechende Wirkung haben. Weiterhin befinden sich Sande als Auflage über den die bindigen Schichten unterlagernden Kiesen (B14, B20 auch im T5.1). Hier würde ein dauerhafter Anstieg des Grundwassers bis an die Unterkante der Schluffe das Grundwasserangebot über die kapillare Steigfähigkeit dauerhaft erheblich erhöhen.

Sicher ist bei heutigem Kenntnisstand jedoch, dass der räumliche Zusammenhang der vorgefundenen Schichten vorerst offen bleiben muss. Hier kann erst die Konstruktion von geologischen/hydrogeologischen Profilschnitten unter Berücksichtigung der Höhenlage der Aufschlüsse und Schichten weitere Erkenntnisse bringen. Aufgrund unserer Erfahrung aus anderen Felderkundungen sind die vorgefundenen Schichten lateral nur gering ausgedehnt und wenn, dann in Fließrichtung der Donau. Für die Anfertigung von Profilschnitten, aus denen qualifizierte Schlüsse zu ziehen wären, sind somit weitere Bodenaufschlüsse notwendig. Für die Bereiche, die derzeit mit Kernsondierungen abgedeckt sind, sind Aussagen zur kapillaren Steigfähigkeit und Porosität nicht machbar, da keine ungestörten Proben entnommen werden konnten. Hier sollte eine nochmalige Beprobung über Baggerschürfen in Erwägung gezogen werden.

#### 4.3.5 Ergebnisse der Bohrstockeinschläge

Die Bohrstockeinschläge erfolgten im Bereich der Pflöcke, wodurch die Höhenspanne der durchwurzelbaren Bodendeckschicht in m ü. NN der Probestellen bekannt ist. In diesem Zusammenhang wurde repräsentativ die unterschiedliche Reliefform entlang der untersuchten Transekte berücksichtigt. Auf T1, T5.1 und T5.2 ergänzen die Bohrstockeinschlä-

ge die Rammkernsondierungen und die Baggerschürfen. Die Ergebnisse der Bohrstockeinschläge bestätigen auf T1, T5.1, T5.2, T6 und T7 im Deichvorland die Vielgestaltigkeit und Tiefgründigkeit der Bodendeckschichten (Abb. 4.5).

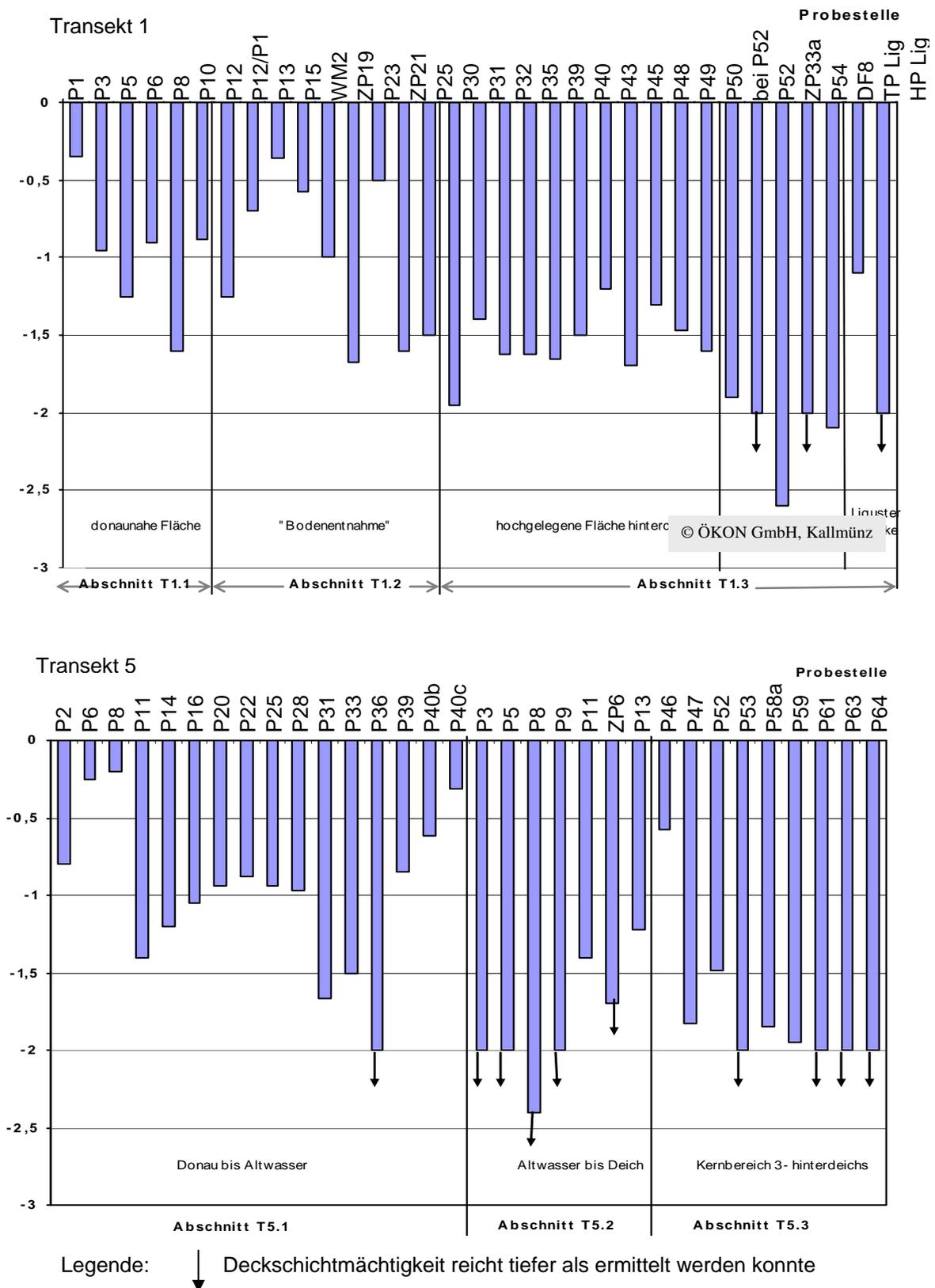


Abb. 4.5: Mächtigkeit der Bodendeckschicht an Transekt 1 / Do-Km 2280,16 (oben) und an Transekt 5 / Do-Km 2278,20 (unten).

Sandbänder, die mit Schluff oder Ton vermischt sind, führen hier zur Trennung von oberflächennahen Humus- und Schluffschichten von tiefer gelegenen Schluff- und Tonschichten. Vorwiegend sind die Böden als tiefgründig bis sehr tiefgründig zu bezeichnen, wobei die Schluff- und Tonschichten bis zu einer Tiefe von 2 Metern und tiefer reichen. Eine Ausnahme bilden die Profile auf T7. Hier sind die Böden homogener von Humus, Schluff und Ton bestimmt, reine Sandschichten treten in den oberen 2 Metern nur selten auf. Möglicherweise ist dies auf verringerte Strömungsgeschwindigkeiten, bedingt durch eine Rückstauwirkung der Isar bei Donauhochwasser und der Verringerung des Fließgefälles aufgrund des Isarschüttkegels, zurückzuführen. Dies kann zu einer stärkeren Sedimentation feinerer Kornfraktionen führen.

## 4.4 Vegetation

### 4.4.1 Überblick über die Vegetation des Isarmündungsgebietes

Die folgenden Angaben orientieren sich im Wesentlichen an der Nomenklatur der Arbeit von ZAHLHEIMER (1991) über das Mündungsgebiet der Isar. Zudem wird eine Vegetationsmonographie mit Vegetationskarte von LINHARD (1964) mit ausgewertet. Es werden nur solche Einheiten besprochen, die im Untersuchungsgebiet angetroffen wurden und die von Bedeutung für die Fragestellung sind.



Foto 4.7:  
Altwasser am Transekt 6. In Altwassern treten während der häufigen langen Niedrigwasserzeiten zahlreiche auetypische Arten und Pflanzengesellschaften auf (Foto 4.9).  
Aufnahme: Frühjahr 1998

### Wasserpflanzen

In den z.T. ausgedehnten Altwassern, die das Isarmündungsgebiet wesentlich prägen (Foto 4.7), wächst meist die Teichrosengesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum*, W. Koch 1926; Abb. 6.6). Neben Wasserlinsendecken (*Lemnion minoris*) in verschiedenen Ausprägungen, darunter auch solche mit Furchen-Wasserlinse (*Lemna trisulca*) und Buckellinse (*Lemna gibba*), finden sich als seltene Gesellschaften die Krebscheren-Froschbiss-Gesellschaft (*Hydrocharitetum morus-ranae*, van Langendonck 1935; Foto 4.8), die Schwimblebermoos-Decke und die Wasserfeder-Gesellschaft (*Hottonietum palustris*, Tx. 1937).

## Röhricht

Von besonderem Interesse sind die Röhrichte. Isaraufwärts werden diese vor allem vom Schilf gebildet. Im donaanahen Bereich wird dagegen der Großröhrichtgürtel infolge der ausgeprägten Schwankungen zwischen sehr niedrigen Wasserständen und etwa Mittelwasserniveau im Weidenwald durch die auentypische Vegetation der Donau- und Isaraue ersetzt. Es finden sich dann Wechselwasserbereiche (Foto 4.9), die während niedriger Wasserführung der Donau trockenfallen. Hier wachsen oberhalb des Niveaus mit ständiger Wasserbedeckung sowohl überdauernde Pflanzengesellschaften wie Tannenwedel-Bestände (*Hippuris vulgaris*-Gesellschaft), als auch temporäre Kleinröhrichte und kurzlebige terrestrische Zweizahn- und Zwergbinsen-Pioniergesellschaften, insbesondere die Schlammkrautflur (*Cypero-Limoselletum*, Oberd. 1957, Korneck 1960; Abb. 6.6). Diesen funktionalen Zusammenhang zwischen Wasserstandsdauer, Wasserstands-Amplitude und sich einstellender Vegetationsausbildung in der Röhrichtzone zu beleuchten, ist für die Beurteilung der weiteren Entwicklung der Donauaue mit ihren zahlreichen Altwässern von großer Bedeutung. Die Gefahr der Verschilfung jetzt schilffreier artenreicher Altwasser nach etwaiger Änderung der Wasserstandsamplitude muss sorgfältig bedacht werden

Foto 4.9:  
 Naturnahe Wechselwasserzone am Altwasser im Bereich des Transektes 16.2.  
 Aufnahme: 28.8.1998



Foto 4.8:  
 Der Bestand der Krebschere (*Stratiotes aloides*) in einem Teich bei Transekt 4 (Deichhinterland) deutet auf eher konstante Wasserstände hin.  
 Aufnahme: Juni 2000

## Riede, Hochstaudenfluren

In den Verlandungsbereichen und in den zeitweise vernässten Mulden spielen weiterhin die auetypischen Großseggenriede (Foto 4.10) eine bedeutende Rolle (Steif-, Ufer- und Schlankseggenried (*Caricetum elatae*, W. Koch 1926, *Caricetum ripariae*, Soó 1928, Knapp et Stoffers 1962, *Caricetum gracilis*, Almquist 1929) sowie Hochstaudenfluren, oft mit der sonst landesweit selten vorkommenden Sumpf-Wolfsmilch-Gesellschaft (*Veronico longifoliae-Euphorbietum palustris*, Korneck 1963 bzw. *Euphorbia palustris*-Gesellschaft).



Foto 4.10:  
Ried auf der „Schüttwiese“  
bei Transekt 9.  
Aufnahme: 10.8.1999

## Gehölze

Naturnahe Auenwälder sind neben Forstgesellschaften v.a. mit Hybridpappeln vielfältig erhalten. Als Gesellschaft der Weichholzaue in lange überschwemmten Lagen ist dies vor allem der Silberweidenwald (*Salicetum albae*, Issler 1926) und nur kleinflächig der Grauerlen-Auwald (*Alnetum incanae*, Lüdi 1921). Diesen Einheiten flussseitig vorgelagert sind Mandelweiden-Gebüsche (*Salicetum triandrae*, Malcuit 1929). In Lücken und an Rändern der Weichholzwälder und -gebüsche finden sich ausgesprochen wüchsige Uferhochstaudenfluren (Nesselseiden-Zaunwinden-Gesellschaft (*Cuscuta-Convolutetum sepium*, Tx. 1947), Flussgriekraut-Gesellschaft (*Senecionetum fluviatilis*, Zahlheimer 1979).

In der Hartholzaue stockt der Eichen-Ulmen-Auwald (*Quercu-Ulmetum minoris*, Issler 1924) in zahlreichen Ausbildungen der hinterdeichs in höheren Lagen vom Eichen-Hainbuchen-Wald (*Galio sylvatici-Carpinetum betuli*, Oberd. 1957) abgelöst wird. In stromferner Lage finden sich auch Trockenstandorte mit Resten von Rohrpfeifengras-Kiefernwäldern (*Molinia arundinacea-Pinus sylvestris*-Gesellschaft, Hölzel 1996) und Stieleichenbestände mit Wärme liebenden Arten, die aber in diesem Projektzusammenhang nicht einbezogen waren.

## Grünland

Großer Aufmerksamkeit bedürfen die Halbkulturformationen des Feucht- und Nassgrünlandes (Foto 4.11), der nassen Hochstaudenfluren und der Riede. Streuwiesen finden sich vor allem in Gestalt dauerfeuchter Duftlauch-Pfeifengraswiesen (*Allio-Molinietum*, Görs in Oberd. 1983) und wechsellückiger Knollendistel-Pfeifengras-Wiesen (*Cirsio tuberosi-Molinietum*, Oberd. et Philippi ex Görs 1974). Früher weit verbreitete Gesell-

schaften, wie Kopfbinsen-Riede (LINHARD 1964), sind nach Eingriffen in den Wasserhaushalt (Schöpfwerke, Trinkwasserbrunnen) und Nutzungsänderungen nur noch fragmentarisch vorhanden. Eine bundesweite Besonderheit ist die Glanzwolfsmilch-Flur (*Veronica longifoliae-Euphorbietum lucidae*, Balátová-Tulácková et Knezevic 1975), "die den Eindruck einer wechselfeuchten, hochstauden-bestimmten Saumvegetation im Grenzbereich Streuwiese/Wald macht" (ZÄHLHEIMER 1991)

Foto 4.11:  
Wiesengebiet im Deichhinterland bei Kuglstadt im Bereich des Transektes 10.



#### 4.4.2 Untersuchte Flächen

Die vegetationskundliche Bearbeitung erfolgte zunächst auf 40, ab 1998 auf 51 Dauerbeobachtungsflächen (Abb. 3.7 und Tab. 2 Anh). Einen Überblick über die vegetationskundliche Zuordnung aller Flächen auf den Transekten geben Tabelle 3 - 15 (Anh).

33 Flächen liegen im Wald, wovon 25 in Bestände des *Quercus-Ulmetum* (Issler 1924) gelegt wurden, eine weitere in einen sehr nass stehenden Eichenbestand mit *Carex acutiformis*, drei in Kopfweidenbestände sowie eine in ein *Pruno-Fraxinetum* (Oberd. 1953) und drei in Weidenbestände naturnaher Struktur. Die weiteren 18 Aufnahmeflächen liegen in Röhrichten und Großseggenrieden (13) sowie in Hochstaudenfluren und Streuwiesen (5). Die Aufnahmeflächen liegen schwerpunktmäßig östlich der Isar, meist in Donaunähe.

#### 4.4.3 Überblick über die Vegetation der Aufnahmeflächen

##### Röhrichte (*Phragmition*) (Tab. 4 Anh)

Von den **Süßwasserröhrichten** (*Phragmition*, W. Koch 1926) wurde mit jeweils einer Aufnahme das **Schilfröhricht** (*Phragmitetum australis* Schmale 1939) und das **Wasserschwaden-Röhricht** (*Glycerietum maximae*, Hueck 1931) erfasst, welche nach ZÄHLHEIMER (1979) die beiden häufigsten *Phragmition*-Arten in dem von ihm untersuchten Teil des Donautales darstellen. Für das Vorherrschen des Wasserschwaden-Röhrichts vermutet ZÄHLHEIMER (1979) in erster Linie Nutzungseinflüsse (bessere Verträglichkeit von Mahd und Beweidung), stärkere Verträglichkeit gegenüber Wasserstandsschwankungen spielen in dieser Hinsicht keine entscheidende Rolle.

Die Aufnahme­fläche des *Phragmitetum australis* mit *Phragmites australis* liegt an T8 am seicht auslaufenden Ende eines Altarmes im Kontakt zu Kopfweidenbeständen. Die Isar ist etwa 100 m entfernt. Die erfasste Subassoziation "solanetosum" mit Bittersüßem Nachtschatten fällt im Gegensatz zur typischen Ausbildung längere Zeit trocken (Zahlheimer 1979). Das *Glycerietum maximae* wurde bei T7 aufgenommen. Es liegt hier zwischen Schilfröhricht und Glanzgrasröhricht in einem größeren Verlandungskomplex am Rande eines Altwassers.

Vom **Glanzgrasröhricht** (*Phalaridetum arundinaceae*, Libbert 1931, Tab. 5 Anh) sind zwei Aufnahmen als typische Ausbildung zu bezeichnen. Eine Aufnahme stammt von einer Uferbank an einem durchflossenen Altwasser (T14), eine andere von dem oben schon erwähnten Verlandungskomplex an T7. An T8 wurde ebenfalls ein Bestand auf einer Uferbank aufgenommen, der jedoch floristisch deutlich abweicht (Tab. 5 Anh).

**Großseggenriede** (*Magnocaricion*, W. Koch 1926) (Tab. 5 Anh)

An Seggenrieden (Foto 4.12) wurden im Vorland das **Schlankseggenried** (*Caricetum gracilis*), das **Steifseggenried** (*Caricetum elatae*) sowie das **Uferseggenried** (*Caricetum ripariae*) erfasst.

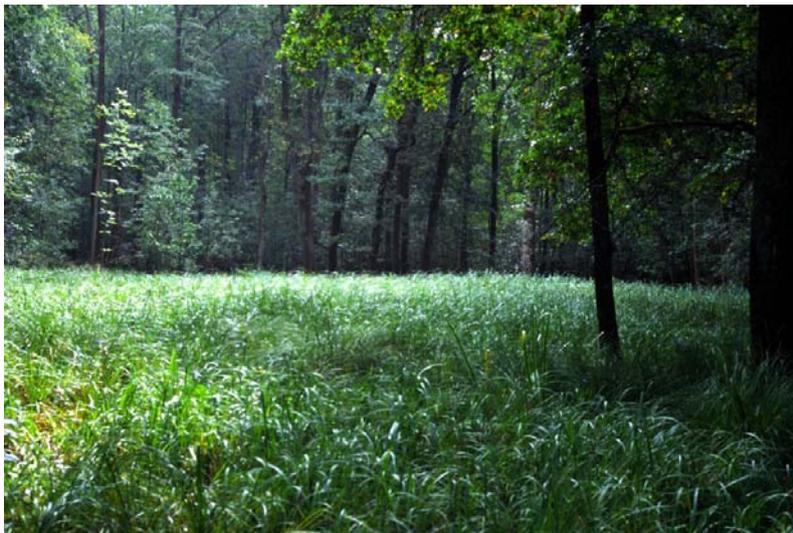


Foto 4.12:

Die seggenreiche Senke im Deichhinterland am Transekt 1.

Aufnahme: September 2001

Die aufgenommene typische Ausbildung des *Caricetum gracilis* kann nach Zahlheimer (1979) und Ahlmer (1989) als stabile Dauergesellschaft angesehen werden. Beide Aufnahme­flächen liegen am T7, im gleichen Verlandungskomplex wie die oben beschriebenen Röhrichte. Im Mündungsbereich des Stögermühlbaches (Mühlbachaue, T17) wurde eine wasserschwadenreiche Ausbildung des *Caricetum gracilis* aufgenommen, aus einer größeren Senke hinterdeichs stammt die schilffreie Aufnahme.

Das *Caricetum elatae* ist auf Standorte mit geringeren Wasserstandsschwankungen angewiesen (hier Schüttwiesen) an T9 im Deichhinterland. Der erfasste Bestand ist Teil eines Nasswiesenkomplexes mit einem stark ausgeprägten Kleinrelief. Demnach kann der erfasste Bestand der Subassoziation von *Carex panicea* zugeordnet werden, die deutlich unter Nutzungseinfluss steht, was am hohen Anteil von *Molinietalia*-Arten erkennbar ist.

Das *Caricetum ripariae* wurde in einem verlandeten Altwasserrest im Vorland an T16 und in einer größeren Seige (Geländemulde, Senke) im Hinterland nahe Kuglstadt aufgenommen. Beide Bestände stehen recht nass und waren im hochwasserreichen Jahr 1999 mit *Lemnion*-Fragmenten durchsetzt, allerdings in ihrer Vitalität auch erheblich geschwächt. Nach ZAHLHEIMER (1979) besiedelt das Uferseggen-Ried ähnliche feuchte Standorte wie das Schlankseggen-Ried (LINHARD 1964), bescheinigt dem Uferseggen-Ried eine etwas größere ökologische Amplitude.

#### Nasse Hochstaudenfluren (*Filipendulion*, Segal 1966) (Tab. 6 Anh)



Foto 4.13:  
Sumpf-Wolfsmilch (*Euphorbia palustris*) eine typische Stromtalpflanze.

Nasse Hochstaudenfluren wurden lediglich mit zwei Aufnahmen dokumentiert. Es handelt sich hierbei um eine **Sumpfwolfsmilch-Gesellschaft** (*Euphorbia palustris*-Ges., Foto 4.13), aufgenommen an T9 (Schüttwiesen) im Deichhinterland, sowie um eine Aufnahme einer Glanzwolfsmilch-Gesellschaft (*Veronico-Euphorbietum lucidae*) an T5n.

Der Aufnahme mit Sumpfwolfsmilch fehlt die Charakterart *Veronica longifolia*, weshalb der Bestand als ranglose Gesellschaft benannt wurde, wenngleich die Art in der weiteren Umgebung zu finden ist. Die Sumpfwolfsmilch-Gesellschaft, welche eine bundesweite Besonderheit darstellt, wird von AHLMER (1989) von brachliegenden Feuchtwiesen vor allem im Saum des *Salicetum cinereae* (Zólyomi 1931) beschrieben. Dies trifft auch auf diesen Bestand zu.

Die Aufnahme mit Glanz-Wolfsmilch zeigt dagegen das typische Arteninventar, kann somit der Gesellschaft zugeordnet werden

und erfasst den größten und vitalsten Bestand im Isarmündungsgebiet und damit Bayerns. Der Standort ist relativ nass, wobei *Euphorbia palustris* geringfügig tiefer steht.

#### Pfeifengraswiesen (*Molinion*, W. Koch 1926) (Tab. 7 Anh)

Pfeifengraswiesen sind nur mit drei Aufnahmen dokumentiert, die von T9 (Schüttwiesen, Deichhinterland; Foto 2.2) und T5b stammen. Die höher gelegene Knollendistel-Pfeifengras-Wiese (*Cirsio-Molinietum arundinaceae*) enthält eher trockenheitsbedürftige Arten wie *Euphorbia verrucosa*, *Hippocrepis comosa* und *Viola hirta*. Bei der tiefer gelegenen Aufnahme der Duftlauch-Pfeifengraswiesen (*Allio-Molinietum*) ist u.a. *Viola elatior* bemerkenswert.

**Weiden-Auenwälder und -gebüsche** (*Salicion albae*, Soó 1930) (Tab. 8, 9 Anh)

Weiden-Auenwälder und -gebüsche sind auf sechs Flächen erfasst worden. Zumeist dominieren Silberweidenwälder (*Salicetum albae*; Foto 4.14), nur an T1 wurde auch ein Mandelweidengebüsch aufgenommen (*Salicetum triandrae*). Diese Aufnahme zählt zu den drei Beständen mit naturnah wirkender Struktur (T1, T5), jeweils an Uferbereichen von parallel zur Donau gelegenen Altwassern. Bei den restlichen drei Aufnahmen handelt es sich um Kopfweidenbestände. Trotzdem zeigen die Aufnahmen floristisch eine weitgehende Ähnlichkeit. Auffallend ist der in manchen Jahren hohe Anteil der neophytischen *Aster tradescantii*. Lediglich die Aufnahme an T8 weicht von diesem Bild ab und deutet mit dem Auftreten von *Humulus lupulus* auf ein höher gelegenes Niveau hin (vgl. ZÄHLHEIMER 1979).



Foto 4.14:  
Silberweidenbestand in der „Bodenentnahme“ an Transekt 1. Bei den häufig höheren Wasserständen ist die gesamte Fläche überflutet (Foto 6.10).  
Aufnahme: 18.9.1998

Im Isarmündungsgebiet haben regelmäßig überflutete Silberweiden-Wälder einen Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Donauebiet. Silberweiden-Wälder sind in Bayern und in Deutschland „vom Aussterben bedroht“ und nach der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie der EU prioritär zu schützen. Die floristische Besiedlung zeigte in den sechs Jahren einprägsam die vorherrschenden dynamischen Verhältnisse in den Isar- und Donauauen an. Möglicherweise erlauben die hier veröffentlichten Daten einen neuen Einblick in die Einbindung naturnaher Silberweidenauen größerer noch erhaltener Auenkomplexe in das Raum-Zeit-Gefüge dynamischer Auen. In der Literatur hingegen sind zumeist Aufnahmen von mehr oder weniger stark beeinträchtigten Silberweidenauen aus gestauten Flussabschnitten veröffentlicht (z.B. SEIBERT in OBERDORFER 1992).

Besonders deutlich wurde dies durch das unerwartete Auftreten von Pflanzen der offenen Wechselwasserbereiche, die auf gehölzfreien Wechselwasserstandorten in Abhängigkeit von den jeweiligen Wasserstands-Verhältnissen in Jahren ohne ausgeprägtes Niederwasser ausblieben und sich in anderen Jahren mit lang anhaltend niedrigen Wasserständen spontan wieder einstellten. Im naturnahen Silberweiden-Wald können die Pflanzen der Wechselwasserröhrichte ebenfalls gedeihen, allerdings muss dazu zunächst die Konkurrenz der hochwüchsigen nitrophytischen Krautschicht, die in trockeneren Jahren mit gut durchlüfteten Böden besonders üppig wird, ausgeschaltet werden (Tab. 9 Anh). Daher treten in Silberweiden-Wälder die kleinwüchsigen Arten der Wechselwasserröhricht-

te wohl nur dann auf, wenn ein größeres Hochwasser in der Vegetationsperiode zum Zusammenbrechen der Krautschicht führt. Nach abgelaufenem Hochwasser können die Pionierarten der Kleinbinsen-Gesellschaften auflaufen. Dabei muss das Wasser lediglich unter das Niveau der Weichholzaue sinken. Dies zeigt, dass naturnahe Silberweiden-Wälder einen beachtlichen Beitrag auch zum floristischen Artenschutz leisten, was freilich nur erkannt werden kann, wenn ihre zeitliche Dynamik ausreichend erfasst wird. Zudem erlaubt der beschriebene Mechanismus den kleinwüchsigen Sippen der gehölzfreien, tiefgelegenen Wechselwasserbereiche auch die Reproduktion in nasseren Jahren auf dem höher gelegenen Niveau der Silberweidenauen.

**(Hartholz-) Auenwälder** (*Alno-Ulmion*, Br.-Bl. et R. Tx. 1943) (Tab. 10 - 14 Anh)



Foto 4.15:  
Hartholzauwald am Transekt 11 mit dominierenden Bestand des Scharbockkrautes (*Ranunculus ficaria*).  
Aufnahme: 27.4.1999.

anhand des vorliegenden Aufnahmematerials in drei Subassoziationen unterteilt werden: eine Einheit mit *Phalaris arundinacea* kennzeichnet nach SEIBERT (1992) Standorte mit stärker wechselnden Feuchteverhältnissen, die Einheit mit *Carex alba* bezeichnet die trockensten Standorte, während die typische Ausbildung den mittleren Bereich zwischen den Wechselwasserstufen abdeckt, hier vorwiegend feucht und mäßig trocken im Wechsel in einem ausgewogeneren Verhältnis als im nasseren und trockeneren Flügel. In den Tabellen (Tab. 10, 11, 13 Anh) kommt die Anordnung der Bestände entlang des Standortgradienten deutlich zum Ausdruck.

Die in diesem Bereich angefertigten Aufnahmen (Foto 4.15) werden fast ausschließlich dem **Eichen-Ulmen-Auwald** (*Quercus-Ulmetum minoris*) zugeordnet, wenngleich es Anklänge an **Eichen-Hainbuchen-Wälder** (*Carpinion*, Issler 1931 em Oberd. 1953) gibt. Nur eine Aufnahme eines Eichenbestandes kann nicht näher identifiziert werden, da in der Krautschicht kaum Waldarten auftreten, vielmehr Arten der Verbände *Magnocaricion* und *Filipendulion*. Der Bestand, der sich am Rande einer Altlaufsenke befindet (Dauerbeobachtungsfläche 7, T1), wird vorläufig als *Quercus robur-Carex acutiformis*-Gesellschaft bezeichnet. Diese Aufnahme zeigt aber deutliche Parallelen zu der östlichen Auwaldgesellschaft des *Carici-Fraxinetum angustifoliae* wie an der March (BERTA 1970). In einer hinterdeichs gelegenen Mulde (ehemalige Flussrinne) wurde außerdem ein fragmentarisches *Pruno-Fraxinetum* aufgenommen, was gedämpfte Wasserstandsschwankungen vermuten lässt.

Die Bestände des *Quercus-Ulmetum* können

Unklar ist die Zuordnung der Bestände im trockensten Bereich. Da außer *Tilia cordata* andere *Carpinion*-Arten wie *Carpinus betulus* oder *Galium sylvaticum* fehlen, schließen wir uns der Meinung von ZAHLHEIMER (1979) an, diesen Bereich als Auenwald einzustufen.

### **Die Vegetationsentwicklung in den relativ hochwasserarmen Jahren 1996 und 1997**

#### **Seggenrieder (Tab. 5 Anh) und Hochstaudenfluren (Tab. 6 Anh)**

Im Jahr 1997 war gegenüber 1996 eine deutliche Zunahme der Wuchshöhe von Kraut- und Mooschicht zu erkennen. Deutliche Zunahmen können für *Phragmites australis*, *Urtica dioica* und *Cardamine amara* im Jahr 1997 angegeben werden. Weiter zurückgegangen sind nach den hochwasserreichen Jahren 1994 und besonders 1995 auch im Jahr 1997 die Anteile der auf Wechselwasserstände unterhalb des Weidenwaldes angewiesenen Arten wie *Rorippa amphibia*, *Stachys palustris* und *Symphytum officinale*.

#### **Streuwiesen (Tab. 7 Anh)**

Angaben zu den Veränderungen in den Streuwiesen sind nur mit großem Vorbehalt zu machen, da lediglich zwei Aufnahmepaare, die noch dazu zwei verschiedenen Gesellschaften angehören, vorliegen. Daher wird im Folgenden nur auf besonders deutliche Veränderungen eingegangen, die grundsätzlich auf beiden Flächen zu beobachten waren. Folgende Arten zeigten im Jahr 1997 deutlich geringere Anteile: *Lathyrus palustris*, *Phalaris arundinacea*, *Carex panicea*, *Parnassia palustris* und *Potentilla erecta*. Deutliche Zunahme zeigten dagegen: *Galium verum*, *Valeriana officinalis* s.str., *Carex tomentosa*, *Carex acutiformis* und *Salix cinerea*. Auffällig im Jahr 1997 war außerdem das erstmalige Auftreten von: *Trifolium montanum*, *Primula veris*, *Dianthus superbus*, *Medicago lupulina* und *Rhinanthus minor*.

#### **Weichholz-Auenwald (Tab. 8 Anh)**

Die Gegenüberstellung der Aufnahmen 1996/1997 lässt im Bereich der Weidenaue zwar insgesamt eine relativ hohe Dynamik erkennen, doch wurden kaum Ansätze für gerichtete Entwicklungen sichtbar. Überwiegend auffallende Zunahme zeigten 1997 die beiden Nitrophyten *Rumex obtusifolius* und *Urtica dioica*. Durchgehend rückgängig reagierten dagegen *Glechoma hederacea*, *Lysimachia nummularia* und *Impatiens noli-tangere*. Für die etwas höher gelegenen Flächen wurde 1997 erstmals *Impatiens glandulifera* notiert.

#### **Hartholz-Auenwald, mittleres Niveau, trockener Flügel hinterdeichs (Tab. 12 - 14 Anh)**

Im Jahr 1997 war eine auffallend höhere Gesamtdeckung der Strauchschicht vor allem durch *Corylus avellana* und *Cornus sanguinea* zu verzeichnen. Unter den krautigen Pflanzen zeigten überwiegend eine Zunahme: *Mercurialis perennis*, *Pulmonaria obscura*, *Symphytum tuberosum*, *Stachys sylvatica*, *Plagiomnium undulatum* (Moos), *Anemone nemorosa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Scilla bifolia* und *Primula elatior*. Deutliche Abnahme zeigten dagegen: *Convallaria majalis*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Paris quadrifolia* und *Lamium galeobdolon* ssp. *montanum*. Auf fünf der neun hier zusammengefassten Aufnahmeflächen wurde 1997 erstmals einer der beiden Nässezeiger *Deschampsia cespitosa* und *Angelica sylvestris* gefunden.

### Hartholz-Auenwald, tiefergelegenes Niveau bis mittleres Niveau vor allem vorderdeichs (Tab. 10 - 12 Anh)

Auch hier verringerte sich nach der Hochwasserperiode in den Jahren 1994 und 1995 die seit 1996 zunehmende Gesamtdeckung der Strauchschicht während der hochwasserarmen Vegetationsperioden mit wiederum höheren Anteilen von *Cornus sanguinea* sowie *Prunus padus*. Auf der am tiefsten gelegenen Fläche (*Quercus robur*, *Carex acutiformis*-Ges.) fiel 1997 der durchgehend geringere Anteil der für diese Fläche typischen Nässezeiger auf (*Stachys palustre*, *Iris pseudacorus*, *Lysimachia vulgaris*, u.a.), während die weniger nass stehenden *Symphytum officinale* und *Rubus caesius* (randlich von höherem Niveau in die Fläche wachsend) höhere Anteile erzielten. Deutlich zunehmende Tendenz hatten in den beiden relativ trockenen Jahren 1996 und 1997 *Phalaris arundinacea*, *Alliaria officinalis*, *Anemone nemorosa*, *Brachypodium sylvaticum* und *Scilla bifolia*. Deutlich abnehmende Tendenz zeigten in den selben Jahren *Circaea lutetiana*, *Impatiens parviflora*, *Impatiens noli-tangere*, *Plagiomnium undulatum* (Moos) und *Symphytum tuberosum*. Bei der vergleichenden Beurteilung der Entwicklung der Frühjahrs-Geophyten müssen die teilweise sehr späten Frühjahrs-Aufnahmetermine 1996 beachtet werden. Außerdem waren einige Flächen immer wieder umgewühlt (Wildschweine). Auf diesen ist eine Förderung von Arten wie *Ajuga reptans* oder *Carex sylvatica* offensichtlich, während andere Pflanzenarten dadurch unterdrückt wurden.

### Vergleich der Vegetationsentwicklung 1998 mit den Vorjahren

Beim Vergleich der Befunde von 1998 mit den Aufnahmedurchgängen 1996/97 ist zu beachten, dass 1998 (wegen Unterbrechung des Projektes) keine Aufnahme des Frühjahrsaspektes erfolgen konnte, vor allem für weite Bereiche der Hartholzaue die typischen Frühjahrsgeophyten also nicht erfasst wurden.

Auf den Sommeraspekt bezogen, lassen sich beispielhaft somit folgende charakteristische Verschiebungen der Artenanteile beobachten:

- In der Krautschicht der **Weidenbestände** (*Salicetum albae*) erreichten nach drei relativ hochwasserarmen Vegetationsperioden Arten wie *Symphytum officinale*, *Stachys palustris* und vor allem *Urtica dioica* 1998 auffallend hohe Anteile, wobei die Zunahme großenteils seit 1996 kontinuierlich zu beobachten ist. Auf Fläche 15 nahm *Senecio sarracenicus* zu. Deutliche Rückgänge zeigten z.B. Arten, die mehr auf Wechsel-Wasserstandsschwankungen angewiesen sind, wie *Aster tradescantii*, *Polygonum mite* und *Rorippa amphibia*.
- **Auf den tieferen Standorten** der Hartholzaue zeigen *Circaea lutetiana* und *Impatiens parviflora* ein nahezu über alle Flächen gleichgerichtetes Auftreten: 1996 und 1998 waren teilweise deutlich höhere Anteile als 1997 zu vermerken.
- *Urtica dioica* und *Symphytum officinale* zeigen dagegen über alle drei relativ hochwasserarmen Vegetationsperioden hinweg eine deutlich zunehmende Tendenz in Wäldern, Großseggenrieden und Röhrichten.

Im Weidenwald und in Röhrichten steht einer deutlichen Zunahme von Nitrophyten (verstärkte Mineralisation im trockenen, stärker durchlüfteten Auenboden) eine Abnahme von Nässezeigern bzw. Pionierarten gegenüber. Die dichtgeschlossenen, teilweise hochwüchsigen Bestände der Nitrophyten lassen Pionierarten keine Entwicklungsmöglichkeit.

### **Vergleich der Vegetationsentwicklung Sommer 1999 mit den Vorjahren**

Die Sommeraufnahmen des Jahres 1999 zeigten vor allem aufgrund des extrem hohen und lang andauernden Sommerhochwassers deutliche Veränderungen gegenüber denen der drei Vorjahre, was bei den extremen Witterungs-, Wasserstands- und Strömungsverhältnissen auch erwartet werden konnte.



Foto 4.16:  
Mächtige Treibholzansammlungen im Bereich des Transektes 5.1 nach den großen Hochwassern ab November 1998 bis etwa zur Jahresmitte 1999 und im Jahr 2002.  
Aufnahme: Dezember 2002



Foto 4.17:  
Bei Hochwasser angesammeltes Genist kann nach dem Trockenfallen die floristische Entwicklung auf der Fläche verändern.  
Aufnahme: November 1998



Foto 4.18:  
Treibholzablagerungen nach dem Pfingsthochwasser bei Isarmünd  
Aufnahme: 10.6.1999

Neben den extremen Schwankungen im Wasserhaushalt brachten die heftigen und lang andauernden Hochwasser für alle vor dem Deich gelegenen Flächen starke mechanische Beanspruchungen. Durch die lange Zeit der Wasserbedeckung, vor allem auch während des Pfingsthochwassers, wurde die Entwicklung der Bodenflora stark verzögert. Überdeckungen mit Treibgut nahmen auf den Aufnahmeflächen teilweise größere Bereiche ein (Foto 4.16, 4.17, 4.18).

Auf zeitweise völlig frei gelegtem Boden entwickelten sich nach Abfließen des Hochwassers völlig neue Konkurrenzbedingungen (Foto 4.19), sodass sich teilweise bishin noch nicht registrierte Artengruppen einfanden. Dies fand besonders augenfällig im Bereich der Weichholzaunen statt. Als Folge dieser Entwicklung gibt es auffällige Diskrepanzen zwischen Frühlingsaufnahme (vor dem Pfingsthochwasser) und Sommeraufnahme. Arten, die normalerweise im Laufe des Jahres an Menge zunehmen, zeigten nach dem Pfingsthochwasser in der Sommeraufnahme starke Einbrüche (z.B. *Aegopodium podagraria* auf einigen Flächen). Im Tabellenbild wird dieser Effekt durch den höheren Deckungsgrad im Frühjahr, der hier eingeht, verschleiert.

Foto 4.19:

Nach dem Pfingsthochwasser 1999 wurden einige Bereiche des Weidenwald-Niveaus vom Schlammkraut (*Limosella aquatica*), vorgelagerter grüner Saum im Hintergrund, als typischem Vertreter der Wechselwasserzone besiedelt.

Aufnahme: 16.9.1999



### Hartholzaue

Deutlich abnehmende Tendenz hatten 1999 eine Reihe von Frische- und Feuchtezeigern: *Circaea lutetiana*, *Impatiens parviflora*, *Impatiens noli-tangere* und *Stachys sylvatica* sowie stärker überflutungsempfindliche "Landwald-Arten" wie *Brachypodium sylvaticum* und *Lamium galeobdolon*.

Eine Zunahme wiesen verschiedene Arten auf, die folgenden Gruppen zugeordnet werden können:

- Differentialarten aus trockeneren Waldausbildungen auf den tiefer gelegenen, feuchteren Aufnahmeflächen (*Convallaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Viola reichenbachiana*),
- Arten mit Pionier-/Ruderalcharakter (*Poa trivialis* auf einigen Flächen deutlich, *Ajuga reptans*, *Galium aparine*, *Rubus caesius* auf tiefer gelegenen Standorten) und andere ausläufertreibende Arten wie *Carex sylvatica*,

- Frühlingsgeophyten, vor allem *Anemone nemorosa* und *Scilla bifolia* überwiegend auf höher gelegenen Flächen, meist hinterdeichs; *Anemone ranunculoides* nahm nur leicht zu.

### Weidenaue

Besonders deutlich war im Sommer 1999 die Abnahme bei *Glechoma hederacea*, *Symphytum officinale* sowie etwas schwächer bei *Urtica dioica*. Hier vermittelt das Tabellenbild (Tab. 8 Anh.) allerdings einen unvollständigen Eindruck, da der enorme Strukturwandel nicht dargestellt werden kann. Auf großen Flächen, in denen in den trockenen Vorjahren bis zu drei Meter hohe Brennesselbestände angetroffen wurden, fanden sich 1999 stellenweise nur bis zu 15 cm hohe Brennesselherden (Foto 4.20). Eine derartig hohe Bestandesdynamik macht deutlich, wie bedeutsam auch die Menge und Höhe von Arten als Maß für die Vitalität im Rahmen von Wirkungsprognosen einzubeziehen ist.



Foto 4.20:  
Das Pfingsthochwasser von 1999 schuf neue Standorte für die Schlammkrautflur auf zuvor von geschlossenen hohen Brennesselbeständen dominierten höhergelegenen Flächen.  
Aufnahme: 16.9.1999

Völlig neu trat eine Artengruppe auf mehreren Flächen auf, die den offenen Boden innerhalb der Wälder nutzen konnte (Foto 4.19). Es waren Arten, die für gewöhnlich schlammige Uferzonen im Wechselwasserbereich besiedeln: *Cyperus fuscus*, *Limosella aquatica* (Fotos 6.7 - 6.9), *Veronica catenata*, *Rumex maritimus*; und aus den Kriechrasen *Agrostis stolonifera* und *Rorippa sylvestris*.

### Röhrichte, Seggenrieder und Hochstaudenfluren (Tab. 4 - 6 Anh)

Die Bedeutung der Höhenlage der einzelnen Flächen wurde 1999 augenfällig. So verschwand aus einem Schlankseggenried (Fläche 24), das während der Jahre 1996 - 1997 immer am unteren Rand des angrenzenden Schilfgürtels lag, das Schilf nahezu völlig. Der am oberen Rand des Schilfgürtels gelegene Wasser-Schwadenbestand (Fläche 25) verwandelte sich dagegen in einen schwadenreichen Schilfbestand, nachdem 1998 kein Schilf auf dieser Fläche festgestellt wurde. Für den gesamten Schilfgürtel konnte also eine Verschiebung um mehrere Meter landwärts festgestellt werden (Tab. 15 Anh).

Eher abnehmende Tendenz hatten *Glyceria maxima*, *Carex gracilis*, *Phalaris arundinacea* und *Rorippa amphibia*, alles Arten tiefer gelegener Niveaus, die durch die langandauernden Überflutungen betroffen waren. Ebenfalls rückläufig waren *Urtica dioica* und *Symphy-*

*tum officinale*. *Iris pseudacorus* wurde in tieferer Lage offenbar beeinträchtigt, auf höher gelegenen Flächen dagegen gefördert.

Durchweg profitiert hatte 1999 kaum eine Art, lediglich *Ranunculus ficaria* nahm auf den drei Aufnahmeflächen, auf denen es vorkam, deutlich zu. Erstmals wurden auf drei Flächen Wasserlinsenarten festgestellt, die, wie die Arten der Wechselwasserbereiche bei der Weichholzaue, die zeitlich und räumlich dynamische Verzahnung zwischen den einzelnen Vegetationsgürteln der Aue bei der Erfassung während vieler Jahre dokumentieren.

### **Streuwiesen (Tab. 7 Anh)**

Für mehrere charakteristische Arten der Streuwiesen konnte im Sommer 1999 eine Zunahme verbucht werden (z.B. *Carex tomentosa*, *Succisa pratensis*, *Galium boreale*, *Serratula tinctoria*). Eine eindeutig abnehmende Tendenz dagegen wurde bei keiner Art beobachtet.

Die Zunahme sonstiger Arten muss eher damit in Zusammenhang gebracht werden, dass die Flächen am T9 (Schüttwiesen) bis dato nicht mehr genutzt oder gepflegt wurden. Vor allem die Grauweide (*Salix cinerea*) dokumentiert diese Entwicklung mit seit 1996 stetig anwachsendem Deckungsgrad. Mit dem Einsetzen von Pflegearbeiten 1999 wurde diese Entwicklung unterbrochen. Bei einer Fortführung der Dauerbeobachtung ist diese Änderung zu berücksichtigen.

### **Vergleich der Vegetationsentwicklung 2000 mit den Vorjahren**

Im Jahr 2000 konnte wegen des späten Auftrages nur ein Erhebungsdurchgang im Spätsommer bzw. im beginnenden Herbst (bis Ende Oktober) durchgeführt werden. Die Erhebung des Frühjahrsaspektes fehlt (Kap. 3.4). Vergleiche mit 1999 sind daher nur eingeschränkt aussagekräftig. Die Daten sollten im Wesentlichen im mehrjährigen Vergleich zur Stützung von Trendanalysen herangezogen werden.

Im Folgenden werden daher nur offensichtliche, „robuste“ Veränderungen gegenüber 1999 dargestellt. Da die Streuwiesen und Hochstaudenfluren zum Aufnahmezeitpunkt bereits gemäht waren, konnten dort keinerlei Daten erhoben werden.

Hydrologisch ist das Jahr 2000 im Isarmündungsgebiet durch mehrere mäßig hohe Hochwasser etwas unter MHW 1991/2000 charakterisiert, zwei im zeitigen Frühjahr und zwei im Spätsommer bzw. Frühherbst. Die niedrigsten Wasserstände traten kurzfristig Anfang Juli auf, lagen aber rund 3 dm höher als das 10-jährige Jahresmittel des MNW 1991/2000. Auch die Jahresmittelwasserlinie befand sich 3 dm über dem MW 1991/2000. Diese hydrologische Ausgangslage bestimmte die Vegetationsentwicklung im Jahr 2000 wie folgt:

### **Röhrichte und Großseggenrieder (Tab. 4, 5 Anh)**

Nachdem vor allem die tiefgelegenen Flächen 1999 lange überflutet waren und eine dementsprechend geringe Entwicklung aufzeigten, konnte im Folgejahr 2000 bei den meisten der dominanten Großseggen- oder Röhrichtarten eine Erholung auf das Niveau der Vorjahre oder sogar darüber hinaus beobachtet werden.

**Weidenauen** (Tab. 8 Anh)

Einheitliche Veränderungen können bei *Phalaris arundinacea* und *Aster tradescantii* festgestellt werden, die beide zugenommen haben. Die Gruppe der Pionierarten unbedeckter Bodenbereiche fehlt weitgehend, wobei der Einfluss des späten Aufnahmetermins schwer abzuschätzen ist.

**Hartholzaue tiefster Niveaus** (Tab. 10 - 14 Anh)

Hier ist die Zunahme *Glechoma hederacea* und *Rubus caesius* zu beobachten, außerdem von *Phalaris arundinacea*.

**Hartholzaue mittlerer Niveaus** (Tab. 12 Anh)

Meist höhere Anteile sind bei *Glechoma hederacea* und *Carex sylvatica* festzustellen, also kriechenden bzw. ausläuferbildenden Arten, die offenbar die geänderten Konkurrenzverhältnisse nach den hohen Wasserständen 1999 zu ihren Gunsten nutzen konnten (2001 wieder geringere Anteile!). Eine ähnliche Entwicklung zeigt *Geum urbanum*. Einen klaren Einbruch zeigte dagegen *Impatiens noli-tangere*, wobei allerdings der fehlende Frühjahrsdurchgang zu bedenken ist. Abgenommen haben außerdem zumeist *Urtica dioica* und *Aegopodium podagraria*, häufig auch *Circaea lutetiana*.

**Hartholzauen, trockener Flügel** (Tab. 14 Anh)

Nach zumeist deutlichen Rückgängen 1999 erreichten *Stachys sylvatica* und *Brachypodium sylvaticum* wieder höhere Anteile, die häufig die bisher bekannten Werte übersteigen, ebenso *Rubus caesius* und *Aegopodium podagraria*.

Auf den höchstgelegenen Flächen im Hinterland nahmen 2000 dagegen die charakteristischen Arten der trockensten Ausbildung (*Convallaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Carex alba* sowie *Polygonatum multiflorum* und *Mercurialis perennis*) fast durchweg ab, nachdem sie offenbar 1999 von der für sie besseren Feuchteversorgung profitiert hatten.

**Vergleich der Vegetationsentwicklung 2001 mit den Vorjahren**

Die Wasserstandsschwankungen der Donau und Isar im Jahr 2001 waren nur wenig ausgeprägter als im Vorjahr. Zwei Hochwasser im März bewegten sich im Bereich des MHW 1992/2001, die beiden Hochwasser im Juni und das im September mit hohen Wasserständen bis in den Frühsommer blieben darunter. Der niedrigste Wasserstand trat Ende August auf, lag aber noch knapp über dem MNW 1992/2001. Auch im Jahr 2001 waren die Wasserstände durchschnittlich höher als in der Dekade zuvor, wenn auch nicht so hoch wie im Jahr 2000. Daraus leitet sich folgende Situation bei der Vegetation ab:

**Röhrichte** (Tab. 4 Anh)

*Poa trivialis*, *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea*, *Cardamine amara*, *Impatiens noli-tangere* und *Festuca gigantea* traten nur in geringen Mengen auf, wenn sie nicht bereits nach 1999 gänzlich ausgefallen waren. Gegenspieler sind *Phalaris arundinacea* und *Agrostis stolonifera* agg. (Anmerkung: 2000 konnten die Markierungen der Fläche bereits nicht mehr gefunden werden, die Übereinstimmung mit den Vorjahren ist teils nicht sicher).

Aufnahmefläche 25, welche 1996 als *Glycerietum maximae* bezeichnet wurde, ist mittlerweile vollständig von Schilf überwachsen, während die Arten der ursprünglich vorgefundenen Pflanzendecke in ihren Anteilen stark abgenommen haben. Auch hier zeigte sich ab 1999 ein deutlicher Rückgang bei *Urtica dioica* und *Symphytum officinale* zugunsten des Schilfs.

#### **Seggenrieder** (Tab. 5 Anh)

Hier zeigen sich über die Jahre 1996 - 2001 deutlich die erheblichen Auswirkungen des Hochwassers 1999. Verschiedene Sippen nehmen 1999 vor allem in tief gelegenen Aufnahmeflächen rasch und erheblich ab und erscheinen teilweise in den Folgejahren 2000/2001 nicht mehr: *Galium palustre*, *Senecio paludosus*, *Carex vesicaria*, *Galium aparine*, teilweise auch *Phragmites australis*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*. Bei *Urtica dioica*, *Symphytum officinale* und *Convolvulus sepium* zeigt sich der Rückgang erst verzögert in der Vegetationsperiode 2000. In den drei trockenen Jahren (1996 - 1998) dagegen verzeichneten besonders *Symphytum officinale* und *Convolvulus sepium* deutliche Zuwächse.

Zumeist spiegelbildlich dazu verhalten sich vor allem *Rorippa amphibia*, *Lemna minor* und *L. trisulca*, *Myosotis palustris* agg. und *Callitriche obtusangula*, die großenteils erst ab oder nach 1999 auftreten. Teilweise wurde *Rorippa amphibia* aber 1999 auch zurückgedrängt (Aufnahmefläche 42, 23). Die dominanten Seggen-Arten blieben in ihrem Vorkommen über die Jahre insgesamt relativ stabil. Zwei der aufgenommenen *Phalarideten* zeigen eine Tendenz zur Verschilfung (Aufnahmefläche 26 und 13).

#### **Hochstaudenfluren** (Tab. 6 Anh)

In der aufgenommenen Sumpfwolfsmilch-Gesellschaft zeigen *Galium palustre* und *Phragmites australis* relativ stete jährliche Zunahmen. Deutliche Zunahmen zwischen 1999 und 2001 zeitigen *Filipendula ulmaria*, *Carex acutiformis* und *Carex panicea*, während *Phalaris arundinacea* seit 1998 weitgehend ausgefallen ist. Ähnliche Tendenzen ergeben sich im Bestand der aufgenommenen Glanzwolfsmilch-Gesellschaft, ebenfalls für *Galium palustre* und *Carex acutiformis*. Während die Glanzwolfsmilch-Gesellschaft schon seit längerem gepflegt wird, wurde in der aufgenommenen Sumpfwolfsmilch-Gesellschaft die Pflegemahd erst 1999 nach längerer Brache wieder aufgenommen. Zumindest die erhebliche Zunahme von *Carex panicea* dürfte darauf zurückzuführen sein.

#### **Streuwiesen** (Tab. 7 Anh)

Charakteristische Arten der aufgenommenen Duftlauch-Pfeifengraswiese zeigen stark abnehmende Tendenz, vor allem seit 1999 (Wiederaufnahme der Pflege), so *Allium angulosum*, *Lathyrus palustris* und *Viola elatior*. Dem steht die kontinuierliche Zunahme von *Phragmites communis*, *Carex panicea*, *Carex acutiformis* und *Lythrum salicaria* gegenüber. Die beiden aufgenommenen Bestände von Knollenkratzdistel-Pfeifengraswiesen zeigen zunehmende Tendenzen einiger charakteristischer Arten. So nimmt auf beiden Flächen *Galium verum* deutlich zu, auf Fläche 29 außerdem *Hippocrepis comosa*, *Briza media*, *Carex flacca* sowie *Lysimachia vulgaris* und *Carex acutiformis*. In der Fläche 48 nehmen außerdem *Lathyrus palustris*, *Serratula tinctoria* und *Inula salicina* zu.

**Weidenauen** (Tab. 8 Anh)

Wie bei den Röhrichten und Seggenriedern zeichnet sich auch in der Tabelle der Weidenauen das hochwasserreiche Jahr 1999 deutlich ab und ähnlich, aber etwas schwächer, das Jahr 2001 mit gleichfalls hohen Wasserständen bis in den Frühsommer. Nahezu ausschließlich in diesen hochwasserreicheren Jahren tritt eine charakteristische Artengruppe aus den Kleinröhrichten der Wechselwasserbereiche auf: *Bidens tripartitus*, *Rorippa sylvestris*, *Veronica catenata*, *Limosella aquatica* und *Cyperus fuscus*; u.a. schließt sich *Rorippa amphibia* dieser Gruppe teilweise ebenfalls an. Dem steht ein deutlicher Rückgang vor allem bei *Urtica dioica* gegenüber. Ein teilweise ähnlicher Verlauf findet sich bei *Symphytum officinale*. Hier wäre eine genauere Auseinandersetzung mit den hydrologischen Verhältnissen der Vorjahre sicherlich aufschlussreich.

Die tatsächliche Massententfaltung der Krautschicht ist allerdings in den Deckungswerten nicht zu erkennen. So nahm *Urtica dioica* nach dem Pfingsthochwasser 1999 zwar wieder erhebliche Flächen in derselben Vegetationsperiode ein, erreichte aber nur Wuchshöhen von 10 - 20 cm gegenüber 2 - 3 m in weniger hochwasserbestimmten Jahren.

**Hartholzaue tiefster Niveaus** (Tab. 10 Anh)

Die Tabelle umfasst drei recht unterschiedliche Bestände. Die *Quercus robur-Carex acutiformis*-Ges. zeigt kontinuierliche Zunahmen bei *Carex elata* und *Carex riparia*. Die nassen Jahre 1999 und 2001 äußern sich in einem Rückgang von *Symphytum officinale* und *Phalaris arundinacea*.

Im Traubenkirschen-Eschenwald zeitigen 1999 *Circaea lutetiana*, *Impatiens noli-tangere*, *Galeopsis tetrahit* und Equisetum arvense charakteristische „Einbrüche“, während *Iris pseudacorus*, *Phalaris arundinacea*, *Ranunculus ficaria*, *Carex acutiformis* und *Filipendula ulmaria* auch noch 2001 deutlich zugenommen haben.

In der Rohrglanzgras-Ausbildung des Eichen-Ulmenwaldes nehmen *Phalaris arundinacea*, *Ranunculus ficaria*, und *Carex acutiformis* seit 1999/2000 zu. Insgesamt eher kontinuierliche Abnahmen zeigt *Circaea lutetiana*. Ein sehr geringes Vorkommen weisen *Festuca gigantea*, *Stachys sylvatica*, *Glechoma hederacea*, u.a. Arten im Jahr 1999 und teilweise auch 2001 auf.

**Hartholzaue tieferer bis mittlerer Niveaus** (Tab. 11 Anh)

Deutliche Tendenzen sind hier nur teilweise erkennbar. So zeigt sich in den beiden Flächen tieferer bis mittlerer Niveaus eine stetige Zunahme von *Circaea lutetiana*, der in den höher gelegenen Flächen eine klare Abnahme gegenübersteht. *Lamium galeobdolon* erfährt hier teilweise einen Tiefstand, ebenso *Alliaria officinalis*, *Glechoma hederacea*. *Aegopodium podagraria* reagiert unterschiedlich, lässt aber in den letzten Jahren häufig markante Rückgänge erkennen.

**Hartholzaue mittlerer Niveaus** (Tab. 12 Anh)

Eine fast regelmäßig jährlich schwankende Entfaltung zeigen charakteristische Arten wie *Circaea lutetiana*, *Ajuga reptans* oder *Impatiens noli-tangere*. Dies gilt auch für die hinterdeichs gelegenen Flächen, was die naturnahe Grundwasserstandsdynamik außerhalb der überfluteten Aue erkennen lässt. Insgesamt eine Zunahme vollzieht sich bei *Anemone*

*nemorosa* und *Carex sylvatica*, teilweise auch bei *Ranunculus ficaria*. Eine deutliche Schwächung ab 1999 zeigten *Stachys sylvatica* und teilweise *Brachypodium sylvaticum*. *Poa trivialis* dagegen tritt ab 1999 verstärkt auf.

#### **Hartholzaue trockener Flügel (Tab. 13 Anh)**

Verschiedene charakteristische Arten der trockeneren Ausbildungen der Hartholzaue zeigen 1998/99 oder nur 1999 einen deutlichen Höhepunkt ihrer Entfaltung, der sich 2001 abgeschwächt wiederholt, so z.B. *Convallaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Polygonatum multiflorum* und *Viola mirabilis*. Eine eher stetige Zunahme bis 2001 erfahren in einigen Flächen *Stachys sylvatica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex acutiformis* und *Rubus caesius*. Seit 1999 aus allen Flächen verschwunden ist *Impatiens parviflora*.

#### **Hartholzaue trockener Flügel (Ausb. mit *Tilia cordata*) (Tab. 14 Anh)**

Eine durchgängige Zunahme im Beobachtungszeitraum bis 2001 lässt sich bei *Carex alba*, teilweise auch bei *Asarum europaeum* sowie *Leucojum vernum* (allerdings nur in einer Beobachtungsfläche) feststellen. Auch hier hat *Convallaria majalis* einen deutlichen Höhepunkt 1998/99, teilweise deutet sich dies auch bei *Vincetoxicum hirundinaria* an (z.T. auch 2001). *Mercurialis perennis* geht eher zurück. *Brachypodium sylvaticum* und *Carex sylvatica* treten seit dem großen und lang anhaltenden Sommerhochwasser 1999 deutlich stärker auf.

#### **4.4.4 Vegetationsgeographische Anmerkungen**

Das Isarmündungsgebiet stellt eine besondere biogeographische Situation dar, in der durch Überlagerung gegensätzlicher Florenelemente zum Teil einmalige, nur hier anzutreffende Vegetationsformen auftreten (ZÄHLHEIMER 1991). Dies trifft vor allem für verschiedene Ausbildungen von Rasengesellschaften zu, doch sind auch die Wälder in diesem biogeographischen Kontext zu sehen (Kap. 4.5.1).

Bezüglich der Wälder zeigt SEIBERT (1987, 1992) am Beispiel des *Querco-Ulmetum* die Unterschiede dieser Gesellschaft innerhalb der Flussgebiete Süddeutschlands. Die Aufnahmen von LINHARD (1964) aus dem Isarmündungsgebiet ordnet er der "Asarum-Gebietsausbildung des schwäbisch-oberbayerischen Donaunraumes" zu. Die Ausbildung ist durch kalk- und zugleich nährstoffliebende Pflanzen wie *Aconitum napellus* gekennzeichnet, die z.T. schwach montanen Charakter haben. Außerdem beschreibt SEIBERT (1987, 1992) die "verarmte Gebietsausbildung" der Alpenflüsse. Hier sind auch die Bestände an der Isar, allerdings außerhalb des engeren Mündungsgebietes, einzuordnen, die sich floristisch erheblich von den reicheren Ausbildungen der großen Ströme unterscheiden.

Lassen sich die donaunahen Bestände des *Querco-Ulmetum* klar der "Asarum-Ausbildung" Seiberts zuordnen, so deutet sich der Übergang zu der "verarmten Ausbildung" bereits wenige Kilometer flussauf mit dem Ausfall von *Scilla bifolia* an. Oberhalb von Plattling zeigen sich die Bestände dann bereits in einem völlig anderen Bild, die ganze Artenvielfalt der Frühjahrsgeophyten des donaunahen Isarmündungsgebietes fehlt weiter flussauf nahezu (vgl. SEIBERT 1962:35). Nur im Isarmündungsgebiet lässt sich also aktuell noch die günstige Überlagerung dieser beiden Gebietsausbildungen beobachten. Im

Gegensatz zu Rhein und Main findet sich im Isarmündungsgebiet ferner das *Quercus-Ulmetum phalaridetosum*, an dessen Stelle nach Seibert (1962:35) an Rhein und Main das *Pruno-Fraxinetum* wächst.

Die einzelnen Gebietsausbildungen unterscheiden sich nach SEIBERT (1987) aber auch in den Anteilen der wichtigsten Baumarten. Im Gegensatz zum Rhein zwischen Breisach und Straßburg nimmt an Donau und Isar die Esche wesentlich höhere Anteile ein. Zwar ist bekannt, dass die Esche durch forstliche Maßnahmen stark gefördert wird (ZAHLHEIMER 1991), doch spielen hier auch standörtliche Fragen eine Rolle. So weist MAYER (1984) bei seinem großräumigen Überblick darauf hin, dass die Esche im subkontinentalen Bereich stärker vertreten ist (Elbe-Auenwälder), was auch für den niederbayerischen Donauraum zutrifft. Der hohe Anteil von Esche in den Auenwäldern der Isar ist standörtlich bestimmt: "Esche und Grauerle sind auf den kalkreichen, aber doch sonst recht dürrtigen und wenig entwickelten Böden an der Isar die Baumarten, mit denen keine andere Art konkurrieren kann (SEIBERT 1962:33).

Deutliche Beziehungen ergeben sich aber auch zu den über die Donau angeschlossenen östlichen Flussgebieten. So beschreibt etwa BERTA (1970) das "*Fraxino-Ulmetum*" der Theisstiefebene in seiner typischen Ausbildung mit *Asarum europaeum*, *Pulmonaria obscura*, *Circaea lutetiana* und *Corydalis cava*. Als Kennart des *Salicetum albae* gibt er unter anderem *Euphorbia lucida* an, eine Art, die im Isarmündungsgebiet für den Donauraum die Westgrenze ihrer Verbreitung erreicht.

Eine sehr aufschlussreiche Anknüpfung erlaubt der *Carex acutiformis-Quercus robur*-Bestand, der an T1 erfasst wurde. Er entspricht weitgehend dem *Carici acutiformis-ripariae-Fraxinetum angustifoliae* in der Theisstiefebene (BERTA 1970), das dieser für flussferne, gegebenenfalls sogar ausgedeichte, grundwassernahe Standorte angibt. Berta beschreibt dort auch eine Ausbildung der Gesellschaft mit *Quercus robur* als dominanter Baumart, während *Fraxinus angustifolia* ausfällt.

#### 4.4.5 Zusammenfassung

Die erhobenen Daten verdeutlichen vor allem vorderdeichs starke Veränderungen in der Entwicklung der Vegetation in Abhängigkeit vom Überflutungs- und Grundwasserregime. Die hochwasserarmen und trockenen Vegetationsperioden der Jahre 1996 - 1998 brachten bezüglich der Entwicklung der Bodenvegetation innerhalb floristisch und standörtlich vergleichbarer Bestände deutlich gerichtete Veränderungen der Vegetationsverhältnisse mit sich. Dies zeigt sich z.B. in einer erheblichen Zunahme von Nitrophyten im Weidenwald und in Röhrichten gegenüber einer Abnahme von Nässezeigern und Pionierarten.

Ab November 1998 jedoch traten wiederholt langandauernde Hochwasser auf. Dabei verursachte vor allem das große und lang andauernde sog. Pfingsthochwasser 1999 erhebliche Veränderungen der Bodenvegetation in allen überfluteten Waldtypen sowie in den Röhrichten und Seggenriedern, die in der Folge nur geringe Deckungsgrade und Wuchshöhen aufwiesen. Die Vegetationsentwicklung auf den Dauerbeobachtungsflächen im Sommer 1999 wich daher von den Verhältnissen der Vorjahre erheblich ab. Das Folgejahr 2000 brachte teilweise die Rückkehr zu den Verhältnissen vor dem Pfingsthochwasser 1999, während 2001 wieder ein hochwasserreiches Jahr war, das ähnliche Auswirkungen wie 1999 zeigte, wenngleich schwächere. Manche Arten zeigen auf

verschiedenen Beobachtungsflächen aber auch Entwicklungstendenzen, die scheinbar nicht mit dem hydrologischen Geschehen in Verbindung zu bringen sind. Die Beobachtungsergebnisse vegetationskundlicher Dauerbeobachtungsflächen 1996 - 2001 erlauben die teilweise Einschätzung der dynamischen jährlichen Veränderungen, denen Flussauen unter naturnahen Bedingungen unterliegen. Genauere Auswertungen sind im Rahmen dieses Vorhabens nicht möglich.

Die zuvor über mehrere repräsentative Jahre differenziert dargestellte Vegetationsdynamik zeigt, dass die Vitalität und die Zusammensetzung der Arten von Jahr zu Jahr in enger Abhängigkeit vom Überflutungs- und Grundwasserregime schwanken. Nur in einer Reihe wasserhaushaltlich unterschiedlicher Jahre offenbart sich das oft unerwartete überaus große Standorts- und Artenpotential einer Aue. Die meisten Arten- und Lebensgemeinschaften der Aue leben im hauptsächlichen Wechselwasserbereich zwischen dem Silberweidenwald und dem Niedrigwasserbereich bis weit unter mittlerem Niedrigwasser. Gerade in der Auseinandersetzung mit diesem engen Bezug zwischen Standortfaktoren der Aue und den autotypischen Biozönosen in ihrer großen räumlichen und zeitlichen Vielfalt bestehen Forschungsdefizite. Entsprechende Forschungsergebnisse würden dazu beitragen, im Rahmen zukünftiger Planungen die Biozönosen der Aue vor irreversiblen Beeinträchtigungen zu bewahren.

## 4.5 Flora

### 4.5.1 Anmerkungen zur floristischen Bedeutung des Isarmündungsgebietes

Die biogeographische Sonderstellung des Isarmündungsgebietes spiegelt sich auch in seiner Flora wider. Isar und Donau verbinden als wichtige Wander- und Ausbreitungsachsen unterschiedliche Herkunftsareale (ZAHLEIMER 1991). Aus südosteuropäischen Gebieten stammen einige Stromtalarten: Fluss-Greiskraut (*Senecio fluviatilis*), Arznei-Haarstrang (*Peucedanum officinale*), Hohes Veilchen (*Viola elatior*), aber auch Arten der subkontinentalen bis kontinentalen Steppen wie das Grauscheidige Federgras (*Stipa pennata*) oder die Steppen-Waldrebe (*Clematis recta*). Die bundesweit nur an der Unteren Isar vorkommende Schellenblume (*Adenophora liliifolia*) erreicht hier die Westgrenze ihrer Verbreitung. Andererseits klingen zahlreiche, die Isar donauwärts begleitende, präalpine Arten im Isarmündungsgebiet aus wie Lavendelweide (*Salix eleagnos*), Dunkle Akelei (*Aquilegia atrata*), Rostrottes Kopfried (*Schoenus ferrugineus*) und Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*).

Aus der biogeographischen Situation und der Standortvielfalt erklärt sich das große Artenaufkommen im Isarmündungsgebiet. Unter den mehr als 500 erfassten Gefäßpflanzensippen finden sich über 100, die als bedroht gelten. Darunter sind einige Sippen, die in Bayern vom Aussterben bedroht (*Adenophora liliifolia*, *Linum perenne*, *Euphorbia lucida*, *Stipa pennata*) oder stark gefährdet sind (*Arabis nemorosa*, *Gladiolus palustris*, *Lathyrus palustris* u.a.m.). Damit bietet der Isarmündungsbereich auch die Möglichkeit, neue Erkenntnisse über Standortansprüche hochgradig bedrohter Arten zu gewinnen.

Im Isarmündungsgebiet sind nach Anhang I der FFH-Richtlinie geschützt: „Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden und Lehmboden (Eu-Molinion)“, „Feuchte Hochstaudenfluren“ und „Eichen-Ulmen-Eschen-Mischwälder am Ufer großer Flüsse“.

#### 4.5.2 Floristische Erhebungen

Die floristischen Erhebungen entlang von Transekten bieten gegenüber „normalen“ Aufnahmen einige ergänzende Vorteile: Die Transekte ermöglichen eine bessere Betrachtung der Flora in Abhängigkeit der Entfernung zur Donau und Isar. Außerdem ist eine bessere Übertragbarkeit auf die große Fläche des Projektgebietes möglich. Ferner wird mit vergleichsweise geringem Aufwand neben den vorherrschenden Standorten und Arten fast deren gesamte Vielfalt und Dynamik in den vielen Transekten erfasst.

Die floristischen Erhebungen entlang der Transekte dienen im **Frühjahrsdurchgang** vor allem der Erfassung der Frühjahrsgeophyten sowie anderer frühblühender, später schwer bestimmbarer oder schwierig auffindbarer Sippen. Zu nennen sind hier vor allem *Anemone nemorosa*, *Anemone ranunculoides*, *Gagea lutea*, *Leucojum vernum* (Foto 4.21), *Scilla bifolia* (Foto 4.22) sowie *Viola reichenbachiana* und *Viola riviniana*. Bei den Röhrichten und Großseggenriedern spielt der Frühjahrsaspekt nur eine geringe Rolle, wichtiger ist er für das erfasste Grünland, wo vor allem Kleinseggen im Frühjahr leichter zu erfassen sind (z.B. *Carex hostiana*, *Carex panicea*, *Carex tomentosa*, *Carex verna*), aber auch Sippen wie *Colchicum autumnale*.



Foto 4.21:  
Blühende Märzenbecher (*Leucojum vernum*) bedecken im Frühjahr den Waldboden in weiten Bereichen des Isarmündungsgebietes.  
Aufnahme: Februar 1998



Foto 4.22:  
Zweiblättriger Blaustern (*Scilla bifolia*), ein charakteristischer Frühjahrsgeophyt der Auen im Isarmündungsgebiet.

Der **Sommerdurchgang** ergab in der Regel in den Wäldern eine etwas geringere Artenzahl. Das Hauptinteresse lag hier auf der Erfassung von Hygrophyten wie *Circaea lutetiana* (Foto 3.8), *Impatiens noli-tangere* und *Stachys sylvatica* sowie ihres Zuwachses. Die Röhrichte und Seggenrieder wiesen meist beträchtlichen Zuwachs zwischen den beiden Aufnahmezeiten auf, was ebenfalls zuverlässige Rückschlüsse auf die Vitalität erlaubt, das Artenspektrum änderte sich aber kaum. Die Streuwiesen zeigten bei der Erfassung im Sommer annähernd ihre Hauptentfaltung.

Die Bearbeitung erbrachte erhebliche Datenmengen, da für jedes Transekt zwischen 40 und 80 kleinflächige Aufnahmen pro Durchgang anfallen. Die Angaben für Frühjahrs- und Sommerdurchgang sind getrennt aufgeführt. Die erhobenen Daten wurden als Tabellen in einem Tabellenkalkulationsprogramm abgelegt, die folgende Informationen enthalten:

Transektnummer	Erscheinung:
Pflocknummer / Aufnahmepunkt	a = Samen ausgefallen, b / bl = blühend, f / fr = fertil, k / kn = knospend, s / str = steril, v = verblüht
Pflanzenname	Vitalität nach MURMANN-KRISTEN (1991):
Deckungsgrad	** = überaus kräftig, * = normal, ° = geschwächt, °° = sehr schwach
Soziabilität	Beschattungsgrad: 1 = dicht, 2 = licht, 3 = offen
Wuchshöhe [cm]	Durchgang: Frühjahr = f, Sommer = s

#### 4.5.3 Allgemeiner Vergleich der Aufnahmejahre 1996 bis 2001

##### Ergebnisse von 1996 und 1997

Gegenüber den Erhebungen von 1996 waren 1997 kaum Abweichungen der floristischen Besiedelung festzustellen. Der trockene Spätsommer und Herbst 1997 ermöglichten zusätzliche Aufnahmen im Bereich der Wechselwasserzonen. Hier wurde besonderer Wert auf charakteristische Arten wie z.B. den Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*), die Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) und das Schlammkraut (*Limosella aquatica*) gelegt. Außergewöhnlich ist der Fund des in Bayern stark gefährdeten Lauch-Gamanders (*Teucrium scordium*).

##### Ergebnisse von 1998

Bedingt durch den späten Projektbeginn 1998 konnte der erste Durchgang der floristischen Erfassung in diesem Jahr erst Anfang Juni erfolgen. Die Frühjahrs-Geophyten wie z.B. das Frühlings-Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), die Frühlings-Knotenblume (*Leucojum vernalis*) und der Zweiblättrige Blaustern (*Scilla bifolia*) hatten sich zu dieser Zeit bereits weitestgehend zurückgezogen, so dass ein Vergleich mit den Frühjahrsaufnahmen der vorausgehenden Untersuchungsjahre nur eingeschränkt möglich ist. Bereits Anfang Juni konnten bei einigen Arten Vertrocknungserscheinungen festgestellt werden, wie z.B. beim Teich-Schachtelhalm (*Equisetum fluviatile*) landseits des Hochwasserdeiches bei T1. Im August zeigten sich einige weitere Arten deutlich geschwächt, z.B. im

donaunahen Vorland bei T1 Giersch (*Aegopodium podagraria*) mit Welkeerscheinungen, Kleinköpfige Aster (*Aster tradescantii*) mit Mehltaubefall und im deichnahen Hinterland Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) gelb gefärbt oder bereits abgestorben.

### Ergebnisse von 1999

Die Bodenvegetation in den höhergelegenen Bereichen der Transekte zeigte sich nach dem hochwasserreichen Winter im Frühjahr 1999 besonders wüchsig und kräftig z.B. Giersch (*Aegopodium podagraria*), Große Brennessel (*Urtica dioica*) und Einbeere (*Paris quadrifolia*). Anders konnten bei Ausdauerndem Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) und Haselwurz (*Asarum europaeum*) geringere Deckungsgrade und Wüchsigkeit beobachtet werden. Bei T5.1 (Do-Km 2278,2) war im donaanahen Vorland das z.T. sehr zahlreiche Aufkommen nicht näher bestimmter Keimlinge (in mm-Größe) zu beobachten. Auffallend waren die sehr hohen Deckungsgrade beim Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), während die Blüte bei dieser Art gering bis sehr gering war.

Das Hochwasser Ende Mai 1999 (Kap. 4.2.2) und die in Folge bis in den August anhaltenden hohen Wasserstände in der Aue zeigten bei der Sommeraufnahme desselben Jahres deutliche Auswirkungen auf die Pflanzendecke. Dies bewirkte zum einen bei einer Reihe von Pflanzen eine deutliche Entwicklungsverzögerung oder den völligen Rückzug, zum anderen teils erhebliche mechanische Beschädigungen, wie z.B. bei Großer Brennessel (*Urtica dioica*) und Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*). Ein völliger Rückzug insbesondere im Bereich tiefer gelegener und länger überstauter Flächen war bei Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), Giersch (*Aegopodium podagraria*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*) und beiden Arten des Springkrautes (*Impatiens spec.*) zu verzeichnen. Mitte August 1999 wurden nur einzelne, kleinwüchsige Exemplare des Drüsigen Springkrautes (*Impatiens glandulifera*) in höher gelegenen Flächen angetroffen, in denen dieser Neophyt in den hochwasserarmen Vorjahren häufig war.

Giersch und Wald-Bingelkraut, sofern nicht gänzlich verschwunden, zeigten verbreitet eine deutliche Schwächung, insbesondere Gelb- oder Braunfärbung der Blätter. Im Gegensatz dazu hatten sich rund 3 Monate nach dem Pfingst-Hochwasser z.B. Kratzbeere (*Rubus caesius*), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Wasser-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Gemeiner Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) und Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*) zahlreich und besonders kräftig entwickelt und besiedelten z.T. auch tiefegelegene Senken.

An T5 erreichte das Schilf (*Phragmites australis*) im Vorland zwar bis Ende August 1999 noch durchschnittlich 230 (bis 300) cm Höhe. Etwa 95 % des Bestandes waren jedoch steril, die Einzelpflanzen eher "zart" und häufig von Blattläusen befallen. Etwas höher hatten sich donauseits am Rande der Schilffläche spontan u.a. Schwarzfrüchtiger Zweizahn (*Bidens frondosa*), Blauer Wasser-Ehrenpreis (*Veronica anagallis-aquatica*), Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa palustris*) und Breit-Wegerich (*Plantago major*) eingestellt. Die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) erreichte hier nach dem Sommerhochwasser im Mai 1999 maximal 15 cm Höhe. **Eine genauere Analyse der floristischen Ergebnisse auf T1 und T5 folgt in den Kapiteln 5.1.4 und 5.2.4.**

### Ergebnisse von 2000

Im Deichvorland zeigte sich die Bodenvegetation nahezu undurchdringlich. Das Schilf (*Phragmites australis*) erreichte an T5.1 bei höchstem Deckungsgrad bis zu 5 m Höhe. Donaunah bildeten Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Große Brennessel (*Urtica dioica*) einen dicht verwobenen Pflanzenteppich mit bis zu 2,2 m Höhe auf höher gelegenen Flächen.

### Ergebnisse 2001

Kühle Witterung Anfang Mai und hohe Wasserstände in den tiefgelegenen Auenbereichen bis Mitte Mai führten einerseits zu einer verzögerten und lange anhaltenden Blüte von Frühjahrsgeophyten. Andererseits kam es in den lange wassergefüllten Senken zum stark verminderten Auftreten bis hin zum Ausbleiben der Frühjahrsgeophyten, da mit fallenden Wasserständen Mitte Mai rasch höhere Waldbodenvegetation die Flächen einnahm.

T9 (Schüttwiesen) war am 22.5.2001 bei bereits blühender Vegetation noch 2 - 4 dm hoch wasserbedeckt. Dabei standen die Großseggen-Bereiche während der Aufnahme (30.5. - 8.6.) noch 1 - 2 dm tief im Wasser. Zu diesem Zeitpunkt war auch die tiefere der beiden Senken innerhalb des Transektes 10 (Kuglstadt) immer noch 3 - 4 dm hoch wasserbedeckt.

Bei den Grünlandflächen von T1/100 sauf und T2.1 (Abb. 3.1) handelt es sich um intensiv genutzte und damit artenarme Wiesen mit 6 - 10 Arten pro Fläche. Dagegen sind die extensiv genutzten Grünlandflächen der Transekte 4, 9 und 10 sehr artenreich mit bis zu 35 Arten pro Einzelaufnahme.

Die Aufnahme der Grünlandflächen konnte aufgrund vorangegangener Mahd nur teilweise vorgenommen werden. Im Deichvorland wuchsen besonders dichte Bestände aus Brennessel (*Urtica dioica*) und Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), die donaunah teilweise mit Später Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) durchsetzt waren. An einigen Transekten fand sich dichtes Schilf, das nahezu in Reinbeständen wuchs.

#### 4.5.4 Ermittlung der Feuchtestufen im Deichhinterland anhand floristischer Zeigerarten

Die Feuchtestufen der Auenstandorte hängen im Wesentlichen ab von den großen Schwankungen des Grundwasserstandes in der Bodendeckschicht und deren Mächtigkeit sowie von den Überflutungen. Die Abbildung 4.4 zeigt, dass in donaunahen Transekten Mächtigkeiten der Bodendeckschicht sowohl vorder- als auch hinterdeichs von mehr als 1,5 m häufig sind. Darüber hinaus ist die Staunässewirkung der Auelehmschichten im Isarmündungsgebiet auf etwa  $\frac{3}{4}$  der Fläche von entscheidender Bedeutung. Beispielhaft wurden die anhand von Zeigerarten der Flora ermittelten Wechselfeuchtestufen für einen vorderdeichs gelegenen Abschnitt von T1 in das Geländehöhenprofil eingetragen (Abb. 6.7).

## 4.6 Mollusken

### 4.6.1 Arteninventar

Im Isarmündungsgebiet wurden auf den 17 bearbeiteten Transekten in den Jahren 1996 - 2001 insgesamt 112 Taxa bzw. 93 Arten (7 davon nur tot) vorgefunden, wovon 36 (32,1 %) der Taxa bzw. 38,7 % der Arten auf der deutschen Roten Liste (JUNGBLUTH & VON KNORRE 1998) und 45 (40,2 %) der Taxa bzw. 48,4 % der Arten auf der bayerischen Roten Liste (FALKNER ET AL. 2003) stehen (Tab. 16 im Anhang: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)).

6 Arten gelten als "vom Aussterben bedroht (1)", *Theodoxus transversalis* (Gebänderte Kahnschnecke), *Theodoxus danubialis* (Donau-Kahnschnecke), *Valvata macrostoma* (Sumpf-Federkiemenschnecke), *Anisus vorticulus* (Zierliche Tellerschnecke), *Gyraulus rosmaessleri* (Rossmässlers Posthörnchen) und *Unio crassus* (Gemeine Flussmuschel). 9 Arten gelten als "stark gefährdet (2)", *Lithoglyphus naticoides* (Fluss-Steinkleber), *Aplexa hypnorum* (Moosblasenschnecke), *Anisus spirorbis* (Gelippte Tellerschnecke), *Segmentina nitida* (Glänzende Tellerschnecke), *Vertigo angustior* (Schmale Windelschnecke), *Pseudotrichia rubiginosa* (Behaarte Laubschnecke), *Pisidium amnicum* (Große Erbsenmuschel), *Pisidium lilljeborgii* (Kreisrunde Erbsenmuschel) und *Sphaerium rivicola* (Fluss-Kugelmuschel).

Von *Theodoxus danubialis* konnten lediglich leere Gehäuse am rechten Donauufer oberhalb der Isarmündung (Do-Km 2283,3) am Ende des Transektes 7 gefunden werden. **Allerdings leben laut Herrn Ebner, Bernried, (mündliche Mitteilung) Populationen beider Arten am rechten Donauufer unterhalb des Isarschüttkegels unter Isarwasser-Einfluss.**

Auch *Unio crassus*, die Gemeine Flussmuschel, wurde nur an einer Stelle, im vom Mühlbach durchflossenen Altwasser am donauseitigen Ende von T5.2 tot vorgefunden. Die frischen Schalen lassen auf Lebendvorkommen schließen, von denen auch Colling (in PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER 1994) berichtet.

Unter Berücksichtigung der für das bayerische Donautal von FALKNER (1997) zusammengestellten Molluskenfauna können etliche nur bis zur Gattung bestimmte Tiere auf bestimmte Arten eingegrenzt werden. Demnach handelt es sich bei den Totfunden von *Columella spec.* vermutlich um *C. edentula*, bei *Pupilla spec.* um *P. muscorum*, bei *Discus spec.* um *D. rotundus* und bei *Oxychilus spec.* um *O. cellarius*. Bei den Lebendfunden von *Vitrea spec.* handelt es sich vermutlich um *V. crystallina* und bei *Aegopinella nitens/nitidula* eher um *A. nitens*, wobei die Zuordnung nach Schalenmerkmalen erfolgte. Ein Vorkommen von *A. nitidula* ist laut Adler (briefliche Mitteilung) nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen. Bei der als *Trichia rufescens* geführten Art handelt es sich um die zwischenzeitlich in *T. striolata* umbenannte Art (vgl. FALKNER 1990 und 1997).

Zur Unterscheidung von *Cochlicopa nitens* und *C. lubrica* hat Adler (briefliche Mitteilung) morphometrische Untersuchungen nach ARMBRUSTER (1995) an den 15 bzw. 22 Adultgehäusen zweier Fundorte (17 und 46) angewandt. Hierbei werden vier Variablen ausgewertet: die Gehäusehöhe, die Gehäusebreite, die Breite des letzten Umgangs und die Breite des vorletzten Umgangs (für Details, auch der statistischen Auswertung siehe

ARMBRUSTER (1995)). Aufgrund dieser Auswertungen stellt Adler fest, dass die Vertreter dieser Gattung im Isarmündungsgebiet höchst wahrscheinlich als *Cochlicopa lubrica* anzusprechen sind. Dieser faunistischen Klärung schließt er noch die Bemerkung zur ökologischen Signifikanz an, dass Arten mit weiter ökologischer Amplitude, wie z.B. *C. lubrica*, im Ruf stehen, schlechte Standortindikatoren zu sein. Er hält dies mit Einschränkung für nur bedingt richtig, da weitverbreitete „Ubiquisten“ oft auch eine beträchtliche phänotypische Variabilität zeigen, die durchaus mit Standortfaktoren korreliert sein kann. So würde man z.B. luxurierende Formen von *C. lubrica*, wie sie hier vorliegen, kaum an einem Trockenbiotop erwarten, obwohl die Art dort durchaus vorkommen kann.

Die Artengruppe *Anisus spirorbis/leucostoma* harrt noch einer befriedigenden und nomenklatorischen Klärung (Adler briefliche Mitteilung), wobei in der neuesten Literatur (FALKNER ET AL. 2001) *Anisus leucostoma* als *Anisus septemgyratus* geführt wird. In der vorliegenden Arbeit wird dieser Artenkomplex als *Anisus spirorbis/leucostoma* geführt. Diese Arten unterscheiden sich vermutlich mehr in ihrer Verbreitung (*A. spirorbis*: paläarktisch, *A. leucostoma*: west-paläarktisch) als in ihrer Ökologie, da beide praktisch den gleichen Lebensraumtyp besiedeln, periodische Sümpfe, Temporärgewässer und Verlandungszonen. Deshalb wird in der vorliegenden ökologisch ausgerichteten Arbeit zwischen den beiden Arten nicht unterschieden.

Ähnlich verhält es sich mit der Gattung *Stagnicola spec.*, von der potenziell drei Arten im Gebiet leben, *Stagnicola turricula*, *S. fuscus* und *S. corvus*, die sich nur sehr aufwändig anatomisch unterscheiden lassen (GLÖER ET AL. 1998). Da diese wiederum sehr ähnliche Biotope (kleine bis große stehende, seichte pflanzenreiche Gewässer und periodische Sümpfe/Temporärgewässer) besiedeln (GLÖER ET AL. 1998), wird deren taxonomischen Unterscheidung verzichtet ohne ökologischen Aussagen verzichten zu müssen. Trotzdem wäre es von großem Interesse, die genaue Determination der Arten der festgestellten Populationen durch entsprechende Präparierungen nachzuholen.

Ein weiteres Problem stellt die taxonomische Bearbeitung eines Teils der Sphaeriden (Kleinmuscheln) dar, zumal während der Bearbeitungszeit neue Veröffentlichungen hierzu erschienen. Die als *Pisidium globulare* Westerlund 1873 beschriebene Form wurde bis vor wenigen Jahren als Ökomorphe von *Pisidium casertanum* betrachtet. Nachdem KORNJUSHIN (1996) anatomische Unterschiede plausibel machte, ist zu erwarten, dass sich die Auffassung von *globulare* als von *casertanum* verschiedene Art durchsetzt. Obwohl für Mitteleuropa noch wenige Erfahrungen über das ökologische Verhalten, die Verbreitung und Schalenmorphologie von *Pisidium globulare* vorliegen, wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, dieser Trennung Rechnung zu tragen (Adler briefliche Mitteilung). Dementsprechend ist *Pisidium globulare* neu für das bayerische Donautal (vgl. FALKNER 1997).

Ebenfalls als Neunachweis für das bayerische Donautal stellt sich *Pisidium cf. lilljeborgii* heraus. Von dieser ohnehin in Deutschland seltenen Art mit Verbreitungsschwerpunkten in den Vereisungsgebieten der Alpen, im Schwarzwald und in Nordostdeutschland (GLÖER ET AL. 1998), wurden im Jahr 2000 an zwei Probestellen lediglich subfossile Schalen gefunden, wobei die Bestimmung unsicher ist (Adler briefliche Mitteilung). Möglicherweise ist oder war diese streng auf natürliche Seen (auch kalkarme) begrenzte Art (GLÖER ET AL. 1998) im Gebiet derart selten, dass sie bisher nicht nachgewiesen wurde,

zumal vermutlich gerade die erhebliche Eutrophierung der Landschaft im letzten Jahrhundert zum Verschwinden der für sie geeigneten Biotope (im Gebiet vermutlich grundwassergespeiste Gewässer) beitrug.

Bei *Pisidium casertanum* forma *ponderosum* handelt es sich um eine Formvariation von *P. casertanum*, die sich in kalkreichen Flüssen (wie die Donau) und Seen besonders dickschalig und verkürzt ausbildet (GLÖER ET AL. 1998). *Sphaerium nucleus* ist, ähnlich wie *Pisidium globulare*, erst in den letzten Jahren von KORNJUSHIN (1996) als eigenständige Art erkannt worden (Adler briefliche Mitteilung).

Unter Berücksichtigung der im Rahmen der ökologischen Zustandserfassung (PFADENHAUER 1990) und des Pflege- und Entwicklungsplanes (PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER 1994) von G. Falkner bzw. M. Colling gesammelten Mollusken wurden mit mehr als 160 etwa die Hälfte aller in Deutschland bekannten Binnen-Mollusken-Arten (JUNGBLUTH & VON KNORRE 1998) nachgewiesen, wovon wiederum über die Hälfte auf einer Roten Liste stehen (vgl. FOECKLER ET AL. 2000). Dies bestätigt den bekannt hohen Naturschutzwert des Isarmündungsgebietes (ZAHLHEIMER 1991, WEIGER 1993) und dessen FFH-Würdigkeit als Natura 2000 Gebiet.

#### 4.6.2 Molluskengemeinschaften

In einer Voranalyse wurden von den insgesamt gefundenen 112 Taxa folgende Taxa von den nachfolgenden multivariaten statistischen Auswertungen ausgeschlossen:

- alle lediglich auf Familien- bzw. Gattungsniveau (ausser *Stagnicola* sp.) bestimmte,
- alle Totfunde sowie
- alle Arten mit nur 1 oder 2 Vorkommen.

Die verbleibenden 73 Arten wurden einer Korrespondenzanalyse unterworfen. Es zeigt sich, dass sowohl die Probestellen als auch die Arten einem Gradienten folgen. Mit Hilfe einer Cluster Inertia Analyse erfolgte nach vorausgehender Clusteranalyse eine weitere Eingrenzung der für die Gruppenbildung verantwortlichen Arten (Kap. 3.6.8).

In Abbildung 4.6 sind die Ergebnisse der Korrespondenzanalyse zweidimensional dargestellt. Die Abbildung zeigt die Verteilung der 41 Arten (A) und 230 Probestellen (B) der sechs Untersuchungsjahre (von eigentlich 231 Probestellen, war Probestelle ZP5 auf T7 1997 ohne Lebendfund). Die Arten und Probestellen sind gemäß ihren Ladungen auf den ersten beiden Faktoren F1 (Eigenwert F1: 0,74 bzw. 17,2 % der Gesamtvarianz, D) und F2 (Eigenwert F2: 0,64 bzw. 14,0 %, D) aufgetragen.

Im Ordinationsplot der Arten (A) sind deutlich fünf Artengruppen zu erkennen, die sich längs eines Gradienten von rechts oben über rechts unten nach links unten verteilen. Hierin spiegelt sich die ökologische Zonierung der beprobten Lebensräume wider: Ganz rechts oben befinden sich die aquatischen Molluskenarten der Fließgewässer, die Altwas-serarten liegen darunter, weiter unter rechts gefolgt von den Arten der stärker grundwasserbeeinflussten Standorte. Nach links wird es zunehmend trockener: es folgen zunächst die Wasser- und Landarten der Temporärgewässer, an die auf der linken Seite des Achsenkreuzes die Arten der eher offenen, feuchten Wiesen anschließen und am linken Ende

der Achse die Arten der Waldstandorte stehen. Auf die Artenzusammensetzungen in Bezug zur Standortcharakteristik wird weiter unten eingegangen.

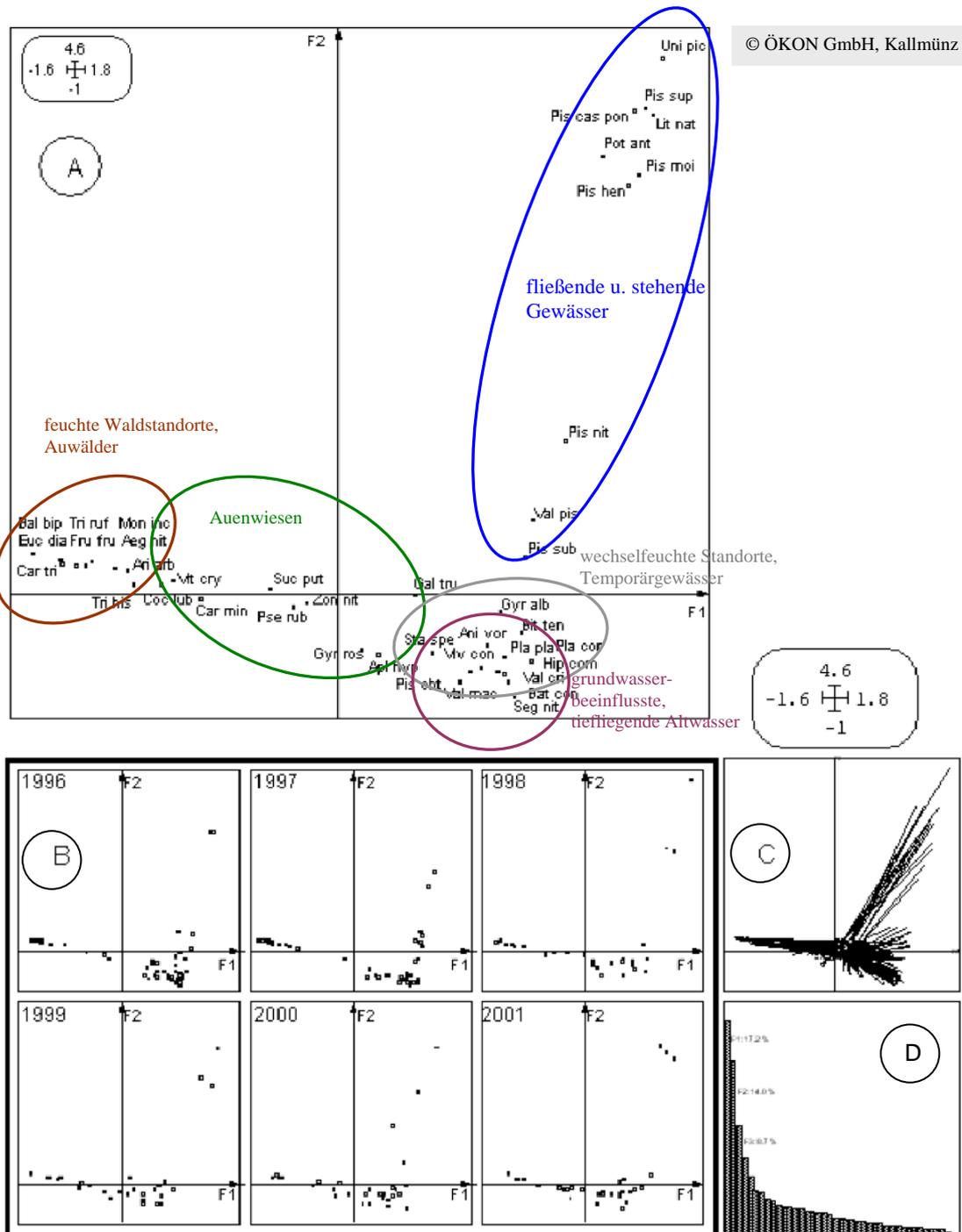


Abb. 4.6: Zweidimensionale Darstellung der Ergebnisse der Korrespondenzanalyse von 41 Taxa (A) und von 230 Probestellen (B, C) der Jahre 1996 - 2001. Dargestellt sind jeweils die beiden ersten Faktoren (Eigenwerte: F1: 0,74 und F2: 0,64 Anteil an der Gesamtvarianz: F1: 17,2 % und F2: 14,0 %, (D)).

Die oben aufgezeigte Verteilung der Arten spiegelt sich in dem Gradienten der von ihnen charakterisierten Probestellen wider (Abb. 4.6 unten). Letztere sind sieben Mal dargestellt, einmal jeweils die Jahrgänge 1996 - 2001 (B) und einmal alle Jahre zusammen (C). Sinn

dieser Darstellungen ist die Beantwortung der Frage, ob die Verteilung der Probestellen mehr durch die Arten selbst oder unter Umständen durch eine zeitliche Varianz ihres Vorkommens bestimmt ist. Letzteres ist nicht der Fall: Die Probestellen folgen in den einzelnen Jahren jeweils dem Gradienten der Arten und bilden keine eigenen Gruppen, d.h. die Probestellen von je einem Jahr lassen sich als Gruppen durch eine Diskriminanzanalyse nicht signifikant trennen, was in Abbildung 4.6 (C) durch die nah beieinander liegenden und schon fast überlappenden Zentren der Probestellengruppen (helle Kreise, durch Linien überdeckt) deutlich zum Ausdruck kommt. Demnach werden die Probestellen von ihrer jeweiligen Artenzusammensetzung charakterisiert. Diese kann allerdings zu verschiedenen Zeiten bzw. Jahren sehr unterschiedlich sein (s.u.).

Zur weiteren Absicherung der Ergebnisse der Korrespondenzanalyse (COA) wurde eine Clusteranalyse durchgeführt. Diese ergibt ein ähnliches Bild wie das der COA (Abb. 4.5), das in Tab. 17 (Anh) umgesetzt ist, wobei wiederum eine Cluster Inertia Analyse 40 Arten als für die Gruppenbildung entscheidend herausstellt. Deutlich zu erkennen sind fünf Artengruppen, die fünf Probestellengruppen charakterisieren. Sie zeigen einen ähnlichen Gradienten wie in Abbildung 4.6 dargestellt. Zur Vereinfachung sind in der Tabelle die Arten mit ihren Stetigkeiten (C%), Konstanzklassen (Kk) und prozentualen Vorkommen (%Vk) nach Arten- und Probestellengruppen getrennt aufgelistet. Die jeweiligen Kennarten der einzelnen Indikator-Gruppen sind fett gedruckt. Es lassen sich folgende 5 Arten bzw. Probestellen-Gruppen unterscheiden (Tab. 17 Anh):

**Artengruppe A** kennzeichnet **Probestellengruppe 1**. Kennarten sind mit Stetigkeiten größer als 60% *Carychium tridentatum* (Schlanke Zwerghornschncke), *Eucobresia diaphana* (Ohrförmige Glasschncke), *Arianta arbustorum* (Baumschncke), *Aegopinella nitens/nitidula* (Weitmündige/Rötliche Glanzschncke), *Trichia rufescens* (Gestreifte Haarschncke) und *Cochlicopa lubrica* (Gemeine Glattschncke), die insbesondere für feuchte Waldstandorte bzw. Auwälder und nasse Wiesen typisch sind. Insgesamt handelt es sich meist um Waldarten mit hohem Feuchtigkeitsanspruch. 22 % der Arten stehen auf der Roten Liste (Tab. 17 Anh). Die 51 Probestellen liegen teils vorder-, teils hinterdeichs und wurden hauptsächlich in den trockeneren Jahren 1996 - 1998 besammelt. Sie können in der Hauptsache als feuchte bis mittelfeuchte Waldstandorte angesprochen werden.

**Artengruppe B** ist eine charakteristische Auenwiesen-Artengruppe (Probestellengruppe 2) mit typischen überflutungstoleranten Stromtalarten der Landmollusken wie die "stark gefährdete" *Pseudotrachia rubiginosa* (Behaarte Laubschncke), *Zonitoides nitidus* (Glänzende Dolchschncke) und *Carychium minimum* (Bauchige Zwerghornschncke) neben den beiden für wechselfeuchte Temporärgewässer typischen Wassermollusken *Galba truncatula* (Kleine Sumpfschncke) und *Gyraulus rossmaessleri* (Roßmäblers Posthörchen) als weitere Kennarten (Stetigkeit größer 60 %). Die Hälfte der Arten stehen auf der Roten Liste, *Gyraulus rossmaessleri* gilt als „vom Aussterben bedroht“, eine andere als „stark gefährdet“ (Tab. 17 Anh). Weitere typische Arten sind *Succinea putris* (Gemeine Bernsteinschncke) und *Aplexa hypnorum* (Moos-Blasenschncke). Die artenreichen, als wechselfeucht und nass anzusprechenden **Probestellengruppe 2** liegen meist vorderdeichs im Bereich der Donau und werden auch von Arten der weiteren Artengruppen besiedelt (Tab. 17 Anh).

**Artengruppe C** setzt sich aus Wassermolluskenarten zusammen, die ein zeitweises Trockenfallen ihrer Gewässer tolerieren. Sie haben entsprechende Anpassungsmechanismen (z.B. können einige davon ihr Gehäuse mit einem Deckel, z.B. *Valvata macrostoma* (Sumpf-Federkiemenschnecke), oder einer Schleimhaut (Diaphragma), z.B. *Anisus vortex* (Scharfe Tellerschnecke) verschließen. Dementsprechend stark sind sie teils eng mit den Landmolluskenarten der Artengruppe B verzahnt. Ebenfalls mit in diese Gruppe gehören *Anisus spirorbis/leucostoma* (Weißmündige/Gelippte Tellerschnecke), *Pisidium casertanum* (Gemeine Erbsenmuschel) und *Pisidium obtusale* (Stumpfe Erbsenmuschel). Die beiden Erbsenmuscheln verkriechen sich bei Austrocknung in den Boden. Aufgrund ihres hauptsächlichlichen Vorkommens (%VK in Tab. 17 Anh) in dieser Probestellengruppe identifizieren alle Arten dieser Gruppe (C) die **Probestellengruppe 3**. Davon stehen 57 % auf der Roten Liste und *Valvata macrostoma* gilt als „vom Aussterben bedroht“ (Tab. 17 Anh). Bei den Probestellen handelt es sich um Verlandungszonen und um Temporärgewässer meist vorderdeichs, sowohl im Bereich der Isar als auch der Donau, vermutlich z.T. mit Grundwassereinfluss. Die teils starke Besiedelung dieser Standorte sowohl mit Landmollusken der Gruppe B, als auch mit Wassermollusken der Gruppe D, deutet auf die große Dynamik hin, der diese Probestellen ausgesetzt sind. Bei niedrigen Wasserständen konkurrieren also die indikatorischen Wasser- mit Landmolluskenarten.

Die **Artengruppe D** mit *Valvata cristata* (Flache Federkiemenschnecke), *Bathyomphalus contortus* (Riemen-Tellerschnecke), *Hippeutis complanatus* (Linsenförmige Tellerschnecke), *Segmentina nitida* (Glänzende Tellerschnecke) und *Bithynia tentaculata* (Gemeine Schnauzenschnecke) als Indikatorarten mit hauptsächlichlichem Vorkommen (%VK in Tab. 17 Anh) in dieser Probestellengruppe kennzeichnet die **Probenstellengruppe 4**. 83 % der Arten stehen auf der Roten Liste, *Segmentina nitida* gilt als „stark gefährdet“ (Tab. 17 Anh). Bei dieser handelt es sich teils um grundwasserbeeinflusste, tiefliegende Altwasser, die selten trockenfallen und meist vorderdeichs sowie donaunah liegen. An diesen Probestellen findet man typischerweise auch Arten der Gruppen C und B. Zugleich sind etliche auf dauerhafte Gewässer angewiesene Arten der nächsten Artengruppe an diesen Probestellen anzutreffen (Tab. 17 Anh). Zur Artengruppe D zu zählen sind auch *Physa fontinalis* (Quellblasenschnecke) und *Pisidium personatum* (Quell-Erbsenmuschel)

**Artengruppe E** kennzeichnet fließende und stehende Gewässer/Altwasser der **Probenstellengruppe 5**, alle vorderdeichs auf T5. Auch hier kommen vereinzelt Wasser- und Landmolluskenarten weiterer Gruppen (z.B. D und C) vor, die bei niedrigen Wasserständen in die seichteren Probestellen einwandern. In größeren Dichten tritt *Galba truncatula* (Kleine Sumpfschnecke) aus der Artengruppe B hinzu. Die Artengruppe E setzt sich ausschließlich aus Fließgewässer- bzw. Flussarten zusammen. Fast alle Arten, *Pisidium moitessierianum* (Winzige Falten-Erbsenmuschel), *Pisidium subtruncatum* (Schiefe Erbsenmuschel), *Valvata piscinalis* (Gemeine Federkiemenschnecke), *Potamopyrgus antipodarum* (Neuseeland-Zwergdeckelschnecke), *Pisidium henslowanum* (Falten-Erbsenmuschel), *Pisidium casertanum* f. *ponderosa* (Flussform der Gemeinen Erbsenmuschel), *Lithoglyphus naticoides* (Fluss-Steinkleber), *Pisidium supinum* (Dreieckige Erbsenmuschel) und *Unio pictorum* (Malermuschel) können aufgrund ihrer hohen Stetigkeiten (C%) und/oder Gesamtvorkommen in Prozent in dieser Probestellen-Gruppe (%VK) als Kennarten angesprochen werden. Auf der Roten Liste stehen 70 % der Arten, *Lithoglyphus naticoides* gilt als „stark gefährdet“ (Tab. 17 Anh). Alle Probestellen dieser Gruppe liegen

vorderdeichs am landseitigen Ende des Transektabschnittes T5.1 und sind stark von den schwankenden Wasserständen der Donau und Isar sowie des vom Mühlbach durchflossenen Altwassersystems, welches erst unterhalb des NSG "Staatshaufen" in die Donau mündet (Kap. 5.2.6), bestimmt.

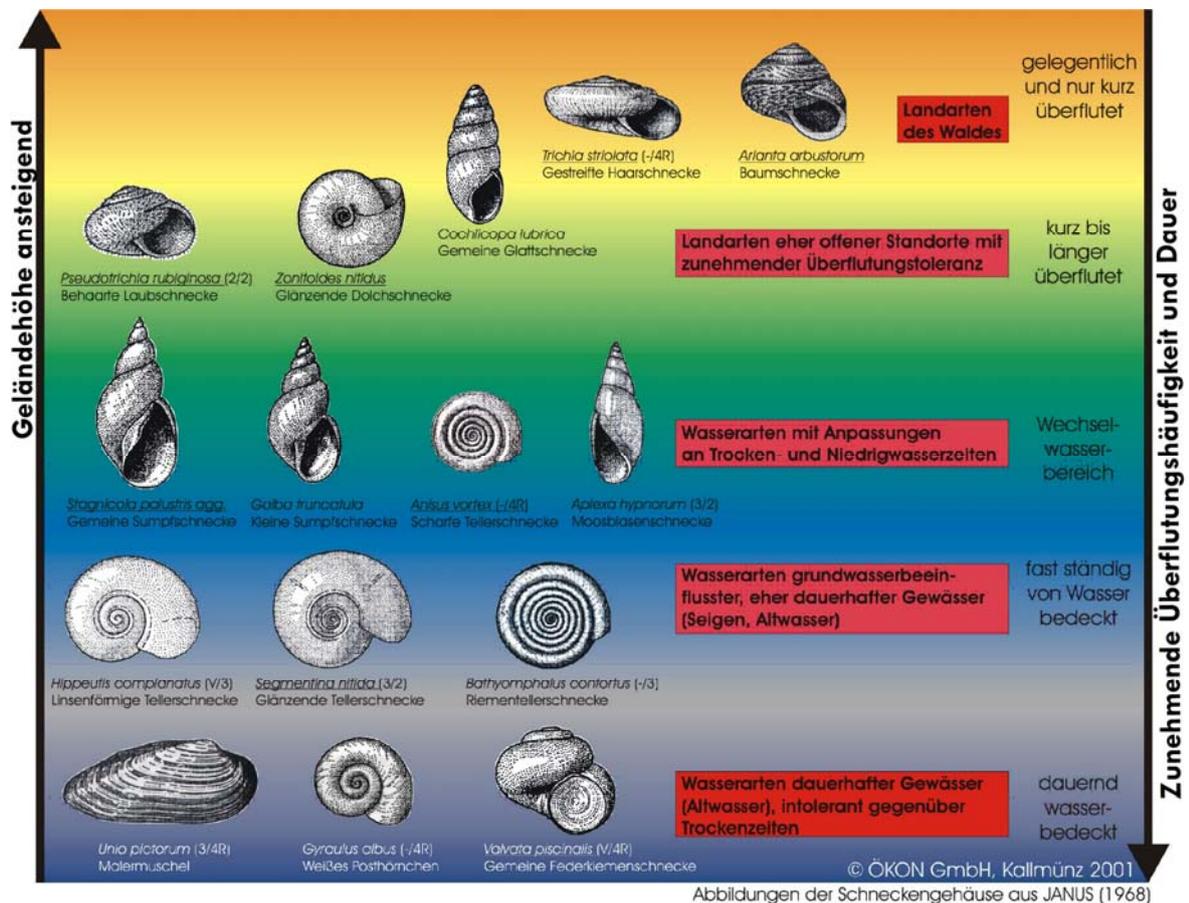


Abb. 4.7: Abhängigkeit von Land- und Wassermollusken von Überflutungshäufigkeit und -dauer im Isarmündungsgebiet.

In Tabelle 17 (Anh) wurde versucht, die einzelnen Gruppen, sowohl die der Arten als auch die der Probestellen, innerhalb eines Gradienten bzw. einer Zonierung anzuordnen. Trotzdem verdeutlichen die zahlreichen Übergänge, sowohl Arten- als auch Probestellen-gruppen übergreifend, die starke biologische Dynamik der Standorte, die vorwiegend vom zeitlich fluktuierenden Wandel der Probestellen und dabei insbesondere der hydrologischen Verhältnisse geprägt sind. Hinzu kommen weitere Standortbedingungen wie Bodeneigenschaften, Vegetation, Nahrungsangebot, Fraßdruck usw.

Zur Veranschaulichung der Zonierung bzw. Einnischung der unterschiedlichen Weichtiergemeinschaften über die verschiedenen Auenstandorte als Ergebnisse der oben aufgezeigten multivariaten statistischen Analysen (Abb. 4.6, Tab. 17 Anh) sind einige der vorkommenden Artengemeinschaften in ihrer Höhenverteilung und Vergesellschaftung in Abhängigkeit von Überflutungshäufigkeit und -dauer in Abbildung 4.7 dargestellt. Während Hochwassern ist dabei eine passive Wanderung von Landmollusken möglich (Foto 4.23).

Wie oben bereits angeführt, leben in den Übergangsbereichen zwischen Land und Wasser die am deutlichsten spezialisierten Arten (Artengruppen B, C, D in Tab. 17 Anh). Hier

finden sich auch die am stärksten gefährdeten Arten der Roten Listen. Diese wiederum sind als erste von etwaigen Nivellierungen der Wasserstandsdynamik, in ihrem Bestand stark gefährdet. In Abbildung 4.7 nicht dargestellt ist die Artengemeinschaft der Flüsse (Artengruppe E in Tab. 17 Anh). Auch diese Artengruppe ist durch Beeinträchtigung oder Verlust der Strömung, sich verschlechternder Sauerstoffverhältnisse und das Verschlammen der Hartsubstrate als Folge von Stauhaltungen im höchsten Grade gefährdet. Hierzu zählen auch die beiden charakteristischen, jedoch inzwischen sehr seltenen und „vom Aussterben bedrohten“ Kahnschneckenarten *Theodoxus danubialis* und *T. transversalis*.



Foto 4.23:

Landmollusken „retten“ sich häufig bei Hochwasser auf Treibholz, gleichzeitig können sie dadurch passiv neue Lebensräume erobern.

Aufnahme: F. Foeckler

#### 4.6.3 Veränderung der Artenzusammensetzung während der sechs Untersuchungsjahre

In bis zu sechs Untersuchungsjahren (1996 - 2001) wurden 30 Probestellen, 25 vorder- und 5 hinterdeichs, auf T1, T5, T6, T7 und T16 besammelt. Aus dem Vorhandensein bzw. Fehlen der Arten wurden für die Jahre 1996/97, 1997/98, 1998/99, 1999/2000 und 2000/2001 für jede Probestelle die Turnover-Rate errechnet, ein Maß für die Stärke der Wandlung der Artenzusammensetzung einer Probestelle über die Zeit. (siehe Kap. 3, Tab. 18 Anh).

Die Turnover-Raten fallen meist relativ hoch aus (fett gedruckte Werte in Tab. 18 Anh), insbesondere von 1997 auf 1998 und von 1998 auf 1999, aber auch von 1999 auf 2000 sowie 2000 auf 2001. Diese starken Veränderungen in der Artenzusammensetzung werden einerseits auf die zunehmende Austrocknung der Biotope über die Jahre 1996 - 1998, andererseits auf die großen Hochwasser ab November 1998, im Jahr 1999 und in den folgenden Jahren zurückgeführt. Die Abbildung 4.8 verdeutlicht diese Entwicklung. Die Zahl der Emigranten („fehlende“ Arten) schwankt über die Jahre erheblich, z.B. bei Probestelle 10 (Pflock WM2): 1996/97 beträgt die Zahl der Emigranten 5 und geht 1997/98 auf 1 zurück, um dann 1998/99 auf 15 zu steigen. 1999/2000 beträgt sie 2 und steigt 2000/2001 auf 8. Die Anzahl neuer Arten (Immigranten) dagegen war 1996/97 gering (2), jedoch 1997/98 (12), 1998/99 (8), 1999/2000 (9) und 2000/01 (6) sehr hoch bis hoch. Entsprechend hoch fallen die Turnover-Raten 1998/99 mit  $T = 0,92$  aus. Ähnlich verhält es sich bei etlichen weiteren Probestellen (Tab. 19 Anh). Bei näherer Betrachtung der Artenzusammensetzung über die Jahre zeigt sich, dass 1998 in viele Wassermollusken-Standorte Landmolluskenarten eingewandert sind (Beprobung vor dem Hochwasser), die in den Jahren 1999 - 2001 wiederum von Wassermollusken zurückerobert wurden.

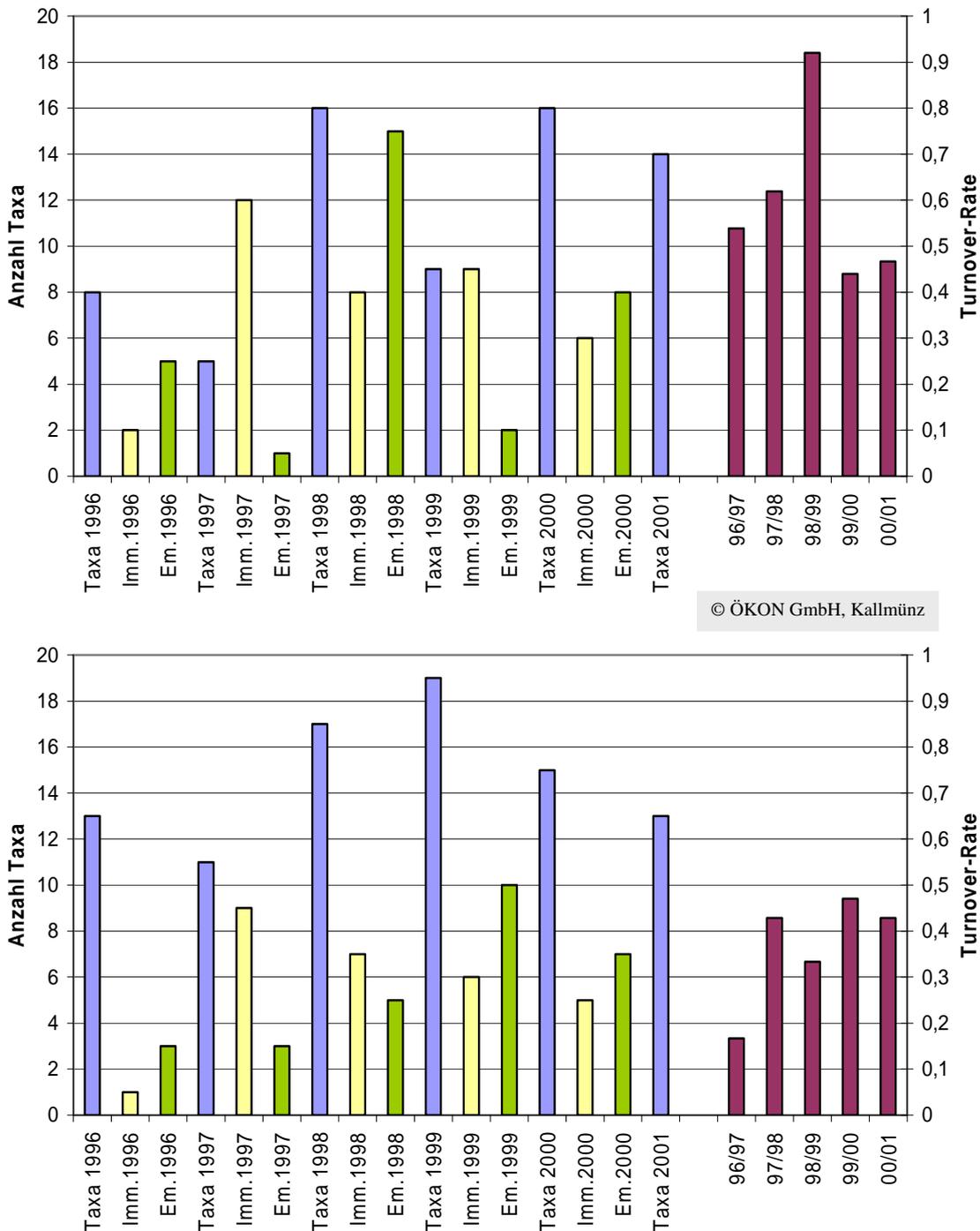


Abb. 4.8: Gesamttaxazahlen (lebend), Summen der Immigranten (innerhalb der Gesamttaxazahl) und Emigranten (fehlen in der Gesamttaxazahl) pro Jahr (links) und die Turnover-Raten (rechts) der Probestelle 10 – Pflock WM2 (oben) und der Probestelle 8 – Pflock 16 (unten) am Transekt 1.2 "Bodenentnahme" (1996 - 2001).

## 5 Ergebnisse der Untersuchungen auf den Transekten 1, 5 und 6 zu Wasserhaushalt, Boden, Vegetation, Flora und Mollusken

Die Transekte 1 und 5 liegen abwärts der Isarmündung in den Donauauen (Abb. 3.1, 3.6 5.1). Sie wurden in den zurückliegenden Jahren am intensivsten untersucht. Daher werden die gewonnenen Ergebnisse vorwiegend am Beispiel dieser donau nahen Transekte dargestellt. Darüber hinaus wurden in Teilen die Daten zu T6 gezielt ausgewertet, um die Vegetationszonierung in den großen donau nahen Weidenwaldbeständen links bzw. westlich der Isar zu ermitteln.



Abb. 5.1: Lage der Transekte 1, 5.1 und 5.2 sowie der Messstellen für Wasserstände

### 5.1 Transekt 1

Do-Km 2280,16

#### 5.1.1 Zum Wasserhaushalt bei Transekt 1

Der Wasserstand im **donau nahen Altwasser** wird u.a. maßgeblich durch einen Damm mit Durchlass auf Höhe Do-Km 2279,43 bestimmt, der das große Altwasser quert (Kap. 3.2.2). Dieses Bauwerk hat zur Folge, dass sich von der Mündung des Altwassers in die Donau (Km 2278,8) bis zum fast 1,4 km stromauf gelegenen Transekt 1 nur selten ein waagerechter Rückstau einstellt. Vielmehr wurden 1998 und 1999 Differenzen zwischen 1 dm und 6 dm ermittelt. Der stauende Einfluss des kleinen Durchlasses auf den Wasserspiegel nimmt mit fallenden Wasserständen zu. Bei Wasserständen **unter NW** waren Altwasser- und Donauspiegel zuweilen ausgeglichen oder der **Altwasserspiegel** lag gegenüber der Donau bis 0,5 dm **höher**. Insgesamt wurden von 1996 - 1999 zwischen Donau und Altwasser auf Höhe von T1 (Do-Km 2280,16) in Abhängigkeit von der unter-

schiedlichen Wasserstandsdynamik zwischen Donau und Altwasser Wasserspiegeldifferenzen bis zu 67 cm ermittelt.

Das von Oberstrom zugeführte Wasser wird bei Niedrigwasser rund 150 m oberhalb T1 (Do-Km 2280,32) von einer Schwelle im Altwasser leicht zurück gestaut. Der Einfluss dieser weiteren Schwelle auf den Wasserhaushalt der Aue sollte noch genauer untersucht werden.

Im Bereich der von Silberweidenwald dominierten „**Bodenentnahme**“ (T1) (Abb. 3.5, Kap. 4.2.1) erfolgt sowohl Grund- als auch Oberflächenwasser-Zustrom und -Abfluss über Grundwasseraustritt und ein komplexes System kleinerer Gerinne. Diese erhalten bei entsprechend höheren Wasserständen Anschlussmöglichkeit an eine parallel zum dammnahen Altwasser verlaufende Rinne, die schließlich in das dammnahen Altwasser mündet. Dabei entscheidet das in der "Bodenentnahme" bei höheren Wasserständen austretende Grundwasser einerseits wie auch das Oberflächenwasser andererseits, ob Wasser in das dammnahen Altwasser einströmt, oder aus diesem hinaus strömt. Entsprechend werden auch innerhalb der "Bodenentnahme" zahlreiche durch Gerinne verbundene Senken durch ein- oder ausströmendes Wasser in wechselnder Fließrichtung gefüllt oder entleert. Bei geringer Wasserführung der altwasserparallelen Rinne ist die unterstromige Anbindung an das Altwasser oft unterbrochen. Auch dann kann das Wasser aus der Rinne etwa 80 m aufwärts dieser schmalen Mündung den kleinen Damm zum dammnahen Altwasser unterströmen.

Aufgrund der dargestellten komplexen hydrologischen Abläufe war eine nähere Auswertung bislang nur für einen begrenzten, wenngleich weitgehend repräsentativen, Bereich der "Bodenentnahme" möglich, auf den in Kapitel 6 eingegangen wird.

**Die Gesamt-Schwankungshöhe der gemessenen Wasserstände betrug an T1 zwischen 1996 und 1999 vorderdeichs rund 5,6 m im donanahen Altwasser und 5,5 m in der „Bodenentnahme“.**



Foto 5.1:  
Dammnahes Altwasser im Bereich des Transektes 1, Blickrichtung stromabwärts. Der Wasserspiegel der Donau lag zum Aufnahmezeitpunkt etwa 4 dm unter dem langjährigen MW 1992/2001. Der Wasserstand im Altarm war in Höhe des Transektes rund 5 dm niedriger als in der Donau.  
Aufnahme: 20.10.2000

Das **dammnahe Altwasser** (Foto 5.1) erstreckt sich mit einer Gesamt-Lauflänge von rund 3,9 km von etwas oberhalb T1 bei Do-Km 2280,16 bis zur Mündung bei Do-Km 2276,95 (Abb. 3.5, Kap. 4.2.1). Bezogen auf einen theoretisch angenommenen, annähernd waagerechten Rückstau von der Mündung in das Altwasser, würde bei einem mittleren Fließ-

gefälle in der Donau von hier 0,32 Promille der Wasserspiegel im Altarm auf Höhe von T1 etwa 1 m tiefer stehen als auf gleicher Höhe in der Donau. Dies hätte einen entsprechend starken Grundwasserabzug aus der Umgebung zur Folge. Um einem solchen Absinken der Oberflächen- und Grundwasserstände entgegenzuwirken, wurden auf Höhe von Do-Km 2278,3 und Do-Km 2277,8 zwei Querdämme in das Altwasser eingebaut mit einem jeweils etwa 6 m breiten Durchlass. Diese Stufen vermögen bei waagrechtem Wasserstand lediglich den Wasserspiegelverfall Oberstrom der Querriegel und unter Inkaufnahme zu hoher Wasserstände am Querbauwerk zu mindern. So hat die künstliche Anhebung des Wasserspiegels im oberstromigen Bereich des Querdammes bei Do-Km 2278,3 eine nachhaltige Beeinträchtigung und zumindest einen kleinflächigen Verlust der dort unmittelbar anliegenden Auenbiozönosen zur Folge.

Die Messungen von 1996 - 1999 ergaben, dass die Wasserstände im dammnahe Altwasser auf Höhe von T1 (Do-Km 2280,16) gegenüber der Donau rund 2 - 10 dm niedriger lagen, folglich das dammnahe Altwasser für das Vorland meist die Vorflut bildet. Dies gilt abgeschwächt in der Regel auch für das Dammhinterland, bei rund 0,5 - 2 dm niedriger liegenden Wasserständen im Altwasser gegenüber dem Grundwasser dort. Nur bei ansteigendem Hochwasser wurden hinterdeichs kurzfristig niedrigere Grundwasserstände gegenüber dem Wasserspiegel im Altwasser des Vorlandes gemessen.

Aufgrund der in Kapitel 4.2.1 beschriebenen, schwierigen Wasserstandsverhältnisse in der „**Hippuris-Senke**“ landseits des Hochwasserdammes ist dort eine genaue Analyse noch nicht möglich. Die gemessenen häufigen Wasserstandsschwankungen betragen bis zu 3,3 m. Dieser regelmäßige Wechsel zwischen Trockenfallen und Wasserbedeckung der Senke ermöglicht dort ein größeres Vorkommen des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*, Foto 5.2) und anderer auentypischer Arten.

Foto 5.2:

Große Bestände von Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) unmittelbar hinterdeichs bei Transekt 1.

Aufnahme: A. Henrichfreise, 23.9.1999



Die Ermittlung der Grundwasserstände im weiteren Hinterland bei T1 kann gegenwärtig erst näherungsweise erfolgen. Die Grundwasserstände der nur rund 150 m stromab vom Querschnitt 1 liegenden Messstelle R189/2 sind teils artesisch und daher für ökologische Aussagen nur bedingt verwendbar (Kap. 4.2.3). Der Vergleich mit zeitgleich gemessenen Grundwasserständen in der "Hippuris-Senke" bei Niedrigwasser unter Flur ergab, dass trotz der geringen Entfernung (150 m) das Grundwasser im Bereich der Senke bis zu rund

0,2 m höher stand als bei R189/2. Bei Hochwasser dagegen zeichnete die Grundwasser-Messstelle bis zu 1,14 m höhere, artesische Grundwasserstände auf, die auch rund 1 - 2 dm über den Qualmwasserständen landseits der "Hippuris-Senke" lagen.

Die "**Feuchte Senke**" stellt einen hydrologischen Sonderfall mit einem mächtigen stauenden Horizont in der Bodendeckschicht dar. Ein Vergleich von unter Flur gemessenen Wasserständen in dieser staunassen Senke mit Grundwasserständen der ca. 175 m abwärts von T1 gelegenen Messstelle R189 WWA (6B) ergab deutliche Höhenabweichungen zwischen 4 und 110 cm. Diese erhebliche Schwankungsbreite wird auf das Vorhandensein einer nahezu wasserundurchlässigen Sperrschicht im Untergrund der Senke zurückgeführt, deren Wasserführung folglich durch Niederschläge und durch zufließendes Qualmwasser bei Hochwasserständen beeinflusst wird. Deutlich höhere Wasserstände in der Senke gegenüber denen in R189 WWA (6B) waren nach Regenfällen, oder bei fallendem Hochwasser zu verzeichnen, während sie nach einer längeren niederschlags- und hochwasserfreien Periode mit etwa 20 cm (vergleichsweise) gering ausfielen. Gemäß diesen ersten Ergebnissen würde das mittlere Grundwasser-Fließgefälle von der Senke nach Unterstrom ca. 1,5 ‰ betragen.

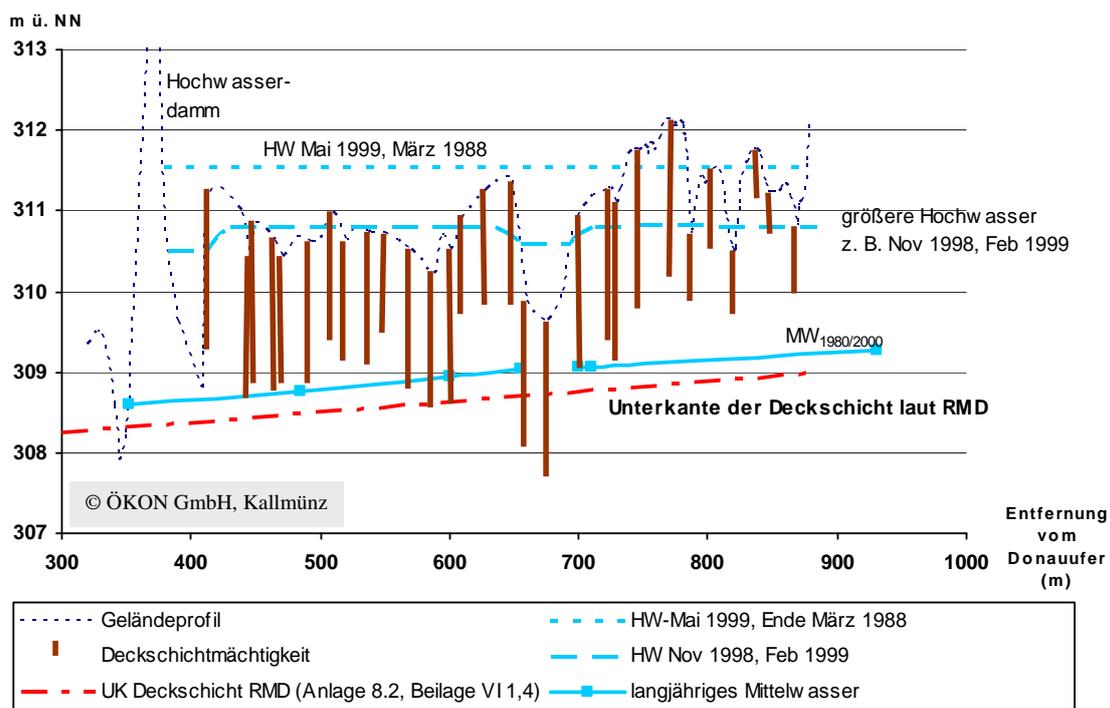


Abb. 5.2: Standortbedingungen (Geländegestalt, Mächtigkeit der Bodendeckschicht über Sand und Kies und Wasserstandsschwankungsbereich zwischen MW 1980/2000 sowie HW 1999 u. 1988) im Transect 1 (Do-Km 2280,16) hinterdeichs.

Aber auch zwischen den Wasserständen in der "**Liguster-Senke**" am landseitigen Ende von T1 und der Grundwasser-Messstelle 6B wurden Differenzen bis 46 cm gemessen. Dies deutet darauf, dass Rückschlüsse von den regelmäßig abgelesenen Grundwasserständen der Messstelle 6B auf die Wasserverhältnisse an T1 hinterdeichs nicht oder nur eingeschränkt möglich sind.

Hinterdeichs wurden zwischen 1996 und 1999 in der "Hippuris-Senke" rund 3,3 m Gesamt-Schwankungshöhe gemessen, in der "Feuchten Senke" rund 3,6 m, in der "Liguster-Senke" mindestens 2,2 m (der niedrigste Wasserstand ist nicht bekannt). Damit sind im hinterdeichs gelegenen Bereich von T1 auenartige Wasserstandsschwankungen gegeben (Abb. 5.2), die sich weit nach landseits erstrecken.

### 5.1.2 Boden

Der Bodenaufbau am Transekt 1 wurde auf seiner gesamten Länge mit 29 Baggerschürfen, Rammkernsondierungen und Bohrstockeinschlägen näher erkundet. Aus diesen Untersuchungen lässt sich eine große Vielgestaltigkeit der Böden erkennen. Dennoch sind einige Gemeinsamkeiten z.B. hinsichtlich der Schichtung der Profile festzustellen. Die Kies- oder Sandschicht wird überlagert von einer Bodendeckschicht aus vorwiegend Schluff mit Ton und Humus. Nur in den donaanahen Bodenprofilen (bei den Pflöcken P1, P2, P5, P6, P10) treten in der Bodendeckschicht dabei kapillarbrechende Sandbänder auf (Kap. 4.3.1).

Mit zunehmender Entfernung von der Donau, vor allem hinterdeichs, ist eine Zunahme der Bodendeckschicht-Mächtigkeit festzustellen. In der donaufernen "feuchten Senke" bei P52 und P54 (Abb. 5.1) erreicht diese mehr als zwei Meter (bis 307,7 m ü. NN), während sie im donaanahen Bereich nur wenige Male mehr als einen Meter Mächtigkeit erreicht (Abb. 4.5). Dies ist damit zu erklären, dass bei Überschwemmungen im donaanahen Auenbereich aufgrund der höheren Fließgeschwindigkeit des Wassers ein Sedimentabtrag oder eine Ablagerung von gröberen Sedimenten erfolgt. Im donaufernen Auenbereich findet entsprechend der geringeren Wasserbewegung eine Ablagerung vor allem von Feinsedimenten statt.

Ein dauerhafter Wasseraufstau in die großflächig tiefer als 309,2 m ü. NN reichende mächtige Deckschicht hätte demnach aufgrund der ungebrochenen Kapillarwirkung dieser Schichten gerade hinterdeichs (bis ~ 309,5 m ü. NN) wesentlichen Einfluss auf die Vegetation. Dabei würden die für die Aue existenznotwendigen niedrigen Wasserstände unterbunden und die Auevegetation erheblich beeinträchtigt.

### 5.1.3 Vegetation

Das Transekt 1 ist eines der vielfältigsten hinsichtlich der erfassten Waldgesellschaften, die in sechs Dauerbeobachtungsflächen weitgehend vollständig dokumentiert sind.

Dauerbeobachtungsflächen 6, 8, 9: Eichen-Ulmen-Wald im Übergang zum *Carpinion*  
7: Tiefstehender Eichenbestand  
18, 19: Weidenbestand (im Vorland)

Vorderdeichs sind in den Untersuchungsflächen 18 und 19 zwei Weidenwaldbestände erfasst, die bei Abschnitt 1 rund 120 m (19) bzw. 160 m (18) stromab vom Transekt liegen. Auf Dauerbeobachtungsfläche 18 stockt ein *Salicetum albae*, auf 19 ein *Salix viminalis*-Bestand.

Der auf der Dauerbeobachtungsfläche 18 erfasste Weidenwald liegt zwischen 309,6 und 310,10 m ü. NN. Für den Altarm, an dessen Ufer dieser Bestand liegt, wurden während

der hochwasserarmen Jahre 1996/1997 Wasserspiegelschwankungen von 307,9 - 311,4 m ü. NN festgestellt. Der (Grund-) Wasserspiegel fiel im Beobachtungszeitraum also bis zu 1,7 m unter Geländehöhe, die Fläche wurde andererseits zumindest bis zu ca. 1,3 m überflossen. Die dokumentierte Schwankungsamplitude beträgt hier ca. 3,5 m, was nahezu der im gleichen Zeitraum an T1 festgestellten Schwankungsamplitude der Donau entspricht (3,45 m). Für die in der ehemaligen "Bodenentnahme" gelegenen Silberweidenbestände, die nahezu einen Meter tiefer liegen als jener der Dauerbeobachtungsfläche 18, wurden 1996/1997 nur Schwankungen zwischen 308,15 - 310,9 m ü. NN (an P20/P21) festgestellt (Amplitude 2,75 m). Der Wasserspiegel fällt bei diesen stärker unter Wassereinfluss stehenden Beständen im Zeitraum 1996/97 nur etwa 60 cm unter Geländehöhe ab, andererseits wird der Bestand in diesen Jahren aber 2,1 Meter hoch überflutet. Ohne die lang anhaltenden niedrigen Wasserstände kann der Weidenwald sich nicht verjüngen. Dies ist bei entsprechenden Planungen zu berücksichtigen.

Der Grenzbereich zwischen den Standorten des Silberweidenwaldes und denen des Eichen-Ulmenwaldes fällt bei T1 von rund 309,6 m ü. NN am steilen Donauufer über 309,4 m am donaanahen Altwasser und 309,1 m ü. NN in der „Bodenentnahme“ bis zu etwa 308,9 m ü. NN in der „Hippuris-Senke“, unmittelbar landseits des Hochwasserdammes, ab. Entsprechend sinkt die Grenze zwischen dem Salicetum und dem besonders artenreichen Wechselwasserbereich von rund 309,0 m ü. NN am Donauufer über 308,8 m ü. NN am donaanahen Altwasser und in der „Bodenentnahme“ bis zu etwa 308,5 m ü. NN in der Senke unmittelbar landseits des Hochwasserdeiches. Die nahezu ständig wasserbedeckte Fläche liegt in der Donau auf Höhe von T1 unter rund 307,95 m ü. NN (307,6 m ü. NN Januar 1954), unter knapp 308 m ü. NN im donaanahen Altwasser und etwa 308,10 m in der „Bodenentnahme“ bis 308,20 m ü. NN in der Senke direkt landseits des Hochwasserdammes.

Die Dauerbeobachtungsflächen 18 und 19 (Abb. 3.7) fallen durch die im Frühjahr dominierende *Cardamine amara* (Bitteres Schaumkraut) auf, während im Sommer oft hochwüchsige Brennesseln das Bild bestimmen. *Cardamine amara* kann auf den Einfluss kalkreichen, ziehenden Grundwassers hindeuten (Zahlheimer mündl.). Nach den Hochwassern 1998/99 zeigten die auftretenden Arten der offenen Wechselwasserbereiche, z.B. *Cyperus fuscus*, *Veronica catenata* und *Limosella aquatica*, allerdings auch die deutliche Beziehung zu tieferen Lagen. Beide Bestände leiten von der typischen Ausbildung zu einer anderen, höher gelegenen über, die standörtlich bereits an die Hartholzaue anschließt (Subass. von *Humulus lupulus*). LINHARD (1964) hat den Bereich, in dem diese beiden Flächen liegen, als „Hohe Weidenau“ kartiert.

Vorderdeichs liegen an T1 keine weiteren Dauerbeobachtungsflächen. Das Transekt durchquert vor allem Pappelbestände (donaunah), Hochstaudenfluren (v.a. *Solidago gigantea*, *Urtica dioica*) sowie einen größeren, nass stehenden Weidenbestand in der "Bodenentnahme" (Abb. 3.5).

Landseits des Deiches, der noch bemerkenswerte Mesobromion-Bestände mit *Orchis ustulata* trägt, durchquert das Transekt bei P28/P29 eine Senke, in der *Hippuris vulgaris* (Tannenwedel) reichlich gedeiht. In trockenen Perioden kommt ein dichtes *Equisetum fluviatile*-Röhricht auf. Hinterdeichs verläuft das Transekt durch einen zusammenhängenden Waldbestand, in dem die Dauerbeobachtungsflächen 6, 8 und 9 (Abb. 3.7) liegen. Die

Aufnahmen fallen auf durch das Vorkommen von *Tilia cordata* in der Baumschicht, Sträuchern wie *Lonicera xylosteum* und *Ligustrum vulgare*, in der Krautschicht *Carex alba* und *Vincetoxicum hirundinaria* sowie eine spezifische Trennartengruppe mit *Asarum europaeum* und *Mercurialis perennis*. Erwähnenswert sind außerdem *Leucojum vernum*, *Viola mirabilis* und *Hepatica nobilis*. Arten des *Alno-Ulmion* treten dagegen zurück. Alle drei Aufnahmen werden hier zwar noch als *Quercu-Ulmetum caricetosum albae*, Variante mit *Asarum*, Ausbildung mit *Tilia cordata*, angesprochen, stehen aber dem *Carpinion* sehr nahe. Diese drei Aufnahmen repräsentieren die höher gelegenen Wälder hinterdeichs zwischen Grieshaus und Isarmünd recht gut.

Nahe beim Transektende liegt die Untersuchungsfläche 7 (Abb. 3.7) am Rand eines Altarmrestes ("Feuchte Senke"), der in seinem Zentrum waldfrei ist und v. a. von Großseggenbeständen (*Caricetum ripariae*, *Carex acutiformis*) eingenommen wird (Kap. 4.4.3 Hartholz-Auenwälder). Teilweise finden sich bemerkenswerte Hochstaudenfluren mit *Euphorbia lucida*. Fläche 9 erfasst einen *Quercus robur*- Bestand, dessen Krautschicht dem Magnocaricion zuzuordnen wäre.

#### 5.1.4 Flora

Die Flora von Transekt 1 wurde an 86 eingemessenen Pflöcken des Transektes erfasst sowie an 37 Hilfspunkten, die zwischen den Transektpflöcken oder transektnah liegen und die nur zum Teil höhenmäßig eingemessen wurden (Abb. 5.3). Die floristische Erfassung konzentrierte sich auf die Gras- und Krautschicht, da diese ein wesentlich differenzierteres Bild der standörtlichen Verhältnisse wiedergeben als Gehölze. Viele Arten haben ihr (Haupt-)Vorkommen in höheren Lagen, die nur bei stärkeren Hochwassern überflutet werden (Abb. 5.4). Einige weisen dabei nur eine sehr enge Höhenverteilung auf (z.B. *Thalictrum aquilegifolium*, *Lamium purpureum*, *Lamium galeobdolon*). Andere Arten wachsen dagegen in jeweils unterschiedlichen Höhenstufen, mit in der Regel geringen bis mittleren Amplituden der Standortshöhen (z.B. *Rorippa amphibia* und *Glyceria maxima* in tief gelegenen Bereichen), oder sie kommen nur in einzelnen Jahren vor (z.B. *Iris pseudacorus*).

Die bisherigen floristischen Erfassungen können nur Tendenzen angeben, da für repräsentative Aussagen die Aufnahme der Flora während weiterer Vegetationsperioden zu ergänzen ist. Nähere Aussagen zur Entwicklung der Flora können nur für die Transektbereiche aufgestellt werden, für die Wasserstandsdauerlinien vorliegen.

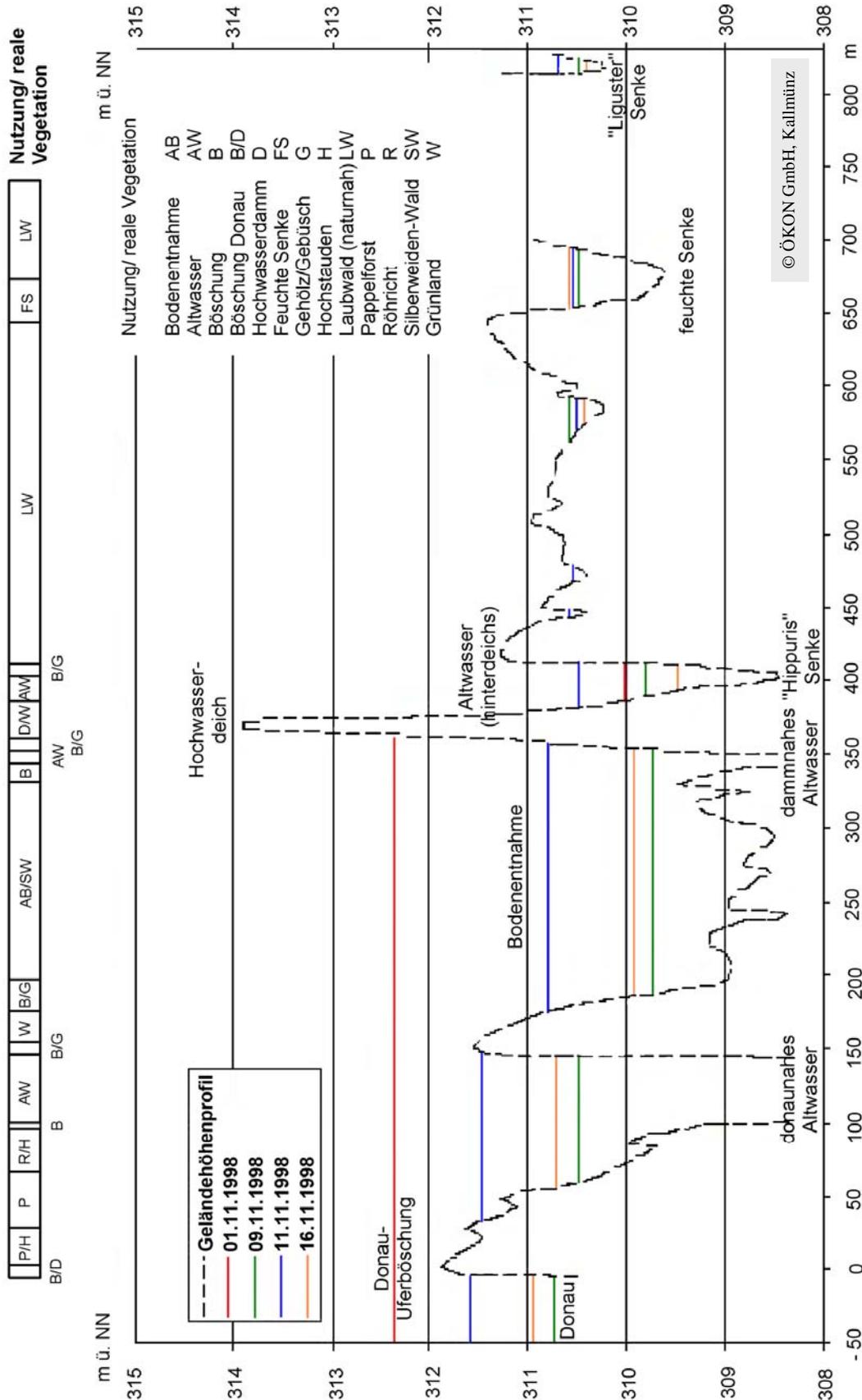


Abb. 5.3: Transect 1 mit Geländehöhenprofil, und Angabe der realen Vegetation sowie den Wasserspiegellagen während des November-Hochwassers 1998.

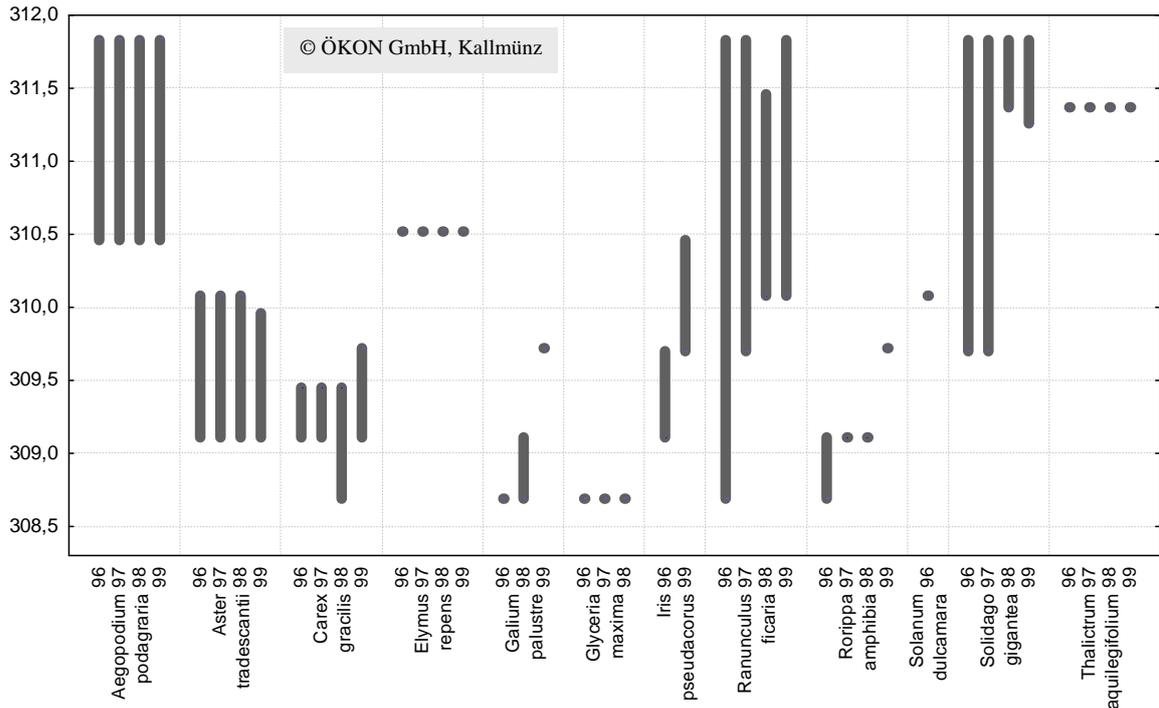


Abb. 5.4: Höheneinnischung (m ü. NN) ausgewählter Pflanzenarten auf Abschnitt 1 (donaunächstes Vorland) des Transektes 1 in den Jahren 1996 bis 1999.

### Abschnitt 1 von Transekt 1 (Donaunächstes Vorland)

Der gut 90 m lange donau nächste Transektabschnitt weist ein relativ starkes Gefälle von ca. 2,7 m vom Uferwall an der Donau zum Altwasser hin auf (Abb. 5.3). Aus den hydrologischen Messwerten (Kap. 4.2) wurden die Wasserstandsdauerlinien für die Jahre 1995 - 1999 für den Bereich um P10b am Ufer des Altwassers erstellt (Abb. 5.5 oben). Aufgrund des starken Geländeanstieges vom Altwasser zur Donau dürften diese Dauerlinien aber nur eine begrenzte Gültigkeit entlang des Transektes haben. Floristisch ausgewertet wird nur der etwa 35 m breite Bereich zwischen P6 und dem Altwasser (P10b) aufgrund der unterschiedlichen Vegetationszonierung.

Die Bodenpflanzen zeigen über die 6 Untersuchungsjahre eine ausgeprägte Höhenzonierung. So siedeln eine ganze Reihe von Arten wie *Iris pseudacorus*, *Stachys palustris*, *Nasturtium officinale* und *Rorippa amphibia* nur in der Nähe der Altwasser. Für das Verständnis dieser floristischen Zonierung ist es erforderlich, neben dem Vorkommen der Art an einer Probestelle auch deren populationsbiologische Parameter zu betrachten (Kap. 4.5.2). Bei Überlagerung dieser Daten mit den Ergebnissen der bodenkundlichen Untersuchungen und den Wasserstandsdauerlinien können somit bedeutsame Aussagen, insbesondere für wasserbauliche Planungen getroffen werden. Die bisherigen Beobachtungen belegen, dass der Wasserhaushalt dieses Abschnittes durch das Altwasser bestimmt wird (Kap. 5.1.1). Dies wird auch durch die Analyse der Artenzusammensetzung der Flora an ausgewählten Stellen deutlich. Während die Bodenflora im Bereich des Uferwalls (P1 - P3) überwiegend von den Wasserstufen "mäßig trocken" und "etwas feucht im Wechsel" (höchstgelegener Hartholzauenstandort) charakterisiert wird, zeigt die Bodenflora im tiefstgelegenen Uferbereich am Altwasser (P8 - P10b) überwiegend die Wasserstufen "feucht und nass" im Wechsel an (Tab. 20 Anh). Ein Zusammenhang zwischen abnehmender Geländehöhe und ansteigender Feuchtigkeit wird auch an der Zunahme von Arten deutlich, die nach ELLENBERG ET AL. (1992) Überschwemmungen oder starken

Wechsel der Wasserstände anzeigen. Sind es im Bereich des Uferwalls nur 3 Arten die zu dieser Gruppe zählen, so gedeihen in Altwassernähe 7 Arten, die auf auentypische Wasserstandsschwankungen hinweisen.

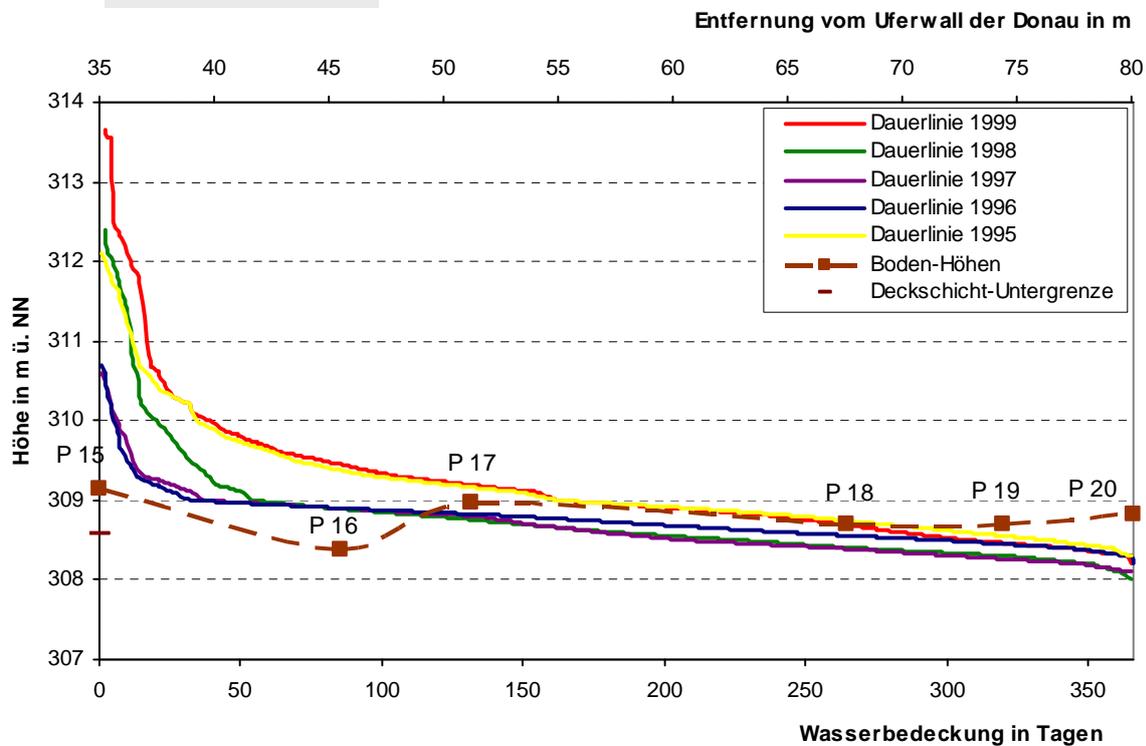
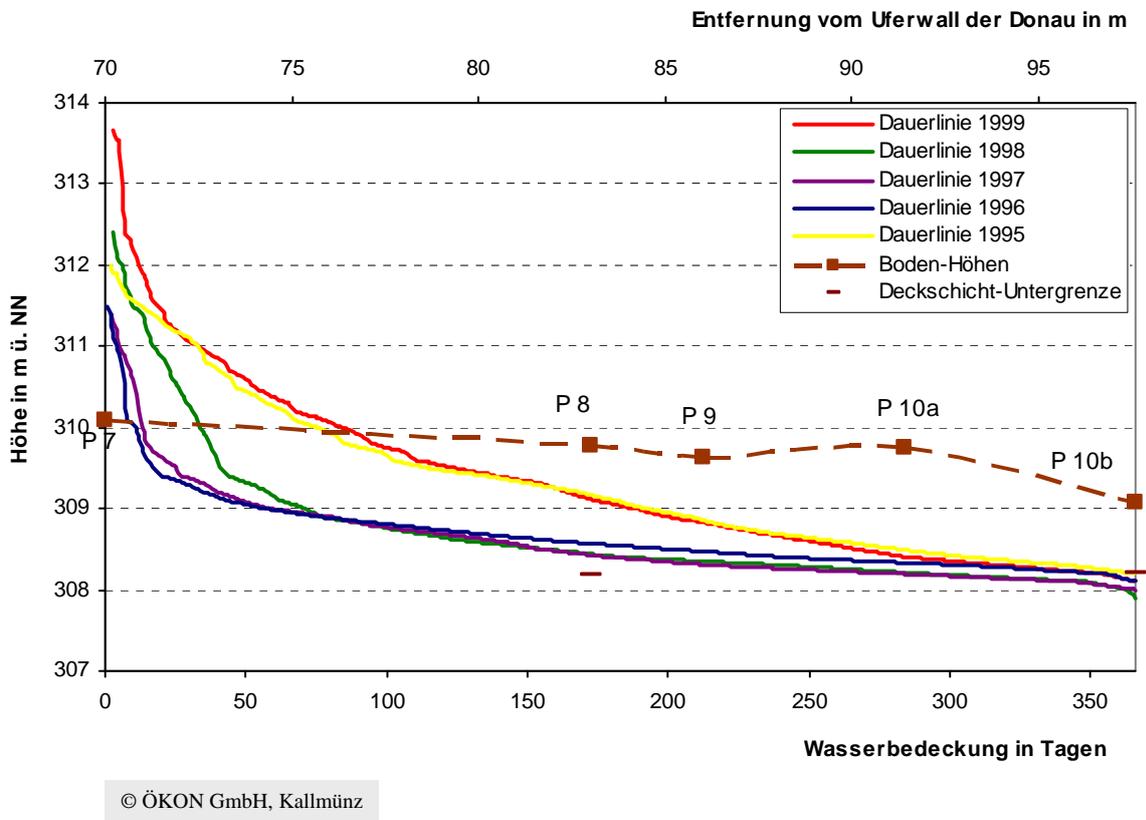


Abb. 5.5: Dauer der Wasserbedeckung am Transect 1 "donaunahes Altwasser" (oben) und „Bodenentnahme“ (unten) jeweils in den Jahren 1995 - 1999.

Nach den Wasserstandsbeobachtungen waren die hydrologischen Verhältnisse jeweils in den beiden Jahren 1995 und 1999 sowie 1996 und 1997 einander ähnlich, während sie im Jahr 1998 dazwischen lagen (Abb. 5.5). So war der Boden im mittleren Geländebereich (P6) im Jahr 1995 an 48 und 1999 an 54 Tagen wasserbedeckt, 1996 und 1997 jedoch an nur 7 bzw. 10 Tagen und 1998 an 25 Tagen. Die Dauer der Wasserbedeckung im Jahr 1998 kam erst nach der Vegetationsperiode durch die Hochwasser ab Ende Oktober zustande. Es zeigt sich, dass die höchstgelegenen Transektbereiche ab 311,50 m ü. NN nicht häufig vom Grund- und Oberflächenwasser beeinflusst sind. In den ausgeprägten Hochwasserjahren 1995, 1998 und 1999 erreichte das Grundwasser jedoch die Boden-deckschicht länger. In den Jahren 1998 und 1999 wurde das gesamte Transekt im Vorland mit Hochwasserständen - 312,34 bzw. 313,66 m ü. NN überflutet. Ausschließlich in dieser höchsten Geländestufe gedeihen *Cucubalus baccifer* und *Scilla bifolia*. Legt man die Wasserstandsdauerlinie vom donaanahen Altwasser zugrunde (Abb. 5.5 oben), wurden im Abschnitt 1 von T1 Wasserstände bis 311,5 m ü. NN in den Jahren 1995 an 12 Tagen, 1998 an 10 Tagen und 1999 an 18 Tagen erreicht. In den tiefstgelegenen Bereichen des Abschnittes 1 von T1 bei 309,70 m ü. NN (P8 P10a) bedeckte das Wasser im Jahre 1995 an 98 Tagen die Bodenoberfläche, 1996 an 13 Tagen, 1997 an 17 Tagen, 1998 an 38 und 1999 an 106 Tagen. Die Flora charakterisiert diese Höhenstufe des Abschnittes aber als überwiegend vom Grundwasser beeinflusst. Dies ist durch Bodendeck-schicht-Mächtigkeiten von etwa 0,9 - 1,6 m bedingt, die eine gute Wasserversorgung dieser Bereiche über kapillaren Aufstieg ermöglichen.

### **Abschnitt 2 von Transekt 1 („Bodenentnahme“)**

Die „Bodenentnahme“ (Abschnitt 2 von T1 im Vorland) weist ein bewegtes Relief auf (Abb. 5.3). Insgesamt ist der ca. 140 m lange Abschnitt 2 der tiefstgelegene Bereich des Transektes. Aufgrund der Nähe zum Grund- und Oberflächenwasser genügte es, die Bodendeckschicht nur in den höheren Geländestufen zu erkunden. Die für die „Bodenentnahme“ konstruierten Wasserstandsdauerlinien (Abb. 5.5 unten) haben in etwa für den mittleren Abschnitt (P15 - P20) Gültigkeit.

Die Flora dieses Abschnittes wurde an insgesamt 16 Pflöcken und 13 Zwischenpunkten erfasst (Abb. 5.3). Die jeweiligen Arten weisen meist eine deutliche Höhenzonierung auf. Nur wenige von ihnen kommen in allen Höhenlagen des Transektes vor (z.B. *Phalaris arundinacea*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus ficaria*). Der Großteil der Arten wächst tiefer als 309,7 m ü. NN und nimmt dabei lediglich eine schmale Geländezone ein (z.B. *Lysimachia vulgaris*, *Iris pseudacorus*, *Carex acutiformis* und *Myosotis laxa*; Tab. 21 Anh). Etliche Arten wurden nur an einem einzigen Erfassungspunkt festgestellt.

Geht man von den Wasserstandsdauerlinien für die Jahre 1995 - 1999 in der „Bodenentnahme“ (Abb. 5.5 unten) aus, ist der Boden nur an den tiefstgelegenen Stellen (niedriger 308,0 m ü. NN) ganzjährig von Wasser bedeckt (Abb. 5.6). Darüber schließt die genauer betrachtete, etwa 8 dm hohe Zone an, mit Geländehöhen zwischen rund 308,35 - 309,15 m ü. NN. Die Wasserbedeckung verhält sich ähnlich wie am Abschnitt 1, schwankt jedoch nicht so stark. Das Gelände an P16 der „Bodenentnahme“ war etwa zwischen 266 Tagen (1997) und 359 (1995) Tagen wasserbedeckt, während das höher gelegene Gelände (P15) nur noch zwischen 22 (1996) und 142 Tagen (1999) wasserbedeckt war. Die Charakterisierung anhand der Bodenvegetation (z.B. *Agrostis stolonifera*, *Cardamine amara*,

*Phalaris arundinacea*, *Hottonia palustris*) weist die Bodensenke in den tieferen Bereichen durchweg als vorwiegend „feucht bis nass“ im Wechsel, in höher gelegenen Bereichen unterhalb des Eichen-Eschen-Ulmenwaldes als überwiegend „frisch und nass“ im Wechsel (Standort des Silberweidenwaldes) aus.

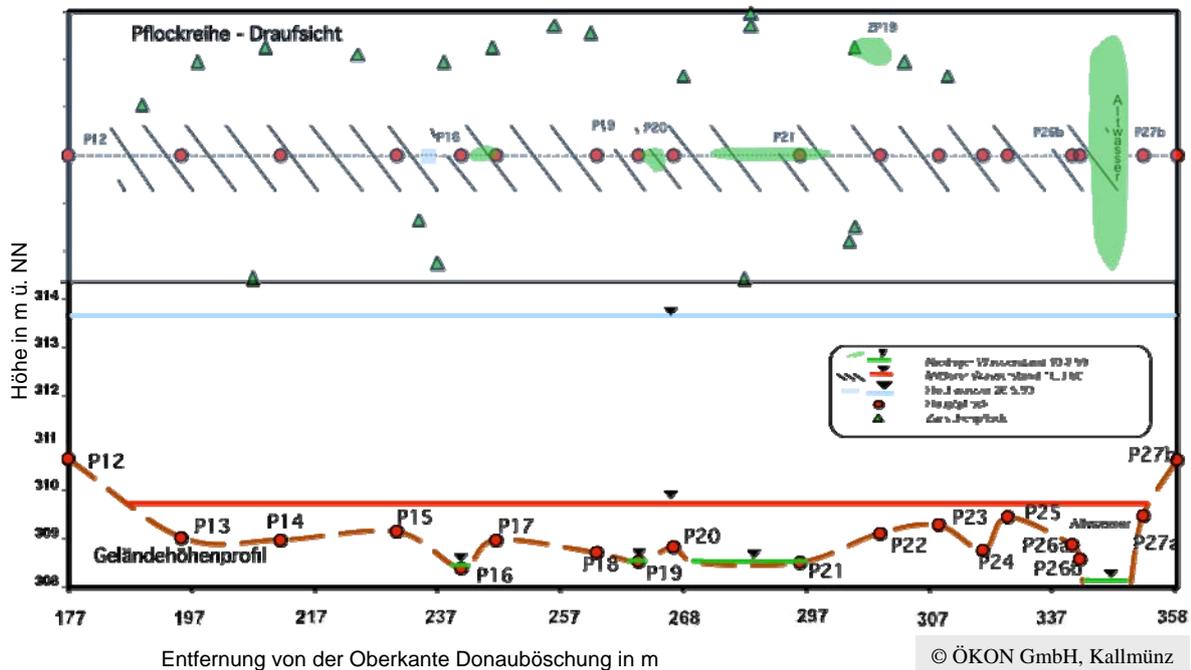


Abb. 5.6: Wasserbedeckung am Transect 1.2 in der „Bodenentnahme“ (Do-Km 2280,16) bei verschiedenen Wasserständen. Die ständig wasserbedeckte Fläche (grün) ist entlang dieses hydrologisch weitgehend intakten Donauabschnittes selbst in der künstlich vertieften „Bodenentnahme“ sehr klein, die eine der tiefstgelegenen Flächen im Untersuchungsgebiet darstellt.

Bereits die dammnahen Bereiche der „Bodenentnahme“ sind stärker vom Wasserregime des dortigen Altwassers bestimmt, so dass die konstruierten Wasserstandsdauerlinien (Abb. 5.5) dort keine Gültigkeit mehr haben. Die Obergrenze der meisten Nässe anzeigenden Bodenpflanzen liegt etwa bei 309,0 m ü. NN.

### 5.1.5 Mollusken

Die Mollusken wurden längs des Transektes 1 an 15 Probestellen, 8 vorderdeichs und 7 hinterdeichs, aufgenommen. Tabellen 22a und b (Anh) zeigen die Abundanzen der 87 angetroffenen Taxa. Von diesen wurden 27 nur vorderdeichs lebend nachgewiesen. Unter ihnen sind typische überflutungstolerante Auenarten, die laut den Roten Listen entweder „vom Aussterben bedroht“ oder „stark gefährdet“ sind, wie *Viviparus contectus* (Spitze Sumpfdeckelschnecke), *Valvata macrostoma* (Sumpf-Federkiemenschnecke), *Anisus vorticulus* (Zierliche Tellerschnecke), *Hippeutis complanatus* (Linsenförmige Tellerschnecke), *Planorbis carinatus* (Scharfkielige Tellerschnecke), *Gyraulus crista* (Zwergposthörnchen) und *Succinella oblonga* (Kleine Bernsteinschnecke). Vorderdeichs wurde im Jahr 1999 erstmals lebend die „vom Aussterben bedrohte“ *Anisus vorticulus* (Zierliche Tellerschnecke) nachgewiesen. Eine der bedeutendsten Molluskenarten des Untersuchungsgebietes, *Gyraulus rossmaessleri* (Rossmässlers Posthörnchen), deren Bestand von

überregionaler Bedeutung ist, lebt sowohl vorderdeichs als auch in einer größeren Population hinterdeichs in der "Feuchten Senke" (Abschnitt 4), die besondere hydrologische Verhältnisse (Kap. 5.1.2) aufweist.

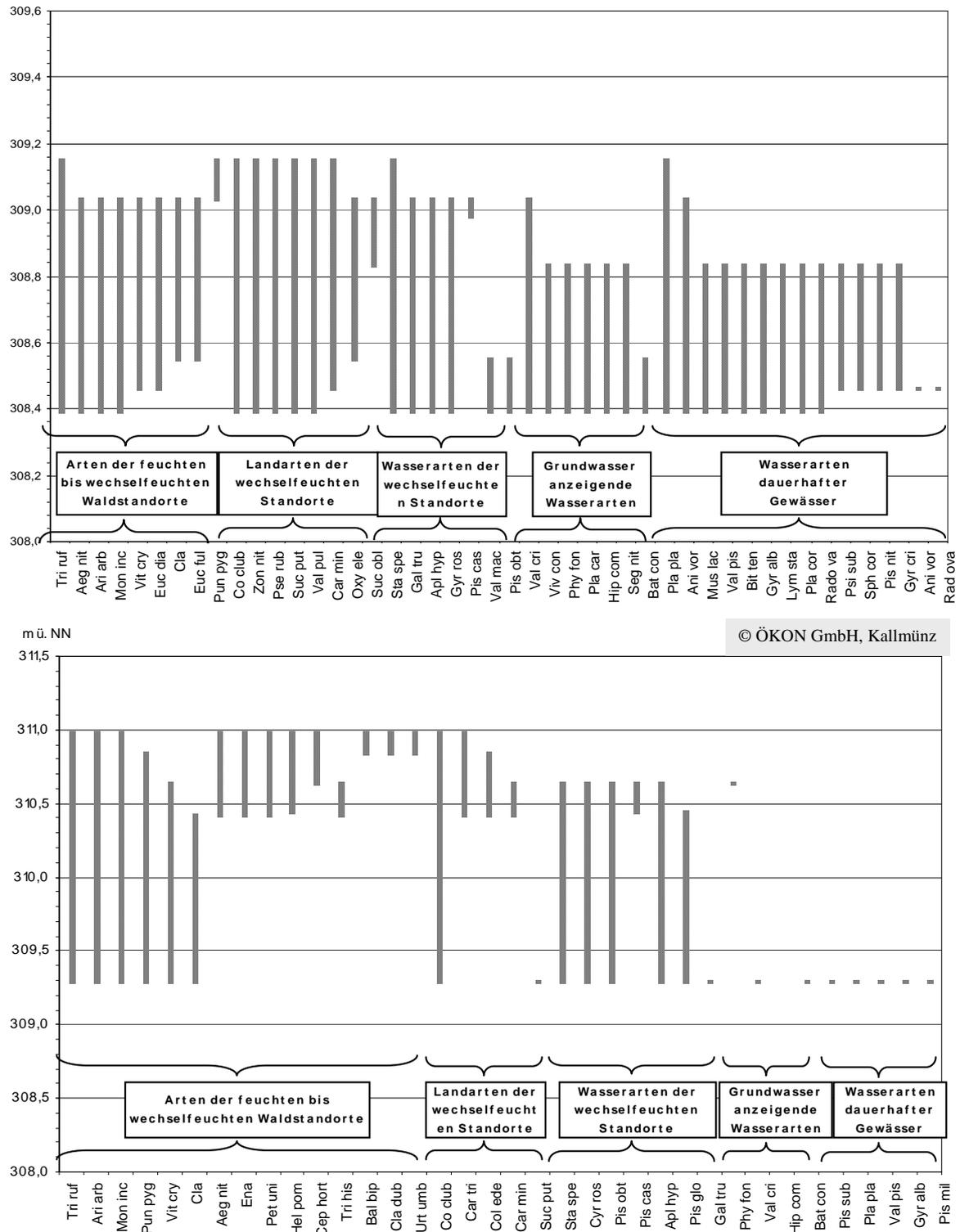


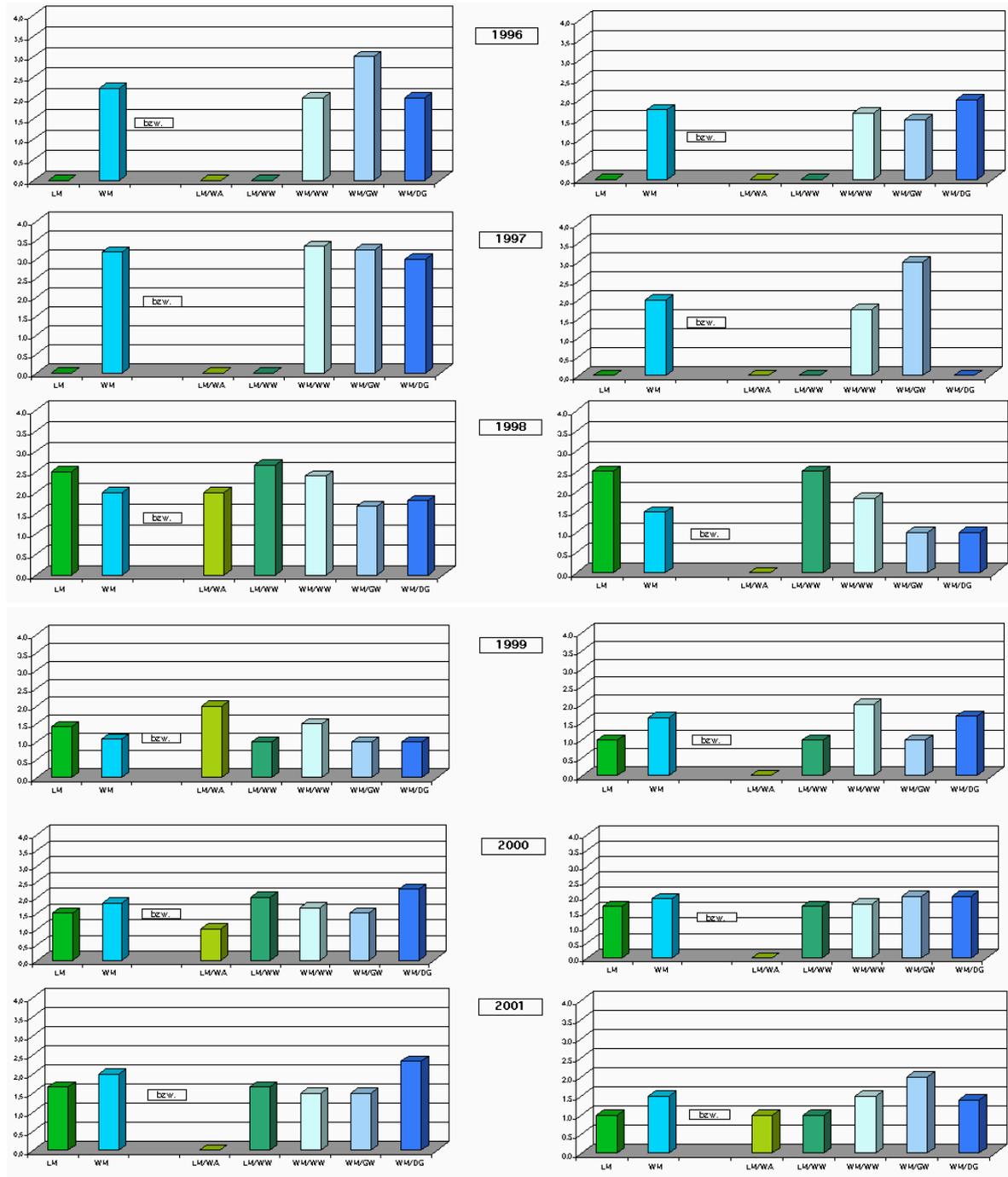
Abb. 5.7: Höhenverteilung (m ü. NN) der aufgesammelten Land- und Wassermollusken auf Transekt 1 "Bodenentnahme" vorderdeichs (oben) und hinterdeichs (unten). Im Vergleich zum Vorland fehlen im Hinterland etliche Arten oder weisen wesentlich geringere Bestände auf (vollständige Artnamen Tab. 16 Anh).

In Abbildung 5.7 (vorderdeichs und hinterdeichs) ist die Höhenginnischung ausgewählter auf T1 vorkommender Arten aufgezeigt. Von besonderem Interesse für Ökologie und Naturschutz sind gerade jene Arten, die in den Übergangsbereichen leben, welche auf engstem Raum von starken Wasserstandsschwankungen geprägt sind, z.B. *Carychium minimum* (Bauchige Zwerghornschnecke), *Zonitoides nitidus* (Glänzende Dolchschncke), *Pseudotrachia rubiginosa* (Behaarte Laubschncke), *Aplexa hypnorum* (Moosblasenschncke), *Gyraulus rossmaessleri* (Rossmässlers Posthörnchen), *Valvata macrostoma* (Sumpf-Federkiemenschncke) u.a.m.. Sie zählen zu den am stärksten in ihren Beständen gefährdeten Arten. Hinterdeichs fehlen viele dieser Arten oder weisen nur geringe Bestände auf. Das Gelände ist ebener und von weniger Arten besiedelt, was der geringeren Hydro- und Morphodynamik dieses Bereiches entspricht. Zur bildlichen Veranschaulichung sind einige der auf T1 vorkommenden Arten in ihrer Höhenverteilung und Vergesellschaftung in Abhängigkeit von Überflutungshäufigkeit und -dauer in Abbildung 4.6 dargestellt.

Die Mollusken des **Abschnittes 2** („Bodenentnahme“) wurden insgesamt an 8 Probestellen erfasst, von denen 4 Flächen sechsmal beprobt wurden. Abbildung 5.7 (vorderdeichs) zeigt die höhenmäßige Einnischung ausgewählter Arten im Abschnitt 2 von T1. In der „Bodenentnahme“ wurden alle Arten innerhalb des dort untersuchten Höhenunterschiedes von nur 0,76 m erfasst (308,39 bis knapp 309,20 m ü. NN). Die Waldarten (Abb. 5.7, links) sowie die für wechselfeuchte Verhältnisse typischen Land- und Wassermolluskenarten (Abb. 5.7, Mitte) zeigen die größten Höhenamplituden. Eine Ausnahme bildet die „vom Aussterben bedrohte“ *Gyraulus rossmaessleri* (Rossmässlers Posthörnchen) mit enger Höhenverbreitung. Dementsprechend empfindlich reagiert diese eng eingenischte Art auf wasserstandsnivellierende Maßnahmen. Die grundwasseranzeigenden Wassermolluskenarten, z.B. *Physa fontinalis* (Quellblasenschncke), sind auf eine engere Höhennische von 308,39 - 308,83 m ü. NN beschränkt (Abb. 5.7 vorderdeichs, Mitte rechts). Die vorgefundenen „reinen“ Wassermolluskenarten der dauerhaften Gewässer sind in den tieferen Bereichen (Abb. 5.7 vorderdeichs, rechts) verbreitet.

Abbildung 5.8 (rechts) verdeutlicht diesen „Spielraum“ am Beispiel der Probestelle WM2 (T1.2 „Bodenentnahme“). Sie differenziert zwischen den verschiedenen Lebensraumansprüchen innerhalb der Artenzusammensetzung der Wasser- und Landschncken der Jahre 1996 - 2001 (Abb. 4.7). Nach hochwasserreichen Jahren dominieren im hochwasserarmen Jahr 1996 Wasserschncken der Dauergewässer neben solchen der Wechselwasserzone und Temporärgewässer sowie der grundwasserbeeinflussten Standorte (Abb. 5.8, rechts). 1997 herrschen nach weiterer Austrocknung des Standortes nur noch die Wasserschncken der Temporärgewässer neben den Grundwasser anzeigenden Arten vor. Diese beiden Typengruppen treten nach drei Jahren in Folge ausbleibenden größeren Hochwassern 1997/98 noch stärker zurück. Innerhalb der nunmehr ab 1998 verzögert wieder eingewanderten Landmollusken dominieren individuenmäßig deutlich die Landschnckenarten wechselfeuchter Standorte mit 74,0 %. Extreme Umwälzungen innerhalb der Arten- und Individuenzusammensetzung zeigen sich nach den großen Hochwassern 1998/99. Der untersuchte Bereich ist wiederum überwiegend von Wassermollusken besiedelt und zwar insbesondere von solchen der dauerhaften Gewässer (76,2 %). Im Jahr 2000 mit weniger extremen Hochwassern wurden nahezu gleich viele Land- und Wassermolluskenarten vorgefunden, die sich gleichmäßig auf vier Standorttypen ohne Wald verteilen. Im ähnlich hochwasserreichen Jahr

2001 dominieren wiederum die Wassermollusken, insbesondere die der Wechselwasserstandorte, wobei erstmals Landmollusken der Wälder mit auftreten.



© ÖKON GmbH, Kallmünz

LM	LM = Landmollusken	LM / WW	LM / WW = Landmollusken wechselfeuchter Standorte
WM	WM = Wassermollusken	WM / WW	WM / WW = Wassermollusken der Wechselwasserbereiche und Tempörärgewässer
LM/WA	LM/WA = Landmollusken der Wälder	WM / GW	WM / GW = Grundwasser anzeigende Wassermollusken
		WM / DG	WM / DG = Wassermollusken der Dauergewässer

Abb. 5.8: Dynamik der Artenzusammensetzung von Molluskengemeinschaften im Donauvorland, Transekt 1.2 „Bodenentnahme“, von 1996 - 2001 an P16 (links) und WM2 (rechts) anhand der bevorzugten Lebensräume der einzelnen Arten unter Berücksichtigung ihrer Abundanz. Geländehöhen: 308,40 m ü. NN (linke Reihe) und 308,55 m ü. NN (rechte Reihe); vgl. auch Abb. 5.6

Ein ähnliches Beispiel zeigt Abbildung 5.8 (links) für die Probestelle 8 (P16), wobei aber die Waldarten in manchen Jahren stärker vertreten sind. Diese Ergebnisse verdeutlichen die hohe natürliche Standorts- und Arten-Dynamik von Auen mit entsprechend erhöhter Artenvielfalt. Hierdurch finden natürliche Arten- bzw. Populationsverschiebungen statt, die sich nach den nächsten größeren Veränderungen wieder in umgekehrter Richtung entwickeln können. Während bestimmte Arten Lebensräume örtlich und zeitlich begrenzt aufgeben, entstehen für sie andernorts neue geeignete Habitats. Durch diese sukzessiven Prozesse steigt die Zahl der Lebensräume bzw. "ökologischen Nischen", Auenbiozöten und Arten stark an. Zugleich wird insbesondere durch Hochwasserereignisse die Verbreitung und die genetische Durchmischung gefördert, gleichfalls eine wesentliche Voraussetzung für das längerfristige Überleben der Arten bzw. ihrer Populationen. Diese überaus große Dynamik und ihre vielfältigen Auswirkungen sind charakteristisch für natürliche und naturnahe Auengebiete und naturschutzfachlich von großer Bedeutung.

Wie bei der Flora ist aufgrund der fehlenden Wasserstandsdauerlinien für das Deichhinterland (Kap. 3.2.3) für den Abschnitt 3 des Transektes noch keine entsprechende Auswertung der Mollusken möglich.

## 5.2 Transekt 5

Do-Km 2278,2, donaunah, und 2278,4, donaunah

### 5.2.1 Zum Wasserhaushalt bei Transekt 5

Der Wasserhaushalt von T5 (Abb. 5.10) wird wesentlich durch das dammnahe Altwasser „Staatshafen“ geprägt. Dieses Gewässer wird von 2 Querdämmen mit einem jeweils ca. 6 m breiten Durchlass unterbrochen (Abb. 3.5), bevor es bei Do-Km 2276,9 am unterstromigen Ende des NSG Staatshafen in die Donau mündet.

Rund 300 m oberhalb des oberstromigen Querdammes (km 2278,3) mündet der "Stögermühlbach" in das Altwasser, der bis zu 5 m<sup>3</sup>/sec Wasser aus Altarmen des NSG "Isarmündung" unterhalb von Plattling und aus der Isar bei Plattling zuführt. Während sich



Foto 5.3:  
Querdamm mit ca. 6 m breitem Durchlass im dammnahe Altwasser oberhalb des Transektes 5.1 bei Do-Km 2278,3.  
Aufnahme: 15.9.1999

dadurch ein schwacher Durchfluss im Altwasser ergibt, steht das Wasser im Altwasser oberhalb der Stögermühlbach-Mündung nahezu ständig still (siehe unten).

Die hydrologische Auswirkung des Querdammes mit seinem ca. 6 m breiten Durchlass auf Höhe von Do-Km 2278,3 (Foto 5.3) wird am Beispiel des Jahres 1997 mit seinem etwa 1-jährlichen Hochwasser im Juli dargestellt. Der Querdamm im dammnahen Altwasser oberhalb des T5.1 bewirkt einen Rückstau mit einem meist nahezu waagerechten Wasserspiegel bis T1 (ca. 1,9 km). Der Wasserhaushalt der Aue wurde dadurch oberhalb dieses Querbauwerkes gegenüber früher verändert. Im Rahmen des Hochwasserschutzes sollte dieser Querdamm deutlich abgesenkt oder beseitigt werden

Beim etwa 1-jährlichen **Hochwasser** im Juli 1997 wurde der Querdamm etwa 7,5 dm hoch überflutet. Der Wasserstand im Altwasser lag im Vergleich zur Donau in Höhe von Do-Km 2280,16 (T1) um rund 8 dm niedriger, auf Höhe des Querdammes noch um ca. 3,5 dm niedriger und glich sich erst in Höhe der Mündung in die Donau aus, wobei der Wasserspiegel des Altwassers mit weniger als 10 cm ein sehr geringes Gefälle aufweist. Ursache für diese Situation ist ein etwa 5 dm hoher Felddamm entlang des donaanahen Altwassers, zu hohe Uferreihen entlang der Isar sowie der fehlende donaanaher Anschluss von Altwässern und Flutrinnen an Isar und Donau.

Bei **Mittelwasser** (Jahr 1997) bewirkt das Querbauwerk gegenüber dem Jahresmittelwasser der Donau (1997) aufwärts einen Anstau von nur rund 5 cm. Oberstrom auf Höhe von T1 bei Do-Km 2280,16 stellt sich dabei jedoch im Altwasser eine Wasserspiegelabsenkung von mehr als einem halben Meter gegenüber dem entsprechendem Wasserspiegel der frei fließenden Donau bei km 2280,16 ein.

Bei **Niedrigwasser** (Jahr 1997) wird das Altwasser auf ein Niveau gestaut, das unmittelbar oberhalb des Querdammes rund 4,5 dm höher liegt als der NW-Wasserspiegel in der Donau (1997) und etwa 5 dm über dem NW-Wasserspiegel unterhalb des Querbauwerkes. Bei diesen niedrigen Donauwasserständen werden die sehr hohe Versteinung des Donauufers bei T5.1 und die Bühnen deutlich erkennbar (Foto 5.4). Bei Niedrigwasser entsteht ein Rückstau von rund 1,5 km Länge.

Die Errichtung des Querbauwerkes (Foto 5.3) hatte zum Ziel, den starken Verfall der Wasserstände von einem Meter im Bereich der Altwasserwurzel auf 0,5 m bei Mittelwas-

Foto 5.4:

Bei Donauwasserständen weit unter Mittelwasser werden die langen und weit in den Strom hineinreichenden Bühnenreihen deutlich sichtbar.

Aufnahme: 15.9.1999



ser zu mindern. Damit gehen allerdings nachhaltige Störungen der Aue einher wie ein nicht durchströmter Rückstau, der Verlust von Lebensräumen für die auentypischen Wechselwasserbiozöosen und Veränderungen im Grundwasser. Weiteres zum Wasserhaushalt im Bereich des Abschnittes 1 am Altwasser ist in Kapitel 6 erläutert.

**Von 1996 - 1999 betrug die Gesamt-Schwankungshöhe der Wasserstände vorderdeichs im dammnahen Altwasser wie in der Donau rund 5,65 m, weil wenige große Hochwasser auch das Vorland in etwa gleicher Höhe überströmten. Hinterdeichs im Abschnitt 3 wurde von 1996 - 1999 deichnah eine Schwankungshöhe von mindestens 2,95 m gemessen (der niedrigste Wasserstand konnte nicht ermittelt werden). Weiter landseits im durchflossenen "Kleinen Waldsporn" betrug die Spanne mindestens 1,4 m (P64) und "Im Bruch" rund 2,65 m (P66). Dies bedeutet, dass selbst im stromferneren Deichhinterland unter den jetzigen Verhältnissen noch auenartige Wasserstandsschwankungen auftreten, die eine wesentliche Voraussetzung für die Existenz charakteristischer Lebensgemeinschaften der Auen sind.**

## 5.2.2 Boden

Die beiden Abschnitte der **Transekte 5.1** und **5.2** im Vorland zeichnen sich durch Vielgestaltigkeit aus (Abb. 4.4 oben).

T5.1 wurde mit 16 Baggerschürfen und 13 Bohrstockeinschlägen auf einer Länge von etwa 370 m untersucht. Die donaanahen Bodenprofile bis etwa 100 m landseits weisen in der Deckschicht Sandbänder auf, deren Porosität die kapillare Saugwirkung nicht zwingend vollständig unterbrechen muss, z.B. bei P6, P8 und P11 (Kap. 4.3.1 zu T5.1). Weiter landseits erreicht die Bodendeckschicht Mächtigkeiten bis zu einem Meter (Abb. 4.4 oben). Nach 300 m landeinwärts nimmt, ähnlich wie am T1, die Bodendeckschicht-Mächtigkeit bis auf 2 Meter zu, um dann zum angrenzenden Altwasser hin auf rund 0,3 m abzunehmen.

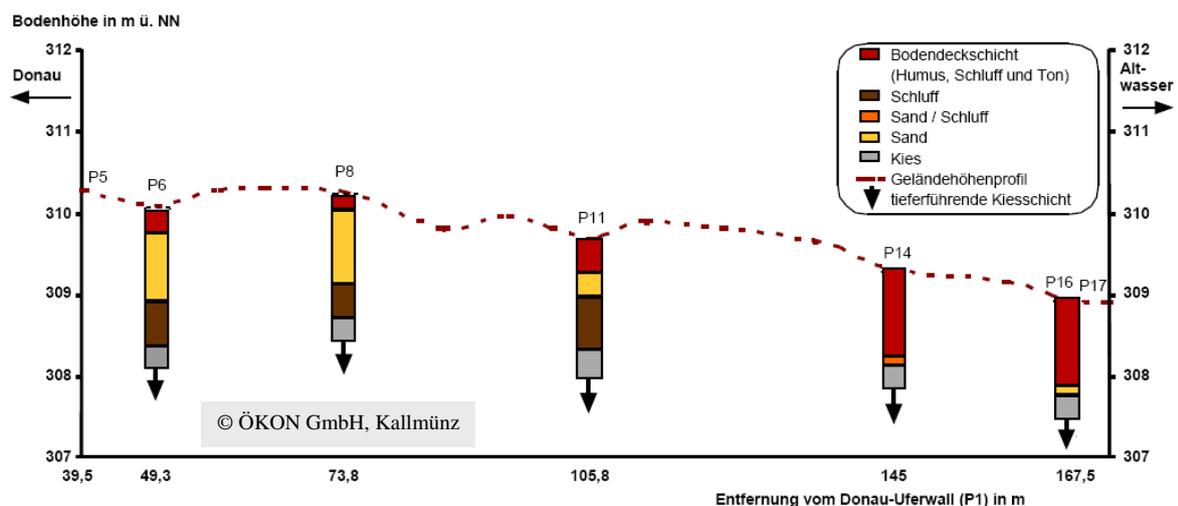


Abb. 5.9: Deckschichtmächtigkeit und Bodenschichtung in den Schürftgruben auf Transekt 5.1.

Abbildung 5.9 zeigt einen etwa 135 m langen Ausschnitt von T5.1 bei Do-Km 2278,2 (oberhalb des NSG Staatshaufen). Vom donaanahen P5 fällt das Geländeprofil um über 1 m zu P17 ab. In diesem Abschnitt wurden im September 1999 fünf Schürftgruben zur

Erkundung des Bodens angelegt. Die beiden Schürfgruben bei P6 und P8 zeigen einen sehr ähnlichen Bodenaufbau. Unter einer nur geringmächtigen Bodendeckschicht von 20 - 25 cm folgt eine starke Sandschicht von 75 - 90 cm, die den kapillaren Aufstieg des Wassers behindert. Bei P14 und P16 weist der Boden dagegen eine große Deckschichtmächtigkeit von über 1 m auf. Unter dieser liegt eine Sandschicht von sehr geringer Mächtigkeit. Dieses Beispiel verdeutlicht, die großen Unterschiede des Bodenaufbau auf engstem Raum in Auen. Für eine Analyse der Standortverhältnisse ist daher eine großräumige Erfassung des Bodens in kleinen Abständen erforderlich.

Das über 100 m lange T5.2 zwischen Altwasser und Deich wurde mit 7 Baggerschürfen und 4 Bohrstockeinschlägen untersucht (Abb. 4.4). Die Bodenprofile weisen sehr mächtige, bis über zwei Meter starke Deckschichten auf, deren Mächtigkeit allerdings zum Hochwasserdamm hin abnimmt. Ein dauerhafter Anstieg des Grundwassers bis zur Unterkante der nur langsam entwässernden Schluffe und höher würde das Wasserangebot für die Vegetation über die kapillare Steigfähigkeit erheblich erhöhen, da keine kapillarbrechenden Schichten vorhanden sind Staunässe wäre die Folge.

Bei der zukünftigen Planung sollte berücksichtigt werden, dass gegebenenfalls ein hydrodynamischer Rückstau über das mit der Donau verbundene Altwasser die terrestrische Auenvegetation auf einem Teil der Strecke zwischen Donau und Altwasser (T5.1) in unterschiedlichem Ausmaß beeinträchtigen könnte. Ein Absinken des Grundwassers unter die Deckschichtsohle wäre dann nicht mehr möglich, und das für Auenbiozöten existenznotwendige Abtrocknen des Bodens bliebe in diesen großen Bereichen ausgeschlossen. Die Bodendeckschicht unterläge dann überwiegend dauerfeuchten und dauernassen Bedingungen (Abb. 6.2). Nur der donanahe höchstgelegene Bereich von T5.1 bliebe vom dauerhaften Grundwasseraufstau unbeeinflusst. Gleichzeitig würden jedoch die für Auen existenznotwendigen Hochwasser abgesenkt und die Austrocknung der höhergelegenen Flächen damit noch verstärkt (HENRICHFREISE 1997).

Mit dem Ausfall der auentypischen Dynamik käme es zu einer extremen und für Auen untypischen Trennung der Wasserstufen, die kaum Überschneidungsbereiche hätten. Im Zuge dieser Veränderungen könnten im Bereich von T5.1 nur noch auenfremde Lebensgemeinschaften existieren. Vielmehr zeigt sich, dass auf die Funktion der breiten offenen Verbindung zwischen Donau und Aue, die über die Altwassermündung erfolgt, mit ihrer sich rasch einstellenden Wechselwasserstandsdynamik, nicht verzichtet werden kann. Anderenfalls würde sich ein wesentlich träger reagierendes System etablieren, das in den höheren Lagen mehr Austrocknung, in den mittleren und tieferen Bereichen eine zu hohe Vernässung, bei zu niedriger Sohle des geplanten durchgehenden Vorlandgerinnes aber oft eine zu lange Austrocknung zur Folge hätte. Der auentypische Wasserhaushalt, ein erklärtes Ziel auch in der Naturschutzverordnung zum NSG Staatshaufen, wäre in einem solchen Fall in Frage gestellt.

### **5.2.3 Vegetation**

Am Transekt 5 liegen drei Dauerbeobachtungsflächen, die 17 (vorderdeichs) mit einem Silberweiden-Auenwald sowie die 10 (vorderdeichs) und die 34 (hinterdeichs) mit einem Hartholz-Auenwald

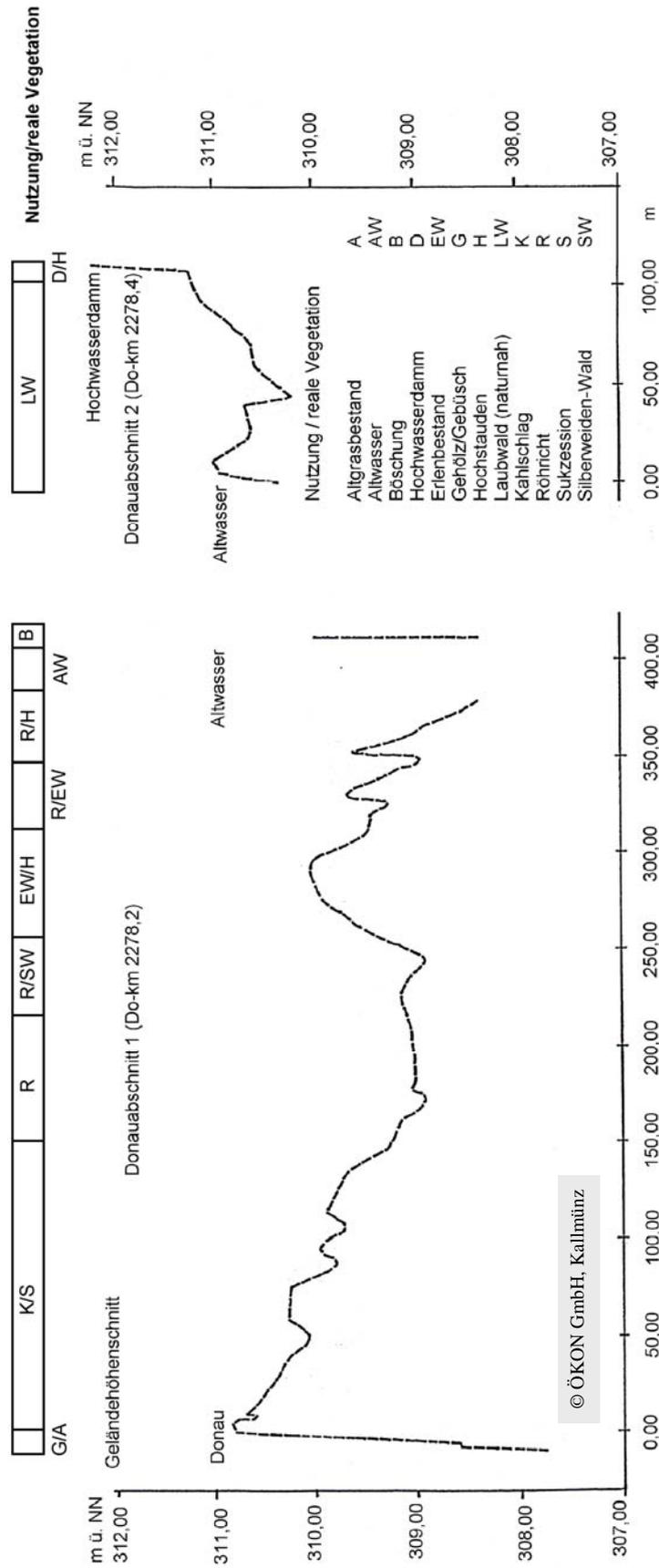


Abb. 5.10: Transect 5 mit Geländehöhenschnitt und Angabe der realen Vegetation.

An T5.1 findet sich derzeit nur wenig naturnahe Waldvegetation (Abb. 5.10). An Stelle früherer Pappelforste herrscht heute ein kleinräumiges Mosaik von brennesselreichen Hochstauden-, Großseggen- und Schilfbeständen, die in ihrer Verteilung abhängig vom Wasserstand, dem Feinrelief, der Mächtigkeit der Bodendeckschicht und der Geländehöhe folgen. Lediglich auf der kleinen Halbinsel im Staatshaufener Altwasser bei P39/40 blieb ein kleiner naturnaher Weidenbestand (*Salicetum albae typicum*) erhalten, der mit Dauerbeobachtungsfläche 17 erfasst ist.

Der Bestand dieser Dauerbeobachtungsfläche liegt unmittelbar am Ufer des hier von T5 gequerten Altwassers. Der tiefste Bereich der Aufnahmefläche befindet sich bei 308,5 m ü. NN, die dokumentierten Wasserspiegellagen im Altarm schwankten 1996/1997 um 2,8 m von 307,65 - 310,45 m ü. NN. Der Wasserspiegel fiel in diesem Zeitraum bis mindestens 80 cm unter Geländehöhe, andererseits wurde die Fläche bei Hochwasser bis etwa 2 m hoch überflossen.

Am durchflossenen Altwasser liegt der Übergangsbereich zwischen dem *Salicetum albae* und dem tief gelegenen *Ulmetum* zwischen etwa 308,6 - 308,7 m ü. NN, in der Aue donauseits davon dem Anstieg des Grundwassers folgend teils rund 1 - 2 dm höher. Weiterhin befinden sich wenige Meter stromab gut ausgebildete Schlammkrautfluren (*Cypero-Limoselletum*) sowie ein Saum des *Oenanthro-Rorippetum*, der mit *Teucrium scordium* als floristische Besonderheit durchsetzt ist.

Die Dauerbeobachtungsfläche 10, ein Waldbestand, liegt unmittelbar am Anfang von T5.2 landseits des Altwasserufers. Hier fällt vor allem der hohe Anteil an *Tilia cordata* in der Baumschicht auf, während die Krautschicht die Zuordnung zum *Querco-Ulmetum typicum* nahelegt. Das Vorkommen von *Symphytum tuberosum* und der hohe Anteil von *Anemone ranunculoides* deuten hier den Anschluss an jene lindenreichen Wälder an, die bereits zum *Carpinion* überleiten. Vorerst muss dieser Bestand als Sonderfall gelten, möglicherweise bedingt durch die Lage unmittelbar am Steilufer des Altarmes. Das Gelände in der Fläche 10 liegt rund zwei Meter höher als das des *Salicetum albae typicum* (Fläche 17). Der Wald, der sich daran anschließt, ist durch starke Holzentnahme aufgelichtet und mit Brennessel-Herden durchsetzt.

Ergänzend zu dem nur im Deichvorland verlaufenden T5 wurde die Dauerbeobachtungsfläche 34 im Deichhinterland, etwa 60 m donauaufwärts der Transektlinie, im höher gelegenen Gelände angelegt (Abb. 3.7). Wie schon bei den an T1 aufgenommenen, hinterdeichs gelegenen Flächen, wurde auch diese Fläche als *Querco-Ulmetum caricetosum albae*, Variante mit *Asarum*, Ausbildung mit *Tilia cordata*, angesprochen. Diese Waldgesellschaft steht somit an der Grenze zum *Carpinion*.

#### 5.2.4 Flora

Die Flora an den Transekten 5.1 und 5.2 wurde an 81 eingemessenen Pflöcken erfasst. Derzeit kann nur ausgehend von P40c (T5.1) die Flora am Altwasser umfassender interpretiert werden, da hier Wasserstandsdauerlinien der Jahre 1995 - 1999 vorliegen (Kap. 5.2.1, Abb. 5.11).

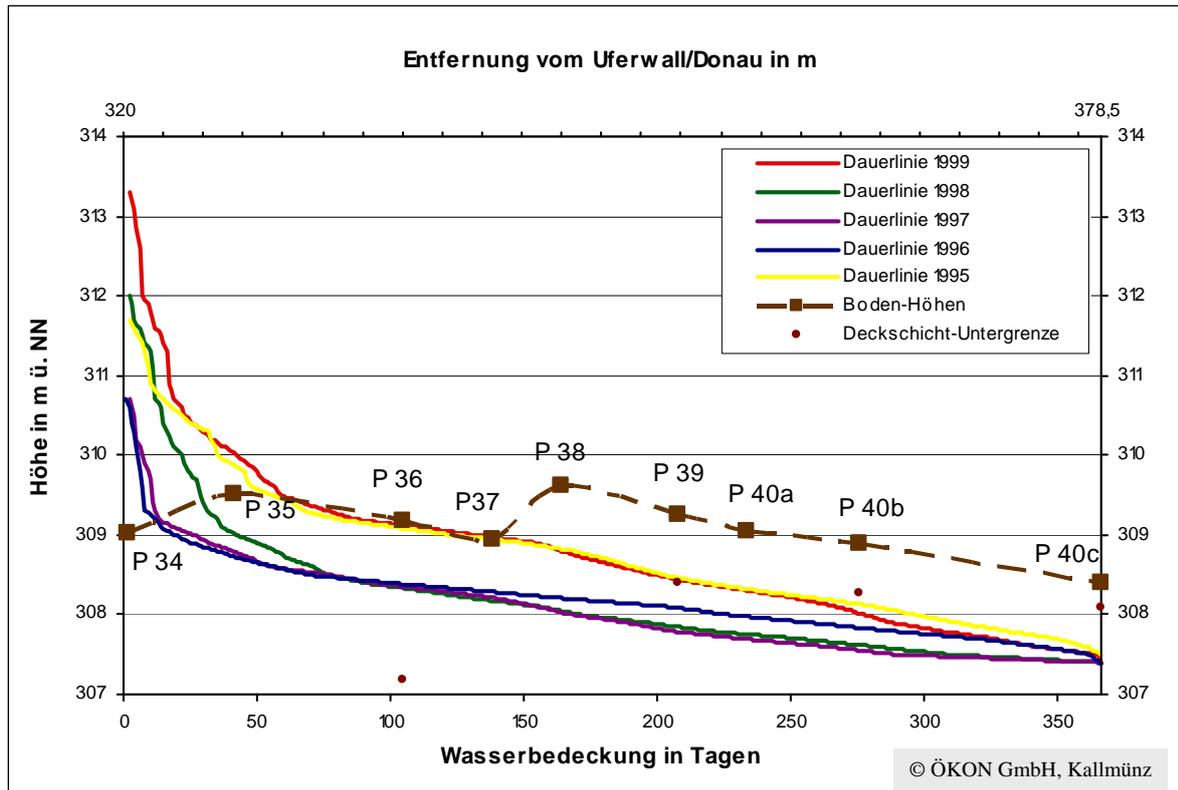


Abb. 5.11: Dauer der Wasserbedeckung am Transect 5.1 von 1995 - 1999.

T5.1 wurde nicht weiter unterteilt. Die Flora dieses Abschnittes ist relativ artenreich und weist eine deutliche Höhenabstufung in der Verbreitung der einzelnen Arten auf, die unterschiedlichen Pflanzengemeinschaften zuzuordnen sind. Neben Waldarten sind es insbesondere Arten der Feucht- und Fettwiesen sowie Arten von Ruderalfluren und andere typische Arten der Auen.

Aufgrund der Geländemorphologie und der Vegetationsverhältnisse ist anzunehmen, dass die Wasserstandsdauerlinien (Abb. 5.11) eine Gültigkeit von etwa P40c - Pf34 haben. Dieser Bereich umfasst damit auf einer Länge von fast 59 m eine Höhenstufe von 1,1 m und schließt in etwa die fast an das Altwasser heranreichende Schilfzone mit ein. Die Bodendeckschicht-Mächtigkeit wurde in diesem Bereich an 5 Stellen ermittelt, bezieht man P33 mit ein. Sie reicht von 1,5 m bei P33, über 2 m bei P36, bis zu weniger als 0,5 m beim Altwasser (Abb. 4.4 unten). Dies ist sicherlich auf die ausräumende Kraft des Altwassers bei höheren Wasserständen zurückzuführen. Die Wasserstandsdauerlinien an T5 (Abb. 5.11) verlaufen in den einzelnen untersuchten Jahren teilweise ähnliche aber auch unterschiedliche im Vergleich zu T1 (Abb. 5.5).

Die Charakterisierung der Standortverhältnisse anhand der Flora reicht von vorwiegend frisch bis feucht im Wechsel mit mäßig trocken bei den höher gelegenen Transectabschnitten (z.B. P35 mit 309,52 m ü. NN) bis überwiegend feucht im Wechsel mit mäßig trocken bei dem tief gelegenen P40b mit 308,90 m ü. NN. Eine nur 60 cm niedrigere Geländehöhe verdoppelt bis verdreifacht bei P40b dabei die Wasserbedeckung gegenüber P35 (Tab. 4). Nur im Jahr 1999, drangen bei lang anhaltenden besonders hohen Wasserständen auch Arten, die nasse Standortverhältnisse anzeigen, in höhere Transectabschnitte vor (Tab. 23 Anh).

Tab. 4: Vergleich der Wasserbedeckung von P35 und dem tiefergelegenen P40b ermittelt aus der Wasserstandsdauerlinie (Abb. 5.11) zu Transekt 5.1

	P35 Wasserbedeckung in Tagen	P40b Wasserbedeckung in Tagen
1995 / 1999	54 / 59	155 / 158
1996 / 1997	8 / 10	31 / 36
1998	28	53

Aufgrund der tiefen Lage und der Strömung am Altwasser war an dem tiefstgelegenen Pflöck 40c (308,40 m ü. NN) die Entwicklung der Flora von Jahr zu Jahr besonders unterschiedlich bzw. eine Aufnahme aufgrund Wasserbedeckung nicht möglich, so dass dort eine entsprechende Auswertung im Rahmen dieser Fragestellung noch nicht möglich ist.

Zum Altwasser hin nehmen Arten deutlich zu, die nach ELLENBERG ET AL. (1992) Überschwemmungen anzeigen, z.B. *Galium palustre*, *Mentha aquatica*, *Poa palustris*, *Senecio fluviatilis*, hohe Dauer-Wasserstände, z.B. *Phragmites australis*, oder starken Wechsel der Wasserstände, z.B. *Lysimachia nummularia*, *Myosotis palustris* und *Phalaris arundinacea*, letztere zusammen mit stärkerer Fließbewegung.

### 5.2.5 Mollusken

Auf Transekt 5 wurden die Mollusken an 13 Probestellen erfasst. Die Abundanzen der 82 gesammelten Arten/Taxa sind in Tabelle 24 (Anh) aufgeführt. Hierbei handelt es sich durchweg um fluss- und auentypische Arten, die verschiedenste Nischen auf dem untersuchten Transekt besiedeln (vgl. Kap. 5.2.4). Tot nachgewiesen wurden 17 Arten/Taxa (in der Tabelle mit „t“ gekennzeichnet), hiervon gelten drei als "vom Aussterben bedroht" bzw. "stark gefährdet" und eine, *Vertigo angustior*, steht auf der FFH-Liste.

Von den 65 lebend angetroffenen Arten/Taxa gelten 7 entweder als "vom Aussterben bedroht" oder "stark gefährdet". Hierbei handelt es sich um typische Flussarten wie *Lithoglyphus naticoides* (Fluss-Steinkleber), *Sphaerium rivicola* (Flußkugelmuschel) und *Unio crassus* (Gemeine Flussmuschel; FFH-Art) sowie um charakteristische Arten semiaquatich-semiterrestrischer Standorte wie *Valvata macrostoma* (Sumpf-Federkiemenschnecke), *Aplexa hypnorum* (Moosblasenschnecke) und *Gyraulus rossmaessleri* (Rossmässlers Posthörnchen) sowie die Landschnecke *Pseudotruchia rubiginosa* (Behaarte Laubschnecke). Bezeichnender Weise wurden beide zuletzt genannten Wassermolluskenarten an einer Landprobestelle (ZP18) gesammelt, an der auch *Pseudotruchia rubiginosa* in sehr dichter Population vorgefunden wurde. Die Bestände von *Gyraulus rossmaessleri* und *Pseudotruchia rubiginosa* sind faunistisch und für den Naturschutz von bundesweiter Bedeutung (Kap. 4.6.1).

Abbildung 5.12 verdeutlicht die höhenmäßige Einnischung der auf T5 lebenden Arten. Die Landmolluskenarten der Auenwaldstandorte (links im Bild zwischen 308,39 und 310,50 m ü. NN) leben in den höheren, seltener überfluteten Flächen, reichen jedoch größtenteils weit "hinunter", nahe dem Vorkommen der reinen Wassermollusken (rechts im Bild zwischen 308,39 und 308,77 m ü. NN). Ökologisch und für den Naturschutz von besonderem Interesse sind zum einen, die in den Übergangsbereichen lebenden Land- und Wasser-

molluskenarten (in der Abbildungsmitte zwischen 308,39 und 308,77 m ü. NN), und zum anderen die Landmollusken (links im Bild: *Carychium minimum* (Bauchige Zwerghornschnecke) bis *Arianta arbustorum* (Baumschnecke)), deren Vorkommen sich mit denen in den höhergelegenen Übergangsbereichen (ca. 308,77 m ü. NN) treffen (Kap. 5.1.5). Diese Arten haben sich an die hochdynamischen Standorte im Laufe der Evolution angepasst. Für sie sind atypische Bedingungen existenznotwendig, und sie sind gegenüber allgemein verbreiteten Arten konkurrenzschwach.

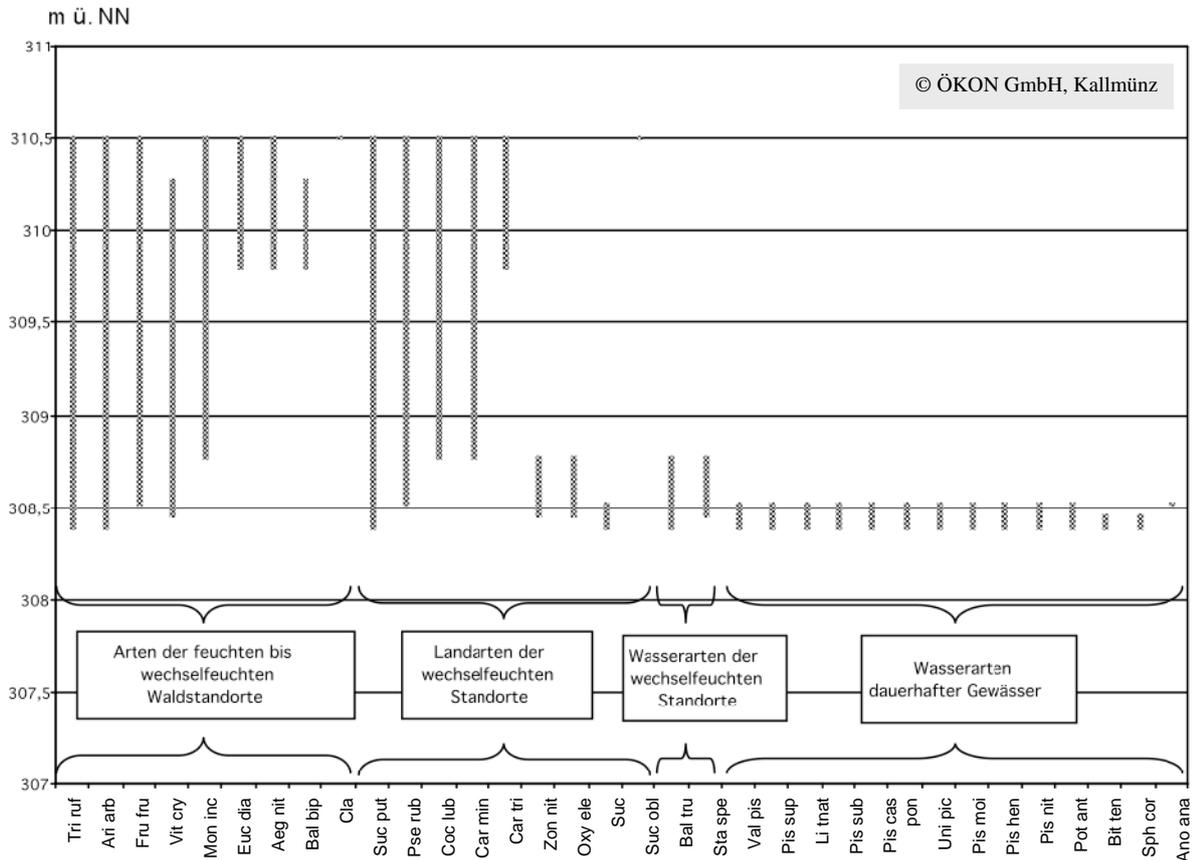
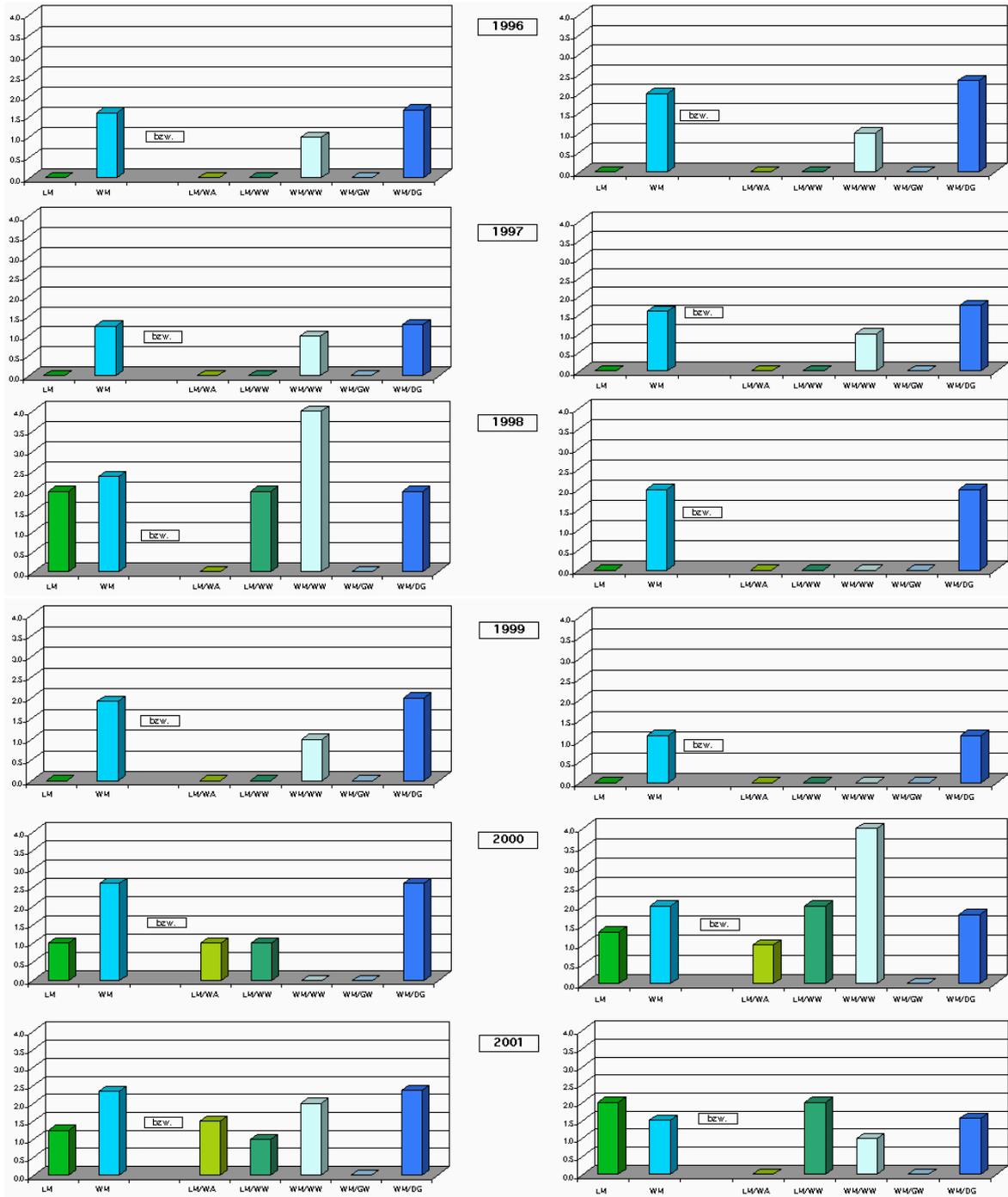


Abb. 5.12: Höhenverteilung der erfassten Land- und Wassermollusken im Vorland auf Transect 5.1 donauseits und 5.2 landseits des Altwasserzuges (vollständige Artnamen Tab. 12 Anh).

Die Bodenfeuchteverhältnisse angezwigt durch die Flora der mittel- bis höchstgelegenen Flächen, sind durchweg als "mäßig trocken" im Wechsel mit "frisch und feucht" anzusprechen (Kap. 5.2.5). Dies spiegelt sich auch in der Artenzusammensetzung der in diesem Abschnitt entnommenen Molluskenproben wider. Im altwassernahen Abschnitt von T5.1 wurden im Untersuchungszeitraum an zwei Stellen je 6 (1996 - 2001) Wassermolluskenproben genommen (bei F1 und bei P40c). Beide Standorte liegen tief, an dem meist schwach durchflossenen Altwassersystem, welches vom Stöger-Mühlbach gespeist wird. Es mündet unterhalb des NSG "Staatshaufen" bei Do-Km 2277 in die Donau und beginnt flussauf bei T1 (Do-Km 2280,2). Obwohl dieses System von vergleichsweise starken Wasserstandsschwankungen geprägt ist, sind beide Probestellen von Fließgewässerarten dominiert, die zum großen Teil auch größere, nicht gänzlich austrocknende Altwässer mit Flussanbindung besiedeln, z.B. *Valvata piscinalis* (Gemeine Federkiemenschnecke), *Lithoglyphus naticoides* (Fluss-Steinkleber), *Unio pictorum* (Malermuschel), *Pisidium henslowianum* (Falten-Erbsenmuschel), *Pisidium supinum* (Dreieckige Erbsenmuschel) u.a.m..



© ÖKON GmbH, Kallmünz

LM = Landmollusken	LM / WW = Landmollusken wechseifeuchter Standorte
WM = Wassermollusken	WM / WW = Wassermollusken der Wechselwasserbereiche und Temporärgewässer
LM/WA = Landmollusken der Wälder	WM / GW = Grundwasser anzeigende Wassermollusken
	WM / DG = Wassermollusken der Dauergewässer

Abb. 5.13: Artzusammensetzung der Molluskengemeinschaften bei Transekt 5.1 von 1996 - 2001 an den Probestellen F1 (links) und P40c (rechts) anhand der bevorzugten Lebensräume der einzelnen Arten unter Berücksichtigung ihrer Abundanz. Geländehöhen: 308,45 m ü. NN (linke Reihe) und 308,40 m ü. NN (rechte Reihe); vgl. auch Abb. 5.11

Abbildung 5.13 zeigt für T5.1 die Artengemeinschaften von zwei Probestellen im Verlauf der 6 Probennahmen in den Jahren 1996 - 2001. Nach den sehr hochwasserreichen Jahren vor 1996 dominierten bis einschließlich 1997 die unterschiedlichen Wassermollusken. Die Probestelle F1 (Abb. 5.13, links) fiel 1998, 2000 und 2001 trocken; deshalb konnten mit großer zeitlicher Verzögerung feuchteliebende Landmollusken sowohl der Wälder als auch der Wechselwasserbereiche einziehen (Tab. 24 Anh). Die tiefer gelegene Probestelle bei P40c (Abb. 5.13, rechts) war von 1996 - 1999 von reinen Wassermollusken dominiert, unter denen sich 1996 - 1998 nur wenige Arten wechselfeuchter Standorte einfanden (Tab. 24 Anh). Erst 2000 und 2001 sind ähnlich wie bei F1 (Abb. 5.13) aufgrund niedrigerer Wasserstände entsprechende Landmollusken eingezogen.

In T5.2 (landseits Altwasser im Vorland, Hartholzau) wurden 1998 - 2001 vier Proben genommen. Im Bereich der Hartholzau wurden fast ausschließlich Landmolluskenarten vorgefunden, insbesondere Waldarten und charakteristische Arten tieferer wechselfeuchter Auenstandorte (Tab. 24 Anh). Erst im Jahr 2001 stellten sich an der Probestelle P7 mit *Valvata macrostoma* und *Stagnicola spec.*, 2 Wassermollusken wechselfeuchter Standorte ein.

Im Kernbereich 3 hinterdeichs (T5.3) wurden zwei Probestellen jeweils 1998 - 2001 besammelt. Charakteristische Arten sind *Carychium minimum* (Bauchige Zwerghornschncke), *Cochlicopa lubrica* (Gemeine Glattschncke) und *Trichia rufescens* (Gestreifte Haarschncke), alle 3 feuchteliebend und auentypisch, jedoch allgemein verbreitet und kaum gefährdet. Allerdings konnte im Jahr 2000 ein totes Exemplar der FFH-Art *Vertigo angustior* nachgewiesen werden. Dieser hinterdeichs gelegene Bereich stellt sich im Vergleich zu den Abschnitten vorderdeichs weniger artenreich und weniger auentypisch dar. Auffällig sind die vielen Totnachweise, insbesondere an auentypischen Wassermollusken (Tab. 24 Anh). Sie zeugen von der früheren Biotopvielfalt dieser ausgedeichten und teilweise um seine standorttypische Dynamik beraubten Aue, wenngleich die große Spanne der Wasserstandsschwankungen noch auentypische bis auenartige Verhältnisse widerspiegelt.

### **5.3 Transekt 6 – Zusatzauswertung zur Vegetationszonierung links der Isar**

zwischen Do-Km 2282,0 und 2282,4 sowie Isar-Km 0,4 - 0,55

Transekt 6 (Foto 5.5) liegt in den großen Silberweidenwaldbeständen donau nah links der Isar im natürlichen Rückstau des Isarschüttkegels. Am Geländehöhenprofil (Abb. 5.14 Anh: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)) von T6 wird deutlich:

- Die Donau staut über zwei stets mit ihr verbundene Altarme der Isar nahezu waagrecht in das Fluss-Spaltungsgebiet der Isarmündung zurück. Nicht die Isar mit ihrem größeren Fließgefälle und dem dort höheren Wasserstand, sondern die mit der Donau korrespondierenden Altwasser bilden die Vorflut im Transektbereich.
- Das Gelände der Aue, ausgenommen die tieferen Altarme, erstreckt sich über einen Höhenunterschied von fast 2,5 m. Dabei ist der natürliche Uferwall wahrscheinlich erhöht worden.

- Die Mächtigkeit der Deckschichten ist überwiegend hoch bis sehr hoch. Damit wirken auch noch niedrige Grundwasserstände bis fast 1,5 m unter Flur lange auf die Vegetation ein.

Foto 5.5:  
Pfaffenhütchen (*Euonymus europaea*) am Transekt 6.  
Aufnahme: S. Meindl, April 2007



Die häufige Höhengschwankung der Wasserstände mit Bedeutung für die Ausbildung des Auenwaldes, Obergrenze (ca. 313,5 m ü. NN) und Untergrenze (309,9 m ü. NN), beträgt knapp 3,6 m. Die niedrigsten Wasserspiegellagen im Untersuchungszeitraum stellten sich bei 308,9 m ü. NN am Hochwasserdamm (Grundwasser) bzw. 308,48 m ü. NN in den großen Altwässern ein, deren Wasserspiegel nahezu dem der Donau am Pegel Deggenau entsprechen. Die höchste Wasserspiegellage trat mit 314,37 m ü. NN am 26.5.1999 auf. Damit betrug die größte Wasserstandsschwankung an T6 5,9 m. In Abbildung 6.9, ist links die Vegetationszonierung an T6 dargestellt: Standorte bis zu einem Höhenniveau von 308,15 m ü. NN (NNW 1895 und 1954) sind an T6 ständig von Wasser bedeckt. Daran schließt sich bis zu einer Standortshöhe von 309,9 m ü. NN die gehölzfreie Wechselwasserzone mit ihren zahlreichen Auenbiozönosen und gefährdeten Arten an.

In Bezug zur langjährigen Mittelwasserlinie liegt der Standort des Silberweidenwaldes (*Salicetum albae*) im Transektbereich oberhalb der Isarmündung zu fast gleichen Höhenanteilen unter- und oberhalb des planerisch bedeutsamen Jahresmittelwasserniveaus (MW), zwischen Standortshöhen von 309,9 - 310,5 m ü. NN. Im Vergleich zum Donauufer abwärts der Isarmündung ist die Höhenausdehnung des *Salicetum albae* oberhalb des Isarschüttkegels geringer. Die größten Bestände des FFH-bedeutsamen Silberweidenwaldes befinden sich donau nah links der Isar im natürlichen Rückstau des Isarschüttkegels. Ab einer Standortshöhe von 310,5 m ü. NN geht der Silberweidenwald in die Standorte des Eichen-Ulmenwaldes über.

Der Silberweidenwald, dessen Standorte der Wechsel der Wasserstufen zwischen vorwiegend wasserbedeckt und frisch (bis 1,5 m unter Flur) charakterisiert, benötigt zum Überleben regelmäßig niedrige Wasserstände bis 308,5 m ü. NN. Diese für die Aue existenznotwendigen Wasserspiegellagen wurden z.B. in den Vegetationsperioden von 1998 und 2003 unterschritten.

## 6 Diskussion und Ausblick

### 6.1 Methodik

#### 6.1.1 Anmerkungen zur Dauer der Untersuchungen

Die Geländearbeiten zu den "Ökologischen Untersuchungen im Isarmündungsgebiet" erfolgten mit einzelnen Unterbrechungen von 1996 - 2001. Ein 6-jähriger Untersuchungszeitraum, zumal mit Unterbrechungen, ist jedoch in dynamischen Lebensräumen wie Flussauen und insbesondere Flussmündungsgebieten eindeutig zu kurz. Dies lässt sich anhand der hydrologischen Gegebenheiten in den 6 Untersuchungsjahren, mit ihren Auswirkungen auf Flora, Vegetation und Mollusken deutlich belegen. Die Vegetationsperioden der Jahre 1996 - 1998 mit in der Regel niedrigen bis sehr niedrigen Wasserständen in den Flüssen und der Aue sowie ohne nennenswerte Hochwasserereignisse waren als relativ trocken zu charakterisieren. Die Hochwasser im Herbst/Winter 1998 kamen jahreszeitlich zu spät, um sich im selben Jahr noch auf Flora und Fauna auswirken zu können. Im Mai 1999 hingegen begann ein sehr großes und lang anhaltendes Hochwasser, das die Standortverhältnisse und Biozönosen erheblich beeinflusste, nicht zuletzt durch massiven Bodenabtrag (Foto 6.1) und Bodenauftrag (Fotos 6.2, 6.3).



Foto 6.1:

Auch Bodenabtrag war eine Folge des Pfingsthochwassers 1999: Freigespülte Wurzeln einer Pappel am donaunahen Transekt 3.

Aufnahme: 11.8.1999

In den ersten 3 Jahren war eine deutliche Zunahme von Arten zu verzeichnen, die frische, wechselfeuchte oder mäßig trockene Standortverhältnisse bevorzugen, wie die Große Brennnessel (*Urtica dioica*). Ursprüngliche Wassermollusken-Lebensräume wurden nach ihrer Austrocknung zeitlich verzögert durch Landmollusken besiedelt. Erst das lang anhaltende Hochwasser ab Mai 1999 brachte eine abrupte Umkehrung dieser Entwicklung. So siedelte zum Beispiel 1999 im Bereich von T1 das Schlammkraut (*Limosella aquatica*), das charakteristisch für zeitweilig trocken fallende Schlammböden ist, neben nur wenige Dezimeter hohen Brennnesseln (Foto 4.19) auf Standorten, die in den Vorjahren von Brennnesseln dominiert waren. Auch wurden viele Probestellen, an denen in den trockeneren Jahren 1996 - 1998 Landmollusken vorherrschten, wieder von Wassermollusken besiedelt (Kap. 3.6.7). 2002 folgte ein Jahr mit einem großen Hochwasser wie 1999, dem 2003 ein extremes Niedrigwasserjahr folgte. Diese besonders aufschlussreiche Abfolge von Extremjahren konnte in diesem Rahmen nicht mehr untersucht werden.

Foto 6.2:

Nach dem Hochwasser im Mai 1999 betrug die Sedimentauflage im donaunahen Vorland am Transekt 1 rund 3 - 4 cm.

Aufnahme: 23.9.1999



Foto 6.3:

Das Gelände am Pflöck 37 auf Transekt 5.1 wurde beim Hochwasser im August 2002 ca. 43 cm hoch übersandet.

Aufnahme: Dezember 2002



**Erst die lückenlose Beobachtung dieser dynamischen Prozesse über eine ausreichende Zahl von Jahren kann entsprechende Ergebnisse liefern, vor allem zu dem noch ungelösten Komplex der bodenwirksamen und gemessenen artesischen Grundwasserstände.**

### **6.1.2 Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft von Messdaten aus der kurzen Untersuchungszeit von 1996 bis 2001**

Die Auswertungen der hydrologischen Untersuchungen an T1 und T5 der Jahre 1996 - 2001 zeigen für einige Flächen eine hohe Genauigkeit. Die Ergebnisse erlauben dort Prognosen für Planungen (Kap. 6.1.2). Auch die Aussagekraft, insbesondere zum Grundwasser auf den hier verbreiteten Auelehmböden und zu den vegetationskundlichen Erhebungen, nimmt mit der erforderlichen längeren Untersuchungsdauer zu.

Für viele Bereiche des Untersuchungsgebietes, vor allem im Deichhinterland, sind demnach für entsprechende Aussagen zusätzliche Messungen im Gelände erforderlich. Die ersten drei Jahre der Untersuchung, 1996 - 1998, waren im für die Vegetation entscheidenden Frühjahr und Frühsommer jeweils ungewöhnlich hochwasserarm. Die Erfassung

der Auswirkungen der normalerweise weitaus größeren Hochwasser auf die Artenzusammensetzung und auf die Vitalität der Vegetation ist jedoch unabdingbar, da die auentypischen Lebensgemeinschaften vor allem in der hochgelegenen Aue erst durch die starken Oberflächen- und Grundwasserstands-Schwankungen geprägt werden. Große Hochwasser traten erst nach der dritten Vegetationsperiode auf (Kap. 4.2.2). Die beträchtlichen Auswirkungen des Pfingsthochwassers 1999 auf Flora, Fauna und Vegetation konnten anschließend bis 2001 beobachtet werden. Hinterdeichs fehlen jedoch Tageswerte geeigneter Grundwasser-Messstellen (Kap. 4.2.3) zur Korrelation mit den Wasserständen längs der Transekte.

Da Untersuchungen zur **Bodendeckschicht** (Kap. 4.3) nur für einige donanahe Transekte möglich waren, können Aussagen zum Bodenwasserhaushalt für größere Bereiche nicht getroffen werden. Die vorliegende Bodenkarte der Reichsbodenschätzung (1934, Ergänzungen 1957) beinhaltet nur grobe Abgrenzungen und pauschale Angaben zur Mächtigkeit der Bodendeckschicht. Somit wird diese Karte nicht den kleinräumig wechselnden Bodeneigenschaften in der Aue mit hier überwiegend stauenden Schichten sowie den erfolgten Erosionen und Auflandungen (Morphodynamik) gerecht.

Das Isarmündungsgebiet weist auf dem größten Teil seiner Fläche Bodendeckschichten (lehmiger Oberboden) mit unterschiedlichen Graden der Wasserdurchlässigkeit auf. Zahlreiche Grundwasser-Messstellen zeigen Wasserstände an, die von den vegetationswirksamen Wasserständen im Gelände zeitweise bis zu jeweils 1 m nach unten oder nach oben abweichen (HENRICHFREISE 2000). Bei tiefgründiger Deckschicht über Sand und Kies übt das Grundwasser zwischen etwa 1 und 1,5 m unter Flur (Wasserstufe: frisch) noch einen beträchtlichen Einfluss auf die Vegetation aus, weshalb die Bodenstruktur mindestens bis zu einer Tiefe von 1,5 m zu erfassen ist.

An T1 und T5 erlaubt der Stand der Untersuchungen nähere Aussagen für einige Bereiche vorderdeichs (Kap. 6.1.2). Die hydrologischen Verhältnisse abwärts bis zur Mündung des Altwassers konnten bisher noch nicht ausreichend einbezogen werden. Deren Kenntnis ist für ein umfassendes Verständnis der Wasserstandswirkung im Bereich des NSG Staatshaufen (T5) jedoch erforderlich.

## **6.2 Vergleich der Ergebnisse mit Rhein und Elbe**

Wesentlich für die Ermittlung von Auswirkungen durch Baumaßnahmen und deren direkten und indirekten Folgen ist die vom jeweiligen saisonalen Wasserregime des Flusses abhängige Lage des Auenwaldes. Das als planerisches Bezugsniveau gewählte langjährige Mittelwasser (MW) ist nur ein arithmetrischer Durchschnittswert. Dieser tritt höchstens an wenigen Tagen im Jahr ein und ermöglicht wenig Aufschluss über die entscheidenden Wasserstandsverhältnisse während der Vegetationsperiode und deren Wirkung auf die Auenbiozöosen oberhalb und unterhalb der rein rechnerischen Mittelwasserlinie.

So wächst der Auenwald am Rheinufer hauptsächlich oberhalb der Mittelwasserlinie (HÜGIN 1980, KRAUSE 1982), während er an den Ufern der Mittleren Elbe bereits ab 1,2 m unter dem langjährigen MW beginnt (HENRICHFREISE 1996). Ursache für die tiefere Lage des Weiden-Auenwaldes an der Mittleren Elbe dürfte vor allem das jahreszeitlich andersartige Abflussregime sein. An der Elbe bleiben Hochwasser gewöhnlich schon zu Anfang der Vegetationsperiode (April) aus und in der Hauptvegetationsperiode (ab Mai) folgen

meist niedrige Wasserstände. Dies erlaubt den Gehölzen ein weites Vordringen in das Gewässerbett. Der Rhein dagegen hat aufgrund der Schneeschmelze in den Hochalpen in der Regel erst von Mai bis Juni, oft bis Juli, einen lang andauernden höheren Wasserabfluss. Deshalb können Bäume hier nicht unterhalb der langjährigen Mittelwasserlinie aufwachsen.

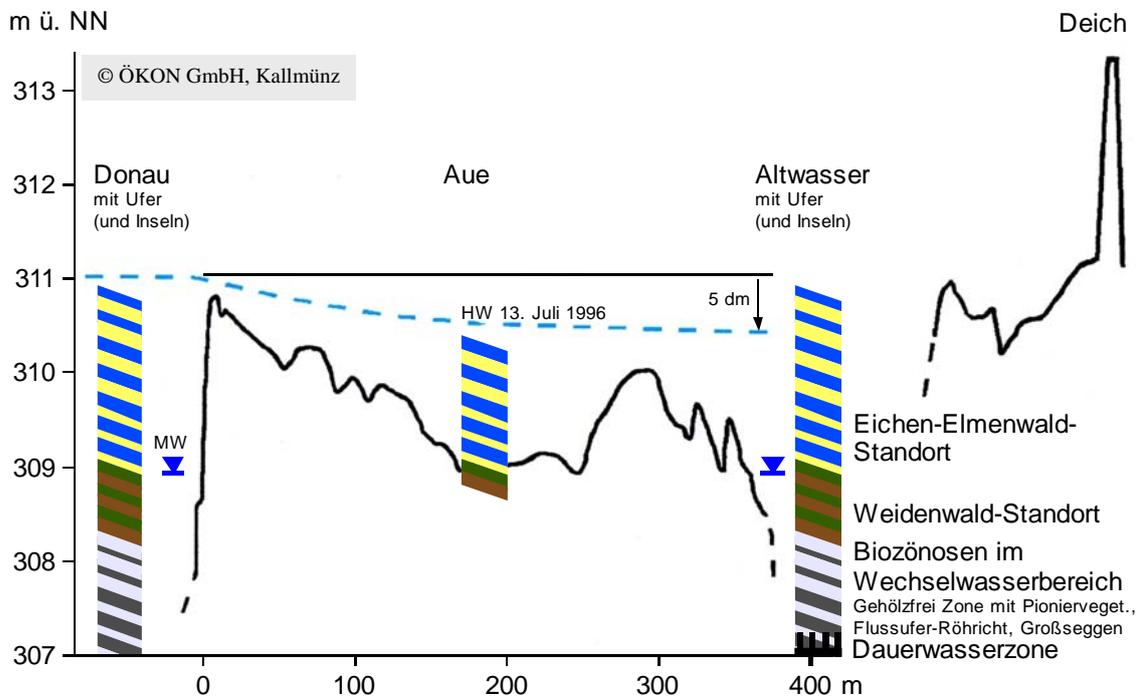


Abb. 6.1: Auentypische Standortbedingungen und Vegetationszonierung am Donauufer und in der Aue. Am Ufer der Gewässer dringt der Weidenwald bis rund 0,6 m unter die langjährige Mittelwasserlinie (MW 1981/90) vor. Geländequerschnitt etwa vier Kilometer donauabwärts der Isarmündung bei Do-Km 2278,2/2278,4 (aus HENRICHFREISE 1997).

Nach den bisherigen Untersuchungen beginnt der Weiden-Uferauenwald im untersuchten Donauabschnitt abwärts der Isar bereits unter Mittelwasser (Abb. 6.1). Seine untere Grenze liegt mit rund 0,6 m unter dem langjährigen MW (1981/90) aber nicht so tief wie an der Mittleren Elbe. An fließgewässerferneren Standorten wird die Höhenzonierung des Auenwaldes wesentlich mitbestimmt durch stehendes Wasser und Bodeneigenschaften. Deshalb kann die Untergrenze des Weidenwaldes dort höher liegen.

Bezogen auf die seitens der wasserbaulichen Planung herangezogene Mittelwasserlinie werden laut HENRICHFREISE (1997) Stauhaltungen zwischen Straubing und Vilshofen bei vergleichbarem Einstau wie am südlichen Oberrhein weit größere Veränderungen als dort verursachen, weil

- der Auenwald am Donauufer und den Altwässern tiefer liegt sowie
- das weitaus geringere Fließgefälle sehr weitreichende Rückstauwirkungen im Donautal nach Oberstrom zur Folge hat.

Gemäß HENRICHFREISE (1997) sind in den Stauhaltungen an Rhein, Main, Donau und anderen Flüssen die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft in allen Fällen so erheblich und nachhaltig verändert worden, dass der Bau von Stauhaltungen in

den verbliebenen Auen entlang der frei fließenden Strecken aus Naturschutzsicht nicht befürwortet werden kann. Dies gilt aus den dargelegten Gründen, auentypische Naturausstattung, tief liegender Auenwald und geringes Gefälle, besonders für Flüsse wie Donau und Elbe. Auch REICHHOLF (1999) fordert: „aus ökologisch-naturschützerischer Sicht ist der Aufstau von noch unregulierten Fließgewässern zumindest in Mitteleuropa grundsätzlich abzulehnen, wo es ohnehin kaum mehr unregulierte Fließgewässer gibt.“

### 6.3 Prognose ökologischer Folgen von hydrologischen Veränderungen im Untersuchungsgebiet

Die ökologischen Untersuchungen im Isarmündungsgebiet haben ergeben, dass bezüglich des wichtigsten Standortfaktors in Auen, der Wasserstandsdynamik, in diesem Raum auencharakteristische Bedingungen herrschen. Nach wie vor sind vergleichsweise häufig Wasserstands-Schwankungen von 2,5 m und mehr im Deichvorland zu verzeichnen (Kap. 5.1.1 und 5.2.1). In den 6 Untersuchungsjahren wurden sogar Amplituden von rund 5,6 m in der Donau und im donaanahen Vorland gemessen. Auch im Deichhinterland kommt es zu erheblichen Schwankungen des Grundwassers von rund 2 - 3 m mit großflächigen Austritten von Qualmwasser bei Hochwasser (Fotos 6.4 - 6.6).



Foto 6.4:  
Das Deichhinterland landseits Transekt 6 (donaunah, links der Isarmündung) am 26.6.1998 bei einem Wasserstand von 309,33 m ü. NN am Donaupegel Deggendorf.



Foto 6.5:  
Qualmwasser bedeckt großflächig das Deichhinterland landseits Transekt 6 bei einem Donauwasserstand von 312 m ü. NN (27.02.1999) am Pegel Deggendorf (Höchststand vier Tage zuvor mit 313,5 m ü. NN, etwa 4 dm über MHW 1981/90)

Foto 6.6:

Ausgedehnte Qualmwasserflächen bilden sich im Deichhinterland landseits. Transekt 6 bei höheren Wasserständen von Isar und Donau.

Aufnahme: März 2000



Häufige große Wasserstandsschwankungen zwischen 2,5 - 3,5 m Höhe, regelmäßige Hochwasser und insbesondere **periodisch wiederkehrende lang anhaltende Niedrigwasserzeiten**, sind die Voraussetzung für

- den Erhalt und die Entstehung auencharakteristischer Lebensräume und Strukturen, z.B. Pionierstandorte (Fotos 6.7 - 6.9),
- die artenreiche Flora und Fauna des Isarmündungsgebietes (Kap. 1.4),
- den Erhalt gefährdeter Pflanzengemeinschaften wie Silberweiden-Wald und Schlammkrautflur (Kap. 5.1.4 und 5.2.4) sowie Weichtiergemeinschaften (Kap. 5.1.5 und 5.2.5),
- die Entwicklung auencharakteristischer Böden (Kap. 5.1.2 und 5.2.2),
- den wechselseitigen Austausch von Grund- und Oberflächenwasser und damit
- den Erhalt und die Sicherung großer Grundwasservorkommen.

Foto 6.7:

Braunes Zypergras (*Cyperus fuscus*) und Schlammkraut (*Limosella aquatica*) besiedelten nach dem Pfingsthochwasser 1999 als typische Pflanzen der Wechselwasserbereiche (im Hintergrund) die Halbinsel am Altwasser bei Transekt 5.1 und nahmen auch höher gelegene Bereiche der Weichholzaue ein. Im Vordergrund sieht man trocken gefallene Teichrosen (*Nuphar lutea*).

Aufnahme: 15.9.1999





Foto 6.8:  
Das Braune Zypergras (*Cyperus fuscus*) ist eine typische Art der Schlammkrautfluren in Wechselwasserbereichen im Isarmündungsgebiet.  
Aufnahme: 15.9.1999.



Foto 6.9:  
Schlammkraut (*Limosella aquatica*) besiedelt im Isarmündungsgebiet trocken gefallene, zuvor oft lange überflutete Schlammufer.  
Aufnahme: 15.9.1999

Wasserbauliche Maßnahmen in der Donau, insbesondere wenn diese die Amplitude der natürlicherweise stark wechselnden Grundwasserstands- und Strömungsverhältnisse, dämpfen, z.B. durch eine Stauhaltung, würden die zahlreichen unterschiedlichen Wechselfeuchtestufen der angrenzenden Auenflächen verändern. Entweder würden sie aufgrund der verminderten Wasserversorgung des Bodens trockener, wie infolge Sohlbaggerungen und Trenndämmen an Ufern, oder aufgrund einer Anhebung des Grundwasserspiegels feuchter, bis hin zur dauerhaften Wasserbedeckung. In jedem Fall würde eine Einschränkung der niedrigen und hohen Wasserstände großflächig zu einer ökologischen Monotonisierung führen und damit eine erhebliche Einschränkung der Artenvielfalt im Auenbereich bewirken.

Am Beispiel einer Dauerstauhöhe von 309,0 m ü. NN am Wehr einer fiktiven Stauhaltung bei Osterhofen sollen die Auswirkungen auf T1 und T5 kurz dargestellt werden.

### 6.3.1 Standortbedingungen

Das Geländeprofil von T5 zeigt (Abb. 5.10), dass die Vorlandfläche im Isarmündungsgebiet bei Do-Km 2278,2 bzw. 2278,4 durch eine fiktive Stauhaltung bei Osterhofen zu etwa 35 % über Flur eingestaut würde. Auch unter Berücksichtigung des hydrodynamisch stark angehobenen Mittelwasserstandes um etwa 60 - 70 cm auf rund 309,5 m ü. NN bei Do-Km 2278,4 (HENRICHFREISE (1997) ergibt sich kein wesentlich anderes Bild.

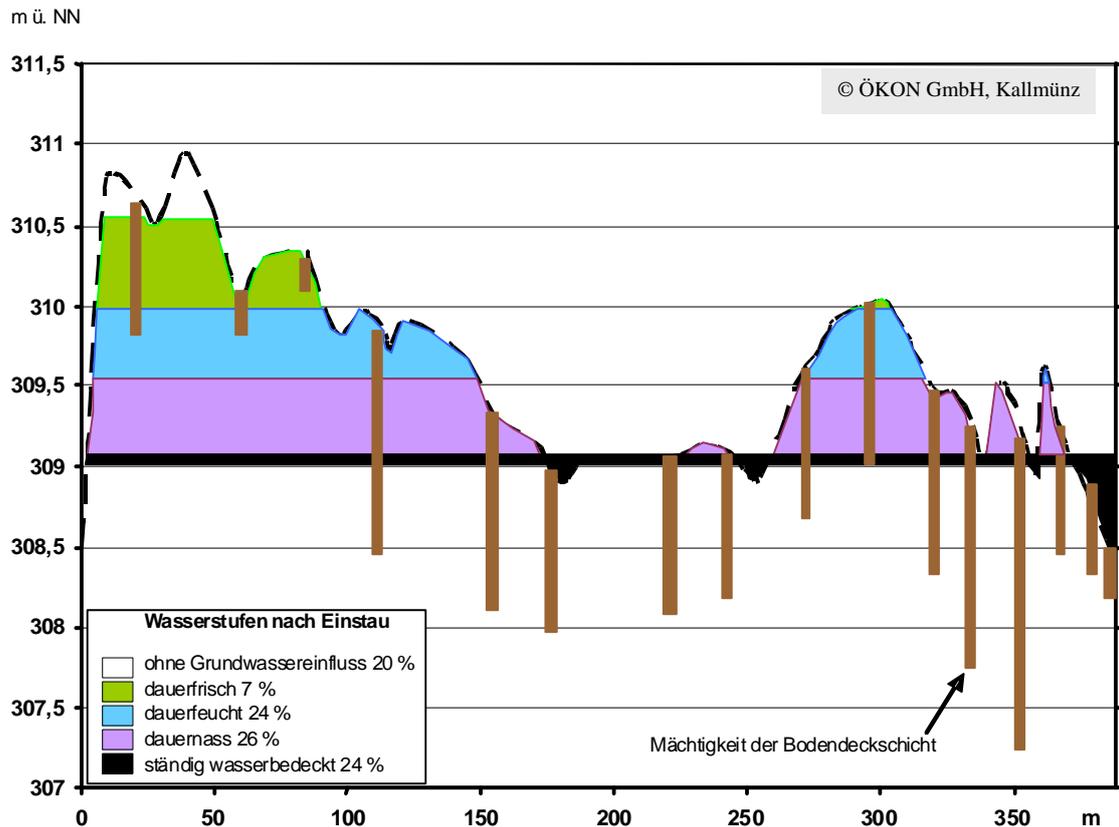


Abb. 6.2 Technische Ableitung der zu erwartenden Grundwasserstufen bei NNW nach Inbetriebnahme einer Stauhaltung Osterhofen auf Transekt 5.1 (nur Landfläche); voraussichtlicher Zustand nach Abdichtung der Donau.

In noch größerem Umfang aber würde der Einfluss des ständig angehobenen Grundwassers in der durchwurzelbaren Bodendeckschicht die Standorte in sehr unterschiedlicher Weise verändern (Abb. 6.2). Eine Staustufe Osterhofen hätte auf etwa 80 % von T5.1 auenfremde Dauerwasserstände zur Folge. Natürlicherweise wäre bei NNW von rund 307 m ü. NN (Abb. 6.1, 6.3) keine Landfläche ständig vom Grundwasser beeinflusst. Die derzeit herrschenden auentypischen Wechselwasserstufen würden sich bei Erreichen der Bodendeckschicht aufgrund kapillaren Wasseraufstieges zu auenfremden Dauerwasserstufen (dauervernässt bis dauerfrisch) umwandeln. Diese genaue Kenntnis der variierenden Deckschichteigenschaften, möglichst bis 1,5 m Tiefe, ermöglicht die Prognose von Veränderungen in Flussauen aufgrund hydrologischer Veränderungen. Auch bei Grundwasser absenkenden Maßnahmen (z.B. Neubau von Entwässerungssystemen) ermöglicht die Kenntnis der Deckschichtmächtigkeit Aussagen über Rückgang oder Verlust der entscheidenden Grundwasserwirkung in der Fläche.

Die Wasserstandsganglinie der Donau im Bereich des NSG Staatshaufen (Abb. 6.3) für den Zeitraum 1995 - 1999 und das mögliche hydrodynamische RNW (reguliertes Niedrigwasser) einer fiktiven Stauhaltung sowie das heutige RNW bzw. NNW (niedrigstes Niedrigwasser) zeigen sehr deutlich, dass in diesem Bereich ein dauerhafter Aufstau von etwa 2 m Höhe erfolgen würde. Dadurch würden insbesondere alle niedrigen Wasserstände wegfallen, die für die Existenz charakteristischer Auenbiozönosen notwendig sind. Nur ausgeprägte einzelne höhere Wasserstände würden noch zu abgeschwächten Wasserstandsschwankungen oberhalb des hydrodynamischen RNW führen. Diese wären nicht mehr auentypisch.

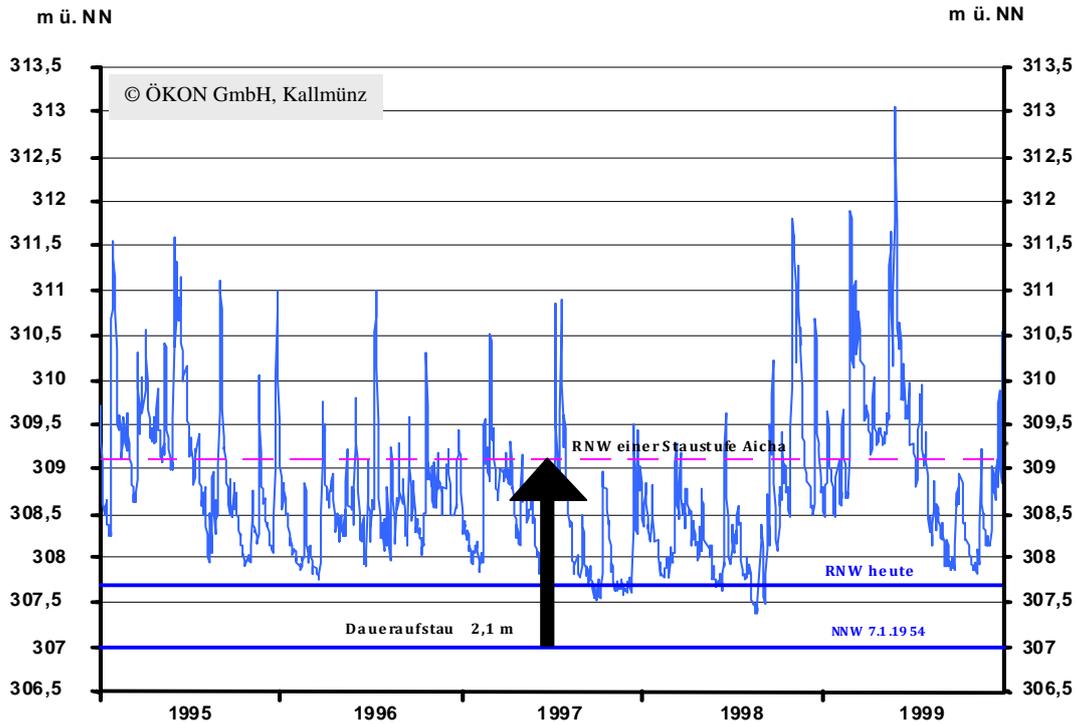


Abb. 6.3: Wasserstandsganglinie der Donau am Transekt 5 (Do-Km 2278,2 NSG Staatshaufen) von 1995 - 1999 mit Darstellung einer dauerhaften Anhebung von Wasserständen in der Donau in Folge einer Stauhaltung Aicha und dem damit verbundenen Wegfall der Niedrigwasserzeiten (Planung 2000).

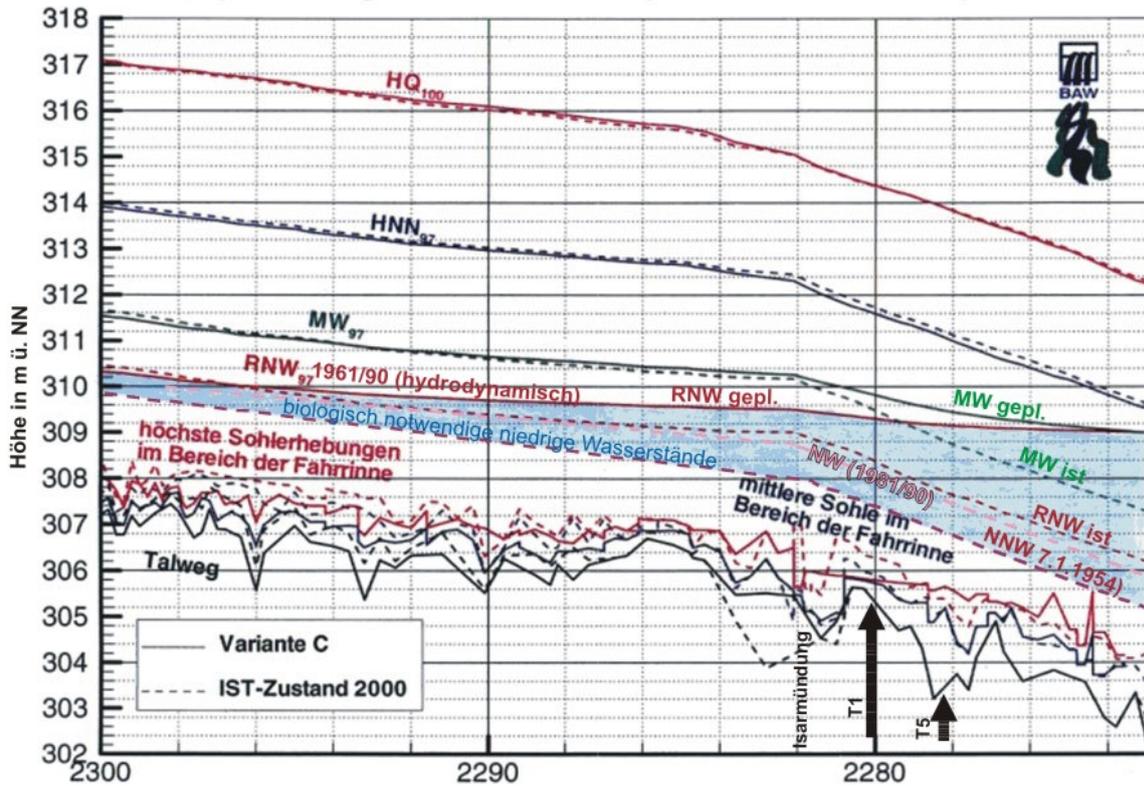


Abb. 6.4: Zwischenergebnisse zu einer Staustufe der Variante C, Stand 6.12.1999, im Vergleich mit dem IST-Zustand 2000: Wasserspiegel und Talweg im Bereich des Flussbettes (nicht im Bereich des Vorlandes), Auswertung BAW mit Ergänzungen aus den vorliegenden Ergebnissen (wie z.B. NNW (1981/90) und NNW v. 7.1.1954).

Die veränderten Wasserspiegelhöhen einer fiktiven Stauhaltung Osterhofen im Längsprofil des Flusses zeigt die Abbildung 6.4. Danach würde die Stauwirkung, bei Beachtung des tatsächlich herrschenden hydrodynamischen Staus, erst 12 -14 km oberhalb der Isarmündung ausklingen.

Eingehend wurden diesbezüglich die Vegetationsverhältnisse auf der Halbinsel bei T5.1 und in der "Bodenentnahme" bei T1 untersucht (Kapitel 6.3.2, Abb. 6.7, 6.8). Beides sind Standorte, deren Beschaffenheit und Bedeutung durch die starken Wasserstandsschwankungen bestimmt werden. In beiden Fällen würden sich auenuntypische Dauerwasserverhältnisse einstellen, die bei dem oben angenommenen hydrodynamischen RNW (Stauhaltung Osterhofen) fast alle Standorte mit Ausnahme eines kleinen Transektabschnittes in der "Bodenentnahme" erheblich verändern würden. Die derzeitigen Schwankungsbreiten der Wasserbedeckung zeigt Abbildung 6.5.

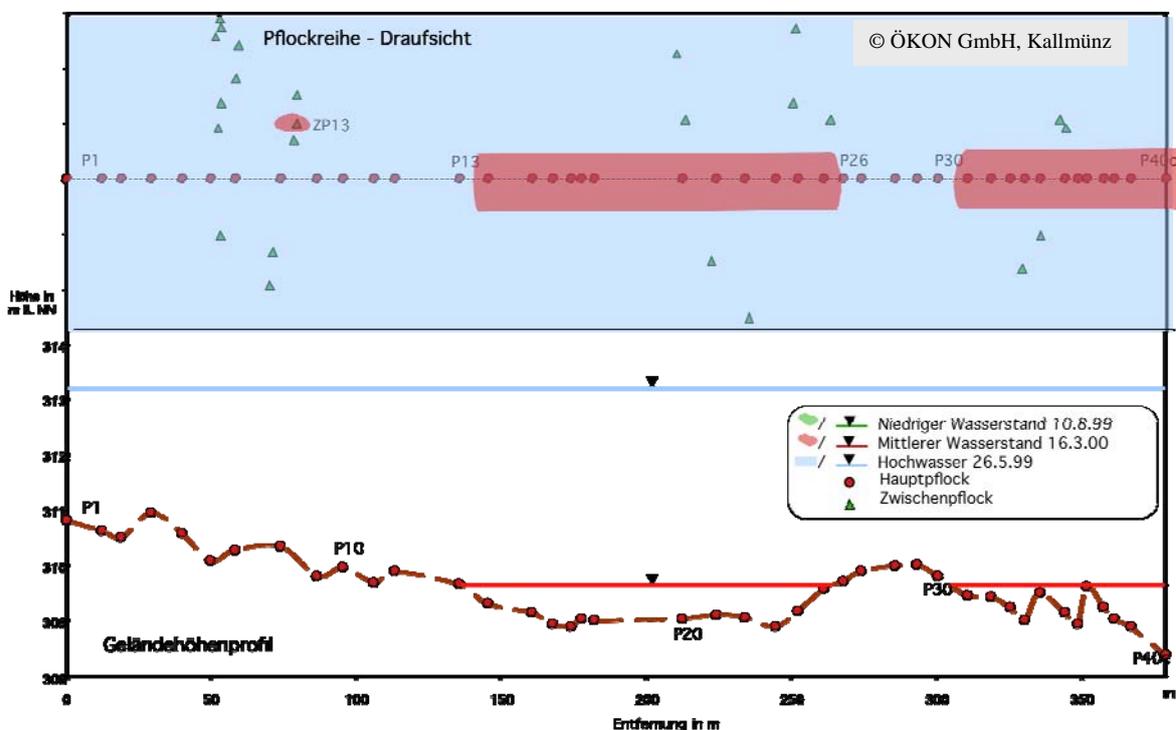


Abb. 6.5: Wasserbedeckung am Transekt 5.1 (Do-Km 2278,2) bei etwa mittlerem und hohem Wasserstand (oben Draufsicht, unten Querprofil). Bei niedrigem Wasserstand (z.B. 10.8.99) bleibt der dargestellt Abschnitt ohne Wasserbedeckung.

Durch eine zu erwartende Strukturverarmung im Auenbereich wären auch die verschiedenen, an die besonderen Standortbedingungen angepassten Tier- und Pflanzenarten der vorkommenden Biotope bedroht. Auentypische Habitate wie ephemere Gewässer, semiterrestrische/semiaquatische Bereiche und Weidenwaldstandorte wären durch Dauerstaue, verminderte Grundwasserstands-Schwankungen und Grundwasseranhebungen aufgrund ihrer tiefen Lage am stärksten betroffen. Sie würden in ihrer Flächenausdehnung stark abnehmen. Alleine dadurch würden die Artenzahlen abnehmen, weil kleinere Lebensräume in der Regel weniger Arten tragen können. (BEGON ET AL. 1986, WILCOVE ET AL. 1986, MAC ARTHUR & WILSON 1967, MADER 1990). Hinzu kommen Einschränkungen von Ökosystemdienstleistungen der Aue, wie eine

Verminderung des wechselseitigen Austausches von Grund- und Oberflächenwasser und der Selbstreinigungskraft des Flusses.

Für die Flächen hinterdeichs ist die Analyse, erst recht aber die Prognose der Entwicklung der Standortbedingungen schwierig. Dort konnten aufgrund der erfassten artesischen Wasserstände (Kap. 4.2.3) keine Schlüsselkurven zur Bestimmung der Grundwasserstands-Schwankung erstellt werden (Kap. 3.2.3). Eine Sicherung der binnenseitigen Grundwasserstände ist ohne die Kenntnis der tatsächlich bodenwirksamen Grundwasserstandsschwankungen nicht möglich. Bei Anhebung oder Absenkung des Grundwasserspiegels würde die Entwicklung der Grundwasserverhältnisse von der Funktionsfähigkeit eines dann erforderlichen Binnenentwässerungssystems abhängen.

Aufgrund der vielfach hinterdeichs festgestellten großen Deckschichtmächtigkeiten gelten auch hier die bereits für das Vorland aufgeführten Aussagen, dass Veränderungen des Grund- oder Bodenwassers zu starken Veränderungen der Standortfaktoren und Lebensgemeinschaften führen. Bei Veränderungen der Wasserstandsschwankungen kommt es auch zu deutlichen Veränderungen der chemisch/physikalischen Standortfaktoren und den damit verbundenen Umstrukturierungen innerhalb der Lebensräume und Lebensgemeinschaften.

Weiterhin erfolgt eine Verschiebung innerhalb bzw. zwischen den vielfältigen Standorttypen (Nischen). Bereits eine geringe Einschränkung der Höhenschwankung der Wasserstände führt zu deutlichen Verkleinerungen der Wechselwasserzonen, insbesondere bei den für Auen typischen Flachwasserzonen und zahlreichen Flachgewässern (Abb 6.6).

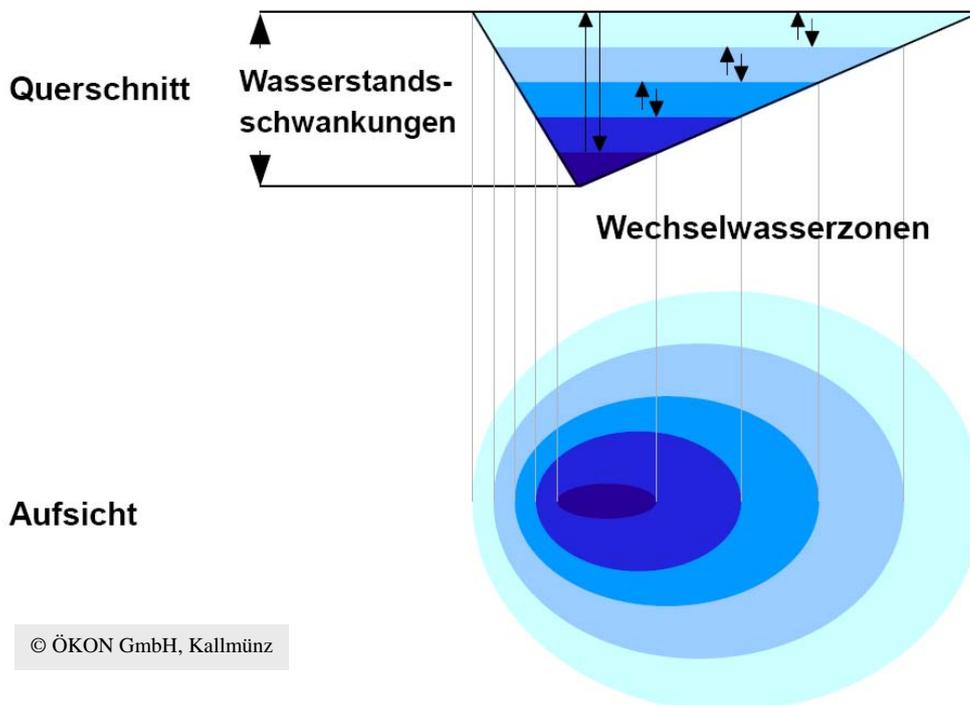


Abb. 6.6: Schematische Darstellung der Auswirkungen unterschiedlicher Oberflächen- und Grundwasserschwankungs-Amplituden (senkrechte Pfeile oben) auf die Größe der von ihnen jeweils beeinflussten Flächen (Ellipsen unten) in Abhängigkeit von der Struktur bzw. Neigung des Auengeländes.

Da es sich in Auen vielfach um flache Gewässer handelt, geht mit der Verringerung des Flurabstandes und der Verminderung der Schwankungshöhe der (Grund-)Wasserstände ein exponentiell zunehmender Verlust an Flächen der einzelnen Standorttypen, z.B. der Flachwasserzone, einher, je geringer die Uferneigung ist. Bewegte sie sich vor Veränderung die Schwankungshöhe mehr oder weniger über die gesamte dargestellte Bandbreite, so schrumpft sie je nach Ausmaß der Veränderungen auf einen schmaleren Bereich (Abb. 6.6). Es wird deutlich, dass Veränderungen des (Grund-)Wasserstandes aus ökologischer Sicht qualitativ und quantitativ sehr kritisch zu betrachten sind. Grenzen der Verträglichkeit sind jeweils am Einzelbeispiel zu erarbeiten, da die Verhältnisse von Standort zu Standort verschieden sind. Pauschalwerte können nicht angegeben werden. Der Erhalt der natürlichen standörtlichen Vielfalt wird, außer vom Oberflächenabfluss, sehr stark vom Grundwasserregime eines Flussgebietes bestimmt.

Zur Gewinnung sicherer Aussagen und einer wesentlich höheren Prognosesicherheit wäre es viel versprechend, neben den faunistischen, floristischen und vegetationskundlichen Aufnahmen auch erweiterte standörtliche Untersuchungen durchzuführen. Hierzu wären im Wesentlichen Oberflächen- und Grundwasserstandsmessungen, Bodenuntersuchungen und gewässerchemische Analysen notwendig. Wiederholte Geländeerfassungen wären erforderlich, um den nachhaltigen Bestand der Artvorkommen zu prüfen. Somit ist bezüglich eines definitiven Artenverlustes in der Aue, ausgelöst durch Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse, noch keine abschließende Aussage möglich. Erst durch die genannten Untersuchungen besteht die Möglichkeit, die genannten Forschungsdefizite zu beheben und die Folgen von Veränderungen auf die Fauna, Flora und Vegetation der Aue sorgfältig abzuschätzen.

### 6.3.2 Flora

Die charakteristische Flora der Auen ist auf eine große Wasserstandsdynamik angewiesen (Kap. 1.3). Die Auswirkungen dauerhafter Überflutung, wie sie bei Verwirklichung einer Stauhaltung eintreten würden, werden am Beispiel einer Schlammkrautflur an T5 und eines gut ausgebildeten, regelmäßig überfluteten Silberweidenwaldes auf T1 dargestellt (Foto 6.10).

Foto 6.10:

Donaunah gelegener Silberweidenwald in der "Bodenentnahme" am Transekt 1 (Do-Km 2280,16).

Aufnahme: K. Meindorfer, 18.8.1998



In Abbildung 6.7 ist ein schematischer Querschnitt durch die Halbinsel stromab von T5.1 am dammnahen Altwasser dargestellt. Bis Ende September 1999 breitete sich dort nach Abklingen des langen Sommerhochwassers auf einer Fläche von ca. 100 m<sup>2</sup> eine Schlammkrautflur etwa zwischen 307,84 und 308,55 m ü. NN aus. Die Schlammkrautflur mit *Cypero-Limoselletum*, wie auch ihre kennzeichnenden Arten, Braunes Zypergras (*Cyperus fuscus*) und Schlammkraut (*Limosella aquatica*), sind in Bayern "gefährdet". Diese Arten benötigen zum Keimen, Blühen und Fruchten jeweils eine längere Trockenperiode im Sommer. Tiefer gelegen schließt sich ein locker mit Gelber Teichrose (*Nuphar lutea*) bewachsener Bereich an. Die Schlammkrautflur ist in einer Zone ausgebildet, die 1995 an 45 und 1996/1997 an 303 Tagen nicht mit Wasser bedeckt war. Damit war zumindest in den höheren Geländestufen in allen 5 betrachteten Jahren die Möglichkeit gegeben, dass sich die charakteristischen Arten entwickeln und vermehren konnten.

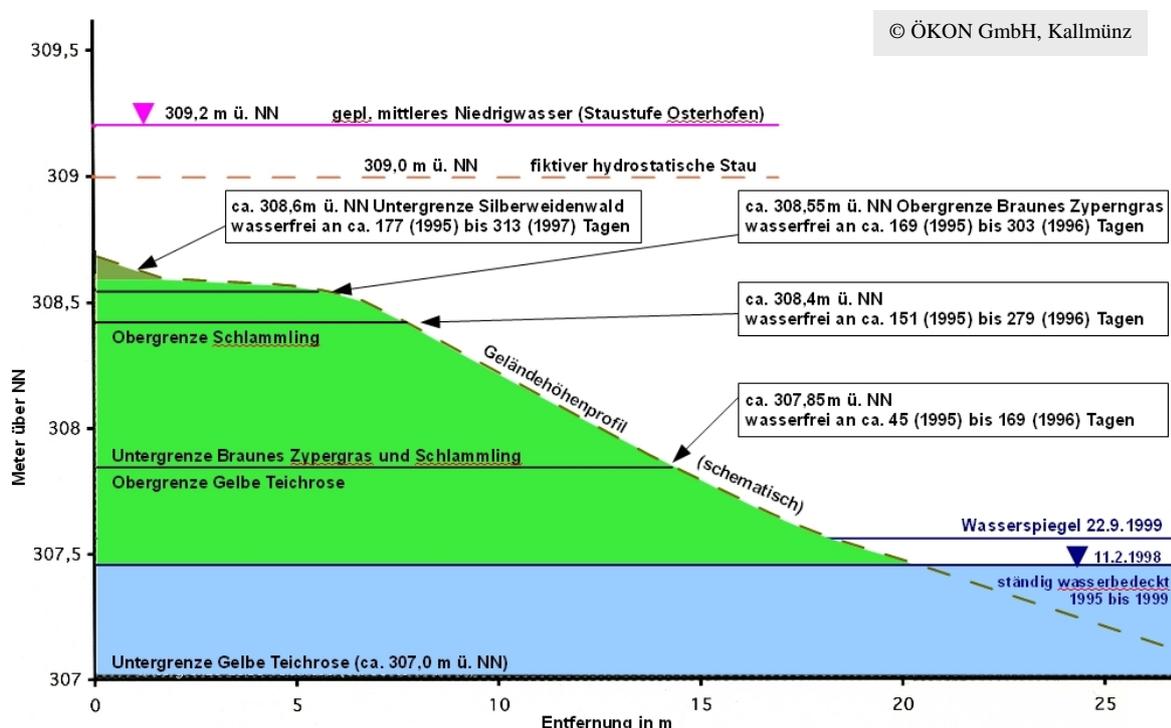


Abb. 6.7: Vegetationszonierung auf der Schlammbank (Geländehöhenprofil schematisch) am dammnahen Altwasser bei Transekt 5.1 (Do-Km 2278,2) für eine Prognose: Bei Verwirklichung einer Staustufe Osterhofen würde diese Fläche bis etwa 1,75 m dauerhaft überstaut. Die auentypische Vegetation ginge unwiderbringlich verloren.

Bei Verwirklichung einer Stauhaltung Osterhofen unterhalb der Isarmündung würde diese relativ schmale Zone auch bei Niedrigwasserabfluss ständig vollkommen überstaut (Abb. 6.7). Die Überstauung der Schlammkrautflur würde bei einem fiktiv angenommenen hydrostatischen Stau bei 309,00 m ü. NN am Wehr zwischen ca. 6 und 13 dm betragen, legt man die Vegetationsverhältnisse und Standorthöhen vom September 1999 zugrunde.

Viele Arten, die bei wiederholtem und ausreichend langem Trockenfallen dieser tief gelegenen Wechselwasserzonen auf offenen Schlammflächen leben, sind konkurrenzschwach. Bei dauerhafter Überflutung würden Arten wie das Schilf (*Phragmites australis*) diese Lebensräume und die darüber liegenden Zonen rasch und dichtwüchsig einnehmen und andere Arten verdrängen.

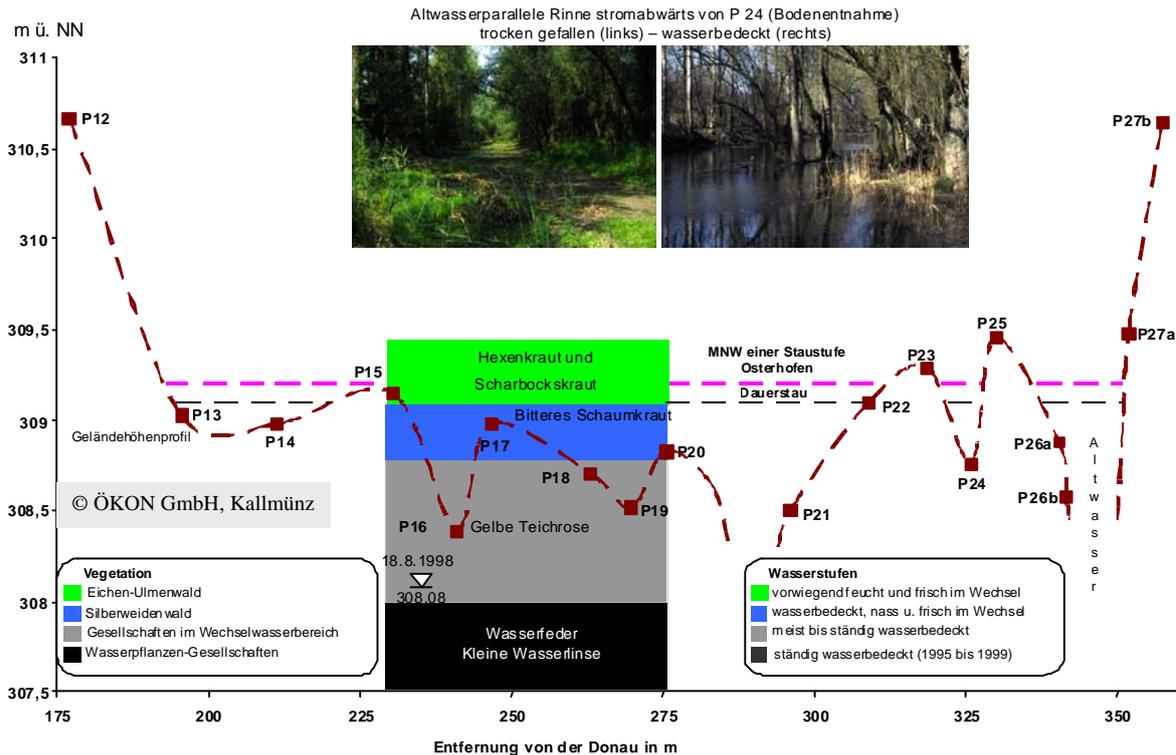


Abb. 6.8: Wasserstufen und Vegetationszonierung in der "Bodenentnahme" bei Transekt 1 (Vorland bei Do-Km 2280,16). Neben der natürlichen Zonierung wurden diejenigen Wasserspiegellagen dargestellt, die in Folge einer Staustufe Osterhofen eintreten würden: Ständiger Rückstau (schwarz gestrichelt) über Silberweidenwald-Standort (blaue Zone) und überwiegender Einstau (rot gestrichelt) der tiefsten Hartholzaue (grün bzw. grüngelbe Zone).

In der "Bodenentnahme" (T1) stockt einer der größten Silberweidenbestände auf den untersuchten Transekten (Foto 6.10). Auf die Bedeutung der regelmäßig überfluteten Silberweiden-Wälder für den Naturschutz und ihre Lebensraumanprüche wurde bereits in Kapitel 1.3 eingegangen.

Mit Hilfe der Wasserstandsdauerlinie für die "Bodenentnahme" am T1 zwischen P15 und P20 (Abb. 5.5) sowie den Angaben bei HENRICHFREISE (1988) wurden die Wasserstandsstufen für den Zeitraum 1995 - 1999 ermittelt (Abb. 6.8). Diese reichen von ständig wasserbedeckt in den tiefsten bis vorwiegend feucht und mäßig trocken im Wechsel in den höchsten Lagen des Abschnitts.

Bestimmte Pflanzengesellschaften können einzelnen Wasserstandsstufen zugeordnet werden (Abb. 6.8). Diese reichen von den Wasserpflanzen-Gesellschaften mit ständiger Wasserbedeckung über die Gesellschaften im Wechselwasserbereich, dem Silberweiden-Wald bis zum Eichen-Eschen-Ulmenwald. Mit zunehmender Dauer der Wasserbedeckung und aufgrund der starken Beschattung durch den Silberweiden-Wald sind die Pflanzengemeinschaften in den tieferen Lagen der "Bodenentnahme" arten- und individuenärmer ausgebildet.

Bei Verwirklichung einer Stauhaltung wie oben beschrieben würde dieser Bereich überstaut, wobei der tiefste Wasserstand gegenüber den heutigen Verhältnissen dann dauerhaft um mehr als etwa 1 m angehoben würde. Rund 45 % der vorderdeichs gelegenen Abschnitte von T1 wären damit dauernd wasserbedeckt. Betroffen davon wären vor allem

Tannenwedel-, Nadelbinsen- und kurzlebige Kräutergesellschaften sowie Silberweidenwald.

### **6.3.3 Vegetation**

Die zur Vegetation gewonnenen Erkenntnisse sollen hier für wenige, jedoch repräsentative Teilbereiche diskutiert werden.

#### **Transekt 5**

Am Beispiel von T5 donauaufwärts des Naturschutzgebietes "Staatshaufen" wird deutlich, dass unter den hydrodynamischen Stauverhältnissen einer Stauhaltung Osterhofen unterhalb der Isarmündung nicht nur alle Biozönosen der Wechselwasserzone (Abb. 6.7), sondern auch der gesamte Weidenwald und der tiefstgelegene auentypische Eichen-Ulmenwald ständig überflutet und voraussichtlich sehr stark beeinträchtigt würden. Ähnliches gilt ebenso für die hier lebenden Artengemeinschaften der Fauna. Ferner würden in der großen Waldfläche mittleren Niveaus als Folge der Durchfeuchtung von unten auenfremde Dauerwasserstufen (von ständig nass bis ständig frisch) auftreten, welche die Auenvegetation erheblich und nachhaltig beeinträchtigen (HENRICHFREISE 1997).

Zusätzlich würden die häufigen, für die Aue existenznotwendigen Hochwasser der Donau soweit abgesenkt, dass die einjährigen Hochwasser nicht mehr wie bisher den Uferwall überfließen könnten (vgl. HENRICHFREISE 1997). Die größeren, selteneren Hochwasser würden zwar einströmen aber nur noch kürzer und mit geringerer Wassermenge. Die Absenkung der häufigen Hochwasser betrüge hier zwischen 1/4 und 1/3 m (Beilage 4.2 der RMD zum Raumordnungsverfahren). Eine vergleichsweise kleine Wasserstandsabsenkung im Strom hätte damit eine erheblich nachteilige Auswirkung in der großen Vorlandfläche zur Folge (HENRICHFREISE 1997).

Die Wirkung einer dauerhaften Überflutung würde sich nach Oberstrom nur langsam vermindern und bei RNW erst weit oberhalb des Isarmündungsgebietes ausklingen. Dagegen bliebe die Absenkung der für die Aue unabdingbaren Hochwasser erhalten und würden bei Eintiefung der Donau oberhalb sogar noch zunehmen.

Mit dem Ausbleiben von immer wieder auftretenden, großflächigen Hochwassern würden auch die hochgelegenen Flächen trockener, die mittleren Niveaus dagegen aufgrund der dauerhaften Überflutung dauernass bis dauerfeucht. In der Folge wäre die Ausbildungen der Auenlebensgemeinschaften so stark beeinträchtigt, dass fast nur noch auenfremde Lebensgemeinschaften dort überleben könnten. Übrig bliebe lediglich ein auenartiger Eichen-Ulmenwald-Standort im Bereich der heutigen, tief gelegenen Hartholzauenzone.

#### **Transekt 6**

Im Falle des Baus einer Staustufe der Varianten C / C 2,80 würden die hydrodynamischen Wasserspiegellagen nach den vorliegenden Planungen an T6 (Kap. 4.1.3, Kap. 5.3) zwischen Do-Km 2282,0 und 2282,4 wie folgt angehoben (Abb. 6.9):

- für NNW um rund 1 m auf 309,2 m ü. NN,
- für die häufigen und oft lang andauernden niedrigen Wasserspiegellagen zwischen NNW und MNW (~ RNW) zwischen 1 und 0,5 m sowie

- für RNW um 0,5 m auf 309,5 m ü. NN (Längsschnitt, und Querschnitt der RMD bei Do-Km 2283,0, Beil. 4.1 und 5.6\* der Planmappe, Okt. 2004).

Das MW im Fluss selbst stiege dort demnach um 1 dm an, bei einem allerdings gleich geringen Fließgefälle (nur 1 dm/km). Im vegetationswirksamen Grundwasser jedoch wäre der Anstieg aus folgenden Gründen höher.

- Bei häufigem Auftreten oder langer Dauer der Hochwasser über MW, wie von Ende 1998 bis Anfang 2003, würde mit staustufenbedingt verlängerten Wasserständen über MW verstärkt Grundwasser in die überwiegend tief- bis sehr tiefgründige Auelehmdecke eindringen. Das einmal von diesen Auelehmen aufgenommene Grund- und Stauwasser kann erfahrungsgemäß nur langsam wieder abgegeben werden. Folglich kann es besonders bei staubedingt ständig erhöhten Grundwasserständen zu deutlich längeren Vernässungen oder zu Dauervernässungen mit entsprechend stärkerer Beeinträchtigung der Vegetation kommen (TRAUTMANN & LOHMEYER 1960).
- Hochwasser verharren beim langsamen Abklingen oftmals lange über der MW-Linie oder überschreiten diese wiederholt nach jeweils kurzer Unterschreitung, bevor das langsamer reagierende Grundwasser entsprechend sinken könnte. Dabei „schaukelt“ sich der Grundwasserstand gleichsam hoch.

Somit würde die auetypische Wasserstandsdynamik unterhalb des Mittelwasserniveaus im niedrig gelegenen Bereich infolge Staustufenbaus gänzlich unterbunden und in der höher gelegenen Zone erheblich eingeschränkt. Überdies ist zu berücksichtigen, dass die landseitigen Flächen beidseits der Alten Isar wahrscheinlich nicht mehr über das Schöpfwerk Saubachmündung entwässert werden würden.

Bei einer Stauhaltung Aicha wäre der Wasserstand an T 6 etwa 1 m höher als ohne Stauhaltung und das Gelände wäre ständig wasserbedeckt (Abb. 6.9, rechts). Zusätzlich würde das Ausmaß der Anhebung von NNW und RNW zu einer sehr starken bis erheblichen Beeinträchtigung der Wechselwasserstandorte und des prioritär zu schützenden Silberweidenwaldes führen, weil die hier überwiegend tief- bis sehr tiefgründige Bodendeckschicht die nachteilige Wirkung des angestauten Grundwassers in höhere Bodenzonen weiterleiten würde.

Die für die Existenz des Silberweidenwaldes notwendigen und heute ausgeprägten niedrigen Grundwasserstände würden durch Staustufenbau größtenteils entfallen:

- Bezogen auf NNW würden die Standorte des *Salicetum albae* nach Staustufenbau nicht mehr die periodisch für den Weiden-Auwald erforderlichen Wechselwasserstufen von vorwiegend wasserbedeckt und frisch bis mäßig trocken aufweisen. Sie unterlägen stattdessen selbst bei geringen Abflüssen nur noch dauerhaft vernässten auartigen Standortsbedingungen.
- Bezogen auf das geplante länger andauernde RNW (~ MNW), das für den Auwald ökologisch bedeutsamer als das NNW ist, würde die Stauhaltung die Standorte und deren Lebensgemeinschaften der Wechselwasser- und der Silberweidenwald-Biozöosen sowie die tief gelegene Zone des Eichen-Ulmen-Eschenwaldes noch stärker vernässen.

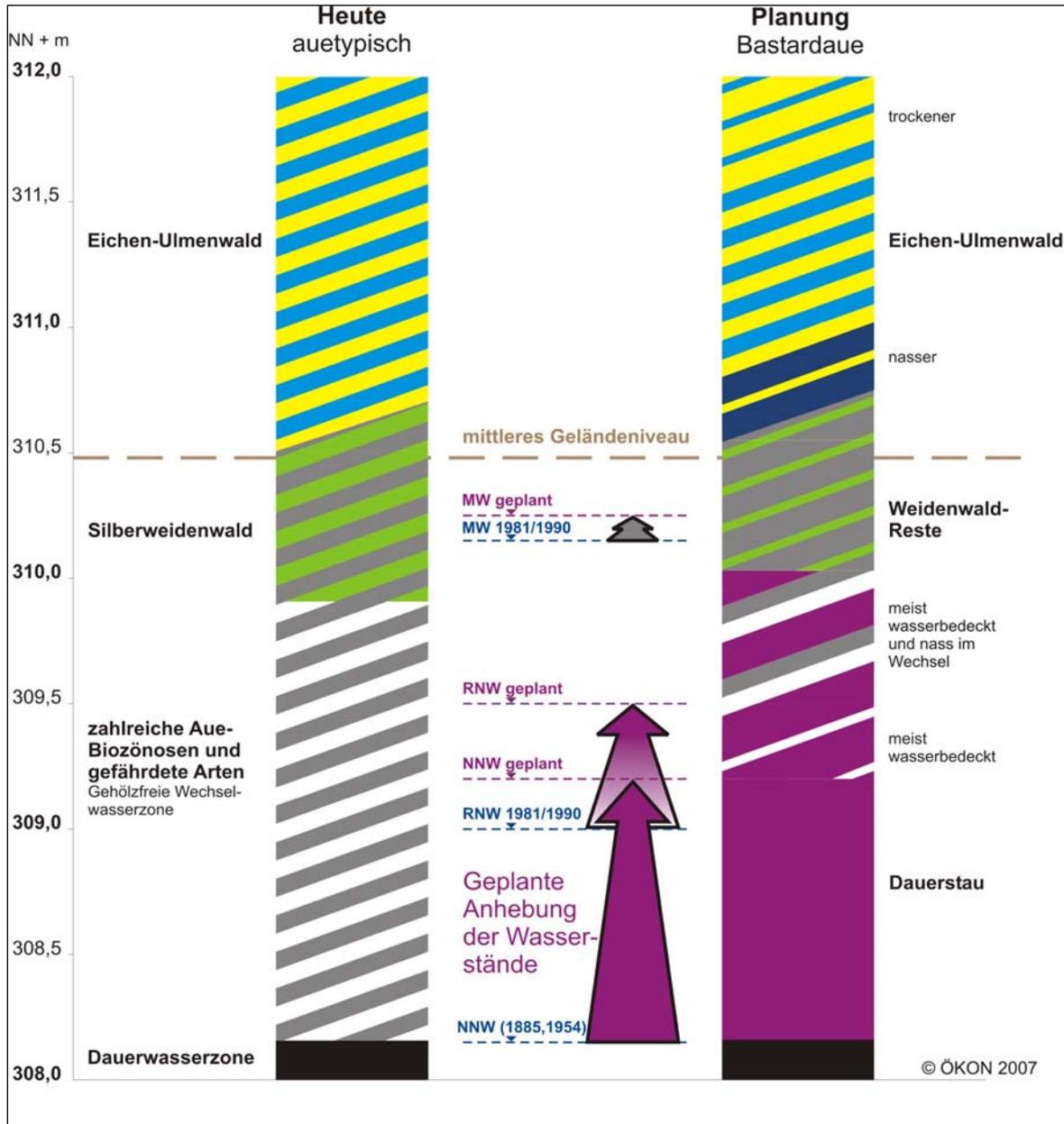


Abb. 6.9: Vegetationszonierung und Darstellung der Anhebung der Wasserstände und Beeinträchtigung der Vegetation, die durch einen Stauhaltungsbau bei Aicha gemäß den Planungen von 2004 ausgelöst würden, dargestellt am Beispiel des Geländequerschnittes bei Transekt 6 etwa bei Isar-Km 0,5 im Rückstau des Isarschüttkegels in der Donau, etwa Do-Km 2282,5.

Somit würde der Dauereinstau auch die tief gelegene Ausbildung des gemäß FFH-RL zu schützenden Eichen-Ulmen-Eschenwald-Standortes durch zu lang anhaltende Wasserstufen von nass, feucht und frisch beeinträchtigen. Die für den Eichen-Ulmen-Eschenwald typische Wasserstufe „mäßig trocken“ ginge dabei für die tiefer gelegenen Hartholzauestandorte nahezu verloren. Vorderdeichs würde sich nach Anstau das für die jetzigen naturnahen Bedingungen zu hochwasserempfindliche Schilf gegenüber dem jetzt vorkommenden Rohrglanzgras durchsetzen, wobei Schilf wesentlich stärker Abfluss hemmend wirkt als das mechanisch schwächere und nicht so hoch wachsende Rohrglanzgras. Große Schilfvorkommen sind typisch für Flächen ohne Hochwasserdurchzug.

### 6.3.4 Mollusken

Bezüglich der Auswirkungen möglicher Stauhaltungen in der Donau auf die Mollusken des Untersuchungsgebietes sind folgende Fragen besonders zu beachten:

- Werden seltene und/oder gefährdete Tiergemeinschaften (z.B. die Molluskengemeinschaften der Wechselwasserzonen, Kap. 3.6) oder Vorkommen gefährdeter und/oder streng geschützter Arten, z.B. *Gyraulus rossmaessleri* (Rossmässlers Posthörnchen), *Anisus vorticulus* (Zierliche Tellerschnecke), *Pseudotrichia rubiginosa* (Behaarte Laubschnecke), durch dauerhafte Überflutung oder durch vorherrschende Trockenheit infolge einer möglichen Staustufe unterhalb der Isarmündung in ihrem Bestand gefährdet?
- Werden die großen, häufigen Wasserstandsschwankungen von 2,5 - 3,5 m und die jeweiligen Zeitspannen von Überflutung und Trockenfallen der Aue in für die Tierarten unverträglichem Umfang reduziert oder eingeengt? Für viele charakteristische Arten der Auen, z.B. die der Wechselwasserzonen, sind diese Faktoren lebensnotwendig, da sie gerade hier ihre ökologische Nische haben und gegenüber anderen Arten konkurrenzfähig sind.

Beide Auswirkungen, Veränderungen des Wasserstandes in Höhe und Dauer, können nicht getrennt voneinander diskutiert werden, da vielfach beide Faktoren für die charakteristischen Molluskenarten gemeinsam bestimmend sind. Beispielsweise hätte ein Aufstau der Donau sowohl die Anhebung des Wasserstandes im Staubereich zur Folge als auch eine erhebliche Einengung der Wasserstands-Schwankungen.

Ziel der vorliegenden Erfassungen war weder eine vollständige Kartierung des Artenspektrums, noch eine umfassende Ableitung der Folgen des Donauausbaus mit seinen vielfältigen Varianten, sondern die Ermittlung ökologischer Funktionszusammenhänge zwischen Zeigerarten bzw. Zeigerarten-Gemeinschaften und dem Standortfaktor Wasserhaushalt. Die Mollusken haben sich hinsichtlich der Abhängigkeit der Arten von den dynamischen fluss- und grundwassergeprägten Standortbedingungen des Gebietes als geeignet herausgestellt. Trotzdem reichen die 58 verschiedenen Untersuchungsflächen bzw. 231 Einzelaufnahmen der Mollusken über 6 Jahre nicht aus, die Heterogenität der Geländestruktur und des zeitlich dynamischen Wasserhaushaltes der verschiedenen Transekte repräsentativ zu erfassen (im Rahmen des Projektes „Robustes Indikationssystem für ökologische Veränderungen in Auen“ wurden 36 Probeflächen in den Auen der Mittleren Elbe in zwei Jahren vier Mal mit 1200 Einzelproben untersucht, FOECKLER ET AL. 2006). Überdies bringt eine nur schwer bis zeitweise nicht zu vollziehende Trennung zwischen Land- und Wassermollusken-Probestellen den stark semiterrestrischen bzw. -aquatischen Charakter des Standortes Aue deutlich zum Ausdruck.

Bei der Auswertung der Molluskenproben wurde für die Transekte 1 und 5 das jeweilige Artenspektrum an den Probestellen zu den dort herrschenden hydrologischen Bedingungen in Bezug gesetzt. Ziel war, funktionale Beziehungen zwischen der Biotik und Abiotik anhand biologischer und physischer Daten abzuleiten. Weiterhin sollten **planungsbedeutsame Schwellenwerte** (hydrologische und naturschutzfachliche Mindestanforderungen und Belastungsgrenzen) einzelner Arten/-gruppen sowie Prognosen möglicher hydrologischer Änderungen erarbeitet werden. Die gegenwärtige Datenlage erlaubt diesbezügliche Aussagen bislang erst für bestimmte Bereiche (Abb. 6.10).

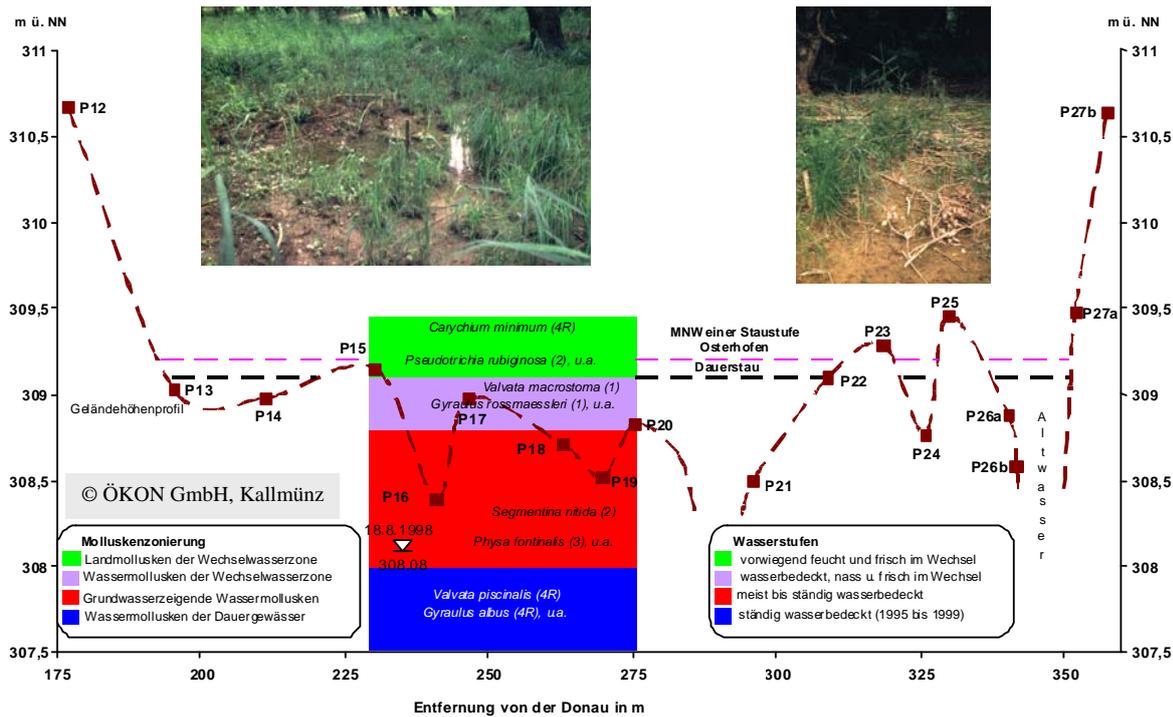


Abb. 6.10: Wasserstufen und Molluskenzonierung im Vorland ("Bodenentnahme" an Transekt 1, Do-Km 2280,16). Neben der natürlichen Zonierung wurden diejenigen Wasserspiegellagen dargestellt, die in Folge einer Staustufe Osterhofen eintreten würden: Ständiger Rückstau (schwarz gestrichelt) und zeitlich überwiegender Einstau bei MNW (rot gestrichelt).

Es wurde versucht, die aufgezeigte Einnischung der Schneckenarten am Beispiel eines Abschnitts von T1, der "Bodenentnahme", in Anlehnung an die Flora den verschiedenen Wasserstufen zuzuordnen (Abb. 6.10). Diese Zonierung darf keinesfalls als starr angesehen werden. Ganz im Gegenteil befinden sich die Grenzen, oft stärker als bei den Pflanzen, im ständigen Fluss sowohl nach oben als auch nach unten in Abhängigkeit der von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Oberflächen- und Grundwasserstands-Schwankungen. Bei einer dauerhaften Überflutung bedingt z.B. durch eine Stauhaltung besteht die Gefahr, dass die Land- und Wassermolluskenarten der Wechselwasserzone und die Grundwasser anzeigenden Wassermolluskenarten in ihrem Lebensraum erheblich eingeschränkt werden.

Die bisherigen Auswertungen (Kap. 5) legen nahe, dass bei einem hydrostatischen Stau von 309,0 m ü. NN am Wehr einer Staustufe und dem höheren hydrodynamischen Einstau (etwa 309,2 m ü. NN) das bundesweit bedeutsame Gebiet bis über die Isarmündung hinaus großflächig und dauerhaft beeinträchtigen würde (HENRICHFREISE 1995, 1997). Die dynamischen Wechselwasserstandorte würden weitgehend verloren gehen (Fotos 6.11, 6.12). Dies hätte sehr starke Einbußen bei den an diese Verhältnisse angepassten und für die Donau- und Isarauen charakteristischen, meist hochgradig gefährdeten Molluskenarten und der autotypischen Lebensgemeinschaften zur Folge. Durchsetzen könnten sich vielfach nur anspruchslose und damit konkurrenzstärkere, weit verbreitete „Allerweltsarten“.

Foto 6.11:

Pfingsthochwasser 1999 im Isarmündungsgebiet. Im Hintergrund sind hinterdeichs auch deutlich die großen von klarem Druckwasser (Grund- bzw. Qualmwasser) bedeckten Flächen bei Isarmündung und weiter landeinwärts zu sehen.

Aufnahme: K. Leidorf



Foto 6.12:

Isarmündungsgebiet bei einem niedrigen Wasserstand. Deutlich ist der Schüttkegel der Isar zu sehen.

Aufnahme: überlassen von der Regierung von Niederbayern, Landshut



#### 6.4 Anforderungen an eine naturverträgliche Planung für die Erhaltung und Verbesserung des Isarmündungsgebietes aus Sicht des Naturschutzes

Der Deutsche Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK) führt in seiner Schrift über "Feuchtgebiete" bezüglich der Nutzung von Fließgewässern aus: "Gewässernutzungen (wie z.B. Wasserkraft, Schifffahrt usw.) müssen auf die besonderen wasserhaushaltlichen Belange der Aue Rücksicht nehmen. Sie dürfen nur im Einklang mit der Funktionsfähigkeit der Auelandschaften durchgeführt werden" (DVWK 1998:73). So sind "staugeregelte Flussabschnitte bzw. ganze staugeregelte Flußsysteme", ... "mit natürlichen oder anthropogen veränderten Fließgewässern und Auen nicht mehr" zu vergleichen (DVWK 1998:70). "Durch den Einstau entstehen aueuntypische Wasserflächen. Bei einer wiederholten Nutzung der Wasserkraft im Verlauf des Fließgewässers bilden sich staugeregelte Flußsysteme, die keinen Auecharakter mehr besitzen" (DVWK 1998:70). Zu einer ähnlichen Einschätzung gelangen auch DIEPOLDER & FOECKLER (1994), HABER (1996), BANNIG (1998) und REICHHOLF (1999).

Maßnahmen zur Verbesserung der Schiffbarkeit der Donau bei Niedrigwasser und gegen einen Wasserspiegelverfall der Isar abwärts von Plattling müssen die zuvor genannten ökologischen Kriterien erfüllen. Die vorhandene Sohleintiefung ist dabei die Folge eines durch Ausbaumaßnahmen verursachten Geschieberückhaltes, wobei der Rückhalt des Geschiebes in oberhalb liegenden Stauhaltungen, auch der Nebenflüsse (Iller, Lech, Isar u.s.w.) in Kombination mit beschleunigter Fließgeschwindigkeit als Folge der Begradigung, Vertiefung und Lauffestlegung erfolgt (vgl. OGRIS 1996). Aus Sicht des Naturschutzes kommen somit nur natur- und umweltverträgliche flussbauliche Maßnahmen gemäß der Variante A in Frage. In diesem Zusammenhang sind ebenfalls Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes zu berücksichtigen.

Die Donauauen des Untersuchungsgebietes sind als Bestandteil der internationalen Auenachse sehr bedeutend für den Erhalt der biologischen Vielfalt. Ebenfalls beschreibt ZWICK in KRETSCHMER (1995) Bäche und Flüsse aufgrund ihrer strukturellen Vielfalt als „Zentren hoher Biodiversität“, welche als „Rückgrat unserer Landschaft“ zu sehen sind. Der Schutz dieser Ökosysteme ergibt sich aus den Verpflichtungen der Konvention über die biologische Vielfalt, der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der EU-Vogelschutz-Richtlinie.

Ende 2000 trat die Wasserrahmenrichtlinie der EU in Kraft, die unter anderem in Artikel 1 die „Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie den Schutz und die Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und **der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt**“ sowie eine „Förderung einer **nachhaltigen Wassernutzung** auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen“ fordert. Dies gilt sowohl für Oberflächengewässer als auch für das Grundwasser. Neu ist die Pflicht zur Bewirtschaftung der Gewässer in Flussgebietseinheiten. Diese bestehen aus einem oder mehreren benachbarten Einzugsgebieten, einschließlich des Grundwassers und der Küstengewässer. Das Einzugsgebiet des Rheins von den Alpen bis zur Nordsee, mit allen Nebenflüssen, ist ein Beispiel für eine solche Einheit.“ (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT o. J.). Für die Donau würde dieses Einzugsgebiet von den Alpen bzw. der Schwäbischen Alb bis zum Schwarzen Meer reichen. Weiter heißt es in der o.g. Veröffentlichung: „Für jede Flussgebietseinheit ist ein Bewirtschaftungsplan aufzustellen. Übergreift die Flussgebietseinheit mehrere Mitgliedsstaaten, ist ein international koordinierter Plan erforderlich.“ Auf Bayern bezogen ist hier zumindest eine gemeinsame Planung mit Österreich erforderlich.

Nach BOSENIUS (2001) beinhaltet die WRRL nicht nur ein Verschlechterungsverbot, sondern auch eine Verpflichtung zur Verbesserung der aquatischen Ökosysteme und der direkt damit zusammenhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete. Unabhängig von der Einstufung eines Oberflächengewässers als naturnah, künstlich oder erheblich verändert, führt Bosenius zu diesem Thema weiter aus: „Die Richtlinie verlangt diese Prüfung sowohl für vorhandene künstliche oder erheblich veränderte Gewässer als auch für künftige erhebliche Veränderungen von Gewässern oder auch den Neubau von Kanälen. So ist zu prüfen, ob auf den Ausbau eines Gewässers nicht verzichtet werden kann, weil andere Mittel zur Verfügung stehen, die wesentlich besser, d.h. umweltschonender, zu dem verfolgten Ziel führen.“ An der staustufenfreien Donau ist nicht nur das gute ökologische Potenzial, sondern der gute ökologische Zustand erreichbar.

Aus Sicht des Naturschutzes müssen flussbauliche Maßnahmen gewährleisten, dass

- das natürliche Abflussgeschehen und
- der Austausch zwischen Oberflächen- und Grundwasser erhalten bleiben,
- die Schwankungsamplitude des Grund- und Oberflächenwassers nicht eingeschränkt wird, so dass beispielsweise ausreichend große Flächen über einen längeren Zeitraum trockenfallen können,
- die Wasserstandsdynamik auch unterhalb RNW erhalten bleibt, da der Bereich zwischen RNW und NW bzw. NNW für die Lebensfähigkeit der Aue von aller größter Bedeutung ist (z.B. Vermeidung erheblicher Gewässerbettverdichtung, Förderung der meisten autotypischen Lebensgemeinschaften),
- der Hochwasserabfluss im Vorland nicht durch Querdämme, erhöhte Wege und künstliche Verengung der Wasserläufe behindert wird,
- die Austauschbeziehungen zwischen Fluss und Aue für Wasser, Fauna, Flora etc. erhalten bleiben,
- Sohlabschnitte und Kiesbänke umgelagert werden können sowie
- die Durchgängigkeit der Donau erhalten bleibt.

### **Hochwasserschutz**

Als Reaktion auf die Hochwasserereignisse des letzten Jahrzehnts wurde im September 2002 auf der „nationalen Flusskonferenz“ in Berlin von der Bundesregierung ein 5-Punkte-Programm mit dem Ziel der Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes verabschiedet. Hauptschwerpunkte sind neben einer geforderten Zusammenarbeit von Bund und Ländern, ebenfalls länderübergreifende und europäische Aktionspläne. Weiterhin sind der Flussausbau zu überprüfen und sofortige Maßnahmen zum Hochwasserschutz umzusetzen. Internationale Vorgaben für ein „integriertes, gesamtökologisches Flussraum-Management“ der Donau und ihres Einzugsgebiet liefern die Europäische Wasser-Rahmen-Richtlinie, die Europäischen Naturschutzrichtlinien, die Konvention über die biologische Vielfalt und die Internationale Donaukonvention. Kriterien für den ökologischen Hochwasserschutz an der Donau sind zum Beispiel: Revitalisierung der Donauauen nach Deichrückverlegungen, unter Sicherung naturschutzfachlich wertvoller Biotope und Arten der Aue (z.B. nährstoffärmere Lebensräume), Gewährleistung natürlich periodisch auftretender Hochwasser- und Niedrigwasserereignisse sowie die Durchführung auenverträglicher Grünlandnutzung. Der botanische Artenschutz konzentriert sich dabei nach ZAHLHEIMER (1991) häufig auf das Deichhinterland, während bei der Fauna je nach den Lebensraumsprüchen der charakteristischen Arten sowohl das Deichvorland als auch das Deichhinterland im Vordergrund stehen.

In diesem Zusammenhang ist auch der Hochwasserschutz an der Donau zu berücksichtigen. Die vollständige Sicherung noch vorhandener Retentionsräume ist wichtig, da deren Wegfall das schnellere und höhere Abfließen von Hochwasser verschärfen würde. Diese natürlichen Überflutungsräume tragen nach UNBEHAUEN (1971) zur Verringerung von Hochwasserspitzen und zur Verzögerung der gesamten Welle bei. Besonders die Unterlieger wären von diesen Hochwasserspitzen betroffen. Nach den Hochwassereignissen von 1999 und 2002 wurde aber deutlich, dass hierfür zusätzliche Räume, Auenflächen die bisher ausgedeicht sind, zur Verfügung gestellt werden müssen.

Seit den gravierenden Hochwassern im Herbst/Winter 1998, im Frühjahr 1999 sowie jeweils im August 2002 und 2005 sind an der Donau verschiedene Deichrückverlegungen im Gespräch, die grundsätzlich positive Auswirkungen auf den Naturhaushalt hätten. Im Bereich der Isar haben sich jedoch mancherorts gerade hinterdeichs nährstoffärmere Lebensräume wie Streuwiesen, Weißseggen-Auenwälder oder Magerrasen erhalten, die von besonderer floristischer und faunistischer Bedeutung sind. Einige bundesweit bedeutsame Pflanzenarten kommen ausschließlich auf diesen Flächen vor. Der Deich bildet hier somit eine Grenze zwischen einem nitrophytischen Wuchsort im Deichvorland und einem nährstoffarmen Wuchsort im Deichhinterland. Die Deiche selbst sind nach ZAHLHEIMER (1991) teilweise wichtige sekundäre Biotope für Organismen von Halbtrockenrasen, Wärme liebenden Säumen und Pfeifengras-Streuwiesen. Nach Deichrückverlegung würde bei Hochwasser nährstoffreiches Wasser diese Standorte durch Eutrophierung beeinträchtigen. Wegen des Ausschlusses dieser empfindlichen Standorte schlägt ZAHLHEIMER (1991) nur örtliche Deichrückverlegungen an der Isar vor, um weitere Auwälder wieder in das Hochwassergeschehen einzubeziehen, die o. g. wertvollen nährstoffarmen Lebensräume aber nicht zu gefährden.

## **6.5 Forschungsdefizite – „vom Punkt zur Fläche“**

Ein grundlegendes Defizit besteht in der Übertragung der sehr detaillierten Ergebnisse, die punktuell auf den untersuchten Transekten gewonnen wurden, auf die Fläche. Eine solche Übertragung würde die Ergebnisse in einem geographischen Informationssystem anwendbar und damit auch planerisch deutlich besser verwertbar machen. Zwar wurde mit entsprechend vertieften Erfassungen auf einem verdichteten Transektsystem flussab von T1 versucht, flächige Details zu gewinnen, jedoch bleiben solche Versuche sehr zeitaufwändig und liefern nicht die gewünschten, großflächig auf das gesamte Untersuchungsgebiet übertragbaren Erkenntnisse (vgl. Kap. 5).

Ein alternativer methodischer Ansatz ist in den Auen der Mittleren Elbe im Rahmen des interdisziplinären BMBF-Verbundprojektes „Übertragung und Weiterentwicklung eines robusten Indikationssystems für ökologische Veränderungen in Auen“, kurz RIVA (SCHOLZ ET AL. 2001), entwickelt und angewandt worden. Hierbei wurde die Übertragbarkeit bereits bestehender Bioindikatorsysteme auf Wiesen- und Rinnenstandorte der Elbaue überprüft bzw. weiterentwickelt. Dies geschah durch die Konzentration aller Untersuchungen aller Fachrichtungen auf 60 gemeinsam genutzten Probeflächen. Diese lagen in Wiesen- und Rinnenstandorten in drei Untersuchungsgebieten an der Mittleren Elbe und wurden von Mai 1998 bis September 1999 vegetationskundlich, faunistisch (Mollusken, Carabiden und Syrphiden), hydrologisch und bodenkundlich unter Berücksichtigung von strukturellen und nutzungsbezogenen Parametern untersucht (HENLE ET AL. 2006). Der wesentliche Vorteil dieses Vorgehens besteht in der Möglichkeit, die gewonnenen Daten aller beteiligten Disziplinen direkt miteinander zu verschneiden, auszuwerten und mit Einschränkung flächig zu übertragen, was zu entsprechend aussagekräftigen Ergebnissen führte (DZIOCK ET AL. 2006, SCHOLZ ET AL. 2009).

Allerdings sind beide Methoden, Transekt- und Probeflächenanalyse, auf Bodenanalysen mittels Pürkhauer oder Profilaushebungen angewiesen, die wiederum lediglich stichpro-

benhafte, nicht auf größere Flächen übertragbare Ergebnisse liefern (RINKLEBE ET AL. 2009, WÄLDER ET AL. 2009).

Um Bodeneigenschaften nicht nur punktuell zu erfassen, empfehlen sich die Anwendung flächenhaft einsetzbarer zerstörungsfreier geophysikalischer Verfahren (u.a. Elektromagnetik, Georadar, Gammaskopie) sowie die Verwendung geeigneter Pedotransferansätze. Durch die Kombination von geophysikalischen Flächenmessungen mit bodenkundlichen Punktmessungen ist eine gesteigerte räumliche und zeitliche Auflösung von Bodenparametern möglich. Zu beachten ist jedoch, dass bei der geophysikalischen Erkundung des oberflächennahen Untergrundes die gewünschten Bodenparameter (Bodenart, Wassergehalt, Dichte, etc.) nicht direkt gemessen werden können, sondern Kontraste der physikalischen Materialparameter im Untergrund aufgenommen werden (z.B. spezifischer elektrischer Widerstand, Dielektrizität, Dichte, Magnetisierung). Diese Materialparameter werden genutzt, um indirekt auf bestimmte Struktur- und Stoffeigenschaften des Untergrundes, z.B. Wassergehalt, Tongehalt und Schichtmächtigkeit zu schließen (DAVIS & ANNAN 1989, BRISTOW & JOL 2003, KNÖDEL ET AL. 2005, RUBIN & HUBBARD 2005, SUDDUTH ET AL. 2005). Insbesondere die Verwendung von geophysikalischen Messplattformen in Kombination mit einem Multi-Sensor-Messsystem, wie sie u.a. vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ eingesetzt werden, ermöglicht die effiziente Erkundung, z.B. der Bodendeckschichtmächtigkeit, großer Flächen (Mitteilung von Frau Dr. U. Werban, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig, 14.4.2008). Somit bietet der Einsatz von neuen Erkundungstechnologien beim Monitoring von Boden und Hydrologie zur Erfassung von Bodenparametern unter Umständen einen weiteren methodischen Durchbruch in der Auenforschung, der wesentlich zum Verständnis der dynamischen und synergistisch zusammenhängenden biotischen und abiotischen Wirkfaktoren in Flussauen beitragen kann und zugleich planerisch direkt in Geographischen Informationssystemen verwertbare Ergebnisse liefern kann.

Durch diese modernen Untersuchungsmethoden besteht die Möglichkeit, die genannten Forschungsdefizite zu beheben und die Folgen von Veränderungen auf die Fauna, Flora und Vegetation der Aue noch sorgfältiger und genauer als bisher in ihrer Flächenwirkung abzuschätzen.

## 7 Zusammenfassung

Das Bundesamt für Naturschutz hat das Forschungs- & Entwicklungsvorhaben „Ökologische Untersuchungen im Isarmündungsgebiet“ an das Büro ÖKON, Kallmünz, vergeben. Hierbei sollte die Frage geklärt werden, inwieweit das Isarmündungsgebiet bei Deggen-dorf bei Verwirklichung von aktuellen Ausbauplänen für die Donau betroffen wäre. Von 1996 - 2001 wurden zur Erfassung der ökologischen Funktionszusammenhänge zwischen dem Wasserhaushalt der Aue und deren Lebensgemeinschaften umfangreiche Gelände-arbeiten durchgeführt, die Daten dokumentiert und teilweise ausgewertet.

Das Isarmündungsgebiet ist das letzte große, naturnahe Flussmündungsgebiet in Süd-deutschland und teilweise seit 1990 als 808 ha großes Naturschutzgebiet „Isarmündung“ (Abb. 1.1) ausgewiesen. Zum Schutz und zur Entwicklung des Gebietes hat der Bund das Gewässerrandstreifen-Projekt „Mündungsgebiet der Isar“ initiiert. Mit seiner in Deutsch-land einzigartigen Tier- und Pflanzenwelt erfüllt das Isarmündungsgebiet die Kriterien der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in besonderer Art und Weise und nimmt damit zusätzlich zu seiner bundesweit herausragenden Bedeutung für den Naturschutz und die Landeskul-tur auch einen entsprechend hohen Stellenwert im europäischen Naturschutz ein.

Zur Ermittlung der ökologischen Zusammenhänge zwischen dem Wasserhaushalt und der Pflanzen- und Tierwelt des Isarmündungsgebietes wurden auf 17 Transekten die Vegeta-tion, Flora und Fauna (Mollusken) sowie die Wasserstandsschwankungen in den Jahren 1996 - 2001 aufgenommen. Die Auswertung der Daten erfolgte planungsbezogen im amtlichen Höhensystem in m ü. NN. An donaanahen Transekten wurden insbesondere zur Ermittlung der Bodendeckschicht-Mächtigkeit und anderer Bodeneigenschaften zu-sätzlich Bodenuntersuchungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen belegen bezüglich aller untersuchten Parameter den naturnahen Auencharakter und die hohe Schutzwürdigkeit des Isarmündungsgebietes. Bei den Mollusken wird diese durch 112 aufgefundene Taxa bzw. 93 Arten in den 6 Un-tersuchungsjahren deutlich, von denen 36 auf der deutschen und 45 auf der bayerischen Roten Liste stehen (Kap. 4.6.1). Entscheidend ist die Aussagekraft, die hinter dem Vor-kommen der teils hoch spezialisierten Molluskenarten steht. Diese reagieren empfindlich auf Einschränkungen der Wasserstandsdynamik und zeigen im Umkehrschluss insbeson-dere im Deichvorland dynamische, auentypische Verhältnisse im Isarmündungsgebiet an. Eindrucksvoll stellt sich dies im Wandel der Besiedelung einzelner Standorte über die Jahre in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt dar (Abb. 5.8, 5.13).

Ähnlich sind die Ergebnisse der vegetationskundlichen und floristischen Untersuchungen (Kap. 4.4, 4.5). Im Isarmündungsgebiet haben beispielsweise regelmäßig überflutete Silberweiden-Wälder einen Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Donaugebiet. Silberweiden-Wälder sind in Bayern und in Deutschland „vom Aussterben bedroht“ und nach der Fau-na-Flora-Habitatrichtlinie der EU prioritär zu schützen. Die floristische Besiedlung zeigte in den sechs Jahren einprägsam die vorherrschenden dynamischen Verhältnisse in den Isar- und Donauauen an. Besonders deutlich wurde dies durch die Pflanzen der offenen Wechselwasserbereiche, die auf gehölzfreien Wechselwasserstandorten in Abhängigkeit von den jeweiligen Wasserstandverhältnissen in Jahren ohne ausgeprägtes Niedrigwas-ser ausbleiben und sich in anderen Jahren mit lang anhaltend niedrigen Wasserständen spontan wieder einstellen. Im naturnahen Silberweiden-Wald können die Pflanzen der

Wechselwasserröhrichte ebenfalls gedeihen, allerdings muss dazu zunächst die Konkurrenz der hochwüchsigen nitrophytischen Krautschicht, die in trockeneren Jahren mit gut durchlüfteten Böden besonders üppig wird, ausgeschaltet werden. Daher treten in Silberweiden-Wäldern die kleinwüchsigen Arten der Wechselwasserröhrichte wohl nur dann auf, wenn ein größeres Hochwasser in der Vegetationsperiode zum Zusammenbrechen der Krautschicht führt. Nach abgelaufenem Hochwasser können die Pionierarten der Kleinbinsen-Gesellschaften auflaufen. Dabei muss das Wasser lediglich unter das Niveau der Weichholzaue sinken. Dies zeigt, dass **naturnahe** Silberweiden-Wälder einen beachtlichen Beitrag auch zum floristischen Artenschutz leisten, was freilich nur erkannt werden kann, wenn ihre zeitliche Dynamik ausreichend erfasst wird.

Die bodenkundlichen Untersuchungen belegen ein für Auen typisches Mosaik an kleinflächig stark in ihrem Aufbau und in ihrer Mächtigkeit wechselnden Böden (Kap. 3.3, 4.3). Von entscheidender Bedeutung ist, dass dies insbesondere auch für die Ausbildung der durchwurzelbaren Bodendeckschicht gilt, die Mächtigkeiten von lediglich 0,2 bis sogar 2,6 m erreicht.

Die Untersuchungen zum Wasserhaushalt erbrachten grundlegende Erkenntnisse. Zusätzlich zur Auswertung amtlicher Messwerte wurden Wasserstände an einer Vielzahl von Hilfsmessstellen erfasst (Kap. 3.2.2). Dies war auch deshalb erforderlich, da die amtlichen Grundwasser-Messrohre bei durchstoßener Bodendeckschicht oft die potentiellen Spiegelhöhen des quartären Grundwasserleiters wiedergeben. Diese quartären Grundwasserstände sind für ökologische Fragestellungen jedoch nicht verwendbar, da für das Vorkommen der auencharakteristischen Tier- und Pflanzenwelt die Wasserstandsschwankungen in der durchwurzelbaren oberflächennahen Bodendeckschicht ausschlaggebend sind. Die große Tragweite des artesischen Grundwasseraufstieges mit häufigen Differenzen zum oftmals gespannten Grundwasserstand im Boden bis rund 1 m über oder unter dem in amtlichen Messstellen konnte in diesem Ausmaß erst mit den großen Hochwassern gegen Ende der Untersuchungszeit erkannt werden. Daher sind zur Erweiterung und Verdichtung der Ergebnisse diesbezüglich weitere Untersuchungen erforderlich. Die Auswertung der vorliegenden Daten ermöglicht jedoch bereits klare Aussagen zu ausgewählten Bereichen des Untersuchungsgebietes. Im vorliegenden Bericht sind insbesondere Ergebnisse von den donaanahen Transekten 1 und 5, zum Teil auch von Transekt 6 dargestellt (Kap. 5). Die gemessenen Wasserstände für Donaupegel und Grundwasser-Messstellen stehen im Anhang auf der Website des BfN zur Verfügung ([http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf)).

An den donaanahen Transekten wurden in den 6 Untersuchungsjahren Wasserstandsschwankungen von insgesamt rund 5,6 m vorderdeichs und rund 3 m hinterdeichs gemessen. Große Wasserstandsschwankungen in der Aue sind eine unverzichtbare Voraussetzung für die Existenz der auencharakteristischen Tiere und Pflanzen. Im Falle der Einrichtung von Stauhaltungen würden die für die Aue existenznotwendigen großen Wasserstandsschwankungen erheblich eingeschränkt. Nach den bisherigen Auswertungen würde durch den Bau einer Staustufe unterhalb der Isarmündung dieses europäisch bedeutsame Gebiet bis weit über die Isarmündung hinaus großflächig und dauerhaft beeinträchtigt. Zahlreiche Lebensräume der Aue wären sehr stark in ihrem Bestand gefährdet. Die Donau würde rund 14 km über das Untersuchungsgebiet der Isarmündung hinaus rückstauen. Etwa 35 - 46 % des Vorlandes im NSG Staatshaufen würden gemäß

den Planungen von 2000 dauerhaft überflutet (Kap. 6.1.2). Die weitere Planung mit Abtrennung des großen Staatshaufener Altwassers war nicht Gegenstand dieses Auftrages.

Eine starke Beeinträchtigung für die Auenzönosen stellt die Einschränkung der Niedrigwasserzeiten durch Stauhaltungsbau dar. Abgesehen von der physikalischen Bedeutung des Niedrigwassers für Auen, wie Durchlüftung des Bodens, Regeneration der Standorte für die meisten auentypischen Pflanzengesellschaften, Verhinderung der Gewässerbett-Abdichtung u.a.m., wären die zahlreichen auentypischen Lebensgemeinschaften der tief liegenden Wechselwasserbereiche mit oft hochgradig gefährdeten Arten einschließlich des FFH-bedeutsamen Silberweidenwaldes in ihrem Bestand bedroht.

Diese aufgezeigten Folgen von starken hydrologischen Änderungen im Flussregime müssen auch rechtlich nach dem Bundesnaturschutzgesetz § 1 (1) und der FFH-Richtlinie (Kap. 6.3) überprüft werden. Es bleibt zu klären, ob die bekannten vielfältigen Folgen, je nach Ausmaß dieser hydrologischen Veränderungen, funktional ausgleichbar sind. Bei einem Ausbau der Donau zur Verbesserung der Bedingungen für die Schifffahrt sollten daher aus Sicht des Naturschutzes umweltschonendere Maßnahmen ohne Stauhaltungen bevorzugt werden. Geprüft werden sollten z.B. auch Möglichkeiten der Niedrigwasserregulierung, die sich gleichermaßen an den Bedürfnissen der Schifffahrt und des Naturschutzes orientiert. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen hinterdeichs, die Güte des Trinkwassers und das Landschaftsbild sollten Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. In diesem Rahmen ist auch ein naturgemäßer Hochwasserschutz zu verwirklichen.

## 8 Danksagung

Zahlreiche VertreterInnen verschiedener Behörden und Institutionen haben zur Entstehung dieses Berichtes zu den "Ökologischen Untersuchungen im Isarmündungsgebiet" wesentlich beigetragen.

An erster Stelle danken wir Herrn Dr. A. Henrichfreise, Bundesamt für Naturschutz, für seine stetige und anregende Betreuung der Arbeit und für seinen unermüdlichen Einsatz, nicht zuletzt bei der methodischen Beratung zur Durchführung der Geländearbeiten im Isarmündungsgebiet.

Wir danken außerdem

- der Höheren Naturschutzbehörde der Regierung von Niederbayern und dem Landratsamt Deggendorf, Untere Naturschutzbehörde, für die gute Zusammenarbeit,
- dem Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, dem Wasser- und Schifffahrtsamt Regensburg, der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd, Würzburg, und der RMD Wasserstraßen GmbH, Deggendorf und München, für die Aufbereitung und freundliche Überlassung zahlreicher und langjähriger Wasserstandsreihen sowie für fachlich weiterführende Gespräche,
- dem Bürgermeister der Stadt Plattling, Herrn Scholz, und dem Bürgermeister der Gemeinde Moos, Herrn Rüpl, die Räumlichkeiten für die Projekt begleitenden Arbeitsgruppen-Sitzungen zur Verfügung stellten und jeweils für einen freundlichen Rahmen sorgten,
- den Teilnehmern der Projekt begleitenden Arbeitsgruppen-Sitzungen für konstruktive Diskussionsbeiträge, insbesondere denen, die weite Anreisen auf sich nahmen,
- Herrn Leidorf, Buch am Erlbach, für die freundliche Überlassung der Luftbildaufnahmen vom Pfingst-Hochwasser 1999,
- Frau Dr. U. Werban, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, für fachliche Zuarbeit zum Thema flächenhafter Erfassung von Bodenparametern.

Allen Mitwirkenden, die hier nicht namentlich aufgeführt sind, sei ebenfalls an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

## 9 Literatur

- AHLMER, W. (1989): Die Donau-Auen bei Osterhofen. Eine vegetationskundliche Bestandsaufnahme als Grundlage für den Naturschutz. – *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 47:403–503.
- ARMBRUSTER, G. (1995): Univariate and multivariate analyses of shell variables within the genus *Cochlicopa* (Gastropoda: Pulmonata: Cochlicopidae). – *Journal of Molluscan Studies* 61:225–235.
- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W. & WEIBER, R. (2003): *Multivariate Analysemethoden*. 9. Aufl. – Berlin.
- BANNIG, M. (1998): Auswirkungen des Aufstaus größerer Flüsse auf das Makrozoobenthos - dargestellt am Beispiel der Donau. – *Essener Ökologische Schriften*, Bd. 9, Hohenwartsleben.
- BAW (Bundesanstalt für Wasserbau) (1992): Bundeswasserstraße Donau. Ausbau Straubing Vilshofen. –Raumverordnungsverfahren Flussmorphologisches Gutachten im Auftrag der Rhein-Main-Donau AG, München und des Neubauamts Donauausbau Regensburg.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1961): Bodenschätzungs-Übersichtskarte des Regierungsbezirks Niederbayern, Blatt III.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ [Hrsg.] (1992): Beiträge zum Artenschutz 15. Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 111.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1987): Deutsches gewässerkundliches Jahrbuch, Donauebiet. Abflussjahre 1985 und 1986.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg.] (o.J.): Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und ihre Bedeutung für Bayern. – München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [Hrsg.] (1979): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Isar, Kurzfassung. – München.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1986): *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. – Oxford.
- BERTA, J. (1970): Waldgesellschaften und Bodenverhältnisse in der Theisstiefebene. – *Vegetacia CSSR*, Bd. 1. –Bratislava.
- BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUTTKE, H., & PRETSCHER, P. [Hrsg.] (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz); Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 55.
- BOSENIUS, U. (2001): Die Wasserrahmenrichtlinie. – *Wasser & Boden* 53:27–32.
- BRISTOW, C.S. & JOL, H.M. (2003): Ground Penetrating Radar in Sediments. – *Geological Society Special Publication* 211. – London.
- COLLING, M. (1992): Muscheln und Schnecken - Einführung in die Untersuchungsmethodik. – Trautner, J. [Hrsg.]: Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. – Weikersheim: 111–118.
- DAVIS, J.L. & ANNAN, A.P. (1989): Ground-penetrating radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. – *Geophysical Prospecting* 37:531–551.
- DEICHNER, O., FOECKLER, F., GROH, K. & HENLE, K. (2003): Anwendung und Überprüfung einer Rüttelmaschine zur Schlämmung und Siebung von Mollusken-Bodenproben. – *Mitteilungen der Deutschen Malakozologischen Gesellschaft*, 69/70:71–77.
- DIEPOLDER, U. & FOECKLER, F. (1994): Literaturstudie über die Auswirkungen von Fluss-Stauhaltungen auf Natur und Umwelt. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 130:7–49.
- DISTER, E. (1988): Auenlebensräume und Retentionsfunktion. – *Laufener Seminarbeiträge* 3/85:74–90.
- DISTER, E. (1991): Situation der Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland. – *Laufener Seminarbeiträge* 4/91:8–10.

- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) (1998): Feuchtgebiete - Wasserhaushalt und wasserwirtschaftliche Entwicklungskonzepte. – Merkblätter zur Wasserwirtschaft 248. – Bonn.
- DZIOCK, F., HENLE, K., FÖECKLER, F., FOLLNER, K. & SCHOLZ, M. (2006): Biological indicator systems in floodplains - a review. – *International Review of Hydrobiology*, Vol. 91:271–291.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobot.* XVIII, 2. Aufl. – Göttingen.
- FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken (Weichtiere). – *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz* 97 (Beiträge zum Artenschutz 10):61–112.
- FALKNER, G. (1997): Introduction to the malacology excursion to Bavarian Danube valley. – *Heldia*, Bd. 4 Sonderheft 5:188–191.
- FALKNER, G. & FALKNER, M. (1992): Ökologische Beweissicherung im Bereich der Stützkraftstufe Ettliling - Aufgabengebiet Mollusken. – Im Auftrag des Wasserwirtschaftsamt Landshut [unveröff.].
- FALKNER, G., BANK, R.A. & PROSCHWITZ, T. VON (2001): Check-list of the non-marine Molluscan Species-group taxa of the States of Northern, Atlantic and Central Europe - CLECOM I. – *Heldia: Münchner Malakologische Mitteilungen* 4:1–76.
- FALKNER, G., COLLING, M., KITTEL, K. & STRÄTZ, C. (2003): Rote Liste gefährdeter Schnecken und Muscheln (Mollusca) Bayerns. – *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz* 166.
- FÖECKLER, F. (1990): Charakterisierung und Bewertung von Augewässern des Donauraums Straubing durch Wassermolluskengesellschaften. – *Beih. 7 zu den Ber. der ANL – Laufen/Salzach*.
- FÖECKLER, F., DIEPOLDER, U. & DEICHNER, O. (1991): Water mollusc communities and bioindication of lower Salzach flood plain waters. – *Regulated Rivers: Research & Management*, Vol. 6:301–312.
- FÖECKLER, F., KRETSCHMER, W., DEICHNER, O. & SCHMIDT, H. (1995): Die Rolle aquatischer Makroinvertebraten in den Altwässern der Salzach-Aue. – *Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie* 48:120–196.
- FÖECKLER, F., DEICHNER, O., SCHMIDT, H. & JACOB, K. (2000): Weichtiergemeinschaften als Indikatoren für Auenstandorte - Beispiele von Isar und Donau. – *Angewandte Landschaftsplanung*, H. 37:33–47.
- FÖECKLER, F., DEICHNER, O., SCHMIDT, H. & CASTELLA, E. (2006): Suitability of molluscs as bioindicators for meadow- and flood-channels of the Elbe-Floodplains. – *International Review of Hydrobiology*, Vol. 91:314–325.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK, C. & OSTERMANN, O. (1998): Süßwassermollusken - ein Bestimmungsbuch für die Bundesrepublik Deutschland. 12. Aufl. – Hamburg.
- HABER, W. (1996): Von der Schwierigkeit der Abwägung zwischen Eingriffen in Natur und Landschaft. Zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 25:287–294.
- HENLE, K., DZIOCK, F., FÖECKLER, F., FOLLNER, K., HÜSING, V., HETTRICH, A., RINK, M., STAB, S. & SCHOLZ, M. (2006): Study design for assessing species environment relationships and developing indicator systems for ecological changes in floodplains - the approach of the RIVA project. – *International Review of Hydrobiology*, Vol 91:292–313.
- HENRICHFREISE, A. (1988): Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein im Raum Breisach. Zur Prüfung der Umweltverträglichkeit. – Manuskript. – Bonn-Bad Godesberg.
- HENRICHFREISE, A. (1992): Auswirkungen des Staustufenbaus am Oberrhein zwischen Basel und Karlsruhe. – *Berichte des landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt*: 22–28.
- HENRICHFREISE, A. (1995): Fachliche Stellungnahme des Bundesamtes für Naturschutz zum Gutachten von Prof. Haber.

- HENRICHFREISE, A. (1996): Uferwälder und Wasserhaushalt der Mittelelbe in Gefahr. – *Natur und Landschaft* 71:246–248.
- HENRICHFREISE, A. (1997): Heutige und geplante Standortverhältnisse in der Donauaue im Bereich des Isarmündungsgebietes. – 5. Internat. Donaukongress, Niederalteich, Tagungsband: 14–18.
- HENRICHFREISE, A. (2000): Zur Erfassung von Grundwasserstandsschwankungen in Flußauen als Grundlage für Landeskultur und Planung. Beispiele von der Donau. – *Angewandte Landschaftsökologie* 37:13–21.
- HÜGIN, G. (1980): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintales und ihre Veränderung durch den Rheinausbau. – *Colloq. phyt.* IX. – Strassburg.
- HÜGIN, G. & HENRICHFREISE, A. (1992): Naturschutzbewertung der badischen Oberrheinaue. Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 24. – Münster.
- JUNGBLUTH, H. & VON KNORRE, D. (1998): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)]. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55:283–289.
- JÜRGING, P. & MAAS, D. (1996): Auenvegetation und Auendynamik an der unteren Isar und im Isarmündungsgebiet. – *Exkursionsführer zur 46. Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft – Freising-Weihenstephan* 193–208.
- JÜRGING, P. & SCHAUER, Th. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Isar - Ein Gebirgsfluß im Wandel der Zeit. – *Jhb. Verein Schutz der Bergwelt* 63:61–86.
- KARL, J., MANGELSDORF, J., SCHEUERMANN, K., LENHART, B., SEITZ, G., JÜRGING, P., SCHAUER, T., MISCHLER, T., HUBER, F., HEBAUER, F., HAUSMANN, A., BINDER, W. & GRÖBMAIER, W. (1998): Die Isar - ein Gebirgsfluß im Wandel der Zeiten. – *Jhb. Verein Schutz der Bergwelt* 63:1–129.
- KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland - Typologie und Leitbilder - Ergebnisse des F + E-Vorhabens 'Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland' des Bundesamtes für Naturschutz FKZ: 803-82-100. – *Angewandte Landschaftsökologie* 65 – Münster.
- KNÖDEL, K., KRUMMEL, H. & LANGE, G. [Hrsg.] (2005): *Geophysik. Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien*. 2. Aufl. – Berlin, Heidelberg.
- KORNIUSHIN, A.V. (1996): Bivalve molluscs of the superfamily Pisidioidea in the Palearctic region: fauna, systematics, phylogeny. – Kiev.
- KRAUSE, A. (1982): Flusssufer-Vegetationszonierung und gewässerkundliche Statistik - Ein Beitrag vom unteren Rhein bei Bonn. – *Natur und Landschaft* 57:341–344.
- KRETSCHMER, W. (1995): Limnologische Stellungnahme zur "Fachlichen Würdigung des Gutachtens (Teil 1) von Univ.-Prof. Ogris (Wien) über die "Flussbauliche Alternative" zum Ausbau Straubing-Vilshofen der Bundeswasserstrasse Donau von Univ.-Prof. Dr. W. Haber vom 12.04.1995". – Gutachten im Auftrag des Bund Naturschutz in Bayern e.V. – München [unveröff.].
- LINHARD, H. (1964): Die natürliche Vegetation im Mündungsgebiet der Isar und ihre Standortverhältnisse. – *Festschrift Naturwissenschaftlicher Verein Landshut*, 24. Ber.
- LOZEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozpravy Ustredního ústavu geologického* 31. – Prag.
- MAC ARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. (1967): *The Theory of Island Biogeography*. – Princeton, New Jersey.
- MADER, H.-J. (1990): Die Isolation von Tier- und Pflanzenpopulationen als Aspekt einer europäischen Naturschutzstrategie. – *Natur und Landschaft* 65:9–12.
- MAUCH, E., SANZIN, W. & KOHMANN, F. (1990): *Biologische Gewässeranalyse in Bayern*. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft 1/85, 2. Aufl. – München.
- MAYER, H. (1984): *Wälder Europas*. – Stuttgart, New York.

- MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. & SCHULTZE, J.H. (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Bd. I. – Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung. – Bad Godesberg.
- MÜHLENBERG, M. (1990): Langzeitbeobachtung für Naturschutz. Faunistische Erhebungs- und Bewertungsverfahren. – Ber. Akad. Natursch. Landschaftspf. 14:79–100.
- MURMANN-KRISTEN, L. (1991): Vitalitätsuntersuchungen in der Krautschicht von Wäldern. – Beihefte zu den Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 64:87–96.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV - Wälder und Gebüsche. – Jena.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – Stuttgart.
- OEKLAND, F. (1929): Methodik einer quantitativen Untersuchung der Landschneckenfauna. – Arch. Moll. 61:121–136.
- OGRIS, H. (1996): Flussbauliche Alternativen an der Donau. Internationale Donaukongresse: Stau-stufenbau an der Donau. – Tagungsband, wirtschaftliche Notwendigkeit und ökologische Folgen des RMD Projekts, Bd.II:40–48.
- ÖKON (1998): Literaturstudie zur faunistischen Bedeutung der Donauauwälder zwischen Ingolstadt und Neuburg/Donau sowie benachbarter Auwaldgebiete. – Im Auftrag der Regierung von Oberbayern, München [unveröff.].
- PFADENHAUER, J. (1990): Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Etting und Isarmündung. – Gutachten des Institus für Landespflege und Botanik im Auftrag des WWA Landshut. – Freising-Weihenstephan [unveröff.].
- PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P. & BUCHWALD, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil I. – Ber. der ANL, Laufen 10:41–60.
- PFADENHAUER, J. ET AL. (1991): Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettling und Isarmündung (Zusammenfassung). – Institut für Landespflege und Botanik der Technischen Universität München. – Freising-Weihenstephan.
- PLANUNGSBÜRO DR. SCHALLER (1994): Pflege- und Entwicklungsplan für das Mündungsgebiet der Isar. – Gutachten im Auftrag des Landkreises Deggendorf [unveröff.].
- REGIONALE ZUSAMMENARBEIT DER DONAULÄNDER [Hrsg.] (1986): Die Donau und ihr Einzugsgebiet. - Eine hydrologische Monographie. – München.
- REICHHOLF, J.H. (1999): Gutachten zur Störökologie des Kanuwandersports. Schriftenreihe des Deutschen Kanu-Verbandes 11. – Duisburg.
- RIECKEN, U., RIES, U. & SSYMANK, A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 41. – Greven.
- RINK, M. (2003): Ordinationsverfahren zur Strukturanalyse ökosystemarer Feldinformationen und Lebensraumeignungsmodelle für ausgewählte Arten der Elbauen. – Dissertation. – UfZ-Bericht (Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH) Nr. 8.
- RINKLEBE, J., FRANKE, C. & NEUE, H.-U. (2009): Verbreitung, Eigenschaften und Klassifikation von Auenböden – Auenbodenformen als Indikatoren für Nähr- und Schadstoffkonzentrationen. In: SCHOLZ, M., DZIOCK, F., HENLE, K., STAB, S. & FOECKLER, F. [Hrsg.], Entwicklung von Indikatorsystemen am Beispiel der Elbaue – Ulmer, Stuttgart.
- RUBIN, Y. & HUBBARD, S.S. (2005): Hydrogeophysics. – Dordrecht.
- RÜCKRIEM, C. & SSYMANK, A. (1997): Erfassung des Erhaltungszustandes schutzwürdiger Lebensraumtypen und Arten in Natura-2000-Gebieten: Ansätze und Perspektiven zur Umsetzung der Berichtspflicht gemäss Art. 17 der FFH-Richtlinie. – Natur und Landschaft 72:467–473.
- SCHOLZ, M., DZIOCK, F., HENLE, K., STAB, S. & FOECKLER, F. [Hrsg.] (2009): Entwicklung von Indikatorsystemen am Beispiel der Elbaue – Ulmer, Stuttgart.

- SCHOLZ, M., STAB, S. & HENLE, K. (2001): Indikation in Auen - Präsentation der Ergebnisse aus dem RIVA-Projekt. – UFZ-Bericht 8. – Leipzig.
- SEIBERT, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. – Landschaftspflege und Vegetationskunde, H. 3.
- SEIBERT, P. (1987): Der Eichen-Ulmen-Auwald (Querco- Ulmetum Issl. 24) in Süddeutschland. – Natur und Landschaft 62:347–352.
- SEIBERT, P. (1992): Salicetea purpureae, Alno-Ulmion. – Oberdorfer, E. [Hrsg.]: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. – Jena, Stuttgart, New York.
- SPÄTH, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auwaldbäumen. – Natur und Landschaft 63:312–315.
- SUDDUTH, K.A., KITCHEN, N.R., WIEBOLD, W.J., BATCHELOR, W.D., BOLLERO, G.A., BULLOCK, D.G., CLAY, D.E., PALM, H.L., PIERCE, F.J., SCHULER, R.T. & THELEN, K.D. (2005): Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. – Computers and Electronics in Agriculture 46:203–237.
- THIOULOUSE, J., CHESSEL, D., DOLÉDEC, S. & OLIVIER J.-M. (1997): ADE-4: a multivariate analysis and graphical display Software. – Statistics and Computing 7:75–83.
- TRAUTMANN, W. & LOHMEYER, W. (1960): Gehölzgesellschaften in der Fluß-Aue der mittleren Ems. – Mitt. Florist. -Soziolog. Arbeitsgem. N.F. 8:227–247.
- UNBEHAUEN, W. (1971): Die Hochwasserabflussverhältnisse der Bayerischen Donau. – Besondere Mitteilung zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch, Nr. 30. – München.
- VEREIN FÜR FORSTLICHE STANDORTSERKUNDUNG E.V. (2000): Auswertung bodenkundlicher Daten. Beschreibungen zu den Plänen Bodenart, Wasserhaushalt und Bodenmächtigkeit. Projekt: Renaturierung der Donauauen zwischen Neuburg a. d. Donau und Ingolstadt. – München.
- WÄLDER, K., WÄLDER, O., RINKLEBE, J. & MENZ, J. (2009): Geostatistische Verfahren für bodenkundliche Kartierparameter. In: SCHOLZ, M., DZIOCK, F., HENLE, K., STAB, S. & FOECKLER, F. [Hrsg.], Entwicklung von Indikatorsystemen am Beispiel der Elbaue – Ulmer, Stuttgart.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & ZAHLHEIMER, W.A. (1990): Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. I. Naturnahe Wälder und Gebüsche. – Ber. d. Bayer. Bot. Ges., Beih. zu Bd. 61.
- WEIGER, H. (1993): Zum geplanten Ausbau der unteren deutschen Donau. – Natur und Landschaft 68:165– 72.
- WILCOVE, D.S., MCLELLAN, C.H. & DOBSON, A.P. (1986): Habitat fragmentation in the temperate zone. – SOULÉ, M.E. [Hrsg.]: Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity. – Sunderland: 237–256.
- WILDI, O. (1986): Analyse vegetationskundlicher Daten: Theorie und Einsatz statistischer Methoden. – Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich, Stiftung Rübel, H. 90.
- ZAHLHEIMER, W.A. (1979): Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 38:3–398.
- ZAHLHEIMER, W.A. (1991): Errichtung und Sicherung von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Projekt: Mündungsgebiet der Isar. – Natur und Landschaft 66:38–46.

## **10 Anhang**

Der Anhang enthält drei Abbildungen (1.2, 4.4, 5.14) und 24 Tabellen. Nicht zuletzt wegen der Größe der Tabellen ist der Anhang nicht in der gedruckten Form enthalten. Stattdessen ist er beim Bundesamt für Naturschutz auf folgender Website abrufbar:

[http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript\\_276b.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_276b.pdf).