



Naturschutz und Biologische Vielfalt

150

Neue dynamische Prozesse im Auenwald

Monitoring der Auenrenaturierung an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt

Bernd Cyffka, Franz Binder, Jörg Ewald,
Jürgen Geist, Axel Gruppe, Ingrid Hemmer,
Kathrin Kiehl, Reinhard Mosandl, Reinhard Schopf
und Volker Zahner

Naturschutz und Biologische Vielfalt
Heft 150

Neue dynamische Prozesse im Auenwald

**Monitoring der Auenrenaturierung
an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt**

**Ergebnisse des E+E-Begleitvorhabens
„Monitoring auenökologischer Prozesse und Steuerung von
Dynamisierungsmaßnahmen“ des Bundesamtes für Naturschutz**

Bernd Cyffka
Franz Binder
Jörg Ewald
Jürgen Geist
Axel Gruppe
Ingrid Hemmer
Kathrin Kiehl
Reinhard Mosandl
Reinhard Schopf
Volker Zahner

unter Mitarbeit von
Peter Fischer, Marion Gelhaus und Barbara Stammel

Bundesamt für Naturschutz
Bonn - Bad Godesberg 2016

Titelfotos: oben links: Elektrofischung im Ottheinrichbach (Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie); oben rechts: Morphodynamik an der 1. Rückleitung; Mitte links: geöffnetes Ausleitungsbauwerk für Ökologische Flutungen im Januar 2015; Mitte rechts: Überfluteter Auwald während der Ökologischen Flutung im Juni 2012; unten links: Pegelmessung im Auwald während einer Ökologischen Flutung; unten rechts: Trogbücke bei Inbetriebnahme des Ottheinrichbachs (Fotos: Aueninstitut Neuburg).

Adressen der Autorinnen und Autoren:

Prof. Dr. Bernd Cyffka	Angewandte Physische Geographie/Aueninstitut Neuburg
Prof. Dr. Ingrid Hemmer	Didaktik der Geographie Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt; 85072 Eichstätt
Dr. Franz Binder	Abteilung Waldbau und Bergwald Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Hans-Carl-von-Carlowitz Platz 1, 85354 Freising
Prof. Dr. Jörg Ewald	Botanik und Vegetationskunde
Prof. Dr. Volker Zahner	Zoologie, Wildtierökologie, Entomologie Fakultät Wald und Forstwirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3, 85354 Freising
Prof. Dr. Jürgen Geist	Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie Technische Universität München; Mühlenweg 22, 85354 Freising
Prof. Dr. Reinhard Schopf	Lehrstuhl für Tierökologie
Dr. Axel Gruppe	
Prof. Dr. Dr. Reinhard Mosandl	Lehrstuhl für Waldbau Technische Universität München Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising
Prof. Dr. Kathrin Kiehl	Vegetationsökologie und Botanik Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Hochschule Osnabrück; Oldenburger Landstr. 24, 49090 Osnabrück

Fachbetreuung im BfN:

Eckhard Peters Fachgebiet II 3.2 „Binnengewässer, Auenökologie und Wasserhaushalt“

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank DNL-online (www.dnl-online.de).

Herausgeber : Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Konstantinstr. 110, 53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle 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 institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN

Druck: Griebisch & Rochol Druck GmbH & Co. KG, Hamm

Bezug über: BfN-Schriftenvertrieb – Leserservice –
im Landwirtschaftsverlag GmbH
48084 Münster
Tel.: 0 25 01/8 01-3 00, Fax: 0 25 01/8 01-3 51

oder im Internet:
www.buchweltshop.de/bfn

ISBN 978-3-7843-9170-0

DOI 10.19213/973150

Gedruckt auf „Cirkle Silk Premium White“, hergestellt aus 100% Recyclingmaterial, FSC® zertifiziert und mit dem EU Ecolabel ausgezeichnet.

Bonn - Bad Godesberg 2016



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	15
Vorwort	17
1 Einleitung	19
2 Ausgangssituation im Projektgebiet	25
2.1 Naturräumliche Lage	25
2.2 Flusslaufverlagerung, Quartär-Geologie und Geomorphologie	25
2.3 Böden	27
2.4 Klima	28
2.5 Hydrologie	29
2.6 Vegetation	32
2.7 Besitzverhältnisse und Schutzstatus	33
3 Dynamisierung der Donauauen	34
3.1 Von der Idee bis zur Umsetzung – gemeinsam zum Erfolg	34
3.2 Zusammenwirken der Dynamisierungsmaßnahmen im Auenwald zwischen Neuburg und Ingolstadt	35
3.2.1 Neuer Auenbach – Ottheinrichbach	35
3.2.2 Ökologische Flutungen	38
3.2.3 Grundwasserabsenkung	40
3.3 Umsetzung und Kosten	41
3.4 Die bisherigen hydrologischen Ereignisse	42
4 Das Begleitvorhaben MONDAU	45
4.1 Zielsetzung des Monitoringprojekts	45
4.2 Projektstruktur	45
4.3 Konzeption des Monitorings	47
5 Messung und Erfassung abiotischer Parameter, Prozesse und Strukturen	49
5.1 Monitoring im Auen-Prozess-Response-System	49
5.2 Oberflächengewässer	54
5.2.1 Methoden	54
5.2.2 Ergebnisse	56
5.2.2.1 Wasserstände	56

5.2.2.2	Überflutungsflächen	66
5.2.3	Diskussion	71
5.2.4	Zusammenfassung	75
5.3	Grundwasser und Bodenfeuchte	76
5.3.1	Methoden	76
5.3.2	Ergebnisse	77
5.3.2.1	Grundwasser	77
5.3.2.2	Bodenfeuchte	79
5.3.3	Diskussion	84
5.3.4	Zusammenfassung	85
5.4	Fluviale Morphodynamik	85
5.4.1	Methoden	85
5.4.2	Ergebnisse	88
5.4.2.1	Terrestrisches Laserscanning	88
5.4.2.2	Querprofil und Längsprofilvermessung	93
5.4.2.3	Gewässerstrukturkartierung	95
5.4.2.4	Geschiebe- und Schwebstoffmessung	98
5.4.3	Diskussion	99
5.4.4	Zusammenfassung	103
6	Vegetation	105
6.1	Wasser- und Ufervegetation	105
6.1.1	Einleitung	105
6.1.2	Methoden	106
6.1.2.1	Untersuchungsflächen	106
6.1.2.2	Vegetationsaufnahmen	109
6.1.2.3	Samenbankuntersuchung	110
6.1.2.4	Definition autotypischer Zielarten	110
6.1.2.5	Bodenkundliche Untersuchungen	111
6.1.2.6	Datenanalyse und Statistik	111
6.1.3	Ergebnisse	112
6.1.3.1	Bodeneigenschaften	112
6.1.3.2	Samenbank vor der Wassereinleitung	114
6.1.3.3	Vegetationsentwicklung entlang des Ottheinrichbaches	115
6.1.4	Diskussion	128
6.1.4.1	Eignung der Monitoringmethoden	128
6.1.4.2	Einfluss der Dynamisierungsmaßnahmen auf die Vegetationsentwicklung	128

6.1.4.3	Einfluss der Ausgangssituation auf die Vegetationsentwicklung.....	130
6.1.4.4	Fazit	132
6.1.5	Zusammenfassung	133
6.2	Waldvegetation	135
6.2.1	Einleitung.....	135
6.2.2	Methoden	136
6.2.2.1	Flächenauswahl.....	136
6.2.2.2	Vegetationsaufnahmen.....	137
6.2.2.3	Vegetationskundliche Datenbank	138
6.2.2.4	Auswertung der Baseline-Daten	138
6.2.2.5	Flächige Veränderung der Vegetation als Folge des neuen Ottheinrichbaches	138
6.2.2.6	Zeitreihenanalyse.....	139
6.2.2.7	Bodenkundliche Auswertung.....	140
6.2.3	Ergebnisse.....	141
6.2.3.1	Waldgesellschaften vor Maßnahmenbeginn.....	141
6.2.3.2	Regionalisierung der Feuchtezahl.....	144
6.2.3.3	Veränderungen des Artenspektrums zwischen 2008 und 2012	146
6.2.3.4	Kurzfristige Effekte des Juni-Hochwassers 2013 auf die Waldvegetation.....	154
6.2.4	Diskussion.....	156
6.2.5	Fazit	158
6.2.6	Zusammenfassung	159
6.3	Waldbaumartenentwicklung und ihre Verjüngung	161
6.3.1	Einleitung.....	161
6.3.2	Methoden	161
6.3.2.1	Untersuchungen an über 150-jährigen Alteichen.....	161
6.3.2.2	Untersuchungen in 100- bis 140-jährigen Bergahorn-Eschen- Beständen	164
6.3.2.3	Jahrringuntersuchungen an den Alteichen und in den Bergahorn-Eschen-Beständen	165
6.3.2.4	Vitalitätsanspache	166
6.3.3	Ergebnisse.....	167
6.3.3.1	Altbäume und Altbestände.....	167
6.3.3.2	Bestandesaufbau	180
6.3.3.3	Ergebnisse der Kronenzustandserhebung an Eiche, Bergahorn und Esche im Beobachtungszeitraum.....	187
6.3.4	Einfluss Ökologischer Flutungen und des Hochwassers 2013	190

6.3.5	Diskussion	191
6.3.6	Zusammenfassung	195
7	Fauna	197
7.1	Biodiversität der Fische	197
7.1.1	Einleitung	197
7.1.2	Methoden.....	198
7.1.2.1	Fischökologische Einordnung	198
7.1.2.2	Beprobungstypen.....	199
7.1.2.3	Biodiversität der Fische und Besiedelung der Auengewässer.....	200
7.1.2.4	Auswirkungen der Ökologischen Flutung.....	200
7.1.2.5	Besiedelung mit Neobiota	201
7.1.2.6	Abiotische Habitatvariablen	201
7.1.2.7	Makrophyten und Totholz als Habitatstrukturen.....	202
7.1.2.8	Fischfauna	203
7.1.2.9	Datenauswertung abiotische Habitatvariablen	203
7.1.2.10	Datenauswertung Fische.....	204
7.1.3	Ergebnisse	205
7.1.3.1	Biodiversität der Fische und initiale Besiedelung.....	205
7.1.3.2	Ökologische Flutung und Hochwasser	213
7.1.3.3	Besiedelung mit Neobiota	221
7.1.4	Diskussion	222
7.1.4.1	Ausgangssituation	222
7.1.4.2	Initialbesiedelung und Biodiversität der Fische	223
7.1.4.3	Ökologische Flutung und natürliches Hochwasser	226
7.1.4.4	Besiedelung mit Neobiota	229
7.1.5	Zusammenfassung.....	230
7.2	Terrestrische Fauna.....	232
7.2.1	Einleitung	232
7.2.2	Methoden.....	234
7.2.3	Ergebnisse	239
7.2.3.1	Mikrohabitat.....	240
7.2.3.2	Habitat	244
7.2.3.3	Landschaft	249
7.2.4	Diskussion	251
7.2.5	Zusammenfassung.....	256
7.3	Biodiversität – Der Biber als Schlüsselart und seine Auswirkungen auf Spechte und Fledermäuse	259

7.3.1	Einleitung.....	259
7.3.2	Untersuchungsgebiete und Auswahl der Probe- und Kontrollstellen.....	260
7.3.2.1	Spechte.....	261
7.3.2.2	Fledermäuse.....	261
7.3.3	Material und Methoden.....	262
7.3.3.1	Spechte.....	262
7.3.3.2	Fledermäuse.....	262
7.3.3.3	Statistische Auswertungen.....	263
7.3.4	Ergebnisse.....	263
7.3.4.1	Spechte.....	263
7.3.4.2	Fledermäuse.....	264
7.3.5	Diskussion.....	267
7.3.5.1	Spechte.....	267
7.3.5.2	Fledermäuse.....	268
7.3.6	Zusammenfassung	270
8	Umweltbildung	272
8.1	Einleitung.....	272
8.2	Theoretische Grundlagen	272
8.2.1	Bildung für nachhaltige Entwicklung.....	272
8.2.2	Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion.....	272
8.2.3	Biologische Vielfalt und Biodiversität	273
8.2.4	Studien zu Schülervorstellungen im Bereich biologische Vielfalt und Auenwald.....	273
8.3	Qualitative Studie zu Alltagsvorstellungen.....	274
8.3.1	Untersuchungsaufbau, Methode und Stichprobe	274
8.3.2	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	275
8.4	Umsetzung in Umweltbildungsmaterialien.....	276
8.4.1	Schlussfolgerungen aus der Studie zu den Alltagsvorstellungen.....	276
8.4.2	Interaktives Holzpuzzle zur biologischen Vielfalt im Auenwald.....	277
8.4.3	Didaktische DVD.....	277
8.5	Zusammenfassung und Ausblick	279
9	Integrative Bewertung der Auswirkungen der Dynamisierung auf das Auenökosystem.....	280
9.1	Einleitung.....	280
9.2	Methoden.....	280

9.2.1	Räumliche und zeitliche Zuordnung der Datensätze	280
9.2.2	Aufbereitung und Zusammenführung der einzelnen Datensätze	282
9.2.3	Datenanalyse	282
9.3	Ergebnisse und Interpretation	283
9.3.1	Reaktion der Gesamtartenzahlen und Rote-Liste-Artenzahlen	283
9.3.2	Reaktion von Vegetations- und Fischgemeinschaften im ganzen Untersuchungsgebiet.....	285
9.3.3	Reaktion aller Artgruppen in den Bereichen 1 und 2	287
9.4	Schlussfolgerung.....	289
10	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	291
10.1	Vorbemerkung	291
10.2	Empfehlungen zum neuen Auenbach (Ottheinrichbach)	293
10.3	Empfehlungen zu den Ökologischen Flutungen	296
10.4	Empfehlungen zur Grundwasserabsenkung.....	299
10.5	Allgemeine Empfehlungen zur Organisation von Dynamisierungs- projekten	301
10.6	Schlussfolgerungen.....	304
11	Zusammenfassung	306
	Anhang.....	313
	Literaturverzeichnis.....	336

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Karte der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt	22
Abb. 1-2:	Komponenten und Prozesse einer auentypischen Dynamik.....	23
Abb. 2-1:	Laufverlagerung der Donau.....	25
Abb. 2-2:	Darstellung der Auenterrassen im Untersuchungsgebiet.....	26
Abb. 2-3:	Erosionsbereiche an der Donau und in der Aue	27
Abb. 2-4:	Durchfluss am Pegel Ingolstadt von 1980 bis 2010.	29
Abb. 2-5:	Grundwasserschwankung vor dem Staustufenbau	31
Abb. 2-6:	Grundwasserschwankung nach dem Staustufenbau.	32
Abb. 3-1:	Maßnahmen zur Dynamisierung der Donauauen	35
Abb. 3-2:	Ausleitung des Ottheinrichbaches.....	36
Abb. 3-3:	Einteilung des Ottheinrichbaches in die drei Abschnitte.....	38
Abb. 3-4:	Ausleitungsbauwerk für Ökologische Flutungen	39
Abb. 3-5:	Bauwerke für die Grundwasserabsenkung.	41
Abb. 3-6:	Zeitlicher Überblick über die hydrologischen Ereignisse.....	43
Abb. 4-1:	Aufbau des E+E-Vorhabens MONDAU	46
Abb. 5-1:	Maßstabs- und Betrachtungsebenen im Fließgewässer und in Auen..	52
Abb. 5-2:	Prozess-Response-System am Beispiel eines Flussbettes.	53
Abb. 5-3:	Lage der Pegelstandorte und Fließgewässer im Projektgebiet	55
Abb. 5-4:	Ausbringen und Auslesen der permanenten Pegel	56
Abb. 5-5:	Wasserstandsschwankungsamplitude entlang des OHB.	57
Abb. 5-6:	Ganglinien der permanenten Fließgewässerpegel	58
Abb. 5-7:	Ganglinien der temporären Pegel während der siebten ÖF	60
Abb. 5-8:	Ganglinien der temporären Pegel für die zweite Grundwasser- absenkung und die vierte ÖF	62
Abb. 5-9:	Ganglinien der temporären Pegel für das Hochwasser 2013 und der 10. ÖF	65
Abb. 5-10:	Überflutungsflächen während Ökologischer Flutungen	68
Abb. 5-11:	Schematische Zeichnung des Wasserstandes bei entsprechender Durchflussmenge in der Donau und sein Einfluss auf das Gesamt- system	70
Abb. 5-12:	Schematische Darstellung der Auswirkungen von Schwankungen in den Wasserständen von typischen Auengewässern.....	71

Abb. 5-13:	Mögliche Trockenphasen für August 2012.....	74
Abb. 5-14:	Biodiversität in der Aue durch Störung.....	74
Abb. 5-15:	Installation der Bodenfeuchtestationen.....	77
Abb. 5-16:	Grundwasserpegel und Donauwasserstand am Pegel Neuburg.	78
Abb. 5-17:	Boxplotdiagramme der Grundwasserpegel.....	79
Abb. 5-18:	Räumliche Lage der Bodenfeuchtemessstationen.....	80
Abb. 5-19:	Jahresgang der Bodenfeuchte mit Niederschlag und Grundwasser- schwankungen und Zeitpunkte ÖF des Jahres 2012.	81
Abb. 5-20:	Bodenarten an den Sensoren.....	82
Abb. 5-21:	Reaktion der Bodenfeuchtesensoren auf ein Flutungsereignis.....	83
Abb. 5-22:	Gerinne kurz nach Fertigstellung bzw. während der Bauarbeiten.	87
Abb. 5-23:	Digitales Geländemodell aus Laserscan Daten.....	90
Abb. 5-24:	Laserscanstandort „Wetterloch“ in 3D-Ansicht.....	91
Abb. 5-25:	Laserscanstandort „1. Rückleitung“ mit Seitenerosion und Uferrückverlegung.....	92
Abb. 5-26:	Skizze der Uferrückverlegung im Bereich des Prallhanges an der „1. Rückleitung“.....	93
Abb. 5-27:	Veränderung des Gewässerbettes anhand zweier Querprofil- messungen.....	94
Abb. 5-28:	Wassertiefen entlang eines Abschnitts des Ottheinrichbaches.....	95
Abb. 5-29:	Gegenüberstellung der Gewässerstruktur- und Habitatkartierungen ...	97
Abb. 5-30:	Geschiebemengen, Geschiebemessung und Wasserstand.....	99
Abb. 5-31:	Skizze zur Sekundärauenentwicklung.....	101
Abb. 6.1-1:	Verteilung der Transekte und der Dauerbeobachtungsflächen in den Gewässerabschnitten 1 bis 6.....	107
Abb. 6.1-2:	Schematische Darstellung der Wasserstände des OHB in den Gewässerabschnitten 1 bis 6 bei Hochwasser.....	107
Abb. 6.1-3:	Chemische Parameter der Böden und Sedimente an verschiedenen Abschnitten des OHB im Jahr 2010.....	113
Abb. 6.1-4:	Mittlere Anzahl der keimfähigen Samen und Arten bei unterschiedlichen Ausgangssituationen (2009).....	114
Abb. 6.1-5:	Gesamtartenzahl der in den Samenbankproben gefundenen keimfähigen Samen sowie Artenzahlen unterschiedlicher aumentypischer Zielartengruppen, Neophyten und sonstiger Arten.....	115

Abb. 6.1-6:	Entwicklung der Gesamtartenzahlen in Abhängigkeit von der Ausgangssituation sowie Artenzahlen unterschiedlicher autotypischer Zielartengruppen, Neophyten und sonstiger Arten.....	116
Abb. 6.1-7:	Veränderung des Reliefs und der Krautdeckung seit 2008 in einem ehemals trockenen Altarm	118
Abb. 6.1-8:	Entwicklung des Ottheinrichbaches im Bereich des Transekts 2a	119
Abb. 6.1-9:	Vergleich des Bereichs bei Transekt 3a vor und nach der Dynamisierung.	120
Abb. 6.1-10:	Vegetationsentwicklung am Transekt 3a.....	122
Abb. 6.1-11:	Vegetationsdynamik entlang des Transektes 4b.....	123
Abb. 6.1-12:	Verlauf des Transektes 4b	124
Abb. 6.1-13:	DCA der Veränderung der Artenzusammensetzung der DBF sowie die Korrelationen relevanter abiotischer und biotischer Parameter....	125
Abb. 6.1-14:	Entwicklung der Gesamtartenzahlen in den unterschiedlichen Ausgangssituationen sowie Artenzahlen unterschiedlicher autotypischer Zielartengruppen, Neophyten und sonstiger Arten.....	126
Abb. 6.1-15:	Vergleich der Mittleren Artenzahlen sowie der Deckung von Krautschicht, Streu und offenem Boden in den Jahren 2010-2013 auf den DBF bei unterschiedlichen Ausgangssituationen	127
Abb. 6.2-1:	Übersichtskarte über die Lage und die Überflutungshäufigkeit der Dauerbeobachtungsflächen.....	137
Abb. 6.2-2:	Mittlerer Grundwasserflurabstand und mittlere gewichtete Feuchtezahl der DBF für die einzelnen Waldgesellschaften.	144
Abb. 6.2-3:	Szenarienkarte der Ellenberg-Feuchtezahl mit dem Grundwassermodell aus dem Jahr 2011	145
Abb. 6.2-4:	Prognostizierte Veränderung der Ellenberg-Feuchtezahl	146
Abb. 6.2-5:	DCA der Arten und der DBF der Jahre 2008, 2011 und 2012	149
Abb. 6.2-6:	Vergleich des Zustands der Fläche 46 vor Maßnahmenbeginn und nach regelmäßiger Überflutung durch den Ottheinrichbach.....	150
Abb. 6.2-7:	Veränderung des Zielartenspektrums zwischen den Jahren und Gruppen	153
Abb. 6.2-8:	Veränderung der Anzahl der Rote-Liste-Arten (Bayern) im Vergleich der Jahre und der Gruppen.....	154
Abb. 6.3-1:	Lage der Probebäume bzw. Beobachtungspartellen	162
Abb. 6.3-2:	Schematische Darstellung einer Eichen-Teilversuchsfläche	163
Abb. 6.3-3:	Schematische Darstellung der Probekreise auf den Eichenbeobachtungsflächen	164

Abb. 6.3-4:	Jahrringchronologien von 55 Stieleichen.....	169
Abb. 6.3-5:	Trendkurven der Eichen auf den Standorten „Nullfläche“, „Auenwald“ und „Brenne“.....	170
Abb. 6.3-6:	Mittlerer Grundflächenzuwachs der Stieleichen auf den vier Standorten des Auenwaldes	172
Abb. 6.3-7:	Dickenzuwachstrend der Eichen im Aufstaubereich der Staustufe Bergheim im Vergleich zur Auenwaldkurve	173
Abb. 6.3-8:	Bestandeshöhenkurve der Stieleichen auf den vier Standorten des Auenwaldes.....	174
Abb. 6.3-9:	Box-Plots des durchschnittlichen Volumenzuwachses der Eichen....	175
Abb. 6.3-10:	Jahrringchronologien von 18 Eschen und 18 Bergahornen.....	178
Abb. 6.3-11:	Trendkurven von Stieleiche („Auenwaldkurve“), Esche und Bergahorn unterhalb der Staustufe.....	179
Abb. 6.3-12:	Bestandeshöhenkurven in den Jahren 2009 und 2013 des Bergahorns, der Esche und der Stieleiche.....	181
Abb. 6.3-13:	Verteilung der Verjüngung auf Höhenklassen im Jahr 2010 in Abhängigkeit zur Entfernung vom Stammfuß der Eichen	182
Abb. 6.3-14:	Draufsicht sowie 3D-Ansicht einer Bergahorn-Eschenfläche.....	187
Abb. 6.3-15:	Kronenzustand der Eichen im Jahr 2013.....	188
Abb. 6.3-16:	Entwicklung der Schadstufenverteilung der Eschen im Jahr 2013	188
Abb. 6.3-17:	Entwicklung der Schadstufenverteilung der Bergahorne im Jahr 2013	190
Abb. 7.1-1:	Übersichtskarte der Beprobungsstrecken zur Untersuchung der Biodiversität der Fische in den Projektjahren 2010-2013	200
Abb. 7.1-2:	Box-Whisker Plot der Wassertiefe und der elektrischen Leitfähigkeit vor und nach der Inbetriebnahme des OHB	205
Abb. 7.1-3:	Box-Whisker Plot der Strömungsgeschwindigkeit über Grund und des medianen Korndurchmessers der einzelnen Habitattypen.....	207
Abb. 7.1-4:	Längenhäufigkeitsverteilung ausgewählter Fischarten vor und nach der Inbetriebnahme des OHB	211
Abb. 7.1-5:	Nicht-metrische mehrdimensionale Skalierung (NMDS) der Fischartenzusammensetzung im Jahr 2010 und 2011	212
Abb. 7.1-6:	Box-Whisker Plot der Trübung, des pH-Wertes und der Leitfähigkeit der einzelnen Aufnahmezeitpunkte getrennt nach Beprobungstypen im Untersuchungsjahr 2012	215
Abb. 7.1-7:	Nicht-metrische mehrdimensionale Skalierung (NMDS) der Fischartenzusammensetzung von 2010 bis 2013	216

Abb. 7.1-8:	Box-Whisker Plot der Arten und Individuenzahl der FG-Strecken aller Untersuchungszeitpunkte vor und nach der Inbetriebnahme des OHB	217
Abb. 7.1-9:	Balkendiagramm der normalisierten Änderung der Arten und Individuenzahl	218
Abb. 7.1-10:	Balkendiagramm der Individuenzahlen des Blaubandbärblings, des Dreistachligen Stichlings und anderer Arten.....	220
Abb. 7.1-11:	Längenhäufigkeitsverteilung des Dreistachligen Stichlings im Projektjahr 2011 in den Fließgewässerstrecken des OHB.....	222
Abb. 7.2-1:	Lage der Untersuchungsflächen bzw. Probebäume der entomologischen Aufnahmen	235
Abb. 7.2-2:	Lage der Untersuchungsflächen bzw. Probebäume der Mollusken und Vogelkartierungen	237
Abb. 7.2-3:	Lage der fünfzig Gitterfelder der Vogelkartierungen.....	238
Abb. 7.2-4:	Anzahl der erfassten Arten- und Individuenzahlen der analysierten Taxa.....	239
Abb. 7.2-5:	Artenzahlen (α -Diversität) der genannten Insektentaxa in der Raumebene Mikrohabitat	240
Abb. 7.2-6:	Saisonale Häufigkeitsverteilung der Nischennutzung nahrungssuchender Vögel im Mikrohabitat	242
Abb. 7.2-7:	Häufigkeitsverteilung der Nischennutzung nahrungssuchender Vögel im Mikrohabitat in den Hauptbaumarten des Untersuchungsgebietes während des Jahres	243
Abb. 7.2-8:	Artenzahlen (α -Diversität) der genannten Insektentaxa in der Raumebene Habitat.....	245
Abb. 7.2-9:	Arten- und Individuenzahlen der Mollusken im Grund- und dynamisierten Zustand in der Raumebene Habitat.....	246
Abb. 7.2-10:	Arten- und Individuenzahlen der Vögel im Grund- und im dynamisierten Zustand in der Raumebene Habitat.....	247
Abb. 7.2-11:	Abundanz der genannten Vogelgilden auf Habitatebene während der Brutzeit und im restlichen Jahr	247
Abb. 7.2-12:	Abundanz der genannten Nahrungserwerbsgilden der Vögel auf Habitatebene während der Brutzeit und im Restjahr.....	248
Abb. 7.2-13:	Abundanz der genannten Ernährungsgilden auf Habitatebene.....	248
Abb. 7.2-14:	Anzahl der Vogelarten und -individuen auf Landschaftsebene.....	250
Abb. 7.2-15:	Abundanz der Nahrungserwerbsgilden der Vögel im Grund- und dynamisierten Zustand auf Landschaftsebene	250

Abb. 7.2-16:	Abundanz der Zuggilden der Vögel im Grund- und dynamisiertem Zustand auf Landschaftsebene	251
Abb. 7.3-1:	Einteilung in die fünf Bereiche und Streckenverlauf der Brutbaumkartierung	260
Abb. 7.3-2:	Anzahl der mit Fensterfallen gefangenen Insekten- und Spinnentierindividuen auf Biberflächen und Kontrollflächen	265
Abb. 7.3-3:	Fledermausaktivität an den Biberstrukturen „Totholz im Wasser“....	266
Abb. 7.3-4:	Fledermausaktivität an den Biberteichen	267
Abb. 8-1:	Modell der Didaktischen Rekonstruktion.	273
Abb. 8-2:	Gründe für den Verlust von Biodiversität (Umfrageergebnis).....	275
Abb. 8-3:	Puzzle Auenwald.....	277
Abb. 8-4:	Titel der DVD.	278
Abb. 9-1:	Untersuchungsgebiet mit den für die gemeinsame Auswertung aufgeteilten drei Bereichen	281
Abb. 9-2:	Veränderung der Anzahl der Rote-Liste-Arten von Bayern	284
Abb. 9-3:	Nicht metrische mehrdimensionale Skalierung (NMDS) der Vegetation und Fischgemeinschaften in verschiedenen Zeiträumen	286
Abb. 9-4	Nicht metrische mehrdimensionale Skalierung (NMDS) aller erhobener biotischer Daten (außer Molluskendaten) in verschiedenen Zeiträumen.....	288
Abb. 10-1:	Verschiedene Ebenen der Schlussfolgerungen und Empfehlungen des Monitorings.	292

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Hydrologische Daten und Veränderungen seit 1825	30
Tab. 3-1:	Werte für die Steuerung der Wasserausleitung in die Aue	37
Tab. 3-2:	Kosten der Dynamisierungsmaßnahmen und des Monitorings	42
Tab. 3-3:	Übersicht über die Ökologischen Flutungen (ÖF) in den Jahren 2011 bis 2013.....	44
Tab. 5-1:	Stufeneinteilung der Ökologischen Flutungen und Hochwasser	67
Tab. 5-2:	Erosions- und Akkumulationsraten am Standort „1. Rückleitung“	92
Tab. 5-3:	Gewässerstrukturelemente 2010 und 2011	96
Tab. 6.1-1:	Einteilung des Untersuchungsgebiets in sechs Abschnitte	108
Tab. 6.2-1:	Definition der für die Analyse gebildeten Gruppen.....	140
Tab. 6.2-2:	Stetigkeitstabelle mit Trennarten der Baumschicht	142
Tab. 6.2-3:	Stetigkeitstabelle der wichtigsten Arten der Krautschicht	142
Tab. 6.2-4:	Auflistung der seit 2008 verschwundenen Arten.....	146
Tab. 6.2-5:	Auflistung der seit 2008 neu hinzugekommenen Arten.....	147
Tab. 6.2-6:	Mittlere Feuchtezahl zwischen 2008 und 2012.....	148
Tab. 6.2-7:	Mittlerer Sørensen-Index, Feuchtezahl und Artenanzahl der DBF.....	151
Tab. 6.2-8:	Flächenanzahl (Waldgesellschaften im Jahr 2008) je Überflutungseinheit.....	152
Tab. 6.2-9:	Klassifizierung der DBF auf Basis der Überflutungsdauer im Juni 2013.	155
Tab. 6.2-10:	Mittlere Artenanzahl von 2008 bis 2013.....	155
Tab. 6.2-11:	Deckung Krautschicht und offener Boden für Jahre und Gruppen.....	155
Tab. 6.3-1:	Kennzahlen der beprobten Stieleichen.....	168
Tab. 6.3-2:	Mittlerer Dickenzuwachs (Stieleiche) 10 Jahren vor und nach Staustufenbau.....	171
Tab. 6.3-3:	Kennwerte der Bergahorn-Eschen-Bestände	176
Tab. 6.3-4:	Kennwerte der beprobten Bergahorne und Eschen.....	177
Tab. 6.3-5:	Mittlerer Dickenzuwachs (Esche und Bergahorn) 10 Jahre vor und nach Staustufenbau	180
Tab. 6.3-6:	Anzahl Verjüngungspflanzen unter Alteichen (2010 und 2013)	182
Tab. 6.3-7:	Anzahl Verjüngungspflanzen in Bergahorn-/Eschenbeständen (2010 und 2013).....	183

Tab. 6.3-8: Anzahl etablierter Pflanzen nach Altbestand und Standort (2013).....	184
Tab. 6.3-9: Anzahl Bäume (BHD 1-7 cm) auf Eichenflächen (2010 und 2013).....	184
Tab. 6.3-10: Anzahl Bäume (BHD 1-7 cm) auf Bergahorn-Eschenflächen (2010 und 2013).....	185
Tab. 6.3-11: Anzahl der Bergahorn- und Eschenpflanzen (BHD 1-7 cm) nach Jahren und Gruppen.....	186
Tab. 7.1-1: Arten-, Individuenzahlen, Biomasse und Diversität der Fischbestandsaufnahme.....	209
Tab. 7.2-1: Zuordnung der untersuchten Taxa und Straten zu drei Raumebenen.....	234
Tab. 7.2-2: β -Diversität (Arthropoden) auf Mikrohabitatebene (2007-2012).....	241
Tab. 7.2-3: β -Diversität (Arthropoden) auf Habitatebene (2007-2012).....	246
Tab. 8- 1: Übersicht über die Begleitmaterialien der DVD	279
Tab. 9-1: Veränderung Artenzahl und Anzahl auentypischer Arten.....	284
Tab. 9-2: Zeitliche Reaktionsmuster von Vegetation und Fischgemeinschaften	287

Vorwort

Naturbelassene Flussauen bieten Lebensraum für eine große Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten. Der ständig wiederkehrende Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser erzeugt eine Dynamik der Standortbedingungen und eine Charakteristik in der Artenzusammensetzung, wie sie nur hier zu finden sind. Was aber ist zu tun, wenn sich Flussauen von ihrem natürlichen Zustand immer weiter entfernen, weil der Wasserhaushalt zugunsten des Hochwasserschutzes, der Schifffahrt oder der Energiegewinnung verändert worden ist? Das ist in Deutschland an zahlreichen Flüssen der Fall, ganz besonders an den großen Strömen, und hat zur Folge, dass die Lebensgemeinschaften der Auen ihre typischen Eigenschaften immer mehr verlieren und in natürlicher Ausprägung sehr selten geworden sind. Das Augenmerk richtet sich deshalb in verstärktem Maße auf die Bereiche, in denen es möglich erscheint, die Entwicklung aufzuhalten oder sogar rückgängig zu machen.

Im Auenwald an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt war eine Situation gegeben, wie sie exemplarisch ist für den Zustand vieler Auen: Nach wasserbaulichen Veränderungen, von denen die letzte Ende der 1960er Jahre mit dem Bau der Staustufen Bergheim und Ingolstadt stattfand, blieben die Überflutungen oft jahrelang aus, und damit auch die auentypischen Wasserstandsschwankungen und morphologischen Veränderungen. Mit 900 ha ist hier in der Aue ein für heutige Maßstäbe ungewöhnlich großflächiger Wald mit einem für den Naturschutz bedeutenden Artenpotential erhalten geblieben, der allerdings viele Merkmale eines typischen Auenwalds bereits eingebüßt hat. Eine Situation, wie sie in zahlreichen Natura 2000-Gebieten in Flussauen auftritt, in denen Hartholzauenwälder und weitere an die Auedynamik gebundene Lebensraumtypen vorkommen und deren Erhaltungszustand nicht gesichert ist. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken wurde an der Donau ein ehrgeiziges Projekt in Angriff genommen: Die Veränderungen, die durch technische Eingriffe entstanden waren, sollten durch neue technische Eingriffe – in diesem Fall durch steuerbare Wasserausleitungen in die Aue – wieder rückgängig gemacht werden.

In welchem Umfang die Wiederannäherung an den natürlichen Zustand bei einer so komplexen Ausgangslage überhaupt noch gelingen kann und inwieweit die Lebensgemeinschaften der Aue davon profitieren, diese Fragen waren Gegenstand eines begleitenden Monitorings, dessen Ergebnisse in diesem Band vorgestellt werden. Nach einer Untersuchungsdauer von wenigen Jahren ist es schwer zu beurteilen, ob sich in einer seit Jahrzehnten oder länger andauernden Entwicklung schon eine Trendwende abzeichnet. Positive Entwicklungen sind jedoch bereits zu beobachten und es lassen sich viele wertvolle Hinweise zur Reaktion von Auenbiozönosen auf Renaturierungsmaßnahmen ableiten. Gleichzeitig wird aber auch festgestellt, dass unter den heute gegebenen Randbedingungen wahrscheinlich nur ein Bruchteil der ursprünglichen Auedynamik wiederherstellbar sein wird. Infolgedessen muss damit gerechnet werden, dass der naturschutzfachliche Wert des Gebiets in Zukunft zwar hoch, aber nur noch

teilweise von charakteristischen Auenbiotopen geprägt sein wird. Auch wenn die Möglichkeiten für eine Dynamisierung sich bislang als begrenzter herausgestellt haben als erwartet, ist es allen Beteiligten hoch anzurechnen, dass sie die Entwicklung zu einer größeren Auendynamik in Gang gesetzt haben und dass die Bereitschaft besteht, das Monitoring der Auenentwicklung und eine Optimierung der gesteuerten Wasserausleitungen weiter fortzusetzen.

Prof. Dr. Beate Jessel
Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz

1 Einleitung

BERND CYFFKA

Flüsse und ihre Auen sind Räume beständigen Wandels, und das nicht nur aus naturbezogener Sichtweise. Unsere Gesellschaft hatte noch vor 40-50 Jahren eine ganz andere Meinung über die Funktion und den Nutzen von Flussauen. Damals wurden sie vorwiegend noch als „Durchleitungskorridore“ für Gewässer und als Nutzfläche für Landwirtschaft und Siedlung angesehen. Die Folge war bis in die 1970er Jahre hinein eine erhebliche Umgestaltung von Flüssen und Flussauen. Diese Umgestaltungen geschahen sehr bewusst, wie z.B. Begradigungen und Staustufenbau. Beeinträchtigungen der Natur wurden billigend in Kauf genommen und Schäden wurden häufig erst später erkannt. Das gilt zum Beispiel für den Bau von Wasserkraftanlagen, die im Zeitgeist der 1960/70er Jahre als zukunftsweisende Form der Energiegewinnung bewertet wurden.

Erst nach und nach wandelten sich die gesellschaftliche Einstellung und die Wertschätzung von Flüssen und ihren Auen. Es begann damit, dass in den 1980er Jahren Wasserwirtschaft und Naturschutz gemeinsam die Renaturierung und den Schutz von Fließgewässern und Auen in Angriff nahmen (HERBERG 2013). Beweggründe dafür waren katastrophale Hochwasser und die starke Gewässerverschmutzung, aber auch die zunehmende Einsicht, dass dem fortschreitenden Verlust der biologischen Vielfalt in unseren Auenbereichen Einhalt geboten werden musste. Im jetzigen Jahrhundert wurde die Zustandsverbesserung der Gewässer durch die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) auch auf europäischer Ebene instrumentalisiert und die Sicherung der biologischen Vielfalt in den Auen ist Gegenstand der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (Nationale Biodiversitätsstrategie NBS) (BMU 2007) geworden. Ein wichtiges Instrument für den Schutz auen- und gewässerbezogener Arten und Lebensraumtypen ist zudem die europäische Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH 1992), die zum Beispiel dem prioritären FFH-Lebensraumtyp 91E0* „Erlen-Eschen- und Weichholzauenwälder“ besondere Bedeutung zukommen lässt. Dieses unterstützt auch die Einstellung der Gesellschaft, die Flüsse und Auenwälder zunehmend zur Erholung nutzen möchte.

Diese positive Entwicklung bei Erhalt und Renaturierung von Fließgewässern wurden quasi zeitgleich durch gegenläufige Entwicklungen zur Dämpfung des Klimawandels gehemmt. Die Wasserkraft als erneuerbare Energie geriet wieder in den Fokus des Interesses. Argumentiert wurde dabei mit ihrer Emissionsfreiheit und kontinuierlichen Verfügbarkeit. Das deutsche Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2014) regelt die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen und gewährt den Erzeugern Einspeisevergütungen. Dadurch kam die Diskussion um das Für und Wider der Wasserkraft erneut in Gang. Ähnliches gilt für die Diskussion um den Gütertransport auf Schiffen und den Ausbau der Bundeswasserstraßen (vgl. Donnauausbau zwischen Straubing und Vilshofen).

Ein weiterer bedeutender Aspekt war die starke Erhöhung des Flächenbedarfs für Siedlungen und ihre Infrastruktureinrichtungen seit den 1950er Jahren. Daraus ergeben sich veränderte Nutzungsansprüche und ein Nutzungsdruck, mit denen Renaturierungsmaßnahmen an unseren Fließgewässern und in unseren heutigen Auen umgehen müssen.

Dieses hat neue und sich teils überschneidende Handlungsfelder für Wasserwirtschaft und Naturschutz zur Folge. Die WRRL, deren Umsetzung im deutschen Wasserhaushaltsgesetz geregelt ist, gibt der Wasserwirtschaft einen relativ großen Planungsspielraum, während der Naturschutz aufgrund der Gesetzgebung engere Vorgaben hat (KRAIER 2014). Aus Sicht beider Akteure sind natürliche Flusslandschaften dynamisch. Aber solche Landschaften lassen sich im Grunde nur mit dem Ansatz des Prozessschutzes dauerhaft erhalten. Hier sind integrative Konzepte und auch ein solches Denken gefragt. Erfolgreiche Beispiele gibt es in dieser Hinsicht inzwischen einige. Auch die in diesem Band vorgestellte Untersuchung soll Anregungen geben und helfen Konflikte zu lösen.

Die größte Herausforderung stellt nach wie vor die Dynamik dar, die für eine naturnahe Aue unverzichtbar ist. Marginal ist dabei der Fakt, dass diese Dynamik eine gewisse landschaftliche „Unordnung“ hervorruft, die nach den Flussbegradigungen etc. früherer Jahrzehnte (s.o.) von der Bevölkerung teilweise noch nicht verstanden wird. Deutlich schwerwiegender ist das Problem, dass unsere Kulturlandschaft, die Siedlungen in der Aue und auch die Wasserkraft, die mit Laufkraftwerken in Staustufen Strom erzeugt, eine solche Dynamik gar nicht mehr zulassen.

Die Auen waren früher die Retentionsräume, in denen sich das Hochwassergeschehen abspielte. Diese Funktion einer natürlichen Aue ist heute vielerorts nicht mehr gegeben (BRUNOTTE et al. 2009). Im ursprünglichen Zustand wird die Auenmorphologie bei jedem Hochwasserereignis verändert, ganz gleich um welchen Auentyp es sich handelt. Das damit verbundene „landschaftliche Ungleichgewicht“, dieser häufig wiederkehrende Wechsel zwischen Überflutung und Trockenfallen, stellt einen der bedeutendsten ökologischen Standortfaktoren in der Aue dar. Durch den Einfluss der unterschiedlichen Wassermengen und Stömungsgeschwindigkeiten im Hauptgewässer und in den Auengewässern werden viele Prozesse ausgelöst, deren Bedeutung heutzutage hinlänglich bekannt ist (SCHOLZ et al. 2012).

Sie sind das nicht ersetzbare Initial für Ansiedlung und Fortbestand einer an diesen Lebensraum angepassten Fauna und Flora. Aber wie generiert man solche Prozesse neu, in einer Umgebung, die das an sich nicht mehr toleriert, weil sie selbst geschützt werden muss, wie unsere Siedlungen und die Kulturlandschaft (häufig mit neu etablierten Arten, die inzwischen selbst unter Schutz stehen)? Auch wasserbauliche Einrichtungen, wie z.B. Staustufen, gehören dazu, zu denen ein oft jahrzehntelanges Wasserrecht existiert und die mit Dynamik überhaupt nicht zu vereinbaren sind.

Angesichts dieser Fragen steht die Umsetzung von WRRL, FFH und NBS vor einer großen gemeinsamen Herausforderung. Manche Dinge lassen sich aus einem Blickwinkel relativ leicht lösen, kommen dann aber andere Aspekte hinzu oder sind rechtliche und gesellschaftliche Fragen berührt, erweist sich die Umsetzung als schwierig. Das in diesem Band vorgestellte Projekt zur Auendynamisierung mit angeschlossenem Monitoring ist dafür ein sehr gutes Beispiel.

Eines der größten zusammenhängenden Auenwaldgebiete Deutschlands an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt soll dynamisiert werden, um den Zustand der FFH-geschützten Lebensraumtypen zu verbessern. Die Veränderung dieser Lebensraumtypen und der Rückgang der daran gebundenen Arten begann mit den Begradigungen und Eindeichungen Mitte des 19. Jh. Deutlich verschärft wurde dieser Prozess aber in den 1960/70er Jahren durch den Bau der Donau-Staustufen Bergheim und Ingolstadt, die unmittelbar westlich und östlich des Gebiets liegen (MARGRAF 2004, CYFFKA et al. 2008) und mit ihren begleitenden Dämmen die Aue von einer regelmäßigen jährlichen Überflutung abschneiden. So entwickelte sich aus einer ehemals dynamischen Aue mit Haupt- und Nebengewässern (Abbildung 1-1) eine statische Flusslandschaft ohne Nebenarme. Als Retentionsraum für Hochwasser dient die Aue heutzutage nur noch in mehrjährigen Abständen bei größeren Hochwasserereignissen.

Diese statische Flusslandschaft soll dynamisiert werden, indem wieder mehr Wasser in den Auenwald geleitet wird, auch und besonders außerhalb der größeren Hochwasser. Die Donau führt dafür Wasser genug, allerdings sind die Rechte daran vergeben.

Zudem ist das Flussbett durch die Begradigungen stark eingetieft. Wasser für eine Dynamisierung steht also nur unter bestimmten Bedingungen zur Verfügung und muss zudem eine relativ hoch gelegene Aue durchfließen, und das in ausreichender Menge, mit der notwendigen Dauer und Energie, um auentypische Prozesse in Gang zu setzen (Abbildung 1-2).

Hier setzt ein Projekt der bayerischen Wasserwirtschaft an, wie es in dieser Kombination und mit seiner technischen Ausstattung in Europa wohl einzigartig sein dürfte. Mit der „Dynamisierung der Donauauen“ sollen die oben genannten Probleme auf technische Art und Weise gelöst werden.

Der englische Begriff des „ecological engineering“ trifft dieses Vorhaben extrem gut. Dynamische Prozesse in einer statischen Umgebung bedürfen einer Steuerung, weil ungesteuerte Prozesse in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft nicht mehr toleriert werden. Die gewünschte Dynamisierung der Wasserstände im Auenwald kann deshalb nur durch eine Steuerung der Wassermengen erreicht werden, die aus der staugeregelten Donau ausgeleitet werden.



Abb. 1-1: Kartenausschnitt der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt. Oben: Aus dem Jahr 1800, Zusammenschnitt aus dem Topographischen Atlas von Bayern, Masstab 1:50.000, Blatt Neuburg (1823), Blatt Ingolstadt (1819), (Quelle: CYFFKA 2009); unten: Aktuelle Topographische Karte 1:100.000, Ausschnitt aus dem Blatt 9. Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung. Beide Karten nicht im Maßstab.

Eine Dynamisierung der hydrologischen Prozesse ist die Grundlage jeder Auenrenaturierung (SCHOLZ et al. 2012). Dieses gilt sowohl für das Grundwasser als auch für die Oberflächengewässer. Dabei genügt es nicht, nur Wasser durch die Aue zu leiten. Dadurch werden zwar die laterale Konnektivität gefördert und im günstigsten Fall auch neue Habitate für die aquatische Fauna geschaffen. Neben der Konnektivität sind jedoch auch periodisch überflutete Flächen und wechselnde Grundwasserstände systemimmanent und sollten bei der Auenrenaturierung zwingend berücksichtigt werden. Die Lebewesen der Auen sind in der Lage sowohl ganz viel als auch ganz wenig – vielleicht für kurze Zeit auch gar kein – Wasser zu vertragen. Durch all diese Elemente erlangen Auen ihre standörtliche Sonderstellung und darauf beruht die auentypische Biodiversität. Es darf nicht einseitig gedacht – das Ökosystem Aue muss als Ganzes gesehen werden!

Soll eine Auendynamisierung erfolgreich sein, ist es wichtig, dass sich sowohl der Hauptstrom als auch die (neuen) Nebengewässer selbstständig und dauerhaft dynamisch entwickeln und auch die Grundwasserstände wieder einer natürlichen Schwankung unterliegen. Ein ehrgeiziges Ziel in einer Kulturlandschaft!



Abb. 1-2: Maßgebliche Komponenten und Prozesse einer auentypischen Dynamik (Quelle: FISCHER & CYFFKA 2013a).

Soll eine Auendynamisierung erfolgreich sein, ist es wichtig, dass sich sowohl der Hauptstrom als auch die (neuen) Nebengewässer selbstständig und dauerhaft dynamisch entwickeln und auch die Grundwasserstände wieder einer natürlichen Schwankung unterliegen. Ein ehrgeiziges Ziel in einer Kulturlandschaft!

Bestandteil einer Auenrenaturierung ist im günstigen Fall auch ein Monitoring zur Erfolgskontrolle. Hier können Fragestellungen unterschiedlicher Art behandelt werden, etwa wie sich gesteuerte dynamische Prozesse auf Lebensräume und Arten auswirken oder nach welchen Eingangsparametern die Steuerung erfolgen muss. Dies ist eine kleine Auswahl der Fragen, die in dem vorliegenden Band beantwortet werden sollen. Das Bundesamt für Naturschutz hat das Monitoring und auch einen Teil der Baumaßnahmen mit Mitteln des Bundesumweltministeriums in einem Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben gefördert. Besonders von dem Begleitvorhaben „Monitoring auen-

ökologischer Prozesse und Steuerung von Dynamisierungsmaßnahmen“, welches unter dem Akronym MONDAU (**M**onitoring **D**onau**a**uen) bekannt ist, wird in diesem Band berichtet. Das Vorhaben sollte über die sonst übliche Erfolgskontrolle hinaus vertiefte Erkenntnisse zu auenökologischen Prozessen, besonders in Hinblick auf deren Steuerungsmöglichkeiten in einer staugeregelten Umgebung bringen. Dabei waren mindestens die oben erwähnten Prozesse und Restriktionen zu beachten und gerade deswegen lag der Fokus auf dem Gewinn neuer, bundesweit verwertbarer Erkenntnisse, sowohl in Hinblick auf die Auendynamik als auch auf das wissenschaftliche Monitoring an sich.

2 Ausgangssituation im Projektgebiet

PETER FISCHER, MARION GELHAUS und BARBARA STAMMEL

2.1 Naturräumliche Lage

Das Projekt- und Untersuchungsgebiet mit einer Größe von 1.200 ha liegt an der baye-rischen Donau westlich von Ingolstadt in einem Höhenbereich von 360 m bis 383 m ü. NN bei einer mittleren Höhe von 372 m. Die Donau bildet hier die Grenze zwischen den naturräumlichen Großlandschaften Alpenvorland und Deutsches Mittelgebirge. Hier grenzt das Tertiäre Hügelland des Molassebeckens an die Ausläufer der Südlichen Frankenalb. Das Donautal wird hier als eigener fluvio-glazial-geprägter Naturraum abgegrenzt (BAYSTMLU 1999), zu dem auch das südlich an das Untersuchungs-gebiet angrenzende Donaumoos im Ingolstädter Becken gehört. Die Donauauen können dem Auentyp „gefällereiche Flussaunen der Voralpen, mit Sommerhochwässern, Kies-/Schotter-geprägt“ zugeordnet werden (KOENZEN 2005).

2.2 Flusslaufverlagerung, Quartär-Geologie und Geomorphologie

Die Donau veränderte in der betrachteten Region im Laufe der Erdgeschichte mehr-mals ihr Bett großräumig. Nach der ersten Laufverlagerung der Donau gegen Ende des Pleistozäns vom heutigen Altmühltal über das Schuttertal in das Ingolstädter Becken, wo sich die Ingolstädter Hochterrasse ausbildete, wechselte die Urdonau ihr Flussbett während der Würmeiszeit erneut (Abbildung 2-1). In ihrem neuen Tal, das sie seit ca. 70.000 Jahren benutzt, schüttete sie weitere Terrassenschotter auf (JERZ & PETERS 2002, FIEBIG & PREUSSER 2003).

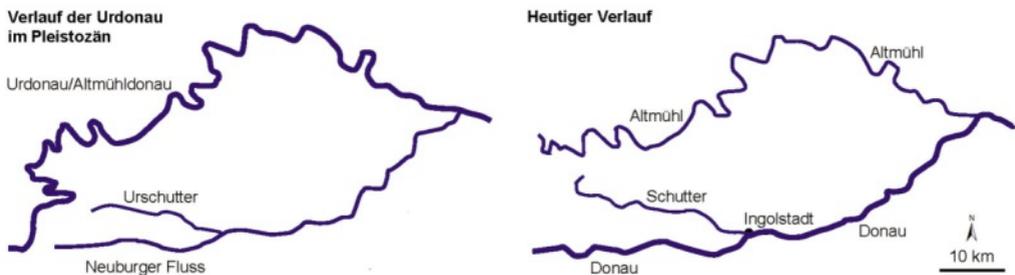


Abb. 2-1: Laufverlagerung der Donau vom Altmühltal (dem ehemaligen Urdonautal) in ihr heutiges Flussbett.

Auf diesen Schotterkörpern wurden in mehreren Phasen durch sich verlagernde Fluss-arme und Hochwasserereignisse später Auenlehme abgelagert (KLEINSCHNITZ & KROEMER 2003). Unter den Flussschottersedimenten (Sande und Kiese) sind miozäne Feinsedimentablagerungen der Süßwassermolasse zu finden. Der geologische Untergrund wird von dem nach Süden abtauchenden Jura und den Keupersandsteinen gebil-

det (KLEINSCHNITZ & KROEMER 2003). Erst bei etwa 300 m unter NN ist bei Ingolstadt das alte kristalline Grundgebirge anzutreffen.

Die jüngeren und jüngsten Auenablagerungen sind von den Hoch- und Niederterrassen und den älteren bis mittleren Postglazialterrassen durch mehrere Terrassenstufen abgesetzt (Abbildung 2-2). Der Übergang zu einem postglazialen Abflussregime mit lateraler Sedimentumlagerung führte in den leicht ausräumbaren Sedimenten durch die mäandrierende Donau zu den noch heute erkennbaren holozänen Terrassen (JERZ 1993, SCHELLMANN 1994, KLEINSCHNITZ & KROEMER 2003). Die jungholozänen Auenlehme aus schluffig-feinsandigen zum Teil kiesig-sandigen Flussablagerungen der jüngeren Auenterrassen lassen sich weiter untergliedern. Fünf der sechs Auenterrassen sind im Subatlantikum, also in den letzten 2500 Jahren entstanden. (SCHELLMANN 1994, KLEINSCHNITZ & KROEMER 2003, ARAUNER 2008)

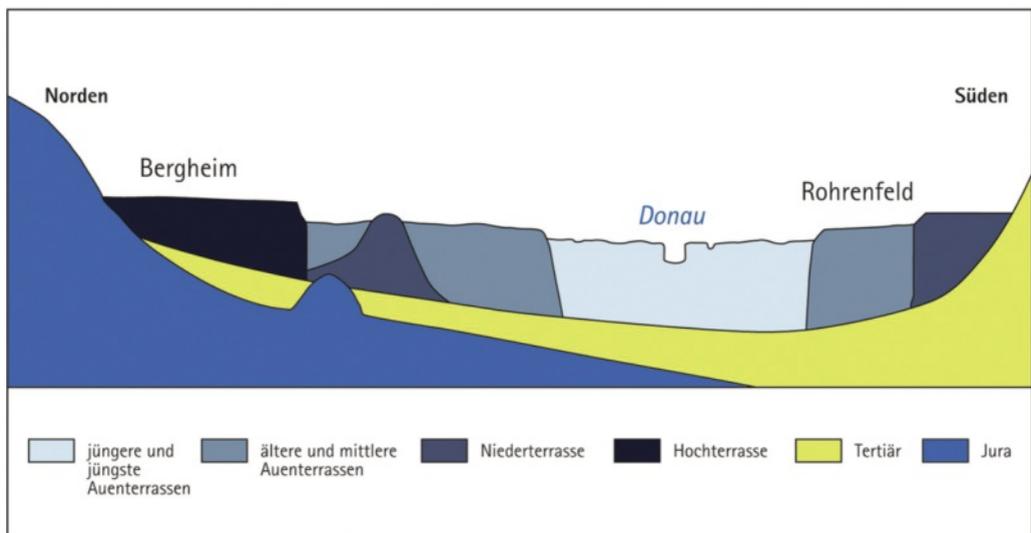


Abb. 2-2: Schematische Darstellung der Auenterrassen im Untersuchungsgebiet (verändert nach FREYTAG-LORINGHOVEN 2000).

Das Projektgebiet liegt hauptsächlich im Bereich dieser jüngeren und jüngsten Auenablagerungen (GLA 2003). Die fluviale Dynamik der frei fließenden Donau ließ ein ausgeprägtes Auenrelief und eine Vielzahl an Geländeformen entstehen. Die deutlichsten, auch heute noch gut im Gelände sichtbaren Formen entstanden durch abgeschnittene Mäander, deren Uferböschungen markante Geländeformen bilden.

Die Geschiebeführung der Donau wurde stark von den alpinen Nebenflüssen Iller und Lech geprägt (BSLU 1985); insbesondere der Lech war im ungestauten Zustand sehr geschiebereich. Nach dem Ausbau und dem Errichten der zahlreichen Staustufen im Lechtal wurde der Geschiebeeintrag aus dem Lech in die Donau unterbunden (DISTER et al. 1997). Bereits die seit dem Mittelalter vorgenommenen Laufkorrekturen der Donau, vor allem aber die Begradigungen ab 1825 (BAUER 1965), veränderten die Mor-

phologie und die Auendynamik stark. Nach der korsettähnlichen Befestigung des Ufers mit Steinen erhöhte sich die Fließgeschwindigkeit und die Tiefenerosion nahm zu. Diese Tiefenerosion sollte Ende der 1960er Jahre mit dem Bau von vier Staustufen von der Lechmündung bis nach Ingolstadt (Staufstufen Bertoldsheim, Bittenbrunn und im Projektgebiet Bergheim und Ingolstadt) gestoppt werden (RMD 1967). Durch den Bau dieser Staustufen wird nun aber der Geschiebetransport stark eingeschränkt. Lediglich bei größeren Hochwassern ist im Projektgebiet noch mit einem gewissen Geschiebetransport und einer deutlich erhöhten Schwebstofffracht über die Staustufen hinweg zu rechnen (RMD 1967).

Auch heute noch bestimmt das durch die Flussgeschichte entstandene Kleinrelief mit Flutrinnen, Geländeerhebungen und Mulden die Fließwege des Wassers innerhalb der Aue bei Hochwasser. Die fluviale Morphodynamik der rezenten Flussaue ist allerdings auf kleine lokale Uferanrisse am Hauptfluss beschränkt, die sofort wieder ausgebessert werden (Abbildung 2-3, links). Nur noch sehr selten werden durch stärkere Hochwasserereignisse, zuletzt beispielsweise im Jahr 2005, größere Erosionsbereiche wie am „Wetterloch“ auch in der Aue geschaffen (Abbildung 2-3, rechts).



Abb. 2-3: Links: Ausbesserung von lokalen Uferanrissen an der Donau nach Hochwasser (Foto: Peter Fischer). Rechts: Durch das Hochwasser 2005 entstandener Erosionsbereich, das sog. „Wetterloch“ (Foto: Aueninstitut Neuburg).

2.3 Böden

Die Auensedimente des Untersuchungsgebiets auf den jüngeren holozänen Terrassen sind bisher kaum verwittert (FREYTAG-LOHRINGHOVEN 2000). Die Bodenbildung befindet sich noch im Initialstadium. Im Projektgebiet sind Kalkpaternia und Rambla vorherrschend (STIMM 2008). Es handelt sich hier um junge Böden mit einem relativ hohen Carbonatgehalt. Unterbrochen sind diese Kalkauböden von trockenen Kiesinseln („Brennen“), mit sehr gering mächtiger Feinmaterialauflage.

Die folgenden Auswertungen beziehen sich auf die bodenkundliche Erhebung des Projektgebietes von FREYTAG-LORINGHOVEN (2000): 87,9% sind Auenlehme zzgl. 0,1% Auenlehme mit humosen Anteilen, 10,8% der Flächen werden von Kiesen eingenommen und 1,2% von Sanden.

Die Verteilung der Bodenarten ist abhängig von dem ehemaligen Verlauf der Flussmäander der Donau und der mitgeführten Sedimentfracht. Die Auenlehme sind aus Feinsedimenten entstanden, die sich großflächig aufgrund geringer Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser ablagerten. Sandablagerungen kommen überwiegend in Bereichen mit ehemals höherer Fließgeschwindigkeit z.B. entlang alter Uferwälle vor. Die kiesdominierten Böden sind ehemalige Kiesbänke und Flussinseln, die durch Schotterablagerungen während der Laufverlegungen innerhalb der letzten Eiszeit entstanden sind.

Die Wasserversorgung der Böden ist sowohl abhängig von der Bodenart, dem Grundwasserflurabstand als auch von der Bodenmächtigkeit. Die kiesdominierten Böden der Brennen sind am trockensten, während der kapillare Aufstieg in Auenlehmböden besser ist. Die Bodenmächtigkeiten der feinkörnigen Sedimente (Auenlehme) über dem Schotter sind wie folgt verteilt. Den größten Anteil mit 73% haben die für die Donau-typischen tief- und sehr tiefgründigen Böden mit einer Tiefe von 0,7 m bis 3 m. Die restlichen 27% sind flach- und mittelgründige von 0 m bis zu etwa 0,7 m tiefe Böden (FREYTAG-LORINGHOVEN 2000). Die tiefgründigsten Bereiche sind die ehemaligen mittlerweile völlig verlandeten Seitenarme der Donau, die bei Hochwasser überschwemmt werden. Die flachgründigen Bereiche entsprechen weitestgehend den Kiesböden.

Nach FREYTAG-LORINGHOVEN (2000) nehmen gut wasserversorgte Böden (speicherfrisch, grundfrisch und grundfeucht), gemessen an ihrem Wassergehalt, mit 55,2% den größten Anteil der Böden im Projektgebiet ein. 22,5% der Böden haben eine mittlere Wasserversorgung, 19,1% sind relativ trocken (von sehr trocken bis mäßig frisch) und nur 3,3% sind besonders feuchte und nasse Böden.

2.4 Klima

Der Donaoraum bei Neuburg besitzt eine gemäßigt subkontinentale Klimatönung. Die mittlere Jahrestemperatur (1990-2012) der dem Untersuchungsgebiet nächst gelegenen Klimastation Karlshuld liegt bei 8,8°C (LFL 2014). Die niedrigsten Monatsmittel mit -0,6°C treten im Januar auf, die höchsten Monatsmittel mit 18,2°C werden im Juli erreicht (1990-2012). Die durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen liegen bei 689 mm. Im Mittel gibt es 239 Vegetationstage (Tage, an denen der Tagesmittelwert der Temperatur über 5°C liegt) pro Jahr mit durchschnittlich 1.447 Sonnenstunden. Das Maximum der Niederschläge ist im Sommerhalbjahr, im Herbst und Winter tritt vermehrt Nebel auf. Die Ingolstädter Donauniederung gehört zu den wärmsten und trockensten Gebieten Südbayerns.

2.5 Hydrologie

Donau

Die Donau, ein Gewässer 1. Ordnung (BAYWG Art. 2 2010), hat im Projektgebiet ein noch relativ kleines Einzugsgebiet von 20.001 km² (bezogen auf den Pegel Ingolstadt Luitpoldstraße) (LFU 2005) und ist nicht für die Schifffahrt freigegeben. Der Abfluss der Donau ist stark von den alpinen Zuflüssen Iller und Lech geprägt. Im Frühsommer treten aufgrund der Schneeschmelze in den Alpen vermehrt Hochwasser auf, Niedrigwasserzeiten sind im Spätherbst und Frühwinter zu erwarten (Tabelle 2-1 und Abbildung 2-4).

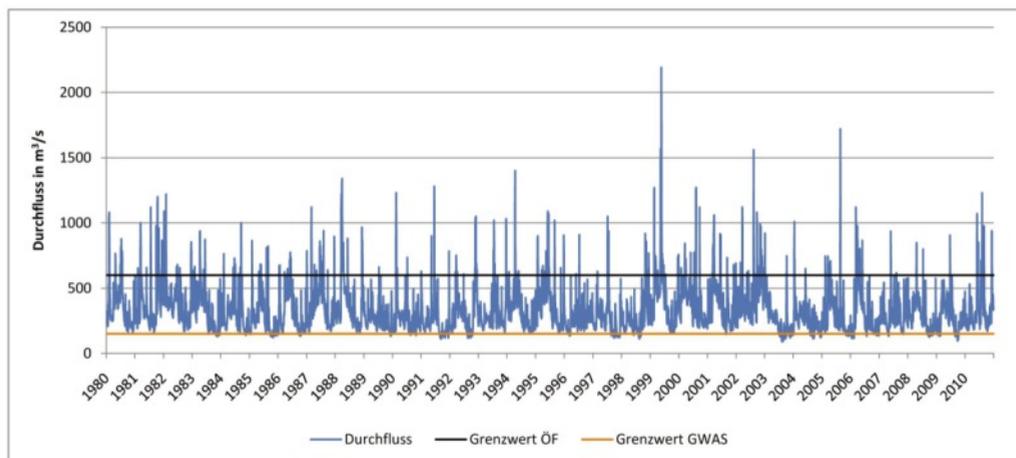


Abb. 2-4: Durchfluss Q in m³/s am Pegel Ingolstadt von 1980 bis 2010 (Tagesmittelwerte, Daten WWA-Ingolstadt). Die beiden Linien markieren die Grenzwerte für die Dynamisierungsmaßnahmen Ökologische Flutung (ÖF) und Grundwasserabsenkung (GWAS), die in Kapitel 3 näher beschrieben werden.

Der Bau der Staustufen Bergheim und Ingolstadt hatte aber immense Auswirkungen auf Überflutungshäufigkeit, Grundwasserschwankung und Geschiebetransport (Tabelle 2-1). Seitdem erreichten nur noch Hochwasser mit einem Abfluss von ca. 1.250 m³/s oder höher (zuletzt 1999, 2002, 2005 und 2013) die Aue des Projektgebiets über ein Überlaufwehr (siehe Kapitel 3, Abbildung 3-4) im Oberwasser der Staustufe Bergheim.

Weitere Oberflächengewässer

Im Untersuchungsgebiet befinden sich neben der Donau noch zwei weitere kleinere Fließgewässer von Bedeutung:

- Längenmühlbach: entspringt am Nordwestrand des Donaumooses und mündet unterhalb der Staustufe Bergheim in die Donau, er wurde nach dem Bau der Staustufe Bergheim als Entwässerungsgraben genutzt.

- Zeller Kanal: hat seinen Ursprung im Donaumoos und mündete vor der Dynamisierung in die Donau. Seit der Eröffnung des Umgebungsgewässers mündet er in den OHB. Die Wasserführung ist stark von Niederschlägen abhängig und periodisch (Austrocknung im Sommer).

Der größte Altarm (ehemalige Flussschlinge) im Projektgebiet ist die „Alte Donau“ (siehe Faltkarte im Einband). Sie befindet sich nördlich von Weichering und war vor dem Dynamisierungsprojekt durch eine Rückschlagklappe weitgehend von der Donau abgekoppelt. Wasser konnte nur einseitig in Fließrichtung des Zellerkanals in die Donau fließen. Weiterhin befinden sich im Projektgebiet zahlreiche permanent oder temporär wasserführende Tümpel und Flutrinnsysteme, die vor allem bei Hochwasserereignissen durch Oberflächenwasser überflutet und/oder durch ansteigendes Grundwasser aufgefüllt werden (MARGRAF 2004).

Daneben gibt es im Untersuchungsgebiet mehrere großflächige Stillgewässer (Albenschüttweiher, Großer und Kleiner Schlossweiher), die anthropogen durch Kiesabbau entstanden sind. Alle drei Weiher sind grundwassergespeist.

Tab. 2-1: Hydrologische Daten und Veränderungen durch menschliche Aktivitäten seit 1825 im Einzugsgebiet der Donau bis zum Pegel Ingolstadt (Quellen: FINSTERER 1996, SCHLEGEL 2000, LFU 2005).

Hydrologische Daten 1947-2005	
Einzugsgebiet	20.001 km ²
Niedrigster Durchfluss (NQ)	62 m ³ /s
Mittlerer niedrigster Durchfluss (MNQ)	128 m ³ /s
Mittlerer Durchfluss (MQ)	310 m ³ /s
Mittlerer höchster Durchfluss (MHQ)	1.100 m ³ /s
Höchster Durchfluss (HQ)	2.270 m ³ /s
Veränderungen durch die Begradigung (1825-1870)	
Laufverkürzung	17% des ursprünglichen Laufs
Erhöhung der Fließgeschwindigkeit	Eintiefung
Eintiefung	173 cm bis zum Jahr 1969
Veränderungen durch zwei Staustufen (1970)	
Verringerung der Fließgeschwindigkeit	
Unterbrechung der Durchgängigkeit	
Mittlerer Grundwasserstand	Oberwasser Staustufe: Anstieg ≤ 0,75 m Unterhalb Staustufe: Absenkung ≤ 0,25 m
Grundwasserschwankung	Reduktion von mehreren Metern auf 0,5 m
Flutung der Aue über Überlaufwehr	Bei Donauabfluss > 1.250 m ³ /s
Geschiebetransport	heute nur noch Feinsediment, früher auch alpine Schotter

Grundwasser

Der Grundwasserleiter im Projektgebiet wird aus quartären Sedimenten gebildet (BÜTTNER et al. 2003). Die Mächtigkeit dieses Aquifers schwankt zwischen 5 m und 10 m. Die nicht-grundwasserleitenden Schichten (Aquiklude) darunter bestehen aus tonig-mergeligen tertiären Ablagerungen und besitzen eine Mächtigkeit von ca. 50 m bis 80 m.

Als Folge der Begradigung lagen die mittleren Grundwasserstände vor dem Staustufenbau deutlich unter dem Geländeniveau. Durch den Bau der Staustufen stieg das Grundwasser im Bereich des Oberwassers beider Staustufen an, wohingegen der Grundwasserspiegel im Bereich des Unterwassers der Staustufe Bergheim sank. Die bis 1968 üblichen Grundwasserschwankungen von mehreren Metern (Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6) wurden durch den Staustufenbau auf etwa einen halben Meter reduziert (SCHLEGEL 2000). Der Staustufenbau führte größtenteils zu einer trockeneren Donauau, tiefgelegene Standorte im Rückstaubereich der Staustufen wurden aber teilweise dauerfeucht. Die Fließrichtung des Grundwassers war vor Staustufenbau fast rechtwinklig zur Donau, seit dem fließt es dagegen eher parallel (HERRMANN 2004). Im überwiegenden Teil des Projektgebiets ist eine freie Grundwasseroberfläche in den Talschottern ausgebildet. Diese ist weitgehend identisch mit den Wasserspiegellagen in den Oberflächengewässern.

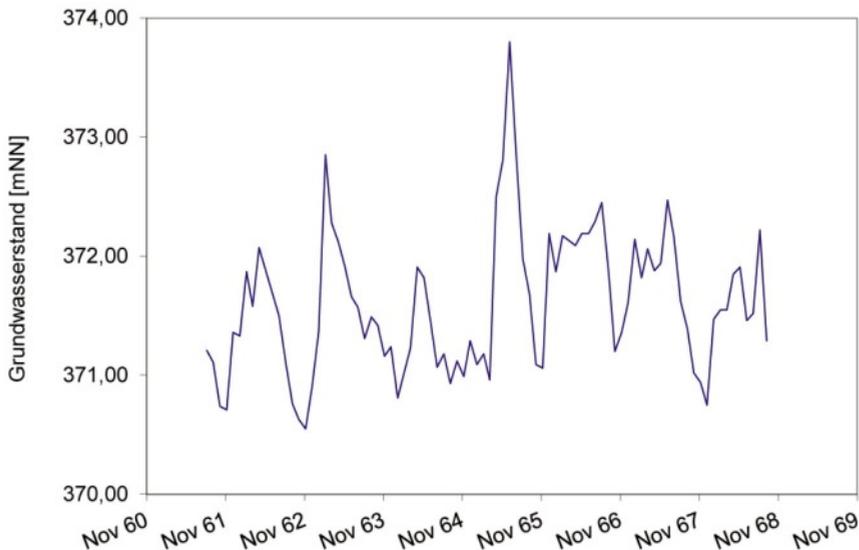


Abb. 2-5: Grundwasserschwankung im Bereich des Oberwassers der Staustufe Bergheim vor dem Staustufenbau von 1961 bis 1968 (Quelle: SCHLEGEL 2000). Der Pegel befindet sich linksseitig der Donau.

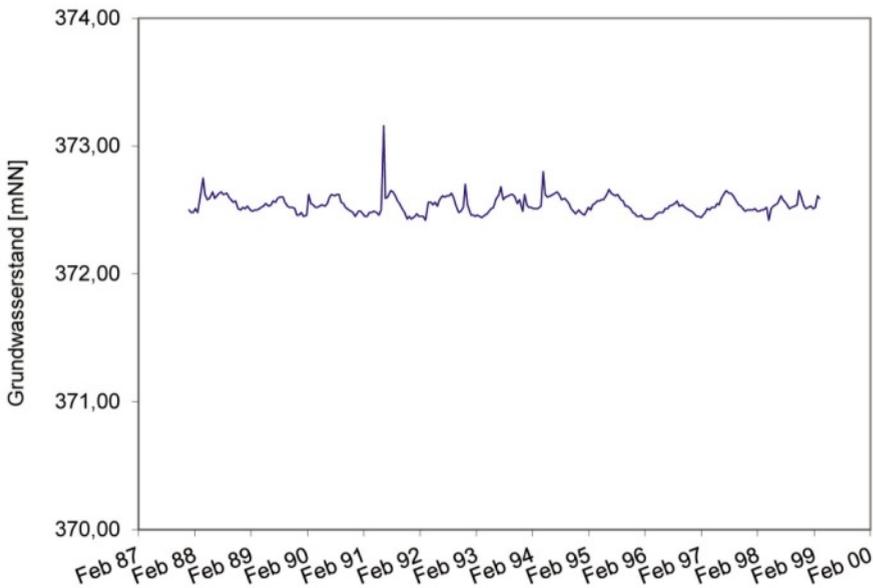


Abb. 2-6: Grundwasserschwankung im Bereich des Oberwassers der Staustufe Bergheim nach dem Staustufenbau von 1988 bis 1999 (Quelle: SCHLEGEL 2000). Der Pegel befindet sich linksseitig der Donau.

2.6 Vegetation

Der Wald im Untersuchungsgebiet blieb im Schutze der jahrhundertelangen Jagdtradition des Hauses Wittelsbach großflächig erhalten und damit auch weitgehend das Auenrelief mit einer Vielzahl unterschiedlicher Standorte von sehr nass bis sehr trocken. Durch den Staustufenbau und die ausbleibenden Überschwemmungen veränderte sich die Vegetation maßgeblich. Die Artenzusammensetzung entwickelte sich, je nach Standort, hin zu der eines Landwaldes oder zu dauerfeuchten Erlenbruchwäldern (MARGRAF 2004, LANG et al. 2011). Insbesondere die selteneren auentypischen Lebensräume, wie Weichholzaunen, zeigten eine schnelle Alterung bzw. eine fehlende Verjüngung. Wechselwasserzonen und Röhrichte verschwanden fast vollständig (MARGRAF 2004, CYFFKA et al. 2008). Dennoch wies die Vegetation vor Beginn der Dynamisierungsmaßnahmen zahlreiche unterschiedliche Lebensraumtypen von Wasserteppichen über Röhricht bis hin zu Hartholzaunen auf. Insgesamt wurden von MARGRAF (2004) 536 Pflanzenarten, darunter 80 Rote-Liste-Arten, im Auenwald zwischen Neuburg und Ingolstadt erfasst. Die größte Fläche nahm die Hartholzaue mit verschiedenen Ausprägungen eines Eichen-Ulmen-Eschen-Auwaldes ein (MARGRAF 2004). Auch wenn der Auenwald an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt flächenmäßig zu den größten noch erhaltenen Deutschlands zählt, so ist er dennoch bezüglich der Habitatvielfalt und -qualität weit entfernt von einer intakten Aue (DISTER et al. 1997, MARGRAF 2004).

2.7 Besitzverhältnisse und Schutzstatus

Etwa 90% des Projektgebiets befinden sich im Besitz des Wittelsbacher Ausgleichsfonds. Der Rest verteilt sich auf die Waldgenossenschaft Bergheim (westlich der Staatsstraße 2043), die Bayerischen Staatsforsten und einen kleinen Privatbesitz. Bei den überwiegenden Nutzungen im Projektgebiet handelt es sich um die Forstwirtschaft, die Jagd und die Angelfischerei an den Gewässern. Daneben werden die Brennen aus naturschutzfachlichen Gründen durch eine einschürige Pflegemahd gepflegt.

Die Donau ist im Besitz des Freistaates Bayern. Die Wasserkraftanlagen Bergheim und Ingolstadt werden von der E.ON Wasserkraft GmbH betrieben. Beide Anlagen können einen Donauabfluss von bis zu 550 m³/s nutzen. Die Unterhaltungspflicht der Gewässerstrecke der Donau obliegt der Rhein-Main-Donau AG, die Unterhaltungspflicht der baulichen Anlagen obliegt dem Freistaat Bayern. Die Fischereirechte der schon vor Beginn der Dynamisierungsmaßnahmen (Kapitel 3) bestehenden Gewässer teilen sich der Fischereiverein Neuburg e.V., der Kreisfischerverein Ingolstadt e.V., der Wittelsbacher Ausgleichsfonds (WAF) und mehrere Inhaber der Koppelfischerei (mehrere Personen teilen sich das Fischereirecht an einer Gewässerstrecke).

Das Projektgebiet ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen und daneben als FFH- und als SPA-Gebiet als Bestandteil des europäischen Biotop-Verbundsystems NATURA 2000 an die EU gemeldet (HERRMANN 2004). Im Untersuchungsgebiet liegen die Wasserschutzgebiete Weichering (Landkreis Neuburg-Schrobenhausen) und Buschletten (Stadt Ingolstadt). Die naturnahen Auenbereiche (ca. 90% des Projektgebiets) mit Wäldern, Gewässern, Röhrichtbereichen, Brennen, etc. sind als „Amtliche Biotope“ (§ 30 BNATSCHG und Art 23 BAYNATSCHG) eingestuft.

3 Dynamisierung der Donauauen

MARION GELHAUS und PETER FISCHER

3.1 Von der Idee bis zur Umsetzung – gemeinsam zum Erfolg

Bereits in den 1990er Jahren erkannte man die Gefährdung des noch großflächig vorhandenen Auenwaldes und seiner auentypischen Artenvielfalt: durch die starken anthropogenen Eingriffe in die Abflussdynamik der Donau (Begradigung, Eindeichung und Staustufenbau) und damit den Verlust der Konnektivität von Fluss und Aue (siehe Kapitel 2) fehlte der Aue das Wasser und die Wasserschwankungen, teilweise stand das Wasser sogar dauerhaft zu hoch an. Seit Mitte der 1990er Jahre gab es Ansätze und Überlegungen zur Verbesserung der Bedingungen für die Natur.

1995 startete das Life-Projekt „Auenkonzept/Lohenprogramm“ der Stadt Ingolstadt. Ziel war u.a. die Erhaltung und Wiederherstellung ehemaliger Altarme der Donau sowie der stadtangrenzenden Auenwälder. Zwei Jahre später wurde für das gesamte Projektgebiet eine Machbarkeitsstudie zur Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt vom WWF-Auen-Institut in Rastatt vorgelegt. Darauf folgend wurde eine institutionenübergreifende und interdisziplinär besetzte Projektgruppe mit Fachleuten aus den Bereichen des Naturschutzes, der Wasserwirtschaft und Vertretern der Stadt Ingolstadt, des Landkreises Neuburg-Schrobenhausen, der E.ON Wasserkraft GmbH und dem größten Grundstückseigentümer, dem Wittelsbacher Ausgleichsfonds (WAF), an der Regierung von Oberbayern gegründet, um das Dynamisierungsprojekt zur Umsetzungsreife zu entwickeln. 2005 konnte mit dem Wasserrechtsverfahren und dem Planfeststellungsbeschluss die Planungsphase für das Dynamisierungsprojekt abgeschlossen werden. Es setzt sich aus drei Einzelmaßnahmen (neuer Auenbach, Ökologische Flutungen, temporäre Grundwasserabsenkung, Kapitel 3.2) zusammen, mit dem Ziel die dynamischen Wasserverhältnisse, die vor Staustufenbau den Auenwald prägten, zu reaktivieren, die Durchgängigkeit für aquatische Lebewesen zu gewährleisten und die Quervernetzung der Donau mit ihrer Aue wieder herzustellen. Die Donauauen wieder in den Zustand vor der Regulierung im 19. Jahrhundert zu versetzen, wurde von der Projektgruppe als unrealistisch eingestuft (HERRMANN 2001).

Das Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt, als Vertreter des Freistaates Bayern, setzte dann zwei der drei geplanten Maßnahmenpakete von 2006 bis 2010 um. Die dritte Maßnahme, die das im Bereich des Oberwassers der Staustufe Ingolstadt permanent hoch anstehende Grundwasser in den trockenen Zeiten (typischer Weise im Herbst) absenken soll, um eine größere Grundwasserdynamik zu erreichen, wurde durch die „Arbeitsgemeinschaft Auenrenaturierung“ (Landkreis Neuburg-Schrobenhausen und Stadt Ingolstadt) umgesetzt. Gefördert wurde diese Maßnahme durch das Erprobungs- und Entwicklungs-Hauptvorhaben „Dynamisierung von Flussauen – Herstellung und Steuerung auenökologischer Prozesse“ vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) und dem

Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) von 2009 bis 2011.

3.2 Zusammenwirken der Dynamisierungsmaßnahmen im Auenwald zwischen Neuburg und Ingolstadt

Sechs Jahre nach Beendigung der Planungsphase durch den Planfeststellungsbeschluss waren 2011 sämtliche Umsetzungs- und Baumaßnahmen für die Dynamisierung, bestehend aus den drei Maßnahmenteilen Umgehungsbach (später auch als neuer Auenbach oder Ottheinrichbach bezeichnet), Ökologische Flutung und Grundwasserabsenkung, abgeschlossen. Vorgaben der FFH-Richtlinie und der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden berücksichtigt. Die Kombination der drei Maßnahmen (Abbildung 3-1) zielt darauf ab, eine fluviale Morphodynamik zu initiieren und die Schwankungen der Wasserstände (Grundwasser und Oberflächengewässer) und der Bodenfeuchte zu vergrößern, um dadurch autotypische Standortverhältnisse wiederherzustellen. Im Folgenden werden die drei baulichen Maßnahmen näher erläutert.

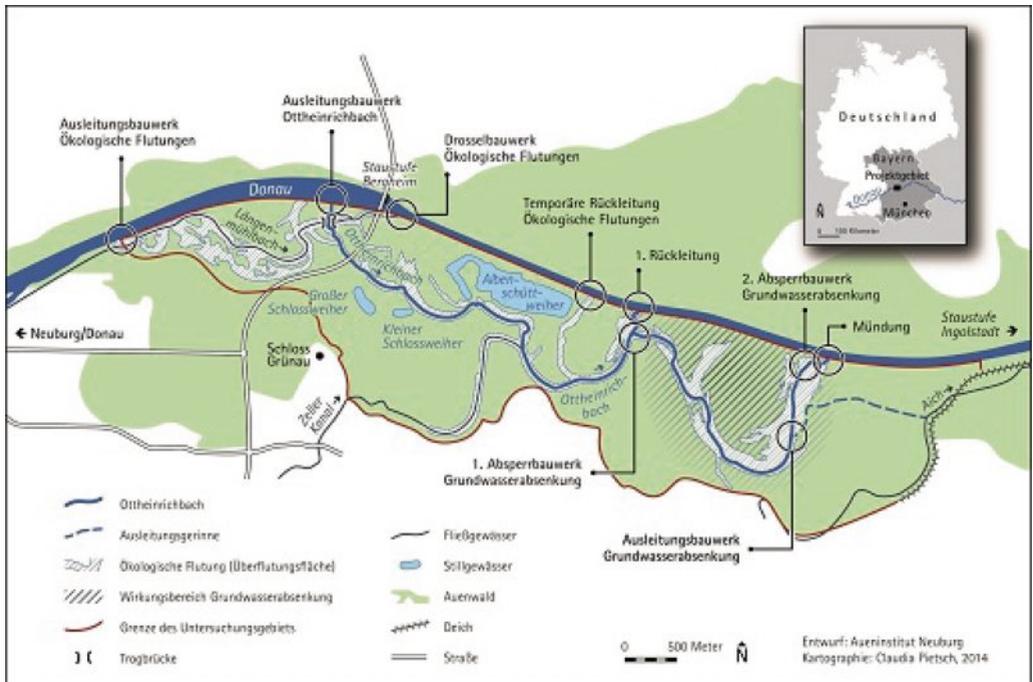


Abb. 3-1: Maßnahmen zur Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt.

3.2.1 Neuer Auenbach – Ottheinrichbach

Zur Verbesserung der Durchgängigkeit der Donau für aquatische Lebewesen, der Grundwasserdynamik und der Quervernetzung der Donau mit ihrer Aue wurde ein neuer Auenbach angelegt. Um die Verbindung zwischen der Donau und dem neuen

Auenbach herzustellen wurde im Oberwasser der Staustufe Bergheim ein Ausleitungsbauwerk (Abbildung 3-2) errichtet.



Abb. 3-2: Links: Ausleitungsbauwerk mit Tosbecken und Fischpass. Rechts: Ottheinrichbach mit kurzer Anbindung zum stark getrübbten Längenmühlbach und Trogbrücke. Im Hintergrund der Beckenpass nach der Trogbrücke (noch ohne Wasser) und die obere Flutmulde (Bereich hinter der freistehenden Baumgruppe), die bei Ökologischen Flutungen das Wasser in den Auenwald führen soll (Fotos: Peter Fischer).

Durch dieses Bauwerk wird der neue Auenbach, der Ottheinrichbach (OHB), ausgeleitet, der auch als Umgehungsgewässer für die Staustufe Bergheim dient. Der OHB hat eine Lauflänge von ca. 8 km und stellt einen neuen Fließgewässerlebensraum dar. Der Abfluss des Ottheinrichbaches ist regelbar und kann nach Planfeststellungsbeschluss zwischen 0,5 und 5 m³/s schwanken. Bis zum Sommer 2014 war der Abfluss des OHB auf 1,5 bis 5 m³/s begrenzt und variierte, abhängig vom Donauabfluss, in Schritten von 0,5 m³/s (Tabelle 3-1). Das Ausleitungsminimum von 1,5 m³/s wurde bei einem Donauabfluss von weniger als 200 m³/s umgesetzt. Das planfestgestellte Minimum von 0,5 m³/s wurde im Herbst 2014 nach Beendigung des Monitorings erprobt.

Der Ottheinrichbach legt von der Ausleitung bis zu seiner Mündung einen Höhenunterschied von ca. 5,0 m zurück (SCHLEGEL 2004). In das Ausleitungsbauwerk wurde ein Fischpass integriert. Bereits nach ca. 170 m wird ein kleiner Teil der Wassermenge (ca. 0,5 m³/s) über einen weiteren Fischpass zum Längenmühlbach abgeleitet, der nach 600 m ins Unterwasser der Staustufe Bergheim führt. So ist die Durchgängigkeit der Staustufe für aquatische Lebewesen immer und auf kurzem Weg gewährleistet.

Die restliche Wassermenge überquert mittels einer Trogbrücke den Längenmühlbach (Abbildung 3-2), damit das ausgeleitete Wasser in den Auenwald geführt werden kann, anstatt über den Längenmühlbach wieder in die Donau zurückzufließen (Abbildung 3-1).

Tab. 3-1: Steuerung der Wasserausleitung in die Aue in Abhängigkeit vom Donauabfluss am Pegel Neuburg (seit November 2012) OHB = Ottheinrichbach, ÖF = Ökologische Flutung; GWAS = Grundwasserabsenkung.

Donauabfluss in m ³ /s am Pegel Neuburg	Maßnahme	Ausleitungsmenge
< 200	Ausleitung OHB	1,5 m ³ /s
200-250; 250-300;...; 450-500	Ausleitung OHB	2,0; 2,5;...; 4,5 m ³ /s
> 500	Ausleitung OHB	5 m ³ /s
600-1.000	ÖF	Bis 25 m ³ /s (ÖF) + 5 m ³ /s (OHB)
< 150	Start GWAS	1,5 m ³ /s (OHB)
> 180	Ende GWAS	1,5 m ³ /s (OHB)

Der Ottheinrichbach kann aufgrund der hydrologischen Bedingungen vor den Baumaßnahmen, der Intensität der baulichen Tätigkeiten und der Auswirkungen der Dynamisierungsmaßnahmen in drei Abschnitte unterteilt werden (Abbildung 3-3).

- Im **ersten Abschnitt** war vor Maßnahmenbeginn kein Fließgewässer vorhanden. Hier wurden die meisten baulichen Maßnahmen vorgenommen. Von der Ausleitung bis zur „Radbrücke“ (Faltkarte im Einband) wurde ein komplett neues Gerinne mit Prall- und Gleithängen gestaltet und mit Kies, welcher bei den Baggerarbeiten freigelegt wurde, ausgekleidet. Zwischen „Radbrücke“ und „Wetterloch“ wurde eine schon vorhandene Flutrinne weiter ausgestaltet. In diesem Abschnitt wirken nur die Maßnahmen Ökologische Flutung und neues Umgehungsgewässer, die Grundwasserabsenkung hat hier keinen Einfluss.
- Im **zweiten Abschnitt** waren vor den Maßnahmen bereits temporäre Auentümpel und der Zeller Kanal vorhanden. Dieser Abschnitt war durch die jahreszeitlich bedingt schwankenden Wasserstände des Zeller Kanals geprägt, was zu periodischen Auengewässern führte. Hier wurde die Gewässersohle an einigen Stellen an die Geländehöhe angepasst und vereinzelt Faschinen zur Optimierung der Gewässerbreite eingesetzt. In diesem Bereich haben die Maßnahmen ÖF und OHB die stärkste Auswirkung.
- Der **dritte Abschnitt** umfasst den Bereich von der „Inselbrücke“ bis zur Mündung in die Donau. Ab hier fließt nur mehr etwa die halbe Wassermenge weiter, der andere Teil wird über die „1. Rückleitung“ in die Donau geleitet. Zunächst fließt der OHB durch ehemals periodische Gewässer, anschließend durch ein jetzt wiederangebundenes großes Altwasser, die „Alte Donau“ (ehemaliger Flussmäander; siehe Faltkarte im Einband). Hier besitzt der OHB den Charakter eines stehenden Gewässers mit größeren Gewässerbreiten, teilweise auch -tiefen. Im Bereich der Mündung wurde die vorhandene Rückschlagklappe entfernt und das Bachbett verbreitert. Im Mündungsbereich des Ottheinrichbaches wird dessen Strömungsverhalten durch