



Mitteleuropäische Fließgewässer und ihre Auen

Im Spannungsfeld von Wasserwirtschaft, Ökosystemdienstleistungen und Naturschutz

FORUM

BODEN – GEWÄSSER – ALTLASTEN

Beiträge Diskussionsforum Bodenwissenschaften

Heft 14

Osnabrück, Oktober 2014

Impressum

Forum Boden – Gewässer – Altlasten, Heft 14 (2014):

Mitteleuropäische Fließgewässer und ihre Auen
Im Spannungsfeld von Wasserwirtschaft, Ökosystemdienstleistungen und Naturschutz

Herausgeber:
Fakultät Agrarwissenschaften & Landschaftsarchitektur
Hochschule Osnabrück
Am Krümpel 31
49090 Osnabrück

Institut für Geographie
Universität Osnabrück
Seminarstraße 19 a/b
49074 Osnabrück

Redaktion und Layout:
Prof. Dr. Helmut Meuser (h.meuser@hs-osnabrueck.de)
Prof. Dr. Andreas Lechner (alechner@uos.de)
Julia Ludger

Für den Inhalt der Einzelbeiträge zeichnen sich die Autoren verantwortlich.

Vorwort

Flussauen, die zu den dynamischsten und komplexesten Ökosystemen überhaupt gehören, zeichnen sich im naturnahen oder wenig veränderten Zustand häufig auf engstem Raum durch ein vielfältiges Standortmosaik aus. Gleichzeitig erfüllen Auen im morphologisch wenig veränderten Zustand auch herausragende Funktionen im Landschaftswasserhaushalt, sind z.B. natürliche Retentionsräume für Hochwässer, und haben gleichzeitig eine enorme Bedeutung als Lebens- bzw. Rückzugsraum für unzählige stenöke Faunen- und Florenelemente. Jedoch unterliegen Fließgewässer und ihre Auen in Mitteleuropa bereits seit Jahrhunderten einem enormen Nutzungs- und Veränderungsdruck. Morphologisch wenig veränderte oder gar naturnahe Auen gibt es hier kaum noch.

Gerade die Flussauen wurden in Mitteleuropa bereits vor Jahrtausenden durch den Menschen besiedelt und intensiv genutzt, sei es zur Nahrungsmittelproduktion und Trinkwassergewinnung, um das Vieh zu tränken und die Felder zu bewässern oder um die Flüsse als Verkehrswege und die kinetische Energie des Wassers als Energiequelle zu nutzen. Für die Sicherstellung zahlreicher Nutzungsansprüche und -interessen wurden insbesondere seit dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts die meisten mittleren und größeren Flüsse technisch begradigt und ausgebaut, in ihrer Lauflänge verkürzt und durch Eindeichungen von ihren Auen entkoppelt. Viele dieser Maßnahmen führten zwar häufig zum in ihrer Zeit gewünschten Ergebnis, hatten und haben jedoch bis heute grundlegende, nicht nur ökologische Veränderungen zur Folge. So verursachten zahlreiche Hochwässer z.B. an den Flüssen Rhein, Oder, Donau und Elbe dramatische und auch langfristige Schäden sowie Zerstörungen von Infrastruktureinrichtungen, Gebäuden, landwirtschaftlichen Nutzflächen oder Wäldern.

Seit den 90er Jahren wird mit Hilfe zahlreicher Renaturierungsprogramme an vielen Flüssen versucht, einige dieser gewässerbaulichen Veränderungen wieder rückgängig zu machen bzw. in ihren Auswirkungen zumindest künftig abzumildern. Die bei solchen Vorhaben anvisierte Wiederherstellung ökosystemarer Funktionen bzw. Dienstleistungen von Fließgewässern und ihren Auen einschließlich naturschutzfachlicher Belange einerseits und zu wahrende wasserwirtschaftliche Interessen und Aufgaben andererseits birgt häufig ein nicht unerhebliches Konfliktpotential. Diese Spannungsfelder und auch deren Lösungsmöglichkeiten bilden den Hintergrund des diesjährigen Forums in Osnabrück.

Die Tagung ist gegliedert in drei Blöcke: Nach einem einleitenden Vortrag über die Ausprägung und Wirkungen sowie mögliche Ursachen einiger der sogenannten Jahrhundert- oder gar Jahrtausendfluten in den vergangenen Jahren, wird im 2. Teil ein Überblick gegeben zum morphologischen Fließgewässer- und Auenzustand in Deutschland und Flüsse und ihre Auen als gemeinsames Handlungsfeld von Wasserwirtschaft und Naturschutz vorgestellt. Der abschließende umfangreichste Block wird in mehreren Vorträgen verschiedene konkrete Renaturierungsprojekte an Flüssen in Deutschland vorstellen. Dabei werden zunächst Beispiele von Projekten an kleineren und mittleren Fließgewässern in urbanen Räumen und in stärker industriell geprägten Landschaften beleuchtet, bevor abschließend ein Einblick in Projekte an größeren Flüssen in Mitteleuropa gegeben wird.

Osnabrück im Oktober 2014

Prof. Dr. Andreas Lechner
Prof. Dr. Helmut Meuser

Anschriften der Referenten

Prof. Dr. Joachim Quast	ASWEX – Angewandte Wasserforschung Hausvogteiplatz 5 – 7 10117 Berlin quast@zalf.de
Uwe Koenzen	Planungsbüro Koenzen Wasser und Landschaft Schulstr. 37 40721 Hilden
Dr. Thomas Henschel	Bay. Landesamt für Umwelt Ref. 64 Gewässerentwicklung und Auen Bürgermeister-Ulrich-Str. 160 86179 Augsburg Thomas.Henschel@lfu.bayern.de
Christiane Balks-Lehmann	Stadt Osnabrück Fachbereich Umwelt Natruper-Tor-Wall 2 49076 Osnabrück Balks@osnabrueck.de
Dr. Carolin Seele	Institut für spezielle Botanik und Funktionelle Biodiversität Universität Leipzig Johannisallee 21 04103 Leipzig carolin.seele@uni-leipzig.de
Dominik Schröer	Ahlenberg Ingenieure GmbH Am Ossenbrink 40 58313 Herdecke schroeer@ahlenberg.de
André Schwab und Prof. Dr. Katrin Kiehl	Hochschule Osnabrück Oldenburger Landstr. 24 49090 Osnabrück k.kiehl@hs-osnabrueck.de
Prof. Dr. Emil Dister	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Geographie und Geoökologie Bereich WWF-Auen-Institut Josefstr. 1 76437 Rastatt emil.dister@kit.edu

Inhalt

Viele Jahrhundert-Hochwässer in wenigen Jahren: Ursachen, Ausprägung und Wirkungen. Technischer Hochwasserschutz vs. Auenrenaturierung?6 <i>Joachim Quast</i>	6
Begradigt, verkürzt, eingedeicht und von ihren Auen entkoppelt – aktueller morphologischer Zustand von größeren Flüssen (und ihren Auen) in Deutschland13 <i>Uwe Koenzen</i>	13
Wo vieles zusammenwächst – Gewässerauen als gemeinsames Handlungsfeld von Wasserwirtschaft und Naturschutz16 <i>Thomas Henschel</i>	16
Die Renaturierung der Hase in Osnabrück21 <i>Christiane Balks-Lehmann</i>	21
Der Leipziger Auwald. Zur Renaturierung urbaner Auwälder an Luppe, Pleiße und Weißer Elster inmitten einer Großstadt27 <i>Carolin Seele</i>	27
Auenrenaturierung an der Emscher: Natur- und Hochwasserschutz vs. Bodenschutz?31 <i>Dominik Schröer</i>	31
Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt – Einfluss hydrologischer und geomorphologischer Veränderungen auf die Wasser- und Ufervegetation36 <i>Andre Schwab & Kathrin Kiehl</i>	36
Konzept zur Renaturierung der ungarischen Donau-Auen41 <i>Emil Dister & Á. Berczik</i>	41

Viele Jahrhundert-Hochwässer in wenigen Jahren: Ursachen, Ausprägung und Wirkungen. Technischer Hochwasserschutz vs. Auenrenaturierung?

Joachim Quast, ASWEX - Angewandte Wasserforschung, Arbeitsstelle Müncheberg

1. Einleitung

Hydrologisch-wasserwirtschaftliche Problemstellungen in den Auen großer Flüsse mit Poldern und die Mitwirkung bei Praxisvorhaben des Polder- und Hochwasserrisikomanagements gehören seit fast fünfzig Jahren zu den Schwerpunkten der wissenschaftlichen Arbeit des Autors. Anfangs ging es um die Entwicklung von Modellen und Berechnungsverfahren für die Durch- und Unterströmung von Dämmen und Deichen zur Ermittlung der Drängewasserzuflüsse zu Flusspoldern bei Hochwasser und um Standsicherheitsbelange von Deichen (Müller et al., 1969). Es folgten Analysen zur regionalen Boden- und Grundwasserdynamik in Flusspoldern und zur Entwicklung von Konzepten zur Wasserregulierung in solchen Poldern (Quast, 1973, 1994). Im Wissenschaftlichen Beirat zum BMBF-Forschungsverbund „Elbeökologie“ ergaben sich in den 1990er Jahren vielfältige Bezüge zu Forschungsvorhaben für das Flussgebiet der Elbe. Seit dem Oderhochwasser 1997 und nachfolgenden Hochwässern an Elbe, Rhein und Donau wurden Analysen zu Hochwasserursachen und zur Hochwasserisikominderung ein Schwerpunkt. Rezente Arbeiten beschäftigten sich seit 2008 mit dem Einfluss von landwirtschaftlicher Landnutzung und sogenannten nichtstrukturellen Maßnahmen in Hochwasserbildungs- und in Überschwemmungsgebieten (Quast et al., 2010, 2011, 2012).

Erkenntnisse und Erfahrungen aus den langjährigen eigenen wissenschaftlichen Arbeiten werden im Folgenden in die Überlegungen zum gestellten Thema einbezogen.

2. Genese und hydrologische Funktion der Auen

Die Strukturen der großen Flussauen in Mitteleuropa sind zumeist durch Schmelzwasserabflüsse eiszeitlicher Gletscher am Ende der jeweiligen Kaltzeitstadien vorgeprägt worden (Abb. 1, Neef, 1970). Die sehr breiten und tiefen Urstromtäler füllten sich sukzessive mit Geschiebe, abgestuft in Geröll, Schotter, Kies und Sand. Mit dem Abschmelzen nachfolgender Eisrandlagen bildeten sich als Abflussbahnen die späteren Flussverläufe heraus. Bodenbildung und Vegetation in den eisfreien Einzugsgebieten sowie späterer Ackerbau verursachten nach Starkregen Erosion und die Verfrachtung von Feinbodenanteilen mit den Hochwasserabflüssen in die Überschwemmungszonen an den Mittel- und Unterläufen der Flüsse. Die Ton- und Schluffanteile der Erosionsfrachten sedimentierten dort und führten über lange Zeiträume zur Bildung mehr oder weniger mächtiger Auelehmdecken. In den Auen konnte sich typische Auenvegetation entwickeln. Die gröberen Anteile der Erosionsfrachten, wie z.B. Sande, sedimentierten in unmittelbarer Nähe der ausufernden Flussarme und bildeten die sogenannten Rähnen. Diese kleinen Dämme wurden bei nachfolgenden Hochwässern häufig durchbrochen, was zu Laufänderungen und zum Pendeln der Flussarme in der Aue führte.

Die regelmäßigen Überschwemmungen in den Auen waren und sind Voraussetzung für deren Feuchtgebietscharakter. Nach Rückgang des Hochwassers fallen die Auenböden trocken, bei ständigem Wasserüberschuss bilden sich Moorböden. Zu solchen Niedermoorbildungen kam es vor allem in den nicht mehr zu den Hauptabflussbahnen gehörenden Teilen früherer Urstromtäler wie z.B. dem Rhin-Havel-Luch und auch im Berliner Urstromtal.

Bei Hochwasser wirken die überschwemmten Auen gleichzeitig als Retentionsräume und



Abb. 1 Urstromtäler in Mitteleuropa (n. Neef, 1970)

auch als vergrößerter Abflussquerschnitt. Über die Minderungswirkung dieser Faktoren auf extreme Hochwasserabflüsse gibt es heute noch immer mehr Spekulationen als konkrete Belege. Die Forderung: „den Flüssen mehr Raum zu geben“ klingt gut, sagt aber wenig über mögliche Risikoreduzierungen bei länger andauernden Hochwässern, wie sie uns in den zurückliegenden Jahren zu schaffen machten. Auch ohne Deiche ist die Rückhaltekapazität gering, da die Wasserstände in der überschwemmten Aue synchron zu den Flusswasserspiegeln steigen und der potenzielle Rückhalteraum dann nur noch der Lamelle eines ggf. folgenden Abflussspiks entspricht. Der vergrößerte Abflussquerschnitt des ausgeferten Flusses wirkt sich in der überschwemmten Aue mit Vegetation/Auwald auch nur in einem relativ schmalen Bereich in Flussnähe auf die hydraulische Abflusskapazität aus (Quast et al., 2012).

Ohne Zweifel dürften die eiszeitlichen Schmelzwasserabflüsse, die die Urstromtäler ausschürften, vielfach größer gewesen sein als jüngste extreme Hochwasserereignisse.

3. Flusspolder als Hochwasserrisikopotenziale

Polder sind mit Deichen gegen Überschwemmungen durch ausufernde, Hochwasser führende Flüsse geschützte Auenbereiche. Zum Schutz von Siedlungen am Fluss und vor allem auch für die Erschließung der fruchtbaren Auenböden für eine hochwasserfreie Wiesen- und Ackernutzung begann man an den Mittelläufen von Flüssen in Deutschland und auch in Nachbarländern schon im 16. Jahrhundert Deiche zu bauen (Blackbourn, (2007).

Um einzelne Gebäude und kleine Siedlungen baute man Ringdeiche aus anstehenden Erdstoffen, die im akuten Gefahrenfall auch schon mal mit Mist verstärkt wurden. An den Höhenrand der Aue anschließende „Leitdeiche“ sollten den Fluss nach unterhalb auf einen bestimmten Stromstrich fixieren oder auf besondere Orte (z.B. die Festung Küstrin an der Oder) hinlenken. Flussbegleitend fortgeführt, blieben diese Deichlinien zunächst nach unterhalb offen, sodass es bei Hochwasser in der Aue Rückstau in der Höhe des am Deichende herrschenden Hochwasserstandes gab. Höher gelegene Flächen konnten schon überschwemmungsfrei genutzt werden (Quast, 2003). Führt man den flussbegleitenden Deich dann an geeigneter Stelle quer durch die Aue bis an deren Höhenrand erhielt man einen hochwasserfreien Polder. Damit hörte die Aue auf, eine natürliche Flussaue zu sein!

Durch seitliche Hangzuflüsse und durch „Drängewasser“ infolge Durch- und Unterströmung der Deiche blieben die Tieflagen der Polder dennoch, vor allem während der Hochwasserperioden im Hauptstrom, vernässt oder sogar überschwemmt. Das bedingte Binnenentwässerungssysteme (Gräben), die nach Hochwasserrückgang über ein Siel nach unterhalb Vorflut erhielten. Mit dem Einsatz von Schöpfwerken, die sich in Deutschland erst zum Ende des 19. Jahrhunderts durchgesetzt haben, wurden entscheidende neue Möglichkeiten der Poldernutzung erschlossen, insbesondere kam es zu einer Erweiterung der Ackernutzung.

Deichbau und die Errichtung von Poldern waren seit Mitte des 18. Jahrhunderts Schwerpunkte staatlicher Förderprogramme zur Erweiterung und Stärkung des Agrarsektors. Unter der Regentschaft Friedrich II. (ab 1740) wurde Preußen zum Schrittmacher bei der „Trockenlegung“, „Kultivierung“ und „Kolonisation“ großer Flussauen. Exemplarisch seien das Oderbruch (1747-1753) und das Warthe- Netze- Bruch (nach 1760) genannt, denen später ähnliche Erschließungen und Besiedlungen in der Weichselniederung (heute Polen) und im Memeldelta (heute Litauen und Russland) folgten.

In diesen mit angeworbenen Zuwanderern (Kolonisten) aus vielen europäischen Regionen besiedelten Poldern gab es für die neu geschaffenen Produktions- und Siedlungsstrukturen von Anfang an ein hohes Hochwasserrisiko. Besonders in den ersten 50 bis 100 Jahren dieser neuen Kulturlandschaften kam es immer wieder zu Deichbrüchen mit großflächigen Überschwemmungen der Polder.

Als Deichbaumaterial waren unmittelbar vor Ort gewonnene und wenig sortierte Erdstoffe zum Einsatz gekommen. Zudem mussten die Deichtrassen oft Altarme queren. Es kam zu unkontrollierten Setzungen und zur Durch- und Unterströmung der Deiche (Drängewasserströmung). Deichüberströmungen gab es selten.

Gebrochene Deiche wurden repariert, grundsätzlich blieben die Deichkonstruktionen aber bis zu den Havarien bei den jüngsten „Jahrhunderthochwässern“ unverändert (steile Böschungen, keine Deichfußentwässerung) (Quast, 2003).

Am Ende des 19. Jahrhunderts waren die Flussauen bereits in einem solchen Umfang durch Deiche und Polder ihrer natürlichen Auenstruktur verlustig gegangen, wie wir sie heute mit etwa 80 bis 85% der ursprünglichen Auenfläche angeben (BfN, 2007).

4. Ursachen und Auswirkungen extremer Hochwässer

An den mitteleuropäischen Flüssen hatte es seit jeher zwei jährliche Hochwasserperioden mit kritischen Abflüssen und Wasserständen gegeben: Frühjahrshochwässer nach der Schneeschmelze in den gebirgigen Einzugsgebietsteilen und Sommerhochwässer nach Starkniederschlägen in eben jenen Einzugsgebietsteilen.

Fast alle in der jüngeren Vergangenheit aufgetretenen Extrem- (Jahrhundert-) Hochwässer in Mitteleuropa waren solche Sommerhochwässer, verursacht durch Starkniederschläge mit Niederschlagssummen von mehreren hundert Millimetern

innerhalb weniger Tage. Diese hohen Niederschlagssummen wiederum waren Folge sogenannter Vb-Wetterlagen, bei denen vom Atlantik über das Mittelmeer kommende Zyklone von der warmen Wasseroberfläche des Mittelmeeres hohe Verdunstungsflüsse aufnehmen, die dann beim Auftreffen auf nördlich gelegene Mittelgebirge, teilweise auch schon über den Alpen, Starkniederschläge auslösen. Das inzwischen häufigere Auftreten solcher Vb-Wetterlagen lässt sich auch auf ansteigende Temperaturen der Meeresoberfläche zurückführen, was wiederum als Effekt des Klimawandels gedeutet werden kann. Solche maßgeblichen Änderungen der Randbedingungen des meteorologisch-hydrologischen Systems stellen heute auch die bisherigen statistischen Wertungen infrage (Jahrhundert-Hochwasser?!).

Seit den Extremhochwässern um die Jahrhundertwende (Oder 1997, Elbe 2002) wurde – vor allem in den Medien – häufig die These kolportiert, falsche Landnutzung, insbesondere ungeeignete landwirtschaftliche Praktiken würden zur Verstärkung der Hochwasserereignisse führen. In den Abflussbildungsgebieten werde die abflussmindernde Wirkung der Waldvegetation und der Versickerung nicht genutzt. In den Überschwemmungsgebieten der Flussauen am Mittellauf würden landwirtschaftliche Kulturen wie z.B. Mais den Abfluss bremsen Wasserstände bewirken. Es wird der Schluss suggeriert, veränderte Landnutzung könne Hochwasserrisiken maßgeblich mindern.

Diesen Thesen und Argumentationen ist von 2008-2010 in einem BMBF-Forschungsvorhaben mittels modellhafter Analysen systematisch nachgegangen worden (Quast et al., 2010, www.minhorlam.de).

Für eine Modellfläche gemäß Abb. 2 sind die Parameter Boden, Hangneigung, Vegetation, Niederschläge (nach Intensität, Dauer und Summen) variiert und die Abflussbildung/ Versickerung mittels ausgewiesener Modelle simuliert worden (Quast et al. 2012).

Die Ergebnisse dieser maßgeblich von A. Sbeschny durchgeführten Arbeiten zeigen, dass bei hochwasserrelevanten Starkniederschlägen die Anteile des versickernden Niederschlags gering sind. Ab Tagessummen des Niederschlags von mehr als 50 mm kommt praktisch die gesamte Niederschlagssumme oberflächlich zum Abfluss (Abb. 3). Die Abflussverzögerung durch die Vegetation ist vernachlässigbar. Nach meist weniger als hundert Metern erreicht der Abfluss das verästelte Grabensystem. Von da ab wirkt die für das jeweilige Abflusssystem charakteristische hydraulische Retardation.

Fazit: Bei mehrtägig andauernden extremen Starkniederschlägen wie sie ursächlich für die sogenannten Jahrhunderthochwässer der vergangenen zwei Dekaden waren, hat die Vegetation im Abflussbildungsgebiet keinen Einfluss auf die Ausprägung der Hochwasserspitzen. Einfluss hat die Vegetation im Abflussbildungsgebiet aber auf das Erosionsrisiko der Flächen und dabei sowohl auf den Erosionsbeginn als auch auf die Erosionsfrachten nach unterhalb.

Für die Abschätzung des Vegetationseinflusses auf die Ausprägung der Spitzenabflüsse und Höchstwasserstände in den überschwemmten Auen wurde eine vereinfachte Modellstruktur für einen Abflussquerschnitt in der Flussaue gewählt, für die stationäre Abflüsse bei Variation der Parameter Geometrie, Vegetation mit zugehörigen Rauigkeitsbeiwerten sowie der durchzuleitenden Spitzenabflüsse simuliert wurden (Abb. 4). Dieses „Lamellenmodell“ (Entwickler: H. Messal) erlaubte die verallgemeinernde Interpretation des Einflusses einzelner Faktoren, was bei den vielfachen Versuchen der Abflussmodellierung für reale Fluss-Auen-Abschnitte kaum möglich ist.

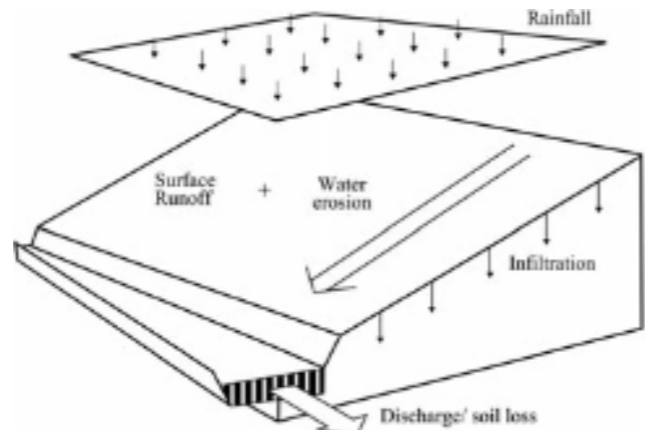


Abb. 2: Schematisierte Modelleinheit (Quast, 2010, 2011, 2012)

und höhere

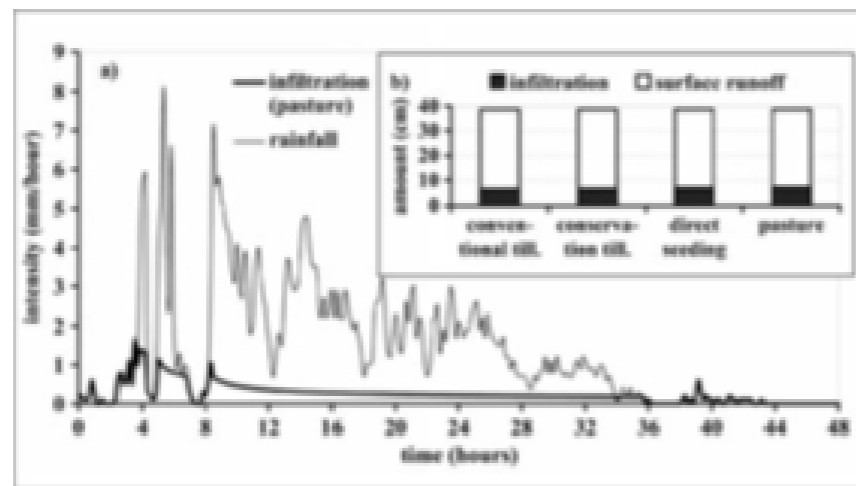


Abb. 3: Versickerung, Erzgebirge 2002

Die Ergebnisinterpretation zeigt (Abb. 5): Ackerkulturen in der Aue bzw. im Deichvorland wirken bei Überschwemmung nicht signifikant erhöhend auf die Spitzenwasserstände. Dies gilt mit Einschränkungen sogar für Mais, der aber in der Hochwasserrisikoperiode im Juni/Julii noch nicht seinen vollen Aufwuchs erreicht hat. Bei Buschvegetation und Auwald ist dagegen ein deutlicher Einfluss auf den Wasserspiegel bei Spitzenabflüssen gegeben. Aber auch bei diesem Bewuchs sind die Wasserspiegelerhöhungen gering, wenn der flussnahe Bereich (etwa 30 bis 50m) frei von Bewuchs gehalten wird. Die Vorlandbreite bei gedeichten Auen ist in ihrer hydraulischen Wirkung ähnlich einzuschätzen (Quast et al. 2010, 2011, 2012).

Die Kontamination von Vegetation und Böden in überschwemmten Auen bzw. Deichvorländern mit Schadstoffen ist von jeher von den Einträgen in den jeweiligen Einzugsgebieten bestimmt gewesen. Für die Elbe waren das bei den Hochwasserereignissen von 2002, aber auch noch 2006 vor allem Abschwemmungen von stillgelegten Industriebrachen und von Abraumhalden des früheren Bergbaus im Einzugsgebiet der Freiburger Mulde. W. v. Tümping hat dazu mit seiner Magdeburger Arbeitsgruppe (UFZ) langjährig Feldmessungen vorgenommen, Analysen interpretiert und Schlussfolgerungen für notwendige Einschränkungen landwirtschaftlicher Flächennutzung gezogen (www.minhorlam.de).

Bei den Extremhochwässern der jüngsten Vergangenheit hat es relativ viele Deichbrüche oder „BeinaheDeichbrüche“ gegeben. Bei den „Beinahe-Deichbrüchen“ war der Kampf um die Rettung des Oderdeiches bei Hohenwutzen während des Sommerhochwassers 1997 besonders spektakulär und gleichzeitig auch symptomatisch für eine Reihe ähnlicher Schadensfälle.

Ursache des Deichversagens war nicht etwa ein Überströmen der Deichkrone, die eine für dieses Hochwasser ausreichende Höhe aufwies, sondern ein Grundbruch am luftseitigen Deichfuß infolge Durch- und Unterströmens des Deichkörpers. Die mit dem Steigen des Flusswasserspiegels größer werdende Differenz zwischen diesem und dem luftseitigen Deichfuß wirkte dort unmittelbar als hydrostatischer Druck. Mit erheblicher zeitlicher Verzögerung folgte die Sickerströmung im Deich bis sich schließlich eine am Deichfuß austretende maximale Sickerlinie aufgebaut hatte. Am Deichfuß führten die hydraulischen Gradienten zu einem Grundbruch. Ein Deichbruch mit absehbar katastrophalen Folgen konnte im Beispielfall in letzter Minute abgewendet werden, indem mittels Vakuumfilterbrunnen eine Absenkung der Sickerlinie und damit eine Abschwächung der kritischen hydraulischen Gradienten erreicht werden konnte.

Ähnliche Versagensmuster dürften für die meisten Deichbrüche der letzten Extremhochwässer ursächlich gewesen sein. Begünstigend im negativen Sinne kommt hinzu, dass sich bei den häufig mehr als zweihundert Jahre alten Deichkörpern „Alterungserscheinungen“ eingestellt hatten (Setzungen, sukzessive Ausprägung von Sickerwegen, Schäden durch Wühl-tiere). Zudem waren die Deichkörper stets lediglich zur Abwehr (zum Kehren) kurzzeitiger Hochfluten geeignet. Mehrwöchig anhaltende höchste Wasserstände, wie sie bei den „Jahrhunderthochwässern“ auftraten und damit dem Dauerstau bei Staudämmen gleichkamen, sind Flussdeiche ohne luftseitige Deichfußsicherungselemente nicht gewachsen (Quast, 1994, 1999, 2003, 2011a, 2011b).

Deichbrüche nach Überströmen der Deichkrone und Erosion der Deichbaustoffe sind nur sehr selten aufgetreten, was darauf schließen lässt, dass die Kronenhöhe der Deiche bisher zumeist ausreichend war.

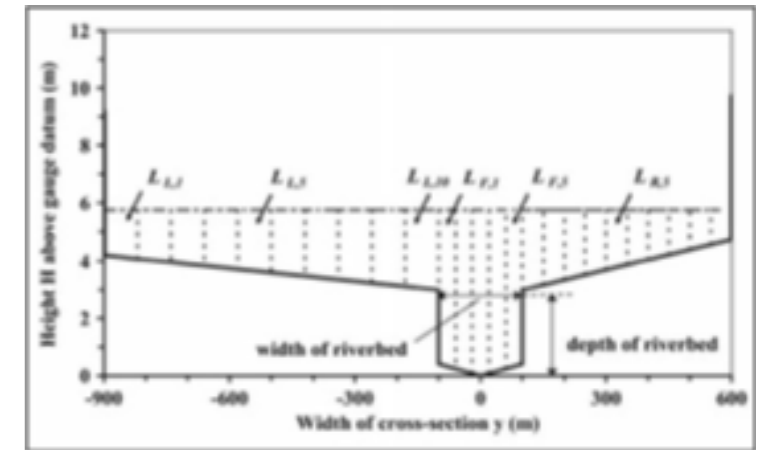


Abb. 4: Lamellenmodell für Abflussprofile

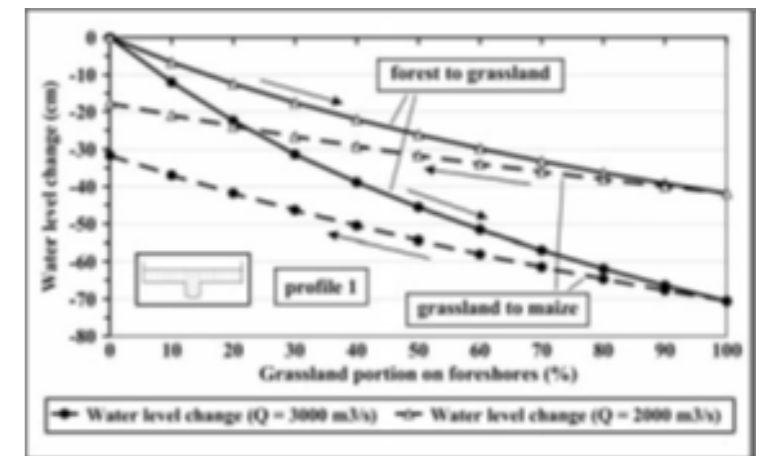


Abb. 5: Einfluss der Vorlandvegetation

5. Optionen zum Hochwasserrisikomanagement in Auenkulturlandschaften

5.1 Naturnahe Auen ohne Deiche bzw. maßgebliche Deichrückverlegungen

Die ökologisch begründbare Forderung, den Flüssen mehr Raum zu geben, erfordert letztlich die Konsequenz, Polder aufzulassen oder als Kompromiss, Deiche deutlich zurückzunehmen und neue Deichlinien zu errichten.

Will man diese Varianten realisieren, wären eine Reihe schwieriger Probleme zu lösen:

Die Polderflächen sind Privateigentum. Mit der Hochwasserfreilegung der Flächen mittels Deichen und der Binnenmelioration der Polder im Zuge staatlicher Investitionsprogramme hat der Staat dauerhaft die Pflicht zur Gewährleistung dieser Nutzungsbedingungen übernommen. Eine Inanspruchnahme von Flächen für die Renaturierung naturnaher Auen würde den Erwerb der vorgesehenen Flächen erfordern. Beschränkte man die Renaturierung auf Teile des bisherigen Polders, wären Deichrückverlegungen mit Errichtung vollständig neuer Deichbauwerke und der zugehörigen Ergänzungseinrichtungen (z.B. Schöpfwerke) erforderlich.

5.2 Ertüchtigung des Status quo, ggf. lokale Aufweitungen von Engstellen

Diese Option ergab sich aus dem Erfordernis, durch Extremhochwässer der jüngsten Vergangenheit beschädigte, teilweise auch gebrochene Deiche möglichst zügig für die Abwehr nachfolgender Hochwässer wiederherzustellen. Wo immer möglich und finanzierbar sollten die notwendigen Reparaturmaßnahmen erweitert werden zu einer umfassenden Ertüchtigung der Deichanlagen nach dem heutigen Stand der Technik. Das beginnt mit einer gründlichen Sondierung der bodenmechanischen Situation im „gealterten“ historischen Deichkörper und dessen Untergrund. Nach den geltenden Vorschriften und technischen Regeln werden nicht ausreichend stabile Erdstoffe und Gründungen ausgetauscht, Dichtungskerne oder Böschungsdichtungen eingebaut, luftseitig am Deichfuß Entlastungselemente für geohydraulische Wirkungen aus der Deichdurch- und Deichunterströmung angeordnet. In Erwartung künftig höherer HW-Spitzen werden Deichkronen um durchschnittlich 1,0m erhöht, Deichböschungen werden auf mindestens 1:3 abgeflacht. Derartig ertüchtigte Deiche widerstehen auch wochenlang anhaltenden Höchstwasserständen.

Bei Engstellen des Abflussprofils zwischen den flussbegleitenden Deichen werden zur Erlangung einer rückstaufreien hydraulischen Abflusskapazität abschnittsweise Deiche rückverlegt.

5.3 Ergänzung von 5.2 durch Flutungspolder

Durch gezielte Flutung von Poldern sollen Abflussspitzen der Hochwasser führenden Flüsse gekappt werden. Dazu werden geeignete Polder mit Einlassbauwerken versehen, über die bei Erreichen kritischer Höchstwasserstände durch schlagartiges Öffnen möglichst große Wassermengen in den Speicherraum des Polders abgeschlagen werden. Für die Abgrenzung des zu flutenden Speichers können zusätzliche Deiche erforderlich werden. Die Entlastung für den Spitzenabfluss wirkt nur kurzzeitig für die Dauer des Füllvorgangs. Die Entleerung des Flutungspolders kann erst nach Rückgang des Hochwassers erfolgen. Dafür ist ggf. ein gesondertes Auslaufbauwerk erforderlich.

Eine deutliche HW-Entlastung kann erreicht werden, wenn eine größere Anzahl Flutungspolder gleich einer Perlenkette angeordnet werden. Solche Lösungen gibt es inzwischen beispielhaft am Mittelrhein oberhalb der Mainmündung. Das Management solcher Speicherketten ist äußerst anspruchsvoll (DWA-Thema 1/2014).

5.4 Ergänzung von 5.2 durch regelbare befestigte Überlaufstrecken

Die Serie von „Jahrhunderthochwässern“ in kurzer zeitlicher Abfolge lässt noch extremere Ereignisse möglich erscheinen. Auf jeden Fall muss auch dann ein Überströmen der Deichkrone verhindert werden, weil das unweigerlich einen Deichbruch mit katastrophalen Schäden zur Folge hätte. Eine Schadensminderung kann erreicht werden, wenn an geeigneten Stellen auf Höhe des Bemessungs-HHW befestigte Überlaufstrecken eingerichtet werden, die bis zur Höhe des üblichen Freibords von 1,0m mit mobilen Stauwänden gesperrt werden. Bei extremen Wasserspiegellagen werden diese Stauwände umgelegt, und die Überlaufstrecke wird freigegeben, um das Überströmen der Deichkrone zu verhindern. Bis zum Rückgang des Hochwasserstandes auf die Höhe des geöffneten Überlaufs strömt Wasser in den Polder und führt dort zu Überschwemmungen, günstigenfalls aber in weit geringerem Ausmaß als bei einem Deichbruch. Die Infrastruktur im Polder muss zur Begrenzung der Wirkungen eines solchen Schadensfalls ertüchtigt werden. Die Maßnahmen müssen insbesondere auf die Wohn- und Wirtschaftsbebauung gerichtet sein: Verzicht auf Keller, keine Elektroschaltanlagen und stationäre Elektrogeräte (Herde, Kühlschränke u.ä.) im Erdgeschoss. Beispiele aus Überschwemmungsbereichen an der Mosel und am Rheinufer in Köln belegen die Machbarkeit und den Risikominderungseffekt solcher Maßnahmen.

6. Schlussfolgerungen: Technischer Hochwasserschutz vs. Auenrenaturierung?

Die realen Möglichkeiten für eine Renaturierung eingedeichteter ehemaliger Überschwemmungsaue sind gering. Der Auflassung von Poldern mit Rückbau der Deiche (Option 5.1) stehen vor allem ökonomische Kriterien entgegen. Auch bei ausschließlich landwirtschaftlich genutzten, unbesiedelten Poldern wären allein für den Flächenerwerb hohe Millionen-Euro-Beträge fällig. Denkt man an eine Deichrückverlegung, kämen die Kosten für den Deichneubau hinzu. Solange in Zeiten der geförderten Flächenstilllegungen bei manchen Poldern hohe Ausgaben für die Ertüchtigung und die Unterhaltung der

Hochwasserschutzanlagen der anachronistischen Situation der Zahlung von Prämien für die Nichtnutzung von Polderflächen gegenüberstanden, lag die Auffassung solcher Polder nahe. Die inzwischen exorbitant gestiegenen Bodenpreise lassen die Freistellung von Poldern für eine ökologisch wünschenswerte Auenrenaturierung auch künftig eher unwahrscheinlich erscheinen.

Auch mit Erfordernissen des Hochwasserrisikomanagements lassen sich Deichrückverlegungen nur für wenige offensichtliche Engstellen begründen (z.B. Lenzen/Elbe). Allgemein sind die Deichvorlandbreiten an deutschen Flüssen hydraulisch ausreichend für eine rückstaufreie Abführung von Hochwasserabflüssen. Am Mittelrhein, wo scharliegende Deiche vorherrschen, wird verstärkt auf eine Reihung von Flutungspoldern gesetzt. Das Management solcher Flutungen ist kompliziert, die Kosten für Flutungspolder sind sehr hoch, und es gibt erhebliche Beeinträchtigungen für die weitere landwirtschaftliche Flächennutzung.

Für besiedelte Polder ist grundsätzlich Bestandsschutz zu fordern! Das gilt insbesondere für die historisch gewachsenen Kulturlandschaften wie zum Beispiel im Oderbruchpolder, dem mit 90.000ha größten Flusspolder in Deutschland. Ohne Zweifel sind aber auch für diese im Sinne der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie zwar allgemein Hochwasser freien, potenziell aber überschwemmungsgefährdeten Polder Vorsorge- und Entwicklungskonzepte erforderlich. Für Konzepte zur Verbesserung der ökologischen Situation in den Poldern und auch zur Optimierung des Gebietswassermanagements gibt es inzwischen weitgehend Zustimmung in der Bevölkerung (z.B. Konzept ODERBRUCH 2010, Quast, 1994, 1999, 2003, 2005, Abb. 6). Vorschläge für Vorsorgemaßnahmen gemäß Option 5.3 finden bisher aber in der Bevölkerung noch keine Akzeptanz, stoßen vielmehr auf strikte Ablehnung. Akzeptanz gibt es aber zu der Schlussfolgerung, dass bestehende Deiche nicht beliebig erhöht werden können.



Abb. 6: Konzept ODERBRUCH 2010

In Ausnahmefällen sollten in überschwemmungsgefährdeten Poldern auch Wohn- und Wirtschaftsgebäude zur Disposition gestellt werden, wenn die Aufwendungen für Schutzmaßnahmen unvermeidbar hoch sind. Im Polder Röderau bei Riesa/Elbe ist deshalb eine erst in den 1990er Jahren an ungeeigneter Stelle errichtete Siedlung nach eklatanten Schäden beim Hochwasser 2002 wieder zurückgebaut worden. Nach dem Oderhochwasser 2007 sind dagegen in der Ziltendorfer Niederung zerstörte Wohngebäude trotz deutlicher Gegenargumente an gleicher ungeeigneter Stelle wiedererrichtet worden, obwohl in der Nähe überschwemmungssichere Standorte verfügbar waren.

Die Frage „Technischer Hochwasserschutz vs. Auenrenaturierung?“ stellt sich in praxi kaum, wenn der vorhandene Wissensstand mit den volkswirtschaftlichen Möglichkeiten und den sozioökonomischen Belangen der betroffenen Bevölkerung abgewogen werden. Für die Vergrößerung der Feuchtgebietsanteile in den durch technischen Hochwasserschutz überschwemmungsfrei gehaltenen Poldern gibt es dagegen gute Gründe und viele Möglichkeiten.

Literatur

- BfN, (2009):** Auenzustandsbericht– Flussauen in Deutschland, Bundesamt für Naturschutz
- Blackbourn, D. (2007):** Die Eroberung der Natur. Eine Geschichte der deutschen Landschaft, München: Deutsche Verlags-Anstalt
- DWA-Thema T1/2014:** Flutpolder, 105 S., DWA, Hennef. ISBN: 978-9-942964-81-4
- Müller, G.; Luckner, L., Quast, J. (1969):** Drängewässerzuflüsse in Flutpoldergebieten, In: Wasserwirtschaft/Wassertechnik. - Berlin: 19 (1969)2. - S. 45 - 51
- Neef, E. (Hrsg.) (1970):** Das Gesicht der Erde. Brockhaus Nachschlagewerk der Physischen Geographie. Leipzig: Brockhaus-Verlag.
- Quast, J. (1973):** Beitrag zur indirekten Parameterquantifizierung verarbeitungsadäquater geohydraulischer Modelle durch Analyse der Grundwasserdynamik, Dissertation, Technische Universität Dresden, 191 S.
- Quast, J. (1994):** Wechselwirkungen von Feuchtgebieten und Landschaftswasserhaushalt –Analysen und Management. 26. Hohenheimer Umwelttagung (S. 17-33). Stuttgart-Hohenheim.
- Quast, J. (1999):** Wege zu einem nachhaltigen Miteinander von Landnutzung, Naturschutz und Wasserwirtschaft. Archiv für Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde, 44, 323-347
- Quast, J. (2003):** Begründung der historischen Wasserbaumaßnahmen zur Trockenlegung des Oderbruchs und deren Wertung aus heutiger Sicht, Wasser & Boden, 55/6, 9-14
- Quast, J. (2005):** Nachhaltigkeitskonzepte zur Hochwasserbewältigung in gepolderten Flussauen. Flussgebietskonferenz 2005 der Bundesregierung, S. 128- 138.
- Quast, J. (2011a):** Towards an integrated land and water resources management in Brandenburg's Oderbruch-Havelland wetland belt, DIE ERDE 142 (1–2), 141–162.
- Quast, J. (2011b):** Strategien zum Integrierten Land- und Wasserressourcenmanagement im märkischen Feuchtgebietsgürtel Oderbruch-Havelland, in: Hüttl, R.F., R. Emmermann, S. Germer, M. Neumann und O. Bens (Hrsg.) Globaler Wandel und regionale Entwicklung – Anpassungsstrategien in der Region Berlin-Brandenburg, 102–110, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
- Quast, J. (2012a):** Die Kopplung von Landnutzung und Wasserhaushalt – Historische Beispiele aus Mitteleuropa, in: Kaiser, K., B. Merz, O. Bens und R.F. Hüttl (Hrsg.) Historische Perspektiven auf Wasserhaushalt und Wassernutzung in Mitteleuropa, Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Band 38, 131–161, Waxmann Verlag, Münster etc. ISBN 978-3-8309-2657-3, ISSN 1430-2659
- Quast, J. (2012b):** Wasserregulierung für die Landwirtschaft – Historische Ingenieurlösungen und Anpassungsoptionen an den Klimawandel in Mitteleuropa, in: Anders, U. und L. Szücs (Hrsg.) Landnutzungswandel in Mitteleuropa – Forschungsgegenstand und methodische Annäherung an die historische Landschaftsanalyse, 81–115, Universitätsverlag Göttingen.
- Quast, J., M. Böhme, V. Ehlert, J. Ette, M. Gottschick, A. Jaekel, A. Knierim, H. Messal, M. Sawicka, A.Sbjeschni, W. Schmidt, M. Szerencsits und W. v.Tümpling (2010):** Minderung von Hochwasserrisiken durch nichtstrukturelle Landnutzungsmaßnahmen in Abflussbildungs- und Überschwemmungsgebieten - eine transdisziplinäre Studie zur Effektivität solcher Maßnahmen, Ergebnisbericht zum BMBF - Forschungsprojekt FKZ 0330818, www.minhorlam.de
- Quast, J., M. Böhme, V. Ehlert, J. Ette, M. Gottschick, A. Jaekel, A. Knierim, H. Messal, M. Sawicka, A.Sbjeschni, W. Schmidt, M. Szerencsits und W. v.Tümpling (2011):** Flood risks in consequence of agrarian land use measures in flood formation and inundation zones and conclusions for flood risk management plans, Irrigation and Drainage 60 (S1), 105–112. doi:10.1002/ird.674
- Quast, J., A. Sbjeschni, V. Ehlert, H. Messal und W. Schmidt (2012):** Modelbased assessment of land use impacts in runoff and inundation zones caused by flood events, Irrigation and Drainage 61 (2), 155–167. doi:10.1002/ird.642

Begradigt, verkürzt, eingedeicht und von ihren Auen entkoppelt – aktueller morphologischer Zustand von größeren Flüssen (und ihren Auen) in Deutschland

Dr. Uwe Koenzen

1. Einleitung

Die erste bundesweite Erfassung des Ist-Zustandes der großen Fluss- und Stromauen in Deutschland wurde 2009 in Heft 87 der Schriftenreihe Naturschutz und Biologische Vielfalt vom BfN veröffentlicht:

BfN, Bonn-Bad Godesberg 2009: Flussauen in Deutschland, Erfassung und Bewertung des Auenzustandes.

In Heft 87 wurden die Flussauen in Deutschland, der Verlust von Überschwemmungsflächen sowie der Zustand der rezenten Flussauen dargestellt. Das BfN hat außerdem einen Kartendienst zur Auenbilanzierung veröffentlicht.

2. Übersicht der Inhalte und Ausdehnung der Zustandserfassung der Auen

Abbildung 1 stellt die bearbeiteten Fluss- und Stromauen dar. Es wurden die Auen von 79 Flüssen ab einer Einzugsgebietsgröße von 1 000 km² erfasst und bewertet.



Abbildung 1: Übersicht Bearbeitungskulisse (Quelle: BfN, Bonn-Bad Godesberg 2009: Flussauen in Deutschland, Erfassung und Bewertung des Auenzustandes)

Für die in Abbildung 1 dargestellten Flussauen werden folgende Ergebnisse dargestellt:

- Anteile der rezenten Aue und Altaue an der Morphologischen Aue
- Verlust der Überschwemmungsflächen (Anteil der Altauen)
- Zustand der rezenten Aue je Flusskilometer

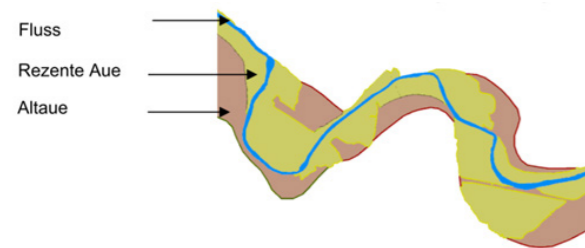


Abbildung 2: Schema der Morphologischen Aue mit ihren Teileinheiten Fluss, rezente Aue und Altaue (Quelle: BfN, Bonn-Bad Godesberg 2009: Flussauen in Deutschland, Erfassung und Bewertung des Auenzustandes)

Grundlage für die Auswertungen war die Betrachtung der Morphologischen Aue, die sich in den Fluss, die Rezente Aue und die Altaue unterteilen lässt (Abbildung 2). Die rezente Aue ist der Teil, der bei Hochwasser überflutet wird. Die Altaue ist vom Überflutungsregime des Flusses abgeschnitten.

3. Übersicht der Methodik zur Zustandserfassung der Auen

Das Bewertungsverfahren fußt auf 3 funktionalen Einheiten (vgl. Abbildung 3)

1. Morphodynamik, Auenrelief und Auengewässer
2. Hydrodynamik, Abfluss und Überflutung
3. Vegetation und Flächennutzung

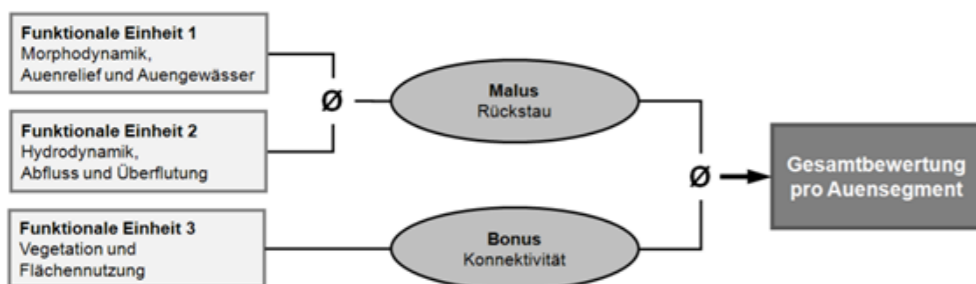


Abbildung 3: Übersicht Methodik zur Bewertung der rezente Aue (Quelle: BfN, Bonn-Bad Godesberg 2009: Flussauen in Deutschland, Erfassung und Bewertung des Auenzustandes)

Die funktionalen Einheiten erfahren ihre Bewertung durch eine Vielzahl von auenrelevanten Parametern aus unterschiedlichen Datenquellen: Gewässerstrukturgüte, Digitales Landschaftsmodell (DLM), Daten des Projektes „Bilanzierung der Auen und Überschwemmungsgebiete an Flüssen in Deutschland“.

Die Bewertung erfolgt auf Basis von 1-km-Segmenten. Die 3 einzelnen funktionalen Einheiten ergeben miteinander verrechnet die Gesamtbewertung des jeweiligen Segmentes. Um zusammenhängende, wertvolle Auenstandorte zu berücksichtigen, fließt das Merkmal „Konnektivität“ als Bonus in die Gesamtbewertung ein. Die „Konnektivität“ berücksichtigt den Anteil von Flächen mit extensiver Flächennutzung bzw. auentypischer Biotoptypen, deren Flächengröße sowie die Lage naturnäherer Auenabschnitte zueinander.

Die Bewertung wird in 5 Klassen vorgenommen, die den Grad der Abweichung vom Leitbildzustand angeben:

4. Übersicht der Ergebnisse zur Zustandserfassung der Auen

Bei einer Bewertung gegenüber dem potenziell natürlichen Zustand zeigen sich eine starke Degradierung der rezente Auen sowie eine extreme Degradierung der Altauen.

Ein Drittel der rezente Auen werden intensiv als Acker-, Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen genutzt, 46 % als Grünland bewirtschaftet, 13% sind Wälder. Nur 10 % der rezente Auen sind sehr gering und gering verändert. Rund 70 % sind deutlich und stark verändert, obwohl sie in den Überschwemmungsgebieten liegen.

Bei einer Bewertung gegenüber dem potenziell natürlichen Zustand sind nur 4 % der Altauen gering verändert. „Nur“ rund 40 % sind sehr stark verändert, obwohl sie ausgediecht sind und formal außerhalb der Überschwemmungsgebiete liegen. Mehr als 60 % der Altauen sind nicht bebaut.

Bei Betrachtung der Überschwemmungsflächen sind sehr hohe Verluste festzustellen. Überwiegende Anteile der Abschnitte weisen zwischen 65 % und 90 % Verluste der morphologischen Auen auf. An großen Gewässern treten die Verluste vorrangig durch Ausdeichung, an kleineren Gewässern durch Ausbau auf.

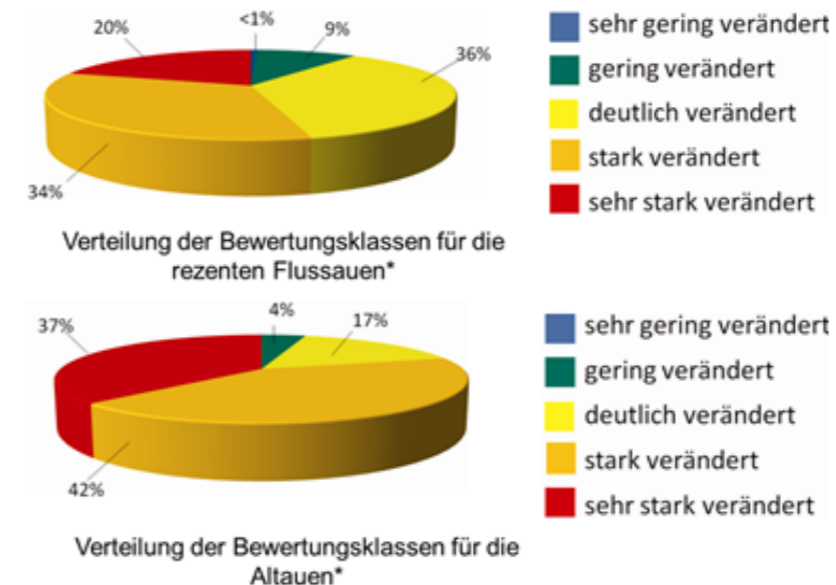


Abbildung 5: Verteilung der Bewertungsklassen für die rezente Flussauen und die Altauen (*bei einer Bewertung gegenüber dem potenziell natürlichen Zustand) (Quelle: BfN, Bonn-Bad Godesberg 2009: Flussauen in Deutschland, Erfassung und Bewertung des Auenzustandes)

5. Einzugsgebietsbezogene Betrachtung der Ergebnisse zur Zustandserfassung der Auen

Der Zustand der Flussauen in Deutschland wird einzugsgebietsbezogen betrachtet. Dabei werden beispielhaft der Auenverlust und der Auenzustand einzelner Flussauenabschnitte der Einzugsgebiete von Donau, Rhein, Nordseezuflüsse, Ems, Weser, Elbe, Oder und Ostseeflüsse dargestellt (Abbildung 6).



Abbildung 6: Beispiel für eine einzugsgebietsbezogene Darstellung von Auenverlust und Auenzustand (Quelle: BfN, Bonn-Bad Godesberg 2009: Flussauen in Deutschland, Erfassung und Bewertung des Auenzustandes)

6. Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse der Auenerfassung und Auenbewertung folgendermaßen darstellen:

- Zwei Drittel der ehemaligen Überschwemmungsflächen sind durch Deichbau und andere Hochwasserschutzmaßnahmen verloren gegangen.
- Ökologisch funktionsfähige Auen machen weniger als 10 % der rezente Auen aus.
- 36 % der rezente Auen wurden als deutlich verändert eingestuft.
- Stark und sehr stark veränderte rezente Auen dominieren mit 54 %.
- Die Altauen sind zu rund 80 % stark bis sehr stark verändert.

Wo vieles zusammenwächst – Gewässerauen als gemeinsames Handlungsfeld von Wasserwirtschaft und Naturschutz

Thomas Henschel, Wolfgang Kraier und Kai Deutschmann

1. Einleitung und Problemlage

Fachleute, Naturschutzaktive, Verwaltungen und die Bevölkerung sind sich – ein eher seltener Fall – einmal einig: Auen sind besonders wertvolle Lebensräume mit zahlreichen Ökosystemleistungen.

Die Realität zeigt aber: Auen sind überall in Deutschland besonders bedroht. Dabei gibt es zahlreiche Instrumente für den Schutz der Auen. Der Beitrag erläutert, welche Rolle die Auen in der Wasserwirtschaft und im Naturschutz spielen, beschreibt die auftretenden Probleme und zeigt Möglichkeiten auf, Synergien für einen wirksameren Schutz der Auen zu erreichen. Er fokussiert auf Fallbeispiele und Konzepte im Freistaat Bayern.

2. Bedeutung der Auen

Auen werden als naturraumübergreifende Verbundachsen mit besonders hoher Artenvielfalt bewertet (Koenzen 2005; Ehlerlert und Neukirchen, 2012). Als „hot spots“ der Biodiversität sind Auen in die vom Bundeskabinett beschlossene Nationale Strategie zur Biodiversität eingegangen (BMU 2007) und als einer von 19 Biodiversitätsindikatoren, darunter als einer der 7 Indikatoren zu Bewertung der biologischen Vielfalt, in den bundesweiten Indikatorenansatz mit eigenen Zielvorgaben prominent aufgenommen (BMU 2010). Der aktuelle Rechenschaftsbericht (BMU 2013) zeigt indes, dass die darin vorgegebenen Biodiversitäts-Ziele für die Auen (noch) deutlich verfehlt werden.

Auenlandschaften bieten dem Menschen eine bemerkenswerte Vielfalt und Fülle von natürlichen Funktionen und Dienstleistungen, die in dieser Art und Weise von keinem anderen Ökosystem geleistet werden (Mehl et al 2013). Diese Multifunktionalität macht Auen zu besonders bedeutsamen Systemen. Dazu zählt u.a. der für die Wasserwirtschaft wichtige natürliche Hochwasserrückhalt, wenn rezente und mit dem Fluss funktionell noch verbundene Auen im Hochwasserfall überschwemmt werden können. Auenböden sind zudem wichtige Stoffsenken im Stickstoff- und Phosphorhaushalt sowie beim Rückhalt klimawirksamer Treibhausgase. Die Studie von Scholz et al (2012) liefert für 79 große Flussauen Deutschlands dafür belastbare Ergebnisse und Zahlen.

3. Auenzustand

Nach der Vorgabe der Nationalen Biodiversitätsstrategie hat das BfN erstmals für Deutschland einen Auenzustandsbericht erstellt (BfN 2009; Brunotte et al 2009). Die darin aufgenommenen 79 Flüsse mit Einzugsgebieten > 1000 km² summieren sich auf 10.000 Kilometer Fließgewässer, Auen in ihrer natürlichen Ausdehnung machen darin 4 % der Fläche in Deutschland aus. Die Ergebnisse zeigen:

- Zwei Drittel aller historisch vorhandenen Überschwemmungsflächen der morphologischen Auen sind vom Flussregime hydraulisch abgekoppelt worden (z.B. durch Ausdeichungen, aber auch durch Profilaufweitungen oder durch Speicherbauwerke) und stehen je nach Hochwasserfall nicht mehr als Retentionsräume zur Verfügung.
- Mehr als die Hälfte der rezenten Auen weist starke bis sehr starke Veränderungen auf, nur rund 10 Prozent sind noch annähernd naturnah.

Zu ähnlichen Ergebnissen des Auenzustandes kommt die räumlich detailliertere Untersuchung des Auenprogramms Bayern im Landesamt für Umwelt mit einem etwas anderen Bewertungsansatz (www.lfu.bayern.de/natur/auenprogramm/grundlagen/nutzung_gefährdung/index.htm).

Auen der größeren Fließgewässer (erster und zweiter Ordnung) umfassen mit ca. 5.000 km² rund 7 % der bayerischen Landesfläche.

4. Auenschutz in der Wasserwirtschaft: Konzepte und Sachstand im Status quo

4.1 EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)

Für die Auen gibt es keine eigenständigen Bewertungsinstrumente, sie sind auch nicht als eigenes oder Schutzgutziele in der WRRL aufgeführt. Der Ansatz der (grund-) wasserabhängigen Landökosysteme dient primär der Zustandsbewertung der Grundwasserkörper und ist auch technisch (von der Maßstabsebene) eher ungeeignet, im Umkehrschluss daraus Aussagen zum Auenzustand abzuleiten.

Die bisherigen Umsetzungserfahrungen der WRRL (nicht nur) in Bayern zeigen:

- Defizite im Bereich der Gewässerstruktur und Hydromorphologie sind häufig. Maßnahmenprogramme fokussieren schwerpunktmäßig auf Verbesserungen im Flussschlauch, insbesondere bei der longitudinalen Durchgängigkeit, Schwerpunkt biologische Durchgängigkeit. Ein Sachstandsbericht ist verfügbar unter: www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/beteiligung_oeffentlichkeit/wasserforum_bayern/index.htm
- Für den Verwaltungsvollzug ergibt sich daraus der Nachteil, dass Personal- und Mittelkapazitäten mit der Umsetzung der WRRL in den staatlichen Stellen weitgehend gebunden sind.
- Die Vernetzung des Flusses mit den Auen (laterale oder transversale Durchgängigkeit) ist zwar Bestandteil des LAWA-Maßnahmenkatalogs (LAWA 2013), steht jedoch nicht im Zentrum der Maßnahmen. Das ist u.a. auch darin begründet, weil die Erfolgskontrolle (das Wirksamkeitsmonitoring) auf die in der WRRL definierten Indikatoren begrenzt ist, die (mit Ausnahme der Fische) sämtlich auf das Hauptgewässer (das Gewässerbett und die fließende Welle) abzielen. Insofern sind die Bezüge zwischen der WRRL und den Auen über den Einzugsgebietsansatz eher indirekter Art (BfN, 2008). Enge funktionale Verknüpfungen ergeben sich aber über den Naturschutz, s. Nr. 5.2.

4.2 Natürlicher Rückhalt im Hochwasserschutz

Unter dem Eindruck des Pfingsthochwassers 1999 mit einem Gesamtschaden von 345 Mio. Euro hat der Freistaat Bayern unter Berücksichtigung der LAWA-Leitlinien (LAWA 1995) das Hochwasserschutzaktionsprogramm 2020 des Landes aufgelegt (StMUG, 2005). Kernstück ist eine Langfristfinanzierungszusage von 2,2 Mrd. Euro bis 2020. Das Handlungsfeld natürlicher Rückhalt ist mit Zielvorgaben zur Gewässerentwicklung (Gewässerentwicklungskonzepte für alle rund 10.000 km Gewässer unter staatlicher Unterhaltlast), zur Renaturierung (2.500 km Gewässerstrecke bis 2020) und zur Renaturierung von Auenflächen (10.000 ha bis 2020) untersetzt.

Die aktuelle Leistungsbilanz zeigt auf, dass 55 km Deichrückverlegungen insgesamt 24 Mio. Kubikmeter zusätzlichen Retentionsraum generiert haben, die o.g. Zielvorgaben bislang aber deutlich verfehlt werden. Dafür sind u.a. folgende Gründe maßgeblich:

- Vorrang des technischen Hochwasserschutzes zur Sicherung der Infrastruktureinrichtungen
- Laufzeit der Planungen bei Vorhaben des natürlichen Rückhalts
- Grunderwerb und Sicherung der dafür benötigten Flächen.

Das Fallbeispiel der 2010 abgeschlossenen Deichrückverlegung in Fridolfing an der Salzach zeigt jedoch, dass unter geeigneten Rahmenbedingungen der Hochwasserschutz und der Auenschutz durchaus synergetisch kombinierbar sind: mit der Rückverlegung von fast 5 Kilometer Deichen bis an die binnenseitige Auwaldgrenze wurde ein zusätzliches Überschwemmungsgebiet mit neuer rezenter Weichholzaue auf 110 ha geschaffen, die mit dem Fluss vernetzt und bereits bei HQ2 überflutet wird (Heintz & Hermannsdorfer 2013). Zoologische Untersuchungen belegen, dass sich die Artenvielfalt erhöht hat und feuchtigkeitsliebende Offenlandarten zugenommen haben. Von den Gesamtkosten von 8,5 Mio. Euro entfielen 2 Mio. Euro auf den Grunderwerb und die Flächensicherung, 1,3 Mio. Euro Kosten entfielen auf Ausgleichsmaßnahmen im Forst und Naturschutz (Heintz, 2012).

5. Auenschutz im Naturschutz: Sachstand und Konzepte im Status quo

5.1 Biotopschutz und Umsetzung Natura 2000 bei Auen

Bundesweit enthalten 40% der Natura 2000-Gebiete Süßwasserlebensräume (BfN 2008).

Die Auswertungen zur Gefährdungssituation von Lebensraumtypen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland aus dem dritten nationalen FFH-Monitoringbericht (Ellwanger et al 2014) und aus dem Rote-Liste Status der Biotoptypen (Ellwanger et al 2012; Riecken et al 2006) bestätigen die Zustandsaussagen aus Kap. 3 auch für den Naturschutz:

- Bundesweit sind drei Viertel aller Auen- und Gewässerbiotoptypen gefährdet.
- Für etwa 6 Prozent der Biotoptypen der Gewässer und Auen ist in den letzten 10 Jahren eine positive Entwicklung eingetreten, rund 43 Prozent weisen weiterhin eine negative Tendenz auf.
- Der Erhaltungszustand der Lebensraumtypen und Arten in Gewässern und Auen ist weiterhin ungünstig, lediglich in den alpinen Regionen Bayerns sind die Entwicklungen günstiger.

5.2 Verknüpfung WRRL und Natura 2000 im Auenbereich

In Auen sind die fachlichen Ziele des Naturschutzes und der WRRL räumlich und funktionell eng verknüpft: insgesamt liegen bundesweit 702 FFH-Gebiete vollständig oder teilweise innerhalb der rezenten Flussauen. 51% der Flussauen sind Teil des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000 (Ehlerlert & Neukirchen 2012).

In Bayern enthalten 80 % aller 745 Gebiete wasserabhängige Lebensraumtypen und Arten. Etwa 25% der Auen der größeren bayerischen Fließgewässer sind als Natura 2000-Gebiete gemeldet. Wird die Gebietskulisse Natura 2000 mit der WRRL-Kulisse verschnitten, dann ergibt sich daraus, dass 2/3 aller Flusswasserkörper Natura 2000-Gebiete enthalten. Auswertungen des LfU für den ersten Bewirtschaftungszyklus der WRRL zeigen, dass für rund 2/3 aller wasserabhängigen Natura 2000-Gebiete Maßnahmenvorschläge zur Hydromorphologie in den Maßnahmenprogrammen der WRRL enthalten sind. Eine Auswirkungsanalyse auf der Grundlage bereits abgeschlossener Managementpläne nach Natura 2000 und der Hydromorphologie-Maßnahmenprogramme der WRRL für die Flusswasserkörper ergibt:

- In 10% aller Fälle sind die WRRL-Maßnahmen nötig, um die Zielvorgaben beider Richtlinien zu erreichen
- In fast 30 % ergeben sich „Mitnahmeeffekte“ (Vorteile für Natura 2000 bei Umsetzung der WRRL).

Diese enge Verknüpfung zeigt, dass eine möglichst frühzeitige Zielabstimmung sinnvoll und angezeigt ist.

Wirth et al (2012) zeigen indes am konkreten Umsetzungsbeispiel der Grenzgewässer Salzach und Inn auf, dass es neben zahlreichen Gemeinsamkeiten der EG-Richtlinien auch wesentliche Unterschiede in den Grundzielen, den Bewertungs- und Planungsinstrumenten sowie den Umsetzungsmaßnahmen gibt, die durchaus zu Konflikten und Schwierigkeiten bei der Umsetzung führen können. So können z.B. Maßnahmen in der Linie zur Verbesserung des hydromorphologischen Zustands zu Flächenverlusten von Lebensräumen und Habitaten von Arten führen. Auch kann es innerfachliche Konflikte zwischen der Statik (konservierender Naturschutz: Erhalt von Lebensräumen) und der Dynamik (Prozessschutz, z.B. die von der Wasserwirtschaft favorisierte Eigenentwicklung der Gewässer, z.B. LAWA 2009, DWA 2009) geben, die es aufzulösen gilt.

6. Möglichkeiten für einen wirksameren Schutz: Konzepte und Synergien

6.1 Verknüpfung WRRL und Natura 2000 im Auenbereich

Für primär autotypische Lebensräume und Arten gibt es Querbeziehungen zwischen den beiden Richtlinien, weil wasserbezogene Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen für Natura 2000-Gebiete zum Maßnahmenkatalog der WRRL-Umsetzung gehören. In Bayern ist die Zielverschränkung für den anlaufenden zweiten Bewirtschaftungszyklus bei der Aufstellung der WRRL-Maßnahmenprogramme verbessert und so gestaltet worden, dass zunächst die Naturschutzfachstellen die relevanten Maßnahmen aus den aufgestellten Managementplänen bereitstellen, die dann im Wege der Kohärenzprüfung und Abstimmung in die wasserwirtschaftlichen Maßnahmenprogramme nach WRRL eingearbeitet werden. Für diese Fallkonstellationen sieht die WRRL nach Art. 4 Abs. 2 die Übernahme der jeweils weiterreichenden Umweltziele vor.

6.2 Gewässerentwicklung und Naturschutz: Ökologische Entwicklungskonzepte

Dort, wo sich Natura 2000-Gebiete mit Überflutungsflächen der größeren Flussläufe überlagern, treffen unterschiedliche Fachplanungsinstrumente aufeinander. Die in Bayern in der Wasserwirtschaft angesiedelte Gewässerentwicklungsplanung (LfU 2013) und die bei den Naturschutzfachstellen der 7 Bezirksregierungen und der Landwirtschaftsverwaltung für den Forst angesiedelte Aufstellung der FFH-Managementpläne können in der Abstimmung aufwändig und konfliktbeladen sein. Einen neuen gemeinsamen Weg bieten die sogenannten „Ökologischen Entwicklungskonzepte“ (Schacht & Lorenz 2013), bei denen die Aufgaben mit gemeinsamer Vergabe festgelegt und in der Maßstabsebene des Naturschutzes in einer Fachplanung gemeinsam abgearbeitet werden. Planungen gewinnen damit an Tiefe, fachliche Konflikte können frühzeitig gelöst werden. Mehrere erfolgreiche Anwendungsbeispiele zeigen, dass dieser Weg der Kooperation über historische Verwaltungszuschnitte hinweg durchaus vielversprechend ist.

6.3 „Leuchtturmprojekte“ für den Auenschutz

Bei den Kooperationen der Wasserwirtschaft mit dem Naturschutz ragt in Bayern das Projekt der Dynamisierung der Donauauen zwischen in Neuburg und Ingolstadt als „Leuchtturmprojekt“ heraus (Fischer et al 2012), s.a. Tagungsbeitrag Kiel und Schwab.

6.4 Biotopverbund BayernNetzNatur und Auen

Mit einem landesweiten Biotopverbund betreibt Bayern den Naturschutz in der Fläche und setzt damit unter anderem seine auf Kreisebene aufgestellten Arten- und Biotopschutzprogramme um (www.bnn.pan-gmbh.com). Dabei kommen vorrangig Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes zum Einsatz, die sich aus Landes- und EU-Mitteln finanzieren.

Seit 1986 sind 114 Projekte eingerichtet und abgeschlossen. In derzeit 388 BayernNetz Natur-Projekten werden in allen bayerischen Landesteilen wertvolle Lebensräume für seltene Pflanzen und Tiere neu geschaffen und gepflegt sowie Maßnahmen zum Ressourcen- und Klimaschutz ergriffen. Bach- und Flussauen fördern auch als Trittsteine oder Korridore die Wanderung und den Austausch zwischen den großen Kernflächen. Die Datenbankauswertungen aller Vorhaben ergeben:

- Rund ein Drittel aller laufenden BayernNetzNatur-Projekte haben einen unmittelbaren Auenbezug oder dienen vorrangig dem Auenschutz.
- Die Hälfte all dieser Projekte ist in der Umsetzung weit fortgeschritten (Anteil umgesetzter an geplanten Maßnahmen > 50%).

6.5 Stärkung der Auen im Hochwasserschutz

In seinem „Eckpunktepapier“ anlässlich des Junihochwassers 2013 stellt das BfN fest, dass sich deutschlandweit die Auenfläche durch Deichrückverlegungen in den letzten 15 Jahren nur um 1 % vergrößert habe und die Rückgewinnung natürlicher Retentionsflächen in der Praxis vielerorts ins Stocken geraten sei. Die Stärkung des natürlichen Rückhalts im Hochwasserschutz ist deshalb eine Forderung, die nach jedem großen überregionalen Hochwasser erneut aufkommt.

Unter dem Eindruck des Hochwassers von 2013 hat die Sonder-Umweltministerkonferenz am 02.09.2013 die Erarbeitung eines Nationalen Hochwasserschutzprogrammes beschlossen, das den überregionalen präventiven Hochwasserschutz stärken soll. Dafür soll mit Bundesmitteln ein „Sonderprogramm präventiver Hochwasserschutz“ im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) aufgelegt werden, über das die UMK Ende Oktober 2014 beschließen wird. Insgesamt sind von den Flussgebietsgemeinschaften Deutschlands Maßnahmen mit einem Finanzierungsvolumen von rund 5 Mrd. Euro angemeldet worden, etwa ein Viertel davon entfallen auf Deichrückverlegungen und Maßnahmen zur Wiedergewinnung von Retentionsflächen. Zielsetzung ist u.a., dass die Maßnahmen der Verbesserung des Auenzustands dienen; entsprechend wird das Maßnahmenprogramm mit den Naturschutzbehörden von Ländern und Bund abgestimmt. Im Positionspapier der Grünen Liga (Bender 2014) wird dazu gefordert, dass im nationalen Hochwasserschutzprogramm der Schutz der Biodiversität als Querschnittsaufgabe integral verankert sein muss.

Das gilt auch auf Landesebene: der Freistaat hat sein Hochwasserschutzaktionsprogramm in einem Aktionsprogramm 2020plus fortgeschrieben. Kernpunkte der Fortschreibung sind (neben der Erhöhung des Finanzierungsrahmens auf insgesamt 3,4 Mrd. Euro bis 2020) eine strategische Neuausrichtung zu einem erweiterten Rückhaltekonzept, das natürlichen Rückhalt, gesteuerte Retention (Polder) und ungesteuerte Retention umfasst und stärkt. Im fortgeschriebenen Programm wird beim natürlichen Rückhalt gezielt auf die Synergien mit dem Naturschutz und den Mehrfachnutzen abgehoben (StMUV 2014). Das schließt ökologische Flutungen bei Polderplanungen ein (DWA 2014).

Das erweiterte Rückhaltekonzept erfordert eine differenzierte Bewertung der Maßnahmen des natürlichen Rückhalts in einer Wirksamkeitsabschätzung, damit es konkret untersetzt werden kann. Diese Untersetzung ist Bestandteil der laufenden Projektphase im Auenprogramm Bayern. Bis Ende 2017 sollen die Retentionspotentiale auf der Maßstabsebene 1:25.000 ermittelt und ihre Umsetzbarkeit über eine Restriktionsanalyse bewertet sein. Mittelfristziel ist, Gewässerabschnitte oder Regionen zu lokalisieren, bei denen der natürliche Rückhalt im Hochwasserschutz prioritär zu stärken ist und die Ergebnisse in die konkrete Vorhabensplanung einzubringen. Synergieeffekte mit dem Naturschutz, der WRRL und der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie sind Teil der Bewertung.

7. Fazit und Zusammenfassung

Auen sind besonders wertvolle, multifunktionale Lebensräume und Hot Spots der Biodiversität. Die bundesweiten und länderspezifischen Erhebungen zeigen indes, dass ehemalige Überschwemmungsflächen weiträumig verlorengegangen sind und der Zustand der rezenten Auen vielfach ungünstig ist. Es gilt deshalb, die vorhandenen Instrumente der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes für den Schutz der Auen intensiver zu nutzen, die Aufgaben enger zu verzahnen und dabei auch über Verwaltungs- und Fachgrenzen hinweg enger zu kooperieren. Neuartige Fachplanungsinstrumente wie die „ökologischen Entwicklungskonzepte“ zeigen Wege dahin auf, die Biodiversitätsstrategie gibt als integrale Querschnittsaufgabe den „Überbau“. Nur durch umfangreiche Maßnahmen sind die Ziele der FFH-Richtlinie bei den Fließgewässern zu erreichen (BMU 2013). Diese dienen auch dem Ziel der Nationalen Strategie zur Biodiversität, eine Verbesserung des bundesweiten Auenzustandes um 10 Prozentpunkte bis 2020 zu erreichen.

Den durch das Hochwasser 2013 ausgelösten „Schub“ für eine Stärkung des natürlichen Rückhalts im Hochwasserschutz gilt es nun im Auenschutz auszunutzen, „Leuchtturmprojekte“ mit Vorbildwirkung können dabei hilfreich sein.

Literatur

- BayLfU Bayerisches Landesamt für Umwelt (2013):** Gewässerentwicklungskonzepte. 28 S. und Anlagen. LfU-Merkblatt 5.1/3.
- BayStMUV Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2014):** Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus. 56 S.
- BayStMUGV Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2005):** Schutz vor Hochwasser in Bayern. Strategie und Beispiele. 36 S.
- Bender, M. u.a. (2014):** Flussauen zurückgewinnen – natürlichen Wasserrückhalt verbessern! Position der Grünen Liga zur Erarbeitung eines Nationalen Hochwasserschutzprogramms. 8 S.
- BfN Bundesamt für Naturschutz (2013):** Für einen vorsorgenden Hochwasserschutz- Eckpunktepapier. 7 S.
- BfN Bundesamt für Naturschutz (2009):** Auenzustandsbericht – Flussauen in Deutschland. 36 S.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009):** Biodiversität von Gewässern, Auen und Grundwasser. 88 S.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010):** Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. 90 S.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007):** Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt. 39 S.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013):** Gemeinsam für die biologische Umwelt – Rechenschaftsbericht 2013 zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt. 153 S.
- Brunotte, E., Dister, E., Günter-Diringer, D., Koenzen, U., Mehl, D. (2009):** Flussauen in Deutschland. Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 87, 142 S.
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2009):** Neue Wege der Gewässerunterhaltung – Pflege und Entwicklung von Fließgewässern. DWA-Merkblatt M 610. 237 S.
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2014):** Flutpolder. DWA-Themen T1/2014, 105 S.
- Ehlert, T. und Neukirchen, B. (2012):** Zustand und Schutz der Flussauen in Deutschland. Natur und Landschaft 87 (2), 161-167.
- Ellwanger, G. u.a. (2014):** Der nationale Bericht 2013 zu Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie. Natur und Landschaft 89 (5), 185-192.
- Ellwanger, G., Finck, P., Riecken, U., Schröder, E. (2012):** Gefährdungssituation von Lebensräumen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland. Natur und Landschaft 87 (4), 150-155.
- Fischer, P., Blach, G., Cyffka, B. (2012):** Die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt. Auenmagazin 3, 30-34
- Heinz, R. (2012):** Hochwasserschutz und Auenschutz im Einklang: Deichrückverlegung Fridolfing an der Salzach. Vortrag bei 4. Bayerischer Auenkonferenz.
- Heinz, R. und Hermannsdorfer, G. (2014):** Hochwasser- und Auenschutz im Einklang: Deichrückverlegung Fridolfing an der Salzach. Auenmagazin 6, 18-20.
- Herrmann, T. und Berger, C. (2013):** Auwaldentwicklung an der Donau- Ausgleichsmaßnahmen für das Vorlandmanagement zwischen Straubing und Vilshofen. Auenmagazin 5, 29-35.
- Koenzen, U. (2005):** Fluss- und Stromauen in Deutschland – Typologie und Leitbilder -BfN-Reihe „Angewandte Landschaftsökologie“ Heft 65, 327 S
- LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2013):** Fortschreibung LAWA-Maßnahmenkatalog (WRRL, HWRM-RL). Produktdatenblatt WRRL-2.2.3. 20 S.
- LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1995):** Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. 24 S.
- LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2009):** Leitlinien zur Gewässerentwicklung. 16 S.
- Mehl, D. u.a. (2013):** Analyse und Bewertung von Ökosystemfunktionen und –leistungen großer Flussauen. KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 6 (9), 493-499.
- Riecken, U., Fink, P., Raths, U., Schröder, E., Ssymanek, A. (2006):** Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Zweite fortgeschriebene Fassung. Natursch. Biol. Vielf. 34, 318 S.
- Schacht, H., und Lorenz, W. (2013):** Das „Landshuter Modell“ – ökologische Entwicklungskonzepte mit integrierte Gewässerentwicklungskonzepten und FFH-Managementplänen. Auenmagazin 4, 5-9.
- Scholz, M. u.a. (2012):** Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 124, 257 S.
- Wirth, V., Preis, S., Muhar, S., Jungwirth, M., Pröbstl, U. (2012):** Umsetzung von WRRL und Natura 2000 am Beispiel der Grenzgewässer Salzach und Inn. Natur und Landschaft 87 (4), 156-160.

Die Renaturierung der Hase in Osnabrück

Dipl.-Ing. Christiane Baks-Lehmann
Stadt Osnabrück, Fachbereich Umwelt und Klimaschutz

1. Kurzporträt: „GESTATTEN, MEIN NAME IST HASE!“

Die Hase entspringt südöstlich von Osnabrück im Teutoburger Wald bei Melle-Wellingholzhausen (*Hasequelle, Schwarze Welle, Rehquellen*). Von dort fließt sie nordwärts nach Gesmold, von wo ihr weiterer Flusslauf durch die Weser-Ems-Wasserscheide bestimmt wird.

Hier weist die Hase eine Besonderheit auf: In einer *Bifurkation* teilt sich der Fluss auf 79,8 m über NN in Hase und Else so, dass jeder Arm in ein anderes Flusssystem fließt. Ein Drittel des Hasewassers fließt unter dem Namen Else in östliche Richtung und mündet in die Werre, die weiter zur Weser fließt.



Zwei Drittel des Wassers fließen als Hase in nordwestliche Richtung weiter durch Osnabrück in Richtung Bramsche, wo sie den Mittellandkanal unterquert („Hasedüker“ genannt) und sich in zwei Arme teilt, die Hohe Hase und die Tiefe Hase, die sich bei Rieste wieder vereinigen. Im Artland teilt sie sich erneut in mehrere Arme und nimmt zahlreiche zufließende Bäche – die Artlandbäche – auf.

Vor Quakenbrück bildet die Hase wiederum eine geografische Besonderheit aus: das *Hasedelta*, ein Relikt der letzten Eiszeit vor 180.000 Jahren.

Die letzten 1,6 km der Hase in Meppen sind als Bundeswasserstraße ausgewiesen, wovon die knapp 700 m Mündungsstrecke einen Teil des Dortmund-Ems-Kanals bilden.

Der Fluss brachte natürlicherweise immer wieder Überschwemmungen, so dass bereits früh Eindiehungen und andere Eingriffe vorgenommen wurden, um Siedlungen und landwirtschaftliche Flächen zu schützen. Aber auch zur Bewässerung der Felder wurde das mineralstoffhaltige Hasewasser genutzt: So gab es ausgefeilte Systeme aus Be- und Entwässerungsgräben, die die sogenannten „Rieselwiesen“ zu bestimmten Zeiten mit Wasser versorgten. Der größte wasserwirtschaftliche Eingriff in das Hasesystem entstand ab 1972 wohl durch den 220 Hektar großen Alfsee zwischen Rieste und Alfhausen, der bis zu 13 Millionen Kubikmeter Hasewasser aufnehmen kann; ein Reservebecken fasst nochmals acht Millionen Kubikmeter. Während der Alfsee neben seiner wasserwirtschaftlichen Hauptfunktion durch Erholungseinrichtungen (Ferienhäuser, Campingplatz, Wasserski etc.) eine Attraktion für den regionalen und überregionalen Tourismus darstellt, ist das Reservebecken als Rast- und Nahrungsbiotop für eine Vielzahl von Wasservögeln als Natura 2000 Gebiet von europäischer Bedeutung. Es ersetzt in dieser Funktion mittlerweile die durch den Bau des Alfsees verloren gegangene Feuchtwiesenlandschaft. Eine Ausweisung als Naturschutzgebiet wird derzeit vorbereitet.

Die Hase ist im gesamten Bereich des Osnabrücker Berg- und Hügellandes, wozu auch das Gebiet der Stadt Osnabrück zählt, lückenlos als *Hauptgewässer 1. Priorität für das „Fließgewässerschutzsystem Niedersachsen“* ausgewiesen. Das „Fließgewässerschutzsystem Niedersachsen“ ist ein landesweiter Naturschutzfachplan aus dem Jahr 1989, der in leicht modifizierter Form seit 1991 unverändert vorliegt (NLÖ 1989, 1991). Kernziel des Fachplans ist die nachhaltige Sicherung der in den Fließgewässern der unterschiedlichen Naturräume des Landes natürlicherweise vorkommenden Arten und Lebensgemeinschaften in ausgewählten Gewässern. Erreicht werden soll dies im Wege einer repräsentativen Sicherung und - soweit dies erforderlich ist - repräsentativen Wiederherstellung der unterschiedlichen Fließgewässertypen des Landes und

ihrer spezifischen Lebensgemeinschaften in einem hinreichend naturnahen Fließgewässernetz, das gegen die Fließrichtung und in Fließrichtung ökologisch bis zum Meer durchgängig ist. Im Rahmen der Umsetzung der **EU-Wasserrahmenrichtlinie** behält das Fließgewässerschutzsystem Niedersachsen als naturschutzfachliche Grundlage seine volle Gültigkeit.

Aus Sicht des landesbehördlichen Naturschutzes ist eine funktionsgerechte Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Hase im gesamten städtischen Bereich und darüber hinaus zwingend erforderlich.

2. Die Hase – ein Stadtfluss

Während die Hase über den größten Teil ihrer Fließstrecke durch landwirtschaftlich genutzte Regionen fließt, fristet sie in der Stadt Osnabrück ihr Dasein als Stadtfluss. Zahlreiche Bemühungen zur ihrer Wiederbelebung können bis heute nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Hase im Laufe der Jahrhunderte von den Stadtbewohnern benutzt, gezähmt und in enge Schranken verwiesen wurde. Die Rekonstruktion des Haseverlaufs in Verbindung mit der Stadtentwicklung dokumentieren die starken Veränderungen, der die Hase von den ersten Siedlungsansätzen im frühen Mittelalter bis in die Neuzeit unterworfen war. Auch der Blick in das Zeitungsarchiv der örtlichen Presse verdeutlichen den Umgang mit der Hase je nach gesellschaftlichem Zeitgeist und städtebaulichem Erfordernis. Die negativen Auswirkungen auf die Lebensraumfunktion aber auch auf die Funktion als Erlebnis- und Erholungsraum für die Stadtbewohner sind augenfällig und allgegenwärtig.

Dennoch ist die Hase das einzige, das gesamte Stadtgebiet durchziehende Vernetzungselement und damit ein Lebensraum für Tiere und Pflanzen von höchster Bedeutung. Selbst auf kleinstem Raum gibt es noch Platz für ein Nest, einen Fischunterstand und Pflanzen am Uferstrand, die wiederum die heimische Insektenwelt anziehen. Und schließlich hat die Hase die Funktion eines Schnittstellengewässers für alle im und am Gewässer lebenden Organismen.

Diese Bedeutung der Hase griff der Rat der Stadt Osnabrück auf, als er am 27. März 2001 die Bildung eines Fonds zur ökologischen Entwicklung der Hase beschloss. In dem Beschluss heißt es: „... Aus diesem Fond sollen insbesondere Maßnahmen finanziert werden, die geeignet sind, die Umweltbedingungen der Hase als Lebensraum in seiner Vielfalt fortzuentwickeln und zu verbessern.“ Als konkrete Grundlage für Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung ausgewählter Fließgewässer, allen voran der Hase, und somit als Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie hat die Stadt Osnabrück darüber hinaus ein städtisches Fließgewässerschutzprogramm (Büro für Gewässerökologie, Fischereiliche Studien & Landschaftsplanung 2007) aufgelegt, das die Ziele des Niedersächsischen Fließgewässerschutzsystems aufgreift und auf der Ebene und der Maßstäblichkeit der Stadt Osnabrück konkretisiert.

Das Osnabrücker Fließgewässerschutzprogramm stellt den aktuellen Zustand der Hase u. a. anhand der Strukturgröße, einem der wichtigsten Parameter zur Beurteilung des Gewässerzustandes, dar. Danach können im Groben drei Zonen identifiziert werden: Die Strukturgröße in der Innenstadt ist im Mittel der Güteklasse 6 zuzuordnen (sehr stark verändert), oberhalb der Innenstadt ist die Strukturgröße mit der Güteklasse 4 als deutlich verändert zu beschreiben, unterhalb der Innenstadt herrscht im Mittel die Strukturgrößeklasse 5 (stark verändert) vor.

Aus der aktuellen Situation der Hase und den Zielsetzungen des Niedersächsischen Fließgewässerprogramms sowie der EU-Wasserrahmenrichtlinie leitet das Osnabrücker Fließgewässerschutzprogramm ein Maßnahmenkonzept ab, das durch die Stadt in Kooperation mit ihren Partnern (hier vor allem Stadtwerke, UHV Hase-Bever) sukzessive und nach Maßgabe des städtischen Haushalts und zur Verfügung stehender Fördermittel des Landes umgesetzt wird. Als wesentliche Maßnahmen werden darin genannt:

Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit, Verbesserung der biologischen Gewässergüte (u. a. durch Aufgabe, Verkleinerung oder Umgehung der Staue), Ausweisung und Entwicklung von Gewässerrandstreifen und Anlage standortgerechter Ufergehölmäntel, Laufverlängerung und Wiederanhebung der Gewässersohle, Anlage naturraumtypischer Auen- und Auengewässer, Zurückdrängung ackerbaulicher Nutzung im Überschwemmungsgebiet, Verbesserung der Rückhaltung und der Behandlung der Oberflächenwässer.

Darüber hinaus gilt es, die Hase als Rückgrat für die städtebauliche Entwicklung wieder zu entdecken und ihre Funktion als Erlebnis- und Erholungsraum zu stärken. Es versteht sich, dass diese unterschiedlichen Funktionen vor dem Hintergrund



häufig konkurrierender öffentlicher und privater Interessen – zudem auf engstem Raum – nicht immer konfliktfrei zu koordinieren sind. Zur Initiierung und Koordination von Maßnahmen und Projekten an der Hase gründete die Stadt im Rahmen eines von der DBU geförderten Projektes das Entwicklungsvorhaben „Lebendige Hase“, unter dessen Dach bis heute städtische, private und institutionelle Planungen und Vorhaben, aber auch schulische Projekte und die begleitende Öffentlichkeitsarbeit ihren Platz haben.

In der heutigen Veranstaltung geht es um das Thema Revitalisierung von Flussauen. Deshalb möchte ich Ihnen hierzu nachfolgend zwei städtische Projekte näher vorstellen. Zuvor gestatten Sie mir aber, dass ich zur Abrundung des Themas Haserevitalisierung kurz noch auf die Zielsetzung eingehe, die Hase als Vernetzungselement für Menschen und Natur in Osnabrück zu entwickeln.

3. Wasser verbindet – der Haseuferweg

Osnabrück – die Stadt zwischen Teutoburger Wald und Wiehengebirge – liegt auch am Wasser! Zu dieser Erkenntnis jedenfalls können Fußgänger und Radfahrer gelangen, die Osnabrück auf dem 2011 fertig gestellten Haseuferweg in der Innenstadt aus einer ganz neuen Perspektive erleben können. Der Haseuferweg wird ganz gezielt für Fußgänger und Radfahrer ausgebaut, er soll den Städtern Zugang zum Fluss ermöglichen und die City mit den Außenbezirken verknüpfen. Ziel ist es, den Haseuferweg einmal auf eine Gesamtlänge von 17 Kilometern auszubauen. Aber schon jetzt lohnt es sich, die bereits fertig gestellten Abschnitte des Haseuferwegs zu erwandern oder zu erradeln.

4. Barrierefreie Hase – Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit

Die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit soll insbesondere den Fisch- und Neunaugenarten zu Gute kommen, die im Flusssystem von Hase und Ems und teilweise weit darüber hinaus bis in hochmarine Bereiche des Nordatlantiks Wanderungen durchführen. Nicht zuletzt wegen der erheblichen Beeinträchtigung ihrer Raumnutzungsansprüche durch Querverbauungen sind diese Arten aktuell in der Roten Liste der gefährdeten Tierarten Niedersachsens geführt. Von den Fischereifachgremien der EU wird speziell der Aal als Vorkommen „außerhalb gesicherter Grenzen“ klassifiziert.

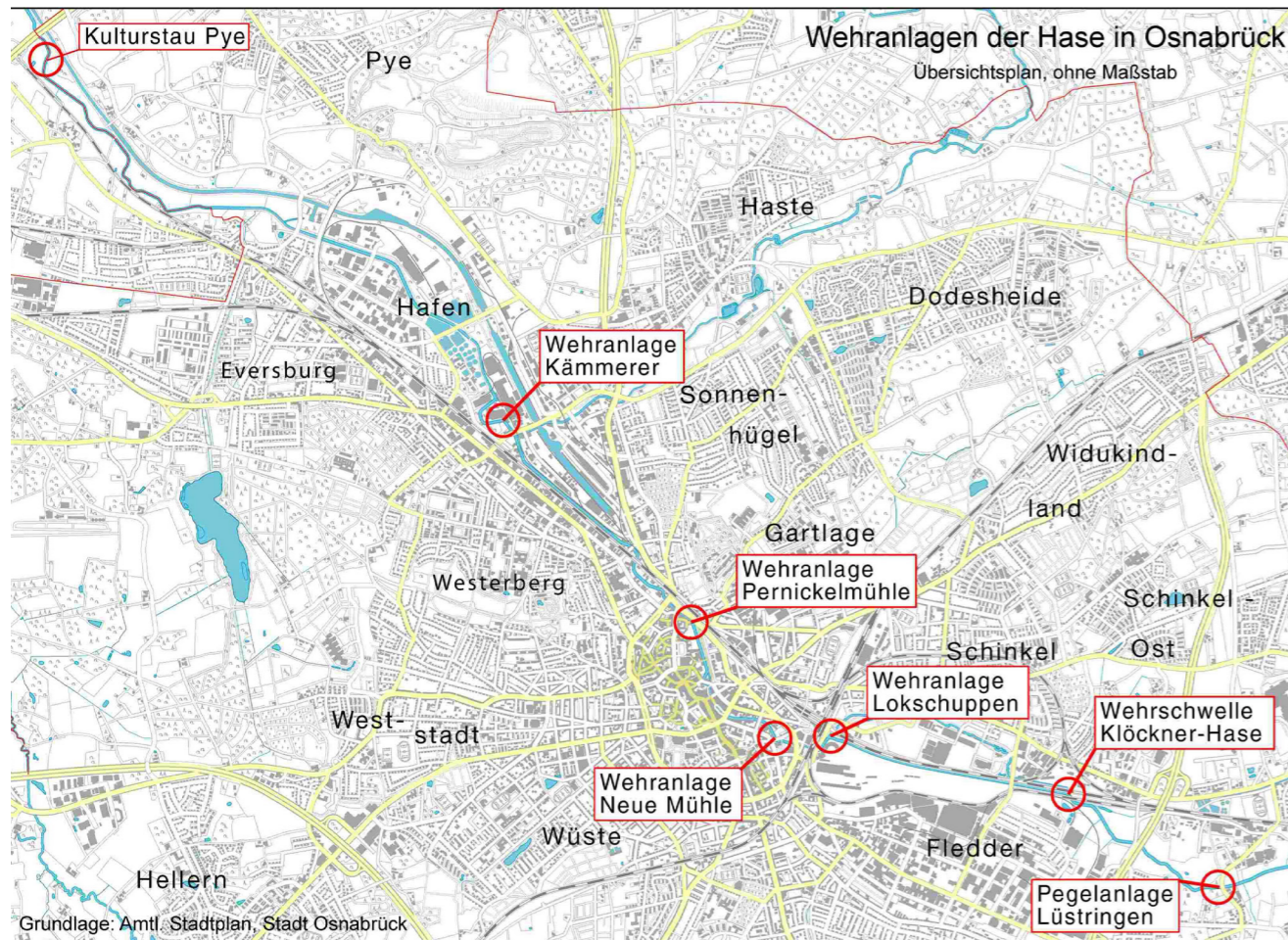
Die städtische Hase ist derzeit in Bezug auf die Migration und die Drift von Fischen und Neunaugen ein durch zahlreiche Querverbauungen und lange vorgelagerte Rückstauzonen tiefgreifend gestörter Flussabschnitt. Ihrer natürlichen Funktion als „Schnittstellengewässer“ bzw. „ökologische Drehscheibe“ für migrierende, mit der Strömung driftende und sich andersartig im Gewässernetz ausbreitende Fische und Neunaugen wird die städtische Hase deshalb gegenwärtig nicht gerecht.

Die in der städtischen Hase heute vorhandene Fisch- und Neunaugenfauna ist dementsprechend deutlich an Arten verarmt und umfasst in Bezug auf die sich heute erfolgreich in der Hase fortpflanzenden Arten lediglich Fische und keine Neunaugen. Unter den Fischen – mit Ausnahme der wenig anspruchsvollen Arten Hasel und Bachschmerle – sind nur solche Arten vertreten, die auch in stehenden Gewässern nachhaltige Bestände aufbauen können (Generalisten).

Um die ökologische Durchgängigkeit der Hase im Stadtgebiet vollständig erreichen zu können, ist es notwendig, insgesamt acht Querbauwerke entsprechend umzugestalten. Eine Machbarkeitsstudie zeigt auf, dass technische Lösungen vorhanden sind. Die Umsetzung ist jedoch abhängig von den finanziellen Möglichkeiten von Stadt und Land sowie von der Vereinbarkeit mit privaten Interessen und öffentlichen Belangen wie dem Denkmal- und dem Hochwasserschutz.

Der Borstenfischpass an der Neuen Mühle wurde 2009 fertig gestellt als ein erster und damit besonders wichtiger Trittstein auf dem Weg, die Hase in Osnabrück ökologisch durchgängig zu gestalten. Erfolgskontrollen hinsichtlich der Passierbarkeit für Kanuten als auch für Fische verdeutlichen den Erfolg der Maßnahme. Von den 18 Fischarten, die im Flussabschnitt zwischen dem Wehr der Pernickelmühle und dem Wehr der Neuen Mühle nachgewiesen werden konnten, haben 13 Arten den Pass angenommen. Auch verschieden große und schwimmstarke Fische kommen durch den Borstenfischpass hindurch.





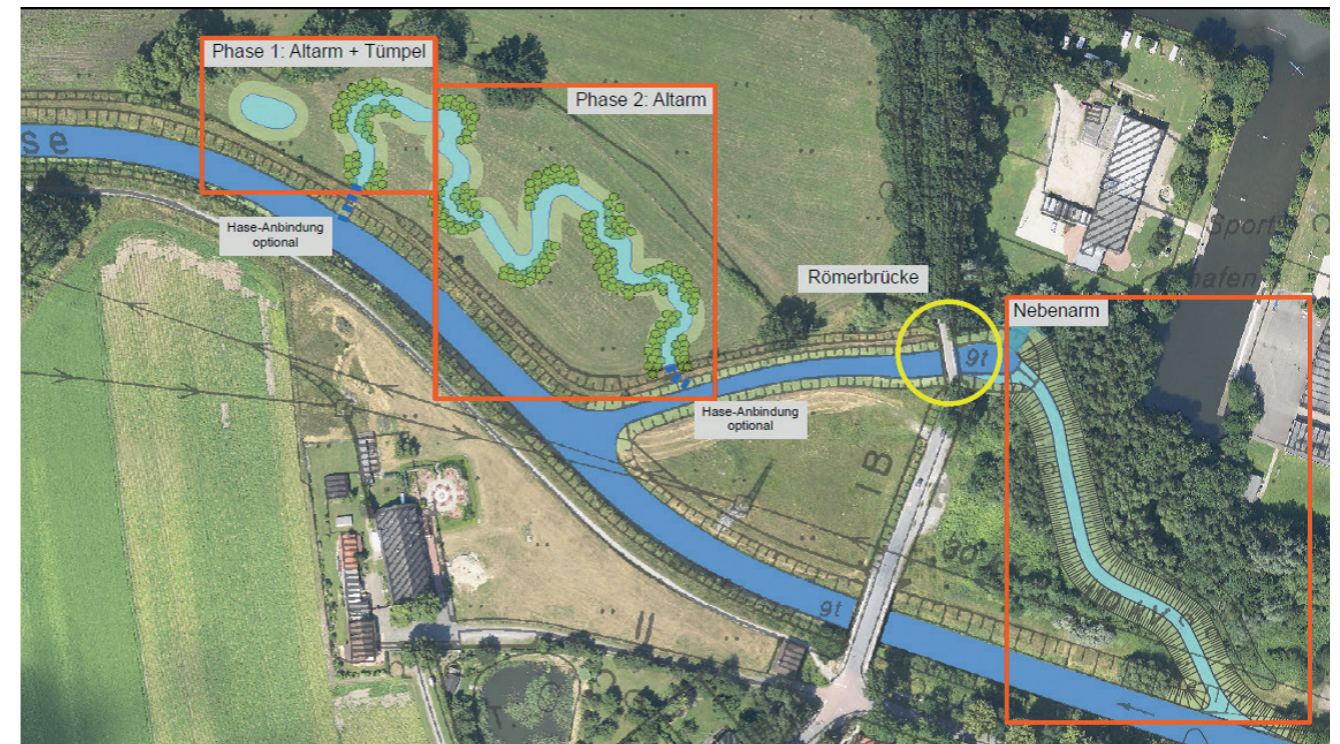
5. Revitalisierung der Haseaue

In den vergangenen Jahren gelang es der Stadt Osnabrück außerhalb des dicht bebauten Stadtgebietes Reste der ursprünglichen Haseaue durch Ankauf von Flächen für Kompensationszwecke zu sichern. Dort besteht nun die Möglichkeit, nicht nur den Flusslauf Hase sondern auch einen Teilbereich ihrer Aue wieder entsprechend den Zielen des Fließgewässerschutzkonzeptes des Landes Niedersachsen und der Stadt Osnabrück (FLIESSGEWÄSSER-SCHUTZSYSTEM NIEDERSACHSEN 1991; FLIESSGEWÄSSERPROGRAMM OSNABRÜCK 2008) naturnah zu entwickeln.

Zu beachten ist, dass die Wiederherstellung von Fließ- und Auengewässern mit möglichst naturgemäßer ökologischer Funktionalität ein komplexes Unterfangen ist, insbesondere weil Fließgewässer und Auen einschließlich darin gelegener Auengewässer natürlicherweise über die Zeit einem räumlichen Wandel unterliegen und insofern keine statischen, sondern dynamisch sich verändernde Lebensraum-Kompartimente eines vierdimensionalen Ökosystems darstellen.

Auf der Grundlage mittlerweile vorliegender Konzepte soll nun in der Haseaue in behutsamen Schritten eine nachhaltige Entwicklung hin zu deutlich verbesserten flussökologischen Verhältnissen in Gang gesetzt werden. Im Zusammenwirken mit Aufwertungen der Flussökologie in weiteren städtischen und außerstädtischen Bereichen kann so die Hase in einen Qualitätszustand überführt werden, der letztlich auch den Qualitätsanforderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie gerecht wird.

Als erstes Gebiet möchte ich Ihnen die Haseaue am westlichen Rande des Stadtgebiets in Eversburg vorstellen. Hier ist die Anbindung des Hasealtarms an die Hase, die Wiedervernässung und Schaffung von Oberflächengewässern in der Haseaue zwischen Stichkanal und Hase sowie eine Extensivierung der Flächennutzung vorgesehen. Mit diesem Projekt, mit dessen Umsetzung bereits 2009 begonnen wurde, soll letztlich die ökologische Aufwertung der Hase mit ihrer Aue und die naturverträgliche Erholungsnutzung (insbesondere Kanusport) mit allen damit verbundenen positiven Aspekten für den Naturschutz insgesamt erreicht werden. Für die Hase stellt der beidseitige Anschluss des Altarms eine wichtige gewässerökologische Maßnahme dar, da derartige Lebensräume im Bereich der städtischen Hase nicht mehr existieren. Der ausgesprochen strukturschwache parallele Hauptlauf der Hase wird zukünftig hydraulisch entlastet. Am Hauptlauf sowie am dann durchströmten Nebenarm können markante biostrukturelle Verbesserungen erreicht werden. Durch eine Vernässung der Aue und die Schaffung von Stillgewässern werden die Lebensbedingungen vor allem für Amphibien, aber auch für Insekten und Weichtiere und in Folge davon auch der sich davon ernährenden Vögel wesentlich verbessert.



Die bislang umgesetzten Maßnahmen haben Kosten in Höhe von 50.000 Euro verursacht, die Anbindung des Hasealtarm wird voraussichtlich noch einmal ca. 80.000 – 100.000 Euro kosten. Eine aktuelle Biotoptypenkartierung zeigt eine deutliche Anreicherung mit naturnahen Strukturen des ehemals strukturarmen Intensivgrünlandes sowie eine Aufwertung speziell des Grünlandes um zwei ökologische Wertstufen (KOMPENSATIONSMODELL BREUER, NLWKN) hin zu einem mesophilen Grünland.

Insgesamt wird das Naturerleben in dem Bereich nicht nur für die Wassersportler sondern auch für Fahrradfahrer und Wanderer (Haseuferweg) eine Aufwertung erfahren.

Nun zur Haseaue im Osten der Stadt in den Stadtteilen Voxtrup/Lüstringen: Zur Auslotung und inhaltlichen Konkretisierung der Entwicklungsmöglichkeit in diesem Bereich hat die Stadt die Erarbeitung eines strategischen Entwicklungskonzeptes beauftragt (BÜRO FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE UND LANDSCHAFTSPLANUNG/GFL BÜRO FÜR GEWÄSSERÖKOLOGIE, FISCHEREILICHE STUDIEN UND LANDSCHAFTSPLANUNG 2011), das derzeit im Rahmen eines Pflege- und Entwicklungsplanes einschließlich einer wasserbaulichen Genehmigungsplanung konkretisiert wird.

Bei der Konzepterstellung waren bestehende Raumansprüche sowie Sicherheitserfordernisse konkurrierender Nutzungen zu berücksichtigen. Zu nennen sind hier insbesondere mehrere Energietrassen. Darüber hinaus soll das Konzept eine naturverträgliche Fortführung des so genannten „Haseuferweges“ beinhalten. Durch die nachträgliche Erweiterung des Untersuchungsgebietes nach Süden tauchen nun auch Fragen der Entsorgung evtl. belasteter Böden auf. Durch die Maßnahmen dürfen im Gebiet vorhandene wertvolle Feucht- und Nassgrünlandbereiche nicht zerstört werden.

Derzeit ist der Zustand der Hase aus gewässerökologischer und naturschutzfachlicher Sicht im Raum Voxtrup in Bezug auf mehrere Qualitätskomponenten unbefriedigend. Über den Fluß hinaus ist auch die Situation der Auengewässer defizitär. Neben einer Verbesserung der Hydromorphologie des Flusslaufes sind deshalb auch der Schutz und die Entwicklung lokaltypischer Stillgewässer in der Aue sowie das Offenhalten, die Verbesserung und die Wiederherstellung von Migrations- und Ausbreitungsmöglichkeiten im Planungsraum und darüber hinaus von besonderer Bedeutung für den Schutz der aquatischen, amphibischen und semiterrestrischen Naturgüter der naturräumlichen Region.

Konkret soll im Planungsraum der dort derzeit verkürzte Flusslauf wieder naturnah verlängert und zur natur-



gemäßigen Absenkung der Trophie mit einem standorttypischen Ufergehölmantel ausgestattet werden. Nur auf diese Weise lassen sich naturgemäße Ernährungsbedingungen und naturnahe Lebensgemeinschaften im Fluss wieder herstellen. Um die im Gefolge der hierfür notwendigen Baumaßnahmen am Fluss auftretende Erosionsproblematik zu minimieren, soll das gesetzte Ziel langfristig über zwei Bauphasen mit anschließenden längeren Entwicklungsphasen erreicht werden.

In der ersten Bauphase werden zunächst drei altarmförmige Gewässer in der Aue angelegt. Nach einer mindestens 10jährigen Phase des Wachstums uferstabilisierender Gehölze an den Altarmen sollen diese in einer zweiten Bauphase beidseitig an die Hase angebunden und vom Fluss durchströmt werden. Drei danach nicht mehr benötigte Teilabschnitte des derzeitigen Flusslaufs werden dann in ihren Endbereichen abgedämmt und in den Kernbereichen zu Auengewässern entwickelt werden. Parallel hierzu werden die in Entwicklungsphase 1 herangewachsenen Ufergehölzbestände zu weitgehend geschlossenen Ufergehölmänteln mit partiell angrenzenden Beständen von Auwald arrondiert.

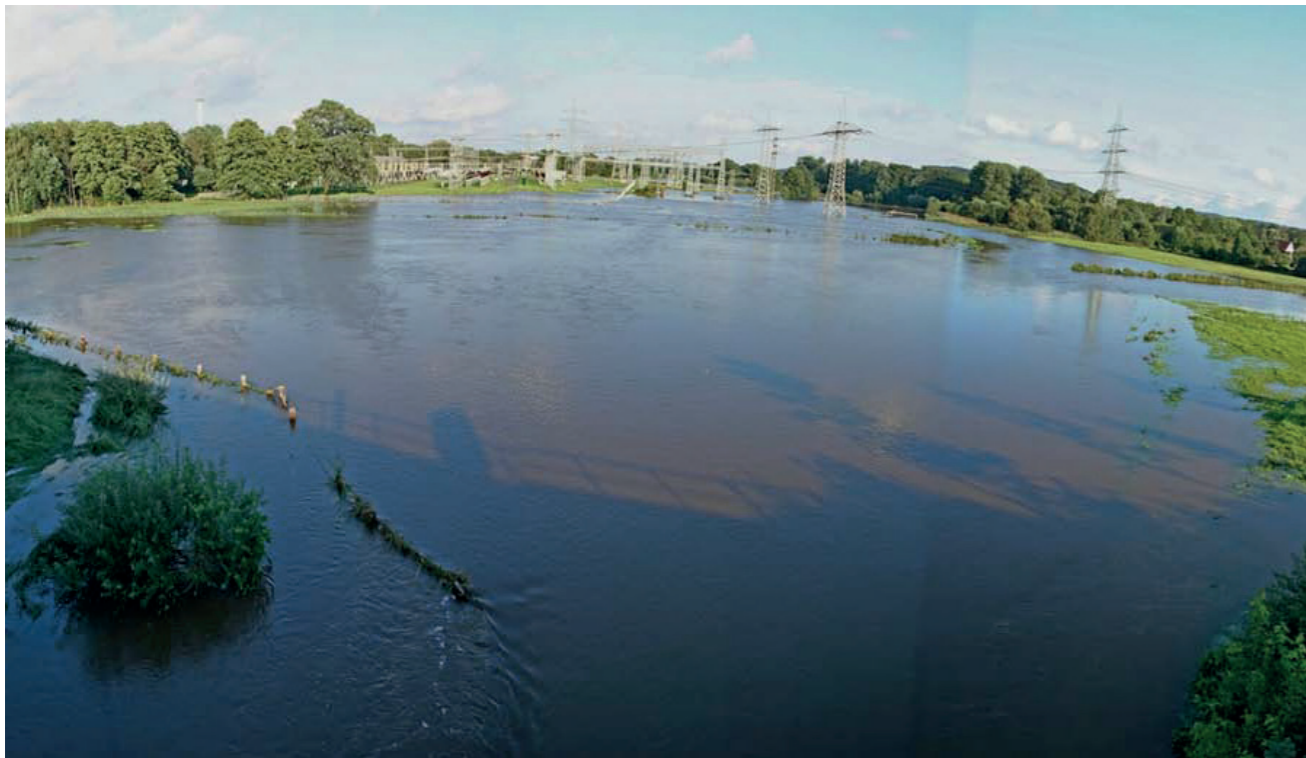
Der über die Jahrhunderte infolge von Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Bereich der Flusssohle entstandene Mangel an kiesigen und schottrigen Substraten soll durch Zugabe geeigneter Geschiebmaterialien beseitigt werden. Parallel hierzu wird durch punktuellen Einbau von Raubäumen, Uferbermen und Stützschnellen die Ausprägung naturnaher Strukturverhältnisse im Bereich der Sohle sowie der Ufer des Flusses gefördert und gelenkt.

Um die Grundwasserstände und hierüber die wertvolle Nass- und Feuchtgrünlandvegetation in der Aue zu halten, ist kurz oberhalb der Autobahnbrücke eine raue Gleite einzurichten.

Im Zusammenhang mit der Frage zunehmender Hochwässer in Folge der langfristigen Klimaveränderung stellt sich der Stadt auch die Problematik, zusätzlichen Retentionsraum im Vorfeld des dicht bebauten Stadtgebietes zu schaffen. Hierzu käme der Abtrag von in den 1960er Jahren erfolgten Bodenverfüllungen in den südlichen Auebereichen in Frage. Jedoch sind noch grundsätzliche Fragen der Flächenverfügbarkeit, des Verbleibs der zum Teil belasteten Böden sowie der Kosten und deren Finanzierung zu klären.

Die Umsetzung des Konzeptes ist sukzessive für die nächsten Jahre vorgesehen. Gesamtkosten der Maßnahmen sind derzeit noch nicht ermittelt. Allein für die im ersten Bauabschnitt geplanten Maßnahmen wurden Kosten in Höhe von ca. 300.000 Euro veranschlagt. Berücksichtigt sind hierbei noch nicht die Kosten für Auskofferung, Abtransport und Deponierung der aufgefüllten Bodenmassen im südlichen Auebereich. Als ein Finanzierungsinstrument kommt die Eingriffsregelung nach Naturschutzrecht aber auch nach Baugesetzbuch in Betracht.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Weitere Informationen zur „Lebendigen Hase“ finden Sie unter www.lebendige-hase.de

Der Leipziger Auwald. Zur Renaturierung urbaner Auwälder an Luppe, Pleiße und Weißer Elster inmitten einer Großstadt

Carolin Seele¹, Mathias Scholz², Hans Dieter Kasperidus², Timo Hartmann², Annett Krüger³, Anna Herkelrath³, Jens Riedel⁴, Torsten Wilke⁴ & Christian Wirth¹

¹ Universität Leipzig – AG Spezielle Botanik und Funktionelle Biodiversität

² Helmholtz Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Dep. Naturschutzforschung

³ Universität Leipzig – Institut für Geographie

⁴ Stadt Leipzig, Amt für Stadtgrün und Gewässer

1. Der Leipziger Auwald – Ausgangssituation

Wie von einem „grünen Band“ wird die Stadt Leipzig von der Aue der Weißen Elster, der Luppe und der Pleiße durchzogen, die trotz der unmittelbaren Nähe zur Stadt (Abb.1) aufgrund ihrer ausgedehnten Hartholzauwälder als mitteleuropäisch bedeutsame Auenlandschaft eingestuft wird. Sie ist Teil des Landschaftsschutzgebiets „Leipziger Auwald“ (5.900 ha; ca. 13% der Stadtfläche Leipzigs), beherbergt vier Naturschutzgebiete und ist Bestandteil des NATURA 2000 Netzes (Kasperidus & Scholz 2011). Das FFH-Gebiet „Leipziger Auensystem“ (2.825 ha; davon 689 ha Hartholz-Auwald) nimmt im bundesweiten Vergleich Rang 6 der FFH-Gebiete mit Hartholzauwald ein (Scholz et al. 2012). Große Teile dieser Hartholzauwälder sind ungleichaltrige Mischbestände mit großem Strukturreichtum sowie einer außerordentlich hohen Diversität der Flora und Fauna (Gutte 2011, Gutte & Sickert 1998, Müller & Zäumer 1992, Müller 1995). Ihre Besonderheit liegt in der vergleichsweise großen Naturnähe, die trotz intensiver anthropogener Eingriffe in das Auenökosystem erhalten geblieben ist.

Seit der Mensch an den Ufern der Leipziger Flüsse siedelte, beeinflusste und regulierte er deren Verlauf stark. Die ersten Dämme und Deiche sowie Mühlgräben wurden bereits im 10. Jh. angelegt. Bis zum 12. Jh. entstand ein gut aufeinander abgestimmtes Netz von Wasserbauwerken, das in seinen Grundzügen bis in das 19. Jahrhundert bestand (Böhme und Becker 1995, Müller und Zäumer 1992). Im Zuge eines starken Bevölkerungswachstums, steigendem Bedarf an landwirtschaftlicher Nutzfläche sowie zunehmender Industrialisierung erfolgten ab Mitte des 19. Jahrhunderts gravierende Veränderungen des Gewässerverlaufs von Weißer Elster und Luppe durch wasserbauliche Maßnahmen wie Eindeichung, Bau von Hochflutbetten, Fließstreckenbegradigung und –verkürzung, um einen schnellen und sicheren Abfluss von Abwässern und Hochwasser zu gewährleisten.

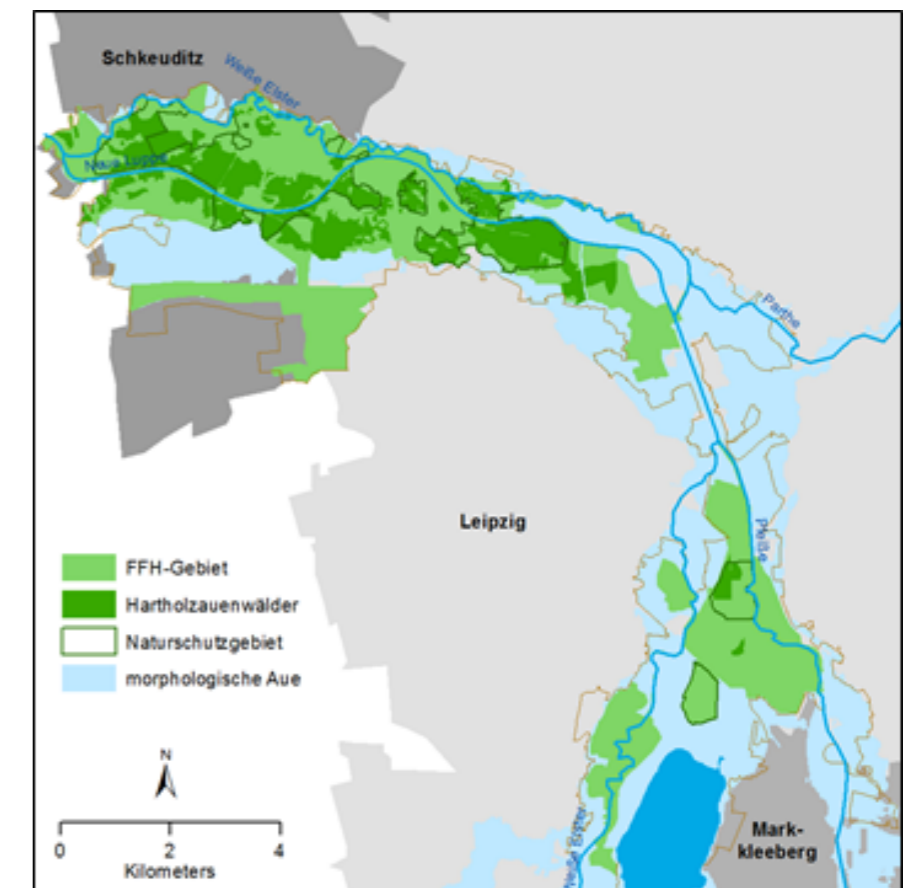


Abb. 1: Das Landschaftsschutzgebiet „Leipziger Auwald“ (beige Linie) mit Teilen der Aue der Weißen Elster, der Luppe, der Pleiße und der Parthe im Stadtgebiet von Leipzig, Schkeuditz und Markkleeberg in Nordwest Sachsen (Karte: S. Hofmann).

Durch den Bau der Neuen Luppe (1936-1938) ging die Durchgängigkeit der Alten Luppe im Nordwestlichen Stadtgebiet verloren und ehemalige Nebenarme und Flussverbindungen fielen trocken oder wurden verfüllt (Abb. 2). Aus diesen starken Regulationsmaßnahmen resultierte die weitgehende Entkopplung der Flüsse und ihrer Aue und damit verbunden eine starke Einschränkung der Auendynamik durch das Ausbleiben periodischer Überflutungen. Vor den Regulationsmaßnahmen wies das Leipziger Auensystem eine weitgehend funktionierende Auendynamik auf und gehörte zu den regelmäßig durch die Frühjahr- und Sommerhochwässer überschwemmten Gebieten. Heutzutage beschränkt sich die rezente Aue auf die flussnahen schmalen Bereiche vor den Sommerdeichen entlang von Weißer Elster, Pleiße und Neuer Luppe. Auentypische hydrologische Verhältnisse sind im Leipziger Auensystem nur über eine gedämpfte Grundwasserdynamik oder direkte Überflutung bei Extremereignissen zu beobachten. Durch den Braunkohletagebau im Süden von Leipzig (1974 bis 1990) kam es zum Absinken des Grundwassers um einen, gebietsweise um zwei Meter, wodurch die Aue einen insgesamt trockeneren Charakter erhielt (Müller und Zäumer 1992). Auch nach Aufgabe der meisten Tagebaue und einem Wiederanstieg des Grundwassers kommt es in der Nordweststau durch die tiefe Sohle und beständige Sohleintiefung der künstlich angelegten Neuen Luppe zu einer anhaltenden Entwässerung der Aue und Homogenisierung der Grundwasserflurabstände. Das Defizit der Auendynamik, also fehlender Dynamik zwischen Überflutung und Trockenfallen, wird durch den als ungünstig eingestuften Erhaltungszustand (Einstufung „B – unzureichend“ laut BfN-NATURA 2000 Datenbank 2009, Scholz et al. 2012) der Hartholzauwälder im Leipziger Auensystem deutlich. Aufgrund der Zunahme nicht auentypischer Standortverhältnisse veränderten sich die Artenzusammensetzung und die Dominanzverhältnisse der Kraut- und Baumschicht der Hartholzauenbestände deutlich innerhalb der letzten Jahrzehnte (Gläser 2005, Gläser und Wulf 2009, Gutte 1990, Müller 1995). Als direkte Folge der fehlenden Überflutungen konnten Arten mit geringer Überflutungstoleranz, insbesondere Spitz-Ahorn (*Acer platanoides* L.) und Berg-Ahorn (*A. pseudoplatanus* L.) sowie Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra* L.) vermehrt auftreten. Noch 1870 betrug der Anteil der beiden Ahornarten am Gesamtbestand 1.6% und 1993 bereits 21.3% (Gläser 2005). Im Unterstand dominieren bereits heute beide Ahornarten mit 74% (Forsteinrichtungswerk 2003) und damit ist eine fortschreitende Veränderung des Querco-Ulmetums verbunden.

2. Wiedervernässungs-Projekte im Leipziger Auwald

Aus den bereits eingetretenen Veränderungen ergibt sich die Notwendigkeit, auentypische hydraulische und hydrodynamische Verhältnisse auf möglichst großen Flächen wieder herzustellen, denn diese sind Voraussetzung für den langfristigen Erhalt und die Wiederherstellung einer auentypischen Biodiversität und der mit Auenwäldern verbundenen Ökosystemfunktionen (wie Hochwasser- und Nährstoffretention, Kohlenstoffspeicherung). Besonders nach der Wiedervereinigung Deutschlands begannen Naturschutz- und Renaturierungsbestrebungen in der Leipziger Aue. Im südlichen Leipziger Auwald begann 1993 ein bis heute weitergeführtes Pilotprojekt zur Wiedervernässung durch periodische, künstliche Überflutungen, deren Wirksamkeit durch den hohen Nährstoffgehalt des eingeleiteten Wassers, der fehlenden Sedimentfracht und mangelnder Dynamik limitiert ist. Die 4.5 ha große Überflutungsfläche zeigt eine Entwicklung in Richtung der nassen Ausprägung des Auwaldes, wie er in Senken mit im Frühjahr länger anstehendem Wasser auftritt, mit einer Zunahme hygrophiler Arten und einem starken Rückgang der Geophythen (Richter & Teubert 2011, Gutte 1999). Aus diesem lokal begrenzten Pilotprojekt wurde das Projekt „Dynamische Aue“ entwickelt (Steib 2011), welches durch den Ausbau kleinerer Auenfließgewässer ökologische Flutungen ab HQ1 in großen Bereichen der Hartholzauenbestände der südlichen Leipziger Aue (Abb. 1) ermöglichen will und damit die Wiederherstellung dynamischer Auenbedingungen anstrebt. Das Projekt befindet sich aktuell in der Planungs-/Genehmigungsphase und soll bis 2016 realisiert werden.

Um der zunehmenden Austrocknung des nördlichen Teils der Leipziger Aue (Abb. 1) entgegenzuwirken, wurde bereits 1999 versucht, durch den Bau eines zusätzlichen 5.5 km langen Fließgewässers im Auwald, dem sog. Burgauenbach, eine Grundwasseranhebung und somit ein dauerhaft verbessertes Wasserangebot zu ermöglichen. Aufgrund eingeschränkter Konnektivität mit dem Grundwasserleiter konnte der Austrocknungstendenz dadurch jedoch nicht im nötigen Umfang entgegengewirkt werden, so dass über eine Erweiterung und Optimierung nötiger Maßnahmen nachgedacht wurde, die mit dem Projekt „Lebendige Luppe“ realisiert werden sollen.

Dabei sollen in der nordwestlichen Aue Leipzigs die historischen Fließstrecken der Luppe und des ehemaligen Luppe-Binnendeltas, die durch den Bau der Neuen Luppe in den 1930er Jahren zerschnitten wurden, revitalisiert werden. Im Projektteil 1 südlich der Neuen Luppe (Abb. 2) ist geplant, beginnend in Leipzig bis hin zum Luppewildbett an der Grenze zu Sachsen-Anhalt die historischen Fließstrecken zu einem durchgängigen, dauerhaft wasserführenden, bis zu 15 km langen und mindestens 6 m breiten naturnahen Fließgewässer zu verbinden (sog. „Lebendige Luppe“), welches mit dem Grundwasserleiter kommuniziert und dadurch eine Anhebung und auentypische Dynamisierung der Grundwasserstände ermöglicht (Putkunz 2011, Riedel & Vitzthum 2014). Zusätzlich sollen durch die Anbindung von Altlaufstrukturen und Senken auenökologisch wirksame Ausuferungen und Überflutungen ermöglicht werden. Indem bisherige Schmutzwassereinträge unterbunden werden, kann eine verbesserte Wasserqualität gemäß EU-WRRL für das neue Fließgewässer gewährleistet werden. Im Projektteil 2 nördlich der Neuen Luppe (Abb. 2) sollen die Wasserstände der, von der Austrocknung bedrohten Stillgewässer ehemaliger Lehmlachen (sog. Papitzer Lachen), unter Nutzung von Wasser aus der Weißen Elster so reguliert werden, dass ein Erhalt gefährdeter Amphibienpopulationen ermöglicht wird.

Die Realisierung der Lebendigen Luppe ist zentraler Teil des Gesamtprojekts „Lebendige Luppe – Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader – Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt“. Das Projekt wird kommunalübergreifend mit den Städten Leipzig und Schkeuditz und im Rahmen einer interdisziplinären und institutsübergreifenden Zusammenarbeit mit der Universität Leipzig und dem Helmholtzzentrum für Umweltforschung UFZ verwirklicht. Der NABU-Landesverband Sachsen ist Projektpartner zur Realisierung des Projektteils 2.

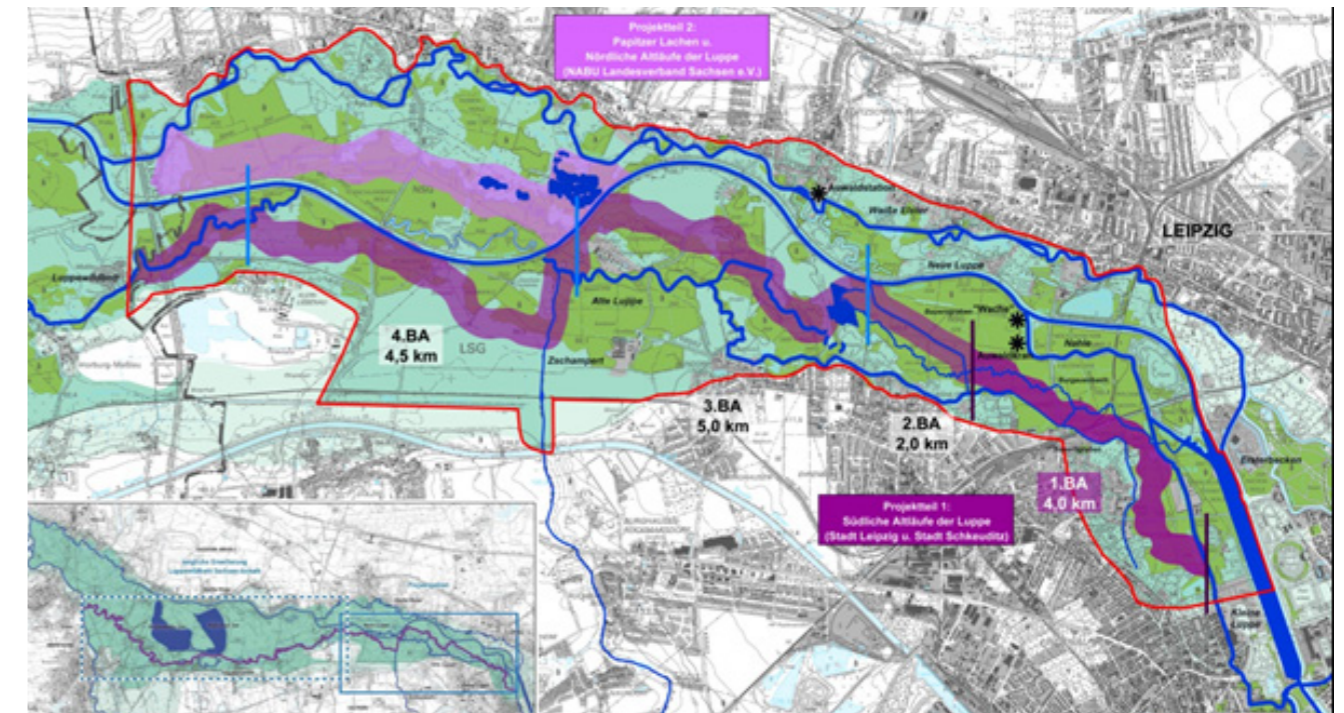


Abb. 2: Verlauf der geplanten Maßnahmen im Projekt „Lebendige Luppe“. Der Bau erfolgt in vier Abschnitten (BA) und kann modular gestaltet werden. (Karte: bgmr 2009)

Die geplanten Revitalisierungsmaßnahmen werden durch ein naturwissenschaftliches Langzeit-Monitoring begleitet. Dafür wurden im Maßnahmensgebiet 42 Dauerbeobachtungsflächen nach dem BACI-Design (Before-After / Control-Impact; Smith 2002) eingerichtet, auf denen die Diversität ausgewählter Indikatorgruppen (Vegetation, Laufkäfer) sowie Grundwasserdynamik, Wasser- und Stoffhaushalt im Boden, Kohlenstoffspeicherung und Waldwachstum erfasst werden. Unter Integration weiterer landschaftsökologischer und naturschutzfachlicher Daten ist damit eine umfassende Analyse des Status-Quo sowie der durch die zu erwartende Wiedervernässung eintretenden Veränderungen der Standortverhältnisse, der Biodiversität sowie der Ökosystemfunktionen der Aue möglich, die über das bisher vorliegende Maß hinaus geht. Zur regionalen und überregionalen Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse, soll ein geeignetes methodisches Instrumentarium entwickelt werden.

Um die besonderen Rahmenbedingungen der Durchführung dieses Revitalisierungsvorhabens im dicht besiedelten urbanen Raum zu berücksichtigen und alle Stakeholder (Bevölkerung, Politik, Verwaltung, Verbände) angemessenen zu involvieren, wird das Projekt durch eine umfangreiche Öffentlichkeits- und Umweltbildungsarbeit sowie sozialwissenschaftliche Forschungsarbeiten begleitet. Dabei werden insbesondere die Wahrnehmung und die Akzeptanz des Vorhabens durch die städtische Bevölkerung untersucht und ein Fokus auf die Analyse des Umweltbewusstseins der Öffentlichkeit gelegt. Dazu wird auf der Basis von Umfragen und Studien ermittelt, wie die Bevölkerung Eingriffe in die Umwelt bewertet und wie die Akzeptanz für Naturschutzmaßnahmen wie die hier angestrebte Gewässerrevitalisierung erhöht werden kann. Des Weiteren werden neue Ansätze zur Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung entwickelt, bei denen die Kommunikation des Konzepts der Ökosystemleistungen eine zentrale Rolle spielt.

Mit diesen drei oben genannten Bausteinen verbindet das Vorhaben „Lebendige Luppe“ in bislang wenig praktizierter Form Revitalisierungsmaßnahmen mit wissenschaftlicher Analyse und Umweltbildung.

3. Fazit und Ausblick

Leipzig gehört zu den wenigen deutschen Großstädten, in denen flächenmäßig und ökologisch bedeutsame Auenwälder erhalten geblieben sind; trotz umfangreicher, gravierender Eingriffe in das Auenökosystem, die zu einer weitgehenden Entkopplung von Flüssen und Aue und damit zu fehlender Dynamik zwischen Überflutung und Trockenfallen geführt haben. Daher wird durch die Umsetzung mehrerer Revitalisierungsprojekte versucht, eine dauerhaft verbesserte Wasserversorgung der Leipziger Aue zu erreichen, denn nur durch die Wiederherstellung auentypischer hydraulischer und hydrodynamischer

Verhältnisse können die hohe Biodiversität und die mit Auwäldern verbundenen Ökosystemfunktionen langfristig erhalten werden. Das hier vorgestellte Projekt „Lebendige Luppe“ ist das flächenmäßig bedeutsamste, aktuelle Projekt in der Leipziger Aue, bei dem die historischen Fließstrecken der Luppe und des ehemaligen Luppe-Binnendeltas, die durch die künstlich angelegte Neue Luppe zerschnitten wurden, revitalisiert werden. Dennoch ist dieses Projekt nur ein Baustein von vielen notwendigen Maßnahmen. Um insbesondere periodische Überflutungen großflächig zu ermöglichen sowie eine weitere Eintiefung der Neuen Luppe zu verhindern, sind eine Sohlhebung der Neuen Luppe oder die Schlitzung von Deichen langfristig weiter zu verfolgen. Besonders Beobachtungen im Zuge der Hochwasserereignisse der Jahre 2011 und 2013 haben gezeigt, dass auch in Leipzig noch ein großes Potential für eine Entwicklung zu naturnäheren Verhältnissen vorhanden ist.

4. Danksagung

Die „Lebendige Luppe“ wird im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert. Außerdem werden Mittel aus dem Naturschutzfonds der Sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt eingesetzt. Es ist ein Schlüsselprojekt des Grünen Rings Leipzig.

Literatur

- Böhme, H. J. & C. Becker (1995):** Die Leipziger Gewässer von der Jahrtausendwende bis zur Gegenwart. Neue Ufer 3: 1-64.
- Gläser, J. (2005):** Wie beeinflusst der Mensch die Baumartenzusammensetzung? In: Der Leipziger Auwald und das Wasser. Tagungsband zum 4. Leipziger Auensymposium. Amt für Umweltschutz der Stadt Leipzig. Leipzig.
- Gläser, J. & M. Wulf (2009):** Effects of water regime and habitat continuity on the plant species composition of floodplain forests. *Journal of Vegetation Science* 20: 37-48.
- Gutte, P. (2011):** Das Quercus-Ulmetum minoris Issl. 1942, der Stieleichen-Ulmen-Hartholzwald in der Elster-Luppe-Aue bei Leipzig. *Mauritiana (Altenburg)* 22: 213-242.
- Gutte, P. (1999):** Botanische Begleituntersuchungen zur Pilotflutung im südlichen Auwald. In: Der Leipziger Auwald – eine Landschaft von europäischem Rang. Tagungsband zum 3. Leipziger Auensymposium am 17. April 1999. Amt für Umweltschutz der Stadt Leipzig. Leipzig.
- Gutte, P. & A. Sickert (1998):** Der Leipziger Auwald - Bestand und Pflege. *Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz* 2: 80-85.
- Gutte, P. (1990):** Florenzwandel im Stadtgebiet von Leipzig. *Tuexenia* 10: 57-65.
- Kasperidus H.D. & M. Scholz (2012):** Auen und Auenwälder in urbanen Räumen. In: Chr. Wirth, A. Reiher, U. Zäumer, H.D. Kasperidus (Hrsg.) *Der Leipziger Auwald – ein dynamischer Lebensraum*. Tagungsband zum 5. Leipziger Auensymposium am 16. April 2011. UFZ-Bericht 06/2011: 26-30.
- Müller, G. K. & U. Zäumer (1992):** Der Leipziger Auwald: ein verkanntes Juwel der Natur. Urania Verlag. Leipzig.
- Müller, G. K. (1995):** Die Leipziger Auen. Bestandsaufnahme und Vorschläge für die Gebietsentwicklung. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung. Dresden.
- Putkunz J. (2011):** Lebendige Luppe - attraktive Auenlandschaft: Wiederherstellung ehemaliger Wasserläufe der Luppe im nördlichen Leipziger Auwald. In: Chr. Wirth, A. Reiher, U. Zäumer, H.D. Kasperidus (Hsg.): *Der Leipziger Auwald – ein dynamischer Lebensraum*. Tagungsband zum 5. Leipziger Auensymposium am 16. April 2011. UFZ-Bericht 06/2011: 31-37.
- Richter, K. & H. Teubert (2011):** Die Bedeutung des naturschutzfachlichen Monitorings an Beispielen aus dem Leipziger Auwald. In: Chr. Wirth, A. Reiher, U. Zäumer, H.D. Kasperidus (Hsg.): *Der Leipziger Auwald – ein dynamischer Lebensraum*. Tagungsband zum 5. Leipziger Auensymposium am 16. April 2011. UFZ-Bericht 06/2011: 45-50.
- Riedel, J. & M. Vitzthum (2014):** Lebendige Luppe – Attraktive Auenlandschaft als Leipziger Lebensader – Biologische Vielfalt bringt Lebensqualität in die Stadt. DWA Rundbrief Landesverband Sachsen/Thüringen Nr. 44: 11-12.
- Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H.D., Born, W. & K. Henle (2012):** Ökosystemfunktionen in Flusssauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion. *Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt* 124, 258 S.
- Sickert, A. (2011):** Fortschreibung der Konzeption zur forstlichen Pflege des Leipziger Auenwaldes. In: Chr. Wirth, A. Reiher, U. Zäumer, H.D. Kasperidus (Hsg.) *Der Leipziger Auwald – ein dynamischer Lebensraum*. Tagungsband zum 5. Leipziger Auensymposium am 16. April 2011. UFZ-Bericht 06/2011: 51-57.
- Smith, E.P. (2002):** BACI design. In: El-Shaarawi A.H. & W.W. Piegorsch (Eds.): *Encyclopedia of environmetrics*. Vol. 1. Wiley, Chichester, U.K.: 141-148.
- Steib, K. (2011):** Dynamische Aue – ein Projekt zur Wiedervernässung der Südaue. In: Chr. Wirth, A. Reiher, U. Zäumer, H.D. Kasperidus (Hsg.) *Der Leipziger Auwald – ein dynamischer Lebensraum*. Tagungsband zum 5. Leipziger Auensymposium am 16. April 2011. UFZ-Bericht 06/2011: 38-44.

Auenrenaturierung an der Emscher: Natur- und Hochwasserschutz vs. Bodenschutz

Dipl.-Ing (FH) Dominik Schröder, Ahlenberg Ingenieure GmbH, Herdecke

1. Einleitung

Im Ruhrgebiet werden zurzeit die Emscher und ihre Nebenläufe, ein von Menschen geschaffenes System offener Schmutzwasserläufe, zu naturnahen Gewässern umgestaltet. Bei der Umsetzung dieser Maßnahmen, insbesondere unter Berücksichtigung der Anforderungen für einen modernen Hochwasserschutz ergeben sich in einigen Bereichen Kontroversen zum Bodenschutz.

2. Ausgangssituation

Heute hat die etwa 85 km lange Emscher mit ihren Nebenläufen ein Einzugsgebiet von etwa 865 km². Die Emscher entspringt in Holzwickede bei Dortmund und mündet in der Nähe von Dinslaken in den Rhein (s. Abb. 1). Insgesamt umfassen die Flussläufe im Einzugsgebiet der Emscher ca. 340 km.



Abb. 1: Einzugsgebiet der Emscher (www.emscher-genossenschaft.de 2014)

Im Zuge der Industrialisierung im Ruhrgebiet und der damit verbundenen Bergsenkungen wurden die Emscher und ihre Nebenläufe ab dem Jahr 1906 begradigt und technisch ausgebaut. Vor diesem ersten Umbau war die Emscher aufgrund ihres geringen Gefälles von nur 122 m auf 109 Flusskilometern zwischen der Quelle und der Mündung ein stark mäandrierendes Gewässer (s. Abb. 2), welches bei Hochwasser weite Flächen überflutete. Noch heute zeugen Ortsbezeichnungen wie Emscherbruch (Gelsenkirchen) oder Hombruch (Dortmund) von dem ehemals sumpfigen Charakter der Landschaft und der ursprünglichen Vegetation in der Emscherniederung. Lange vor der Industrialisierung war das Gebiet nur sehr dünn mit einzelnen Streusiedlungen und Höfen besiedelt. Nahrungsgrundlage für die Bewohner der Emscherniederung war die Landwirtschaft und die Fischerei in der Emscher. Mit zunehmender Besiedelung begannen die Menschen die Fluss- und Bachläufe zu verändern, um die Wasserkraft zu nutzen. Hierzu wurden Wehre, Teiche und Mühlen angelegt, die aufgrund ihrer aufstauenden Wirkung zu einer weiteren Verschlechterung des Abflusses und damit zu verstärkten Überschwemmungen führten. Mit der zunehmenden Besiedelung des Ruhrgebietes im Zuge der Industrialisierung und der damit verbundenen Verschmutzung der Gewässer führten diese Hochwässer zu großen Schäden sowie zur Verbreitung von Seuchen und Krankheiten. Dies war 1899 der Anlass für die Gründung der Emscher-Genossenschaft. Ihre Aufgaben waren der Ausbau und die Regulierung der Gewässer zur Vermeidung von Krankheiten und Schäden durch Hochwässer. Mit dem technischen Ausbau der Emscher und ihren Nebenläufen mit Sohlbefestigungen aus Beton und V förmigem Gewässerprofilen, war eine deutliche Verkürzung der Fließstrecke verbunden. Durch den Bau von Deichen war die Überflutung der ehemaligen Auen nicht mehr möglich (Abb. 2).

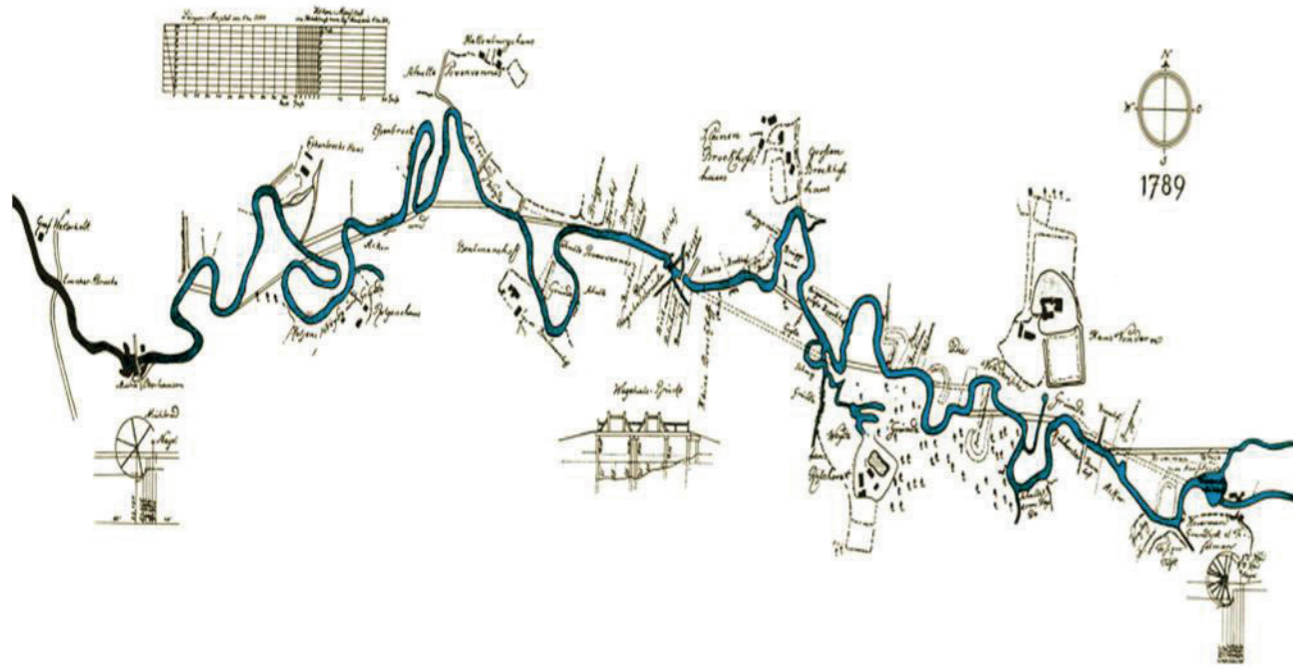


Abb. 2: Darstellung eines Teilabschnitts der ursprünglichen Emscher mit Eintragungen des geplanten Ausbaus um 1900 (entnommen aus Peters, Ralf et al. (1999): 100 Jahre Wasserwirtschaft im Revier. Die Emschergerossenschaft 1899 – 1999. – Emschergerossenschaft, Essen)



Abb. 3: Technisch ausgebautes abwasserführendes Gewässer um 2010

Aufgrund der durch den untertägigen Bergbau verursachten Bergsenkungen sind heute weite Teile des Einzugsgebietes der Emscher Poldergebiete, die mit insgesamt 107 Pumpwerken entwässert werden (siehe Abb. 1). Neben dem Oberflächenwasser wurden, und werden abschnittsweise auch heute noch, über die Emscher und ihre Nebenläufe die industriellen und häuslichen Abwässer abgeführt. In den 1990er Jahren wurde mit der Planung und dem Bau von Kläranlagen, erster unterirdischer Schmutzwasserkanäle und anderer abwassertechnischer Anlagen begonnen, mit dem Ziel einer von der Emscher getrennten Abwasserführung. Nach der Abkopplung der Abwässer werden die Gewässer, die dann nur noch von Grund- und Niederschlagswasser gespeist werden, nach und nach naturnah umgestaltet (ökologisch verbessert). Im Zuge der ökologischen Verbesserung wird nach dem Rückbau der Sohlbefestigung aus Beton eine Verbreiterung der Gewässersohle zur Schaffung von Auenflächen durch Verlagerung bzw. Abflachung der Gewässerböschungen und/oder durch Anhebung der Gewässersohle angestrebt. Zum Schutz vor Hochwässern werden im Rahmen des Emscherumbaus Hochwasserrückhaltebecken gebaut.

Dieser zweite grundlegende Umbau des Emschersystems befindet sich zur Zeit in der Umsetzung. Etwa 250 km der insgesamt geplanten 400 km neuer Abwasserkanäle sind bereits fertig und etwa 110 km der insgesamt 340 km Gewässer sind ökologisch verbessert.

3. Einfluss der aktuellen Umbaumaßnahmen auf den Boden

Die Maßnahmen zum Kanalbau und zur ökologischen Verbesserung finden in der Regel ausschließlich auf dem Grundstück der Emschergerossenschaft statt. Damit ist die zur Verfügung stehende Fläche parallel zum Gewässer durch angrenzende Fremdflächen, Bauwerke oder Einrichtungen der Infrastruktur begrenzt.

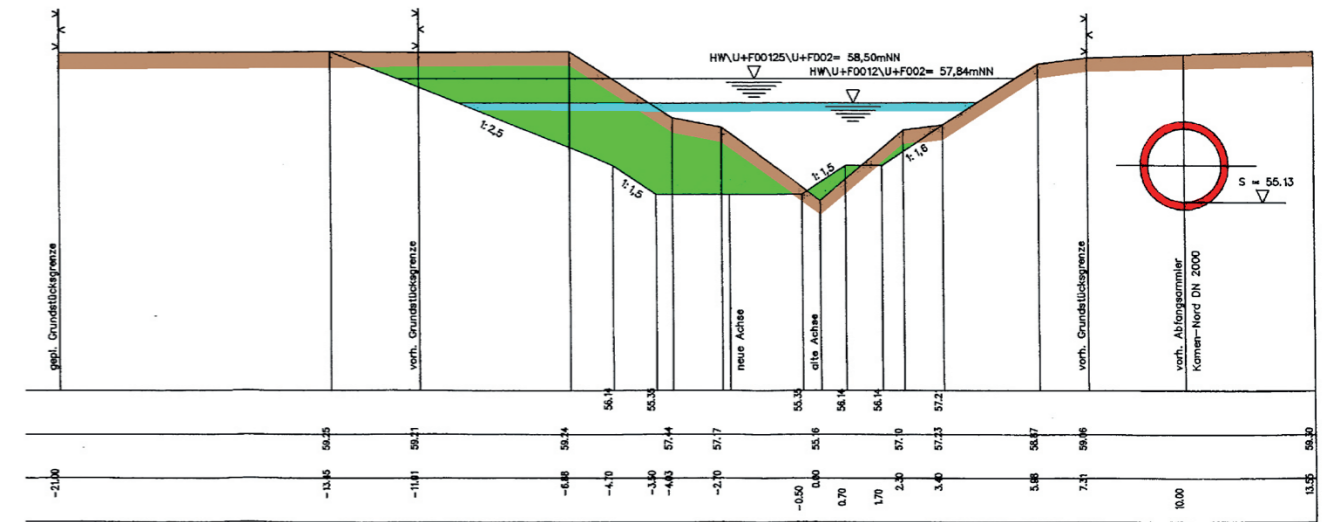


Abb. 4: Typisches Umgestaltungsprofil mit vorhandenem Böschungsverlauf (braun) und geplantem Aufweitungsbereich (grün)

Zunächst erfolgt der Kanalbau damit das Schmutzwasser vom restlichen Wasser getrennt werden kann. Danach wird die ökologische Verbesserung des Gewässers durchgeführt. Beim Kanalbau ist die technische Durchführbarkeit der Baumaßnahme und die spätere Betriebssicherheit des Kanals entscheidend. Die geotechnischen Eigenschaften des Bodens und deren Optimierung stehen im Vordergrund. Der Boden im Bereich der Kanaltrasse wird Teil eines technischen Bauwerks.

Bei der ökologischen Verbesserung wird in der Regel eine Gewässerböschung abgeflacht und wenn möglich verlagert. In Kombination mit einer Anhebung der Gewässersohle wird so eine möglichst breite Ersatzau geschaffen. Hierbei fällt Boden in großen Mengen als Aushub an. Ein Teil dieses Aushubs wird, bei entsprechender geotechnischer und chemischer Eignung, zur Verfüllung des alten Bachlaufs und zur Sohlanhebung vor Ort verwendet. Der Rest fällt als Überschussmenge an und wird entsorgt. Aufgrund der industriellen Überprägung der Emscherregion handelt es sich bei den Aushubmassen im Böschungsbereich der Gewässer sehr häufig um aufgefüllte Materialien. Diese setzen sich überwiegend aus umgelagerten natürlichen Böden mit anthropogenen mineralischen Fremdbestandteilen wie z. B. Aschen, Schlacken und Bauschutt zusammen. Bei der ökologischen Verbesserung rücken die natürlichen Eigenschaften des Bodens in den Vordergrund. Der Anschluss des Gewässers an das Grundwasser ist wieder gegeben, eine autotypische Besiedlung mit Pflanzen ist wieder möglich und die Entwicklung von neuen Auenböden setzt ein.



Abb. 5: Ersatzau eines ökologisch verbesserten Bachlaufs kurz nach der Fertigstellung

Dort wo die Gegebenheiten günstig sind, weil z. B. im unmittelbaren Umfeld keine Bebauung vorhanden ist, kann mit der Sohlenerhebung des Gewässers auch der Grundwasserspiegel in den umliegenden Bereichen mit angehoben werden. Dies führt im Nahbereich des Gewässers zu einer Wiedervernässung oftmals nur noch reliktsch vorhandener Gleye.

Insbesondere in Teilen des östlichen Ruhrgebietes, die in weiten Bereichen nicht industriell genutzt wurden, verlaufen die technisch ausgebauten Gewässer durch landwirtschaftlich geprägte Gebiete. Hier werden bei der ökologischen Verbesserung und insbesondere beim Bau von Hochwasserrückhaltebecken auch natürliche Böden ausgehoben und verwertet. Durch die planerische Gestaltung dieser Becken werden hauptsächlich in den Randbereichen Zonen mit zum Teil offenen Wasserflächen geschaffen, die als Rückzugsraum von Pflanzen und Tieren angenommen werden.

4. Maßnahmen zum Bodenschutz bei der baulichen Umsetzung

Wie bereits beschrieben, werden bei den Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung der Gewässerläufe und beim Bau von Hochwasserschutzanlagen im Einzugsgebiet der Emscher große Mengen Boden ausgehoben und bewegt. Hier wird bei der baulichen Umsetzung der Maßnahmen verstärkt auf Belange des Bodenschutzes geachtet. Hierzu gehört unter anderem, dass sämtliche Baustellenverkehre entlang der Gewässer über extra angelegte Baustraßen geführt werden. Dort wo es möglich ist, wird die Baustraße im Bereich der fertiggestellten Kanaltrasse angelegt. In Bereichen, in denen die Baustraße über bisher unbeeinflusste natürliche Böden geführt werden muss, werden auch alternative Baustraßenkonzepte im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung erarbeitet und umgesetzt. Sämtliche Baubereiche werden zum Schutz der Baustellen eingezäunt. Damit ergibt sich automatisch ein Schutz umliegender Flächen vor Baustelleneinflüssen. Wo es möglich ist, wird der vor Ort anfallende Boden für die Gestaltung der Ersatzau verwendet, um zusätzliche Bodenbewegungen zu vermeiden. Auf eine sorgfältige Trennung einzelner Horizonte, insbesondere zwischen Auffüllungen und gewachsenen Böden wird geachtet. Bereits fertig gestellte Böschungen und Ersatzauen dürfen nicht mehr befahren oder anderweitig (z. B. als Lagerfläche o. ä.) genutzt werden. Hierzu werden die ausführenden Unternehmen zu einer entsprechenden Organisation des Bauablaufes verpflichtet. Dort wo aus technischen Gründen z. B. in Brückenbereichen eine Befestigung der Gewässersohle oder der Gewässerböschung notwendig ist, wird möglichst mit natürlichen Materialien wie z. B. Steinwalzen oder Gabionen gearbeitet.

5. Einschränkungen für ökologische Verbesserung von Gewässern im Einzugsgebiet der Emscher

Dort wo aufgrund der äußeren Randbedingungen eine ökologische Verbesserung der Gewässer nur mit starken Einschränkungen umsetzbar ist, sind auch die positiven Effekte für den Boden eingeschränkt. Restriktionen für die ökologische Verbesserung im Bereich einzelner Gewässerabschnitte ergeben sich dort, wo aufgrund starker Bergsenkungen tiefe Senkungsmulden entstanden sind. In diesen Bereichen befinden sich heute tiefreichende Auffüllungen oder auch hohe Deiche zum Hochwasserschutz. Dort wo heute die Gewässersohle oberhalb des umgebenden Geländes liegt, sind für das ökologisch verbesserte Gewässer Abdichtungsmaßnahmen erforderlich. In diesen Bachabschnitten ist es nur in engen Grenzen möglich, eine Ersatzau zu schaffen. In anderen Abschnitten reichen Altlasten oder Bauhindernisse bis an oder sogar bis in das Gewässer, auch hier sind Abdichtungsmaßnahmen zum Schutz des Gewässers unabdingbar. Abschnittsweise ist das Umfeld der Gewässer so dicht mit Straßen, Wasserstraßen, Schienen, Versorgungsleitungen und Gebäuden bebaut, dass kein Platz z. B. für eine Abflachung der Böschungen oder eine Ersatzau ist (s. Abb. 6). In diesen Bereichen kommt es vor allem auf die Standsicherheit der Gewässerböschungen und die Erosionssicherheit der Gewässersohle an. Weiterhin liegen die Gewässer im Einzugsgebiet der Emscher zum großen Teil in Gebieten, die im 2. Weltkrieg intensiv bombardiert wurden. Entsprechende Kampfmittel befinden sich noch heute in den Böden und müssen im Vorfeld der Baumaßnahmen entfernt werden.



Abb. 6: Blick vom Gasometer Oberhausen, von links nach rechts: Rhein-Herne-Kanal, „Emscherinsel“, Emscher, A42

6. Fazit

Die aktuellen Umbaumaßnahmen an den Gewässern im Einzugsgebiet der Emscher und an der Emscher selbst stellen zunächst einmal Eingriffe in den Boden dar. Der Boden wird, zum Teil auch auf größeren Flächen, ausgehoben und fällt als Überschuss an. Bei der Umsetzung der Baumaßnahmen wird jedoch verstärkt auf den Schutz des Bodens geachtet, damit der Eingriff so schonend wie möglich erfolgt. Abgesehen von den positiven Effekten für die Tier- und Pflanzenwelt, ermöglichen die Umbaumaßnahmen in weiten Bereichen, dass in der Emscherregion ehemals verbreitete Bodentypen wie z. B. die Gleye oder die Auenböden wieder entstehen können.



Abb. 7: Ökologisch verbesserter Bachlauf etwa 6 Monate nach dem Umbau

Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt – Einfluss hydrologischer und geomorphologischer Veränderungen auf die Wasser- und Ufervegetation

André Schwab & Kathrin Kiehl

1. Einleitung

Die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt gehören zu den größten Auenwaldgebieten Mitteleuropas, seit dem 19. Jahrhundert wurden sie jedoch durch Eindeichung, Flussbegradigung und Staustufenbau zunehmend beeinträchtigt (Margraf 2004, Stammel et al. 2008). Ziel des Projekts „Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt“ ist, durch die Anbindung von Altarmen und ehemaligen Flussschleifen der Donau die Verbindung zwischen dem Fließgewässer und der Aue wieder herzustellen und durch die Schaffung eines Umgehungsgewässers die Durchgängigkeit der Donau zu verbessern (Stammel et al. 2012, Cyffka et al. 2015). Weitere wichtige Ziele des Dynamisierungsprojekts sind, Retentionsraum für Hochwassersituationen bereitzustellen und durch „ökologische Flutungen“ natürliche Erosions- und Sedimentationsprozesse in der Flussaue zu ermöglichen (Stammel et al. 2012, Fischer & Cyffka 2014). Der Projektträger des Großprojekts mit einer Gesamtsumme von rund 15 Mio. Euro war der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt. Im Rahmen des durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens „MONDAU – MONitoring DonauAUen“ wurden die Auswirkungen der Dynamisierungsmaßnahmen von 2009 bis 2013 durch acht Teilprojekte wissenschaftlich untersucht. Das Teilprojekt der Hochschule Osnabrück erforschte in diesem Rahmen die Veränderungen der Wasser- und Ufervegetation, um folgende Fragen zu klären:

- Welche Auswirkungen haben die Dynamisierungsmaßnahmen auf die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt entlang des neuen Umgehungsgewässers?
- Welchen Einfluss haben unterschiedliche Ausgangssituationen (z.B. Standortbedingungen, Diasporenverfügbarkeit) auf die Vegetationsentwicklung?
- Welche Gruppen auentypischer Zielarten eignen sich für die Bewertung des Renaturierungserfolgs?

2. Untersuchungsgebiet und Dynamisierungsmaßnahmen

Das Untersuchungsgebiet liegt in einem der größten zusammenhängenden Auenwälder Mitteleuropas (ca. 2.700 ha) an der bayerischen Donau und umfasst ca. 1.200 ha (Abb. 1). Durch Flussbegradigungen (Anfang 19. Jahrhundert), Eindeichungen (Ende 19. Jahrhundert) und Staustufenbau (Anfang 1970er Jahre) ging die Verbindung zwischen Fluss und Aue und damit die von der Hochwasserdynamik abhängige Habitatvielfalt weitgehend verloren (Margraf 2004, Stammel et al. 2012). Ehemalige Altarme verlandeten oder entwickelten sich zu Stillgewässern, Weichholzaunenwälder verschwanden und Hartholzaunenwälder entwickelten sich zu terrestrischen Wäldern (Lang et al. 2011).

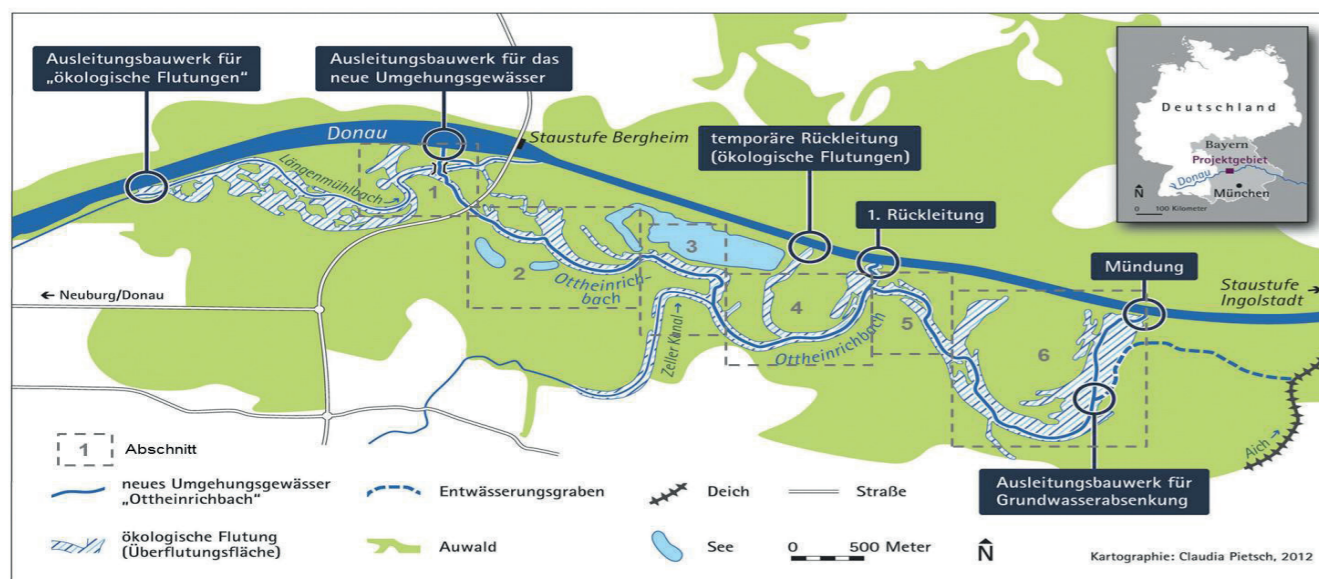


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet zwischen Neuburg und Ingolstadt, mit den wichtigsten Bauwerken, Still- und Fließgewässern und die Einteilung in Abschnitte (nach Fischer et al. 2013, verändert).

Mit dem Projekt „Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt“ soll dieser Entwicklung entgegen gewirkt werden. Dafür wurden folgende Maßnahmen vorgesehen (Stammel et al. 2012, Cyffka et al. 2015):

- Wiederanbindung von Altarmen und Schaffung eines neuen Auengewässers („Ottheinrichbach“) in der Funktion eines Umgehungsbaches mit 0,5 bis 5 m³/s Wasserführung auf 8,5 km Länge, der 2010 an die Donau angeschlossen wurde.
- Durchführung ökologischer Flutungen bei einem Abfluss der Donau von 600 bis 1.000 m³/s. Bei einem Abfluss > 1000 m³/s wird das Gebiet als Retentionsraum freigehalten, ab 1.300 m³/s fließt die Donau an einem Streichwehr ungesteuert in die Aue.
- Absenkung des stellenweise hoch anstehenden Grundwasserspiegels im Ostteil des Gebiets während Niedrigwasserperioden (< 150 m³/s).

Wegen der unterschiedlichen Ausgangsbedingungen wurde das Untersuchungsgebiet in sieben Abschnitte aufgeteilt (Lang et al. 2013), von denen die ersten sechs durch dieses Teilprojekt untersucht wurden (Tab. 1, Abb. 1). Für die Auswertung wurden je zwei Abschnitte mit einer ähnlichen Ausgangssituation zusammengefasst (1+2 = Trockene Altarme, 3+5 = Temporäre Gewässer, 4+6 = Permanente Gewässer).

	Abschnitt					
	1	2	3	4	5	6
Maßnahmen	ÖF; OHB	ÖF; OHB	ÖF; OHB	ÖF; OHB	ÖF; OHB; GWA	ÖF; OHB; GWA
Vorherige Oberflächen-gewässer	kein Wasser	kein Wasser	temporär überstaut	temporäre Fließ- und Stillgewässer	temporäre Stillgewässer	großes Altwasser
Vorheriger Grundwasserstand	hoch	niedrig	mittel	mittel	mittel	hoch
Einfluss der Baumaßnahmen	hoch	hoch	mittel	ohne	ohne	ohne

Tabelle 1: Einteilung des Untersuchungsgebietes in sechs Abschnitte basierend auf den Wasserverhältnissen und den durchgeführten Maßnahmen: OHB = OttHeinrichBach (Umgehungsgewässer), ÖF = Ökologische Flutungen, GWA = Grundwasserabsenkung

3. Material und Methoden

Für das Monitoring der Wasser- und Ufervegetation wurden pro Abschnitt (Tab. 1) drei Transekte quer zum Gerinne des Umgehungsgewässers angelegt. Diese erstrecken sich jeweils von einer Böschungskante zur gegenüberliegenden und erfassen somit lückenlos sowohl die terrestrischen als auch die aquatischen Standorte (Lang et al. 2013). Ergänzend zu den insgesamt 19 Transekten wurden entlang des Ottheinrichbachs 99 einzelne 1 m² große Dauerbeobachtungsflächen (DBF) eingerichtet (Lang et al. 2013). Sie wurden nach vorheriger Stratifizierung zufällig ausgewählt. Die Stratifikation berücksichtigt neben den Gewässerabschnitten die Unterteilung des Gewässerquerschnitts in Gewässersohle (permanent fließendes Wasser), Ufer (direkter Übergang vom Fließgewässer zum Land) und angrenzender vom Ottheinrichbach beeinflusster Bereich (teils mit stehendem Wasser, teils trocken), im Folgenden als Sekundäraue bezeichnet (vgl. Schwab & Kiehl 2015). Die Vegetationsaufnahmen entlang der Transekte wurden erstmals 2007 an ausgewählten Standorten durchgeführt und seither nahezu jährlich im Spätsommer wiederholt. Ab 2010 wurden zeitgleich auch die Vegetationsaufnahmen auf den 99 Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt. Aufgenommen wurden auf jeder 1 m²-Fläche unter anderem die Gesamtdeckungen der Strauch/Baum-, Kraut- und Mooschicht, des offenen Bodens und der Streu sowie die Artmächtigkeit aller Gefäßpflanzenarten nach der Skala von Londo (1976). Um die Standortbedingungen zu charakterisieren, wurden kleinräumig genaue Höhenvermessungen durchgeführt und von allen 99 Dauerbeobachtungsflächen sowie von den morphologisch und vegetationskundlich homogenen Transektbereichen im Dezember 2011 Bodenproben genommen und analysiert (Schwab & Kiehl 2015). Für die Bewertung der Auswirkungen der Dynamisierungsmaßnahmen auf die Vegetation wurden Gruppen auentypischer Zielarten definiert. Dafür wurde zunächst aus allen verfügbaren Quellen ein Artenpool der Farn- und Blütenpflanzen für das Untersuchungsgebiet ermittelt. Diese Arten wurden anschließend zu pflanzensoziologischen Gruppen (z.B. Potamogetonea, Bidentetea, Phragmitetea) zusammengefasst (Oberdorfer 2001) und entsprechend der Zonierung von Fließgewässern unterschiedlichen Standorttypen (z.B. Gewässer, Wechselwasser-, Röhrichtzone) zugeordnet.

4. Ergebnisse

Die Bodenuntersuchungen ergaben deutliche Unterschiede zwischen den sechs Abschnitten. Der Skelettgehalt lag in den beiden ersten Abschnitten, wo durch die Baumaßnahmen meist die oberen Bodenschichten abgetragen wurden und teilweise der anstehende Kies freigelegt wurde, deutlich höher als in den durch die Baumaßnahmen nicht direkt beeinflussten Abschnitten (Abb. 2). Dagegen stieg der Gehalt an organischem Kohlenstoff im weiteren Verlauf des Ottheinrichbachs an und erreichten im sechsten Abschnitt die höchsten Durchschnittswerte (Abb. 2). Diese und weitere bei Schwab & Kiehl (2015) dargestellte Ergebnisse bestätigen die bei der Einteilung der Abschnitte vorgenommene Einschätzung der unterschiedlichen Ausgangssituationen (Lang et al. 2013).

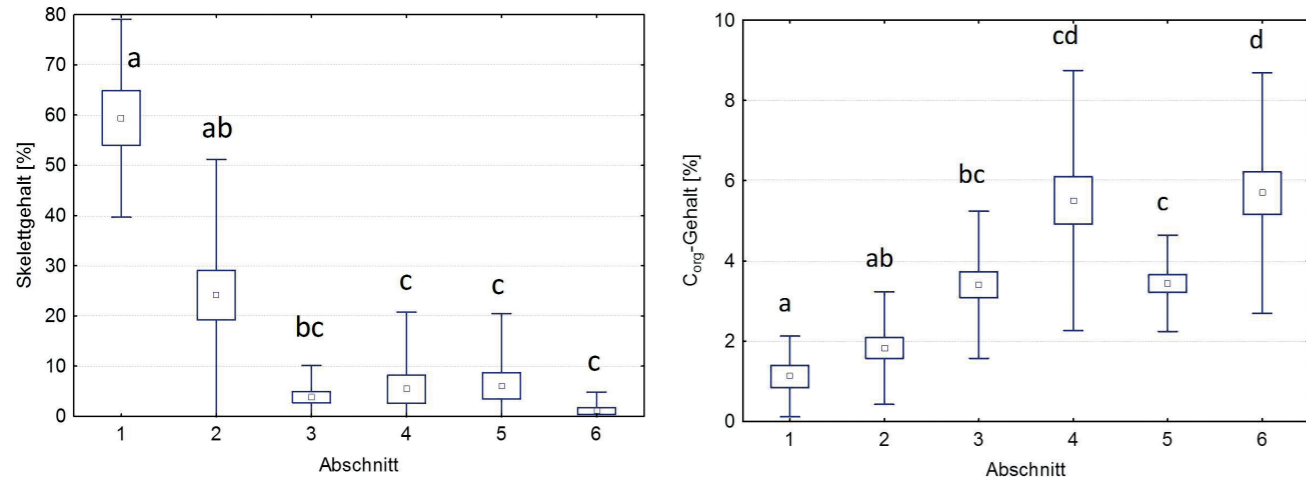
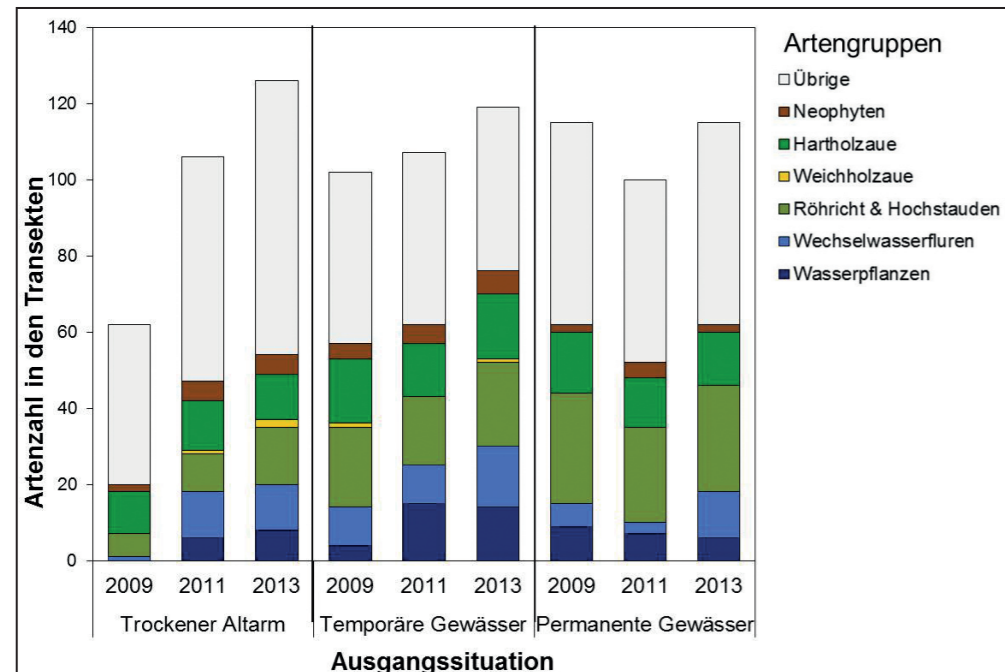


Abbildung 2: Skelettgehalt (a) und Gehalt an organischem Kohlenstoff (b) bei den Boden- und Sedimentproben in den unterschiedlichen Abschnitten des Untersuchungsgebiets im Jahr 2011. □ = Mittelwert, = Standardfehler und ⊥ = Standardabweichung. Gleiche Buchstaben bedeuten keine signifikanten Unterschiede bei nichtparametrischem, multivariatem Mittelwertvergleich (Kruskal-Wallis-Anova: p<0,001).

Durch die Vegetationsaufnahmen in den Jahren 2007 bis 2013 wurden insgesamt 254 Gefäßpflanzenarten entlang des Umgehungsgerinnes erfasst. Dabei traten ab 2011, ein Jahr nach Wassereinleitung 67 neue Arten im Untersuchungsgebiet auf. Die Veränderung der Artenzahlen unterschiedlicher Zielartengruppen, Neophyten und weiterer Arten von 2009 bis 2013 ist abhängig von der Ausgangssituation (Abb. 3). Der Anstieg der Artenzahl war in den ehemals trockenen und durch die Baumaßnahmen stark beeinflussten Abschnitten am deutlichsten. Hier wurden insgesamt 64 Arten neu registriert. Mit 17 neu erfassten Arten fiel der Anstieg in den Abschnitten mit temporären Gewässern vor der Wassereinleitung deutlich geringer aus. Dabei traten aber vor allem neu etablierte Zielarten bei den Wasserpflanzen (10 Arten) und den Wechselwasserfluren (6 Arten) auf, während die Anzahl der sonstigen Arten sank (Abb. 3). In den Abschnitten mit den bereits vorhandenen Altwässern blieben die Gesamtartenzahlen im Vergleich der Jahre 2009 und 2013 konstant. Ein Artenrückgang von insgesamt 15 Arten (12 davon



Zielarten) direkt nach Maßnahmenbeginn wurde in den darauffolgenden Jahren wieder ausgeglichen (Abb. 3). Dabei wurden vor allem Zielarten der Wechselwasserzone wie *Butomus umbellatus*, *Cyperus fuscus*, *Oenanthe aquatica* oder *Ranunculus sceleratus* gefördert.

Abbildung 3: Auswirkung der Dynamisierungsmaßnahmen (ab 2010) auf die Artenzahlen unterschiedlicher Artengruppen auf den Transekten bei unterschiedlichen Ausgangssituationen.

Beispielhaft für die Entwicklung der Wasser- und Ufervegetation kann in Abbildung 4 das Transekt 2a, das in einem ehemals trockenen Abschnitt angelegt wurde, betrachtet werden. Anhand der Profilskizzen wird deutlich, dass die neue Dynamik hier für eine anhaltende Veränderung der Gerinneform sorgte. Nach der Baumaßnahme im Winter 2009/10 verbreiterte sich die Gewässersohle zunächst sukzessive und blieb dabei vegetationsfrei. 2012 siedelten sich mit *Ranunculus fluitans* und *Ceratophyllum demersum* erste Unterwasserpflanzen an. Das starke Hochwasser im Juni 2013 sorgte erneut für eine starke Veränderung des Gerinnes und entfernte die bereits angesiedelten Makrophyten.

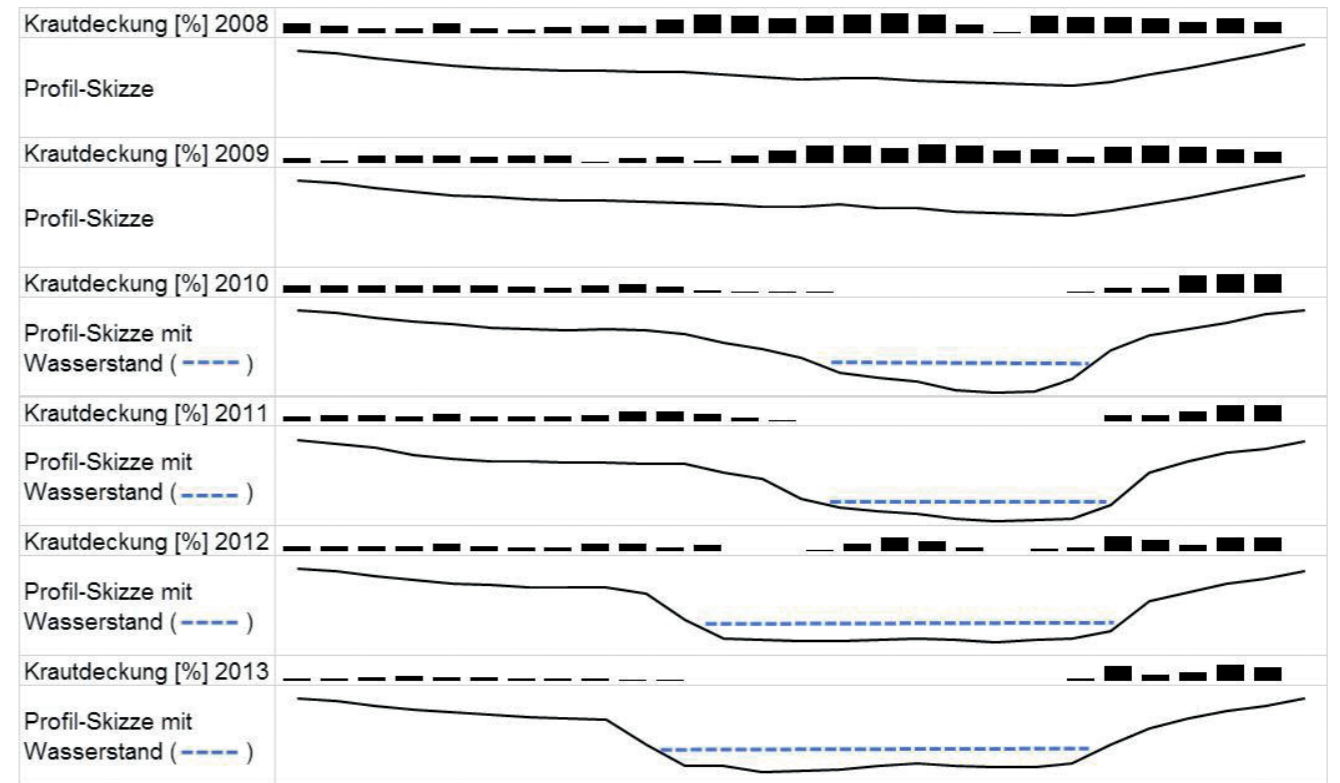


Abbildung 4: Veränderung des Reliefs und der Krautdeckung seit 2009 an einem Transekt in einem ehemals trockengefallenen Altarm. Dabei stehen die Balken für die prozentuale Deckung der Krautschicht pro m².

5. Diskussion und Bewertung

Der Einfluss der Dynamisierungsmaßnahmen auf die Entwicklung der Wasser- und Ufervegetation ist je nach Ausgangssituation unterschiedlich. Die stärksten Veränderungen der Artenzahlen und der Artenzusammensetzung zeigten sich jedoch in allen Bereichen im ersten Jahr nach der Wassereinleitung. Die Artenzusammensetzung veränderte sich am deutlichsten im Bereich der Gewässersohle während im direkten Übergang zwischen aquatischen und terrestrischen Bereich geringere Unterschiede festgestellt wurden und die Vegetation der angrenzenden Sekundäraue an den meisten Standorten nahezu gleich geblieben ist (Schwab & Kiehl 2015). Die Ursache hierfür ist in den bisher überwiegend geringen Wasserstandsschwankungen zu finden, die nur einen kleinen Bereich des Gewässerbettes erfassten. Die Dauer der ökologischen Flutungen in den Vegetationsperioden der Jahre 2011 und 2012 war zu kurz und die dabei eingeleitete Wassermenge reichte bislang nicht aus, um die Dynamik weiter ins Gelände zu tragen (vgl. Fischer & Cyffka 2014). Die starke Artenzunahme in den neuen Gewässerabschnitten ist überwiegend auf die Baumaßnahmen und die dadurch geschaffenen Rohbodenstandorte zurückzuführen. Der überwiegende Anteil der in diesen Bereichen auftretenden Arten sind keine auentypische Zielarten sondern weit verbreitete Ruderalarten, welche zwar durch Offenbodenstandorte nicht aber durch das auentypische Wasserregime gefördert werden. Eine Samenbankanalyse zeigte, dass die vor den Baumaßnahmen vorhandene Samenbank in diesen Abschnitten weitgehend entfernt wurde (Schwab & Kiehl 2015). Generell wird in Hartholzauen aber auch von Natur aus nur eine kleine Samenbank ausgebildet (Bossuyt & Honnay 2008, Skowronek et al. 2014).

Nach den Baumaßnahmen war die Gerinneform in diesen Abschnitten zum Großteil recht schmal mit überwiegend steilen Ufern. Sie begrenzte die direkte Einwirkung der Wasserstandsschwankungen auf einen relativ schmalen Bereich und bot Zielarten der Wechselwasserzone bisher wenig Möglichkeit zur Etablierung. Durch die seit der Wassereinleitung 2010 bereits aufgetretene starke Veränderung des Gewässerprofils durch Erosion und Sedimentation (Abb. 4) könnte sich die Ausdehnung der Wechselwasservegetation im Laufe der Zeit vergrößern und auch die Entwicklung einer Weichholzau initiiert werden. In

den bereits vor der Wassereinleitung durch wechselnde Wasserstände geprägten Abschnitten, ist seit 2010 eine Abnahme auenuntypischer Arten zu beobachten. In diesen Abschnitten mit einem häufig breiteren Gewässerbett existieren im Vergleich zu den neu angelegten Abschnitten deutlich mehr flach auslaufende Ufer, an denen sich die schwankenden Wasserstände gut auswirken konnten. Durch die bereits vor Beginn der Dynamisierungsmaßnahmen schwankenden Wasserstände waren Pflanzenarten der Wechselwasserzone in diesen Abschnitten vergleichsweise häufig in der Vegetation und der Samenbank vertreten (Schwab & Kiehl 2015) und konnten durch die Maßnahme gefördert werden. Auch in den Abschnitten mit großen Altwässern lassen sich insgesamt positive Auswirkungen der Dynamisierungsmaßnahmen erkennen, obwohl die Gesamtartenzahl der Transekte sich nicht veränderte. Aufgrund der erhöhten Fließgeschwindigkeit und stärker wechselnder Wasserstände wurden die in diesen Abschnitten vorhandenen Stillgewässerarten verdrängt. Der Wiederanstieg der Artenzahl ab 2012 war dann auf die vermehrte Ansiedlung fließgewässer- und auentypischer Arten zurückzuführen.

6. Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen in den ersten Jahren nach Einleitung des Ottheinrichbachs zeigten insgesamt eine positive Reaktion der Wasser- und Ufervegetation auf die durchgeführten Dynamisierungsmaßnahmen. Das neu geschaffene Umgebungsgewässer bietet neuen Lebensraum für auentypische Zielarten der Wechselwasserzone und der Gewässer. Die Ergebnisse zeigen, dass es – zumindest teilweise – möglich ist, die bei Margraf (2004) festgestellten negativen Entwicklungen durch Eindeichung und Staustufenbau zu stoppen und umzukehren. Im Bereich der Sekundäraue konzentrieren sich die Veränderungen bisher allerdings vielerorts nur auf einen schmalen Bereich entlang des Umgebungsgewässers. Für eine mittel- bis langfristige und vor allem großflächigere Förderung auentypischer Pflanzenarten müssen die Dynamisierungsmaßnahmen weiter optimiert werden. Dabei ist es notwendig, die Wasserstandsschwankungen in den Extrembereichen zu erhöhen und mechanische Störungen, die zu weiteren Erosions- und Sedimentationsprozessen führen, zu verstärken.

Literatur

- Bossuyt, B. & Honnay, O. 2008:** Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science* 19: 875–884.
- Cyffka, B., Binder, F., Ewald, J., Geist, J., Gruppe, A., Hemmer, I., Kiehl, K., Mosandl, R., Schopf, R., & Zahner, V. (Hrsg.) 2015:** MONDAU - Monitoring der Donauauen zwischen Ingolstadt und Neuburg. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* (in Druck).
- Fischer, P., Stammel, B., Lang, P., Schwab, A. & Cyffka B. 2013:** Hydrologische Dynamik als Motor für die Renaturierung von Auenhabitaten an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt. In: Rutschmann, P. (Hrsg.): *Fachtagung Ökohydraulik, Obernach. Leben im, am und mit dem Fluss. Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft (TU München)* 128: 119-132.
- Fischer, P. & Cyffka, B. 2014:** Floodplain restoration on the Upper Danube by reestablishing back water dynamics: first results of the hydrological monitoring, *Erdkunde* Vol.68 No. 1 S. 3-18
- Lang, P., Frey, M. & Ewald, J. 2011:** Waldgesellschaften und Standortabhängigkeit der Vegetation vor Beginn der Redynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt. *Tuexenia* 31: 39-57.
- Lang, P., Schwab, A., Stammel, B., Ewald, J. & Kiehl, K., 2013:** Longterm vegetation monitoring for different habitats in floodplains. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute* 19: 39–48.
- Londo, G. 1976:** The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio* 33: 61–64.
- Margraf, C. 2004:** Die Vegetationsentwicklung der Donauaue zwischen Ingolstadt und Neuburg. *Hoppea, Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft* 65: 295–704.
- Oberdorfer, E. 2001:** *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*. 8th ed. Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Schwab, A. & Kiehl K. 2015:** Wasser- und Ufervegetation, in Cyffka, B., Binder, F., Ewald, J., Geist, J., Gruppe, A., Hemmer, I., Kiehl, K., Mosandl, R., Schopf, R., & Zahner, V. (Hrsg.): *MONDAU - Monitoring der Donauauen zwischen Ingolstadt und Neuburg. Naturschutz und Biologische Vielfalt* (in Druck)
- Skowronek, S., Terwei, A., Zerbe, S., Molder, I., Annighofer, P., Kawaletz, H., Ammer, C. & Heilmeier, H., 2014:** Regeneration potential of floodplain forests under the influence of nonnative tree species: Soil seed bank analysis in Northern Italy. *Restoration Ecology* 22: 22–30.
- Stammel B., Cyffka, B., Haas, F. & Schwab, A. 2008:** Restoration of River/Floodplain Interconnection and Riparian Habitats along the Embanked Danube between Neuburg and Ingolstadt (Germany). In: *Proceedings of the 4th ECRR Conference on River Restoration, Venice/Italy, S. Servolo Island, 16-21 June 2008*.
- Stammel, B., Cyffka, B., Geist, J., Müller, M., Pander, J., Blasch, G., Fischer, P., Gruppe, A., Haas F., Kilg, M., Lang P., Schopf, R., Schwab A., Utschick, H. & Weissbrod, M. 2012:** Floodplain restoration on the Upper Danube (Germany) by reestablishing back water and sediment dynamics: a scientific monitoring as part of the implementation. In: *River Systems: Integrating landscapes, catchment perspectives, ecology, management* 20: 55–70.

Konzept zur Renaturierung der ungarischen Donau-Auen

E. Dister & Á. Berczik

unter Mitarbeit von E. Schneider, M. Dinka, H. Bernhart, A. Mölder, G. Guti und E. Pádár

1. Einleitung

Der Komplex der Auenwälder, Auenwiesen, Röhrichte und Altwässer entlang der südungarischen Donau bei Baja und Mohács gehört zu den bedeutendsten Auenlebensräumen in ganz Europa. Allein der Gemencer Auwald – ohne die Auenwälder von Béda-Karapanca zu berücksichtigen – bildet den größten, echten Auwaldkomplex innerhalb der Europäischen Union; er ist also heute noch in einer Ausdehnung von 18.000 ha frei überflutbar. Beide Gebiete zusammen repräsentieren rund 25.500 ha rezente Aue, dazu kommen noch einmal ca. 3000 ha (nicht überflutbare) Altaue im Teilgebiet Béda-Karapanca. Beide Gebiete sind frei von Siedlungen, der Gemencer Auwaldkomplex wird nur von einer einzigen Straße mit parallel verlaufender Bahnlinie gequert (s. Abb 1).



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

Allein diese Dimension, weiterhin die relative Ungestörtheit, macht verständlich, dass die Unterschutzstellung der beiden Donau-Teilgebiete zusammen mit den Auen der Drau als Donau-Drau-Nationalpark (DDNP) im Jahr 1996 überfällig war; ebenso folgerichtig war die Listung als Natura2000-Gebiet gemäß der EU-Richtlinien sowie als Ramsar-Gebiet. Die Wertigkeit des Gebietes wird zusätzlich dadurch erhöht, dass sich unmittelbar südlich dieser ungarischen Auengebiete hochwertige Auenzonen beidseits der Donau auf kroatischem wie auf serbischem Gebiet fortsetzen und schließlich im Kopacki-Rit an der Drau-Mündung einen weiteren Höhepunkt erreichen (vgl. DISTER 2007). Für viele Tier- und Pflanzenarten, insbesondere für seltene Flaggschiff-Arten wie Seeadler, Schwarzstorch und Fischotter, bilden alle diese Gebiete einen gemeinsamen Lebensraum.

Ungeachtet dieses hohen naturschutzfachlichen Wertes, der weit über Ungarn hinaus europäische Bedeutung hat, ist der Bestand dieses Gebietes stark gefährdet, sein Potential ist weder in ökologischer noch in touristischer Hinsicht ausgeschöpft. Zwar besitzt das gesamte Gebiet rechtlich den strengen Schutzstatus eines Nationalparks, den Anforderungen dieser Schutzkategorie, wie sie von der IUCN definiert werden, wird aber keineswegs entsprochen. Forst- und Jagdwirtschaft haben eindeutig Vorrang im Gebiet. Ähnliches gilt für die Beachtung der Natura2000-Vorgaben. Darüber hinaus wirkt sich

eine schleichende Verschlechterung der hydraulischen Bedingungen auf diese Auengebiete aus, die aus den wasserbaulichen Eingriffen der Vergangenheit herrührt. Ungeachtet des Schutzstatus als Nationalpark läßt auch die Wasserrahmenrichtlinie der EU eine derartige Verschlechterung bezogen auf die verschiedenen Wasserkörper gar nicht zu.

Für das Gebiet des Nationalparks sind mehrere Verwaltungen zuständig, ein einheitlicher Planungsraum existiert nicht. Die Nationalparkverwaltung selbst besitzt vor Ort keine Repräsentanz, sie ist in der ca. 80 km entfernten Stadt Pecs ansässig. Die naturschutzfachliche und touristische Inwertsetzung dieses Nationalpark-Teils ist mangelhaft, ebenso die Verankerung in der Bevölkerung der Region. Erschwerend kommt hinzu, dass das Gebiet lange Zeit als Jagdgebiet abgeschottet und selbst für wissenschaftliche Untersuchungen kaum zugänglich war, so dass heute wesentliche fachliche Grundlagen fehlen, die für ein sachgerechtes Management des Schutzgebietes unerlässlich sind.

Von daher haben das Donau-Forschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Vácrátót und das WWF-Auen-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) einen gemeinsamen Vorstoß unternommen, die ökologischen und naturschutzfachlichen Probleme des Nationalparks zu identifizieren, zu analysieren sowie Lösungen für diese Probleme aufzuzeigen und zu diesem Zweck Fördermittel für „Grundlagenuntersuchungen für die Entwicklung eines Managementplanes für den Donau-Drau-Nationalpark, Teil Donau (Auwaldgebiet von Gemenc und Béda-Karapanca) in Ungarn“ bei der deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) beantragt; wegen des Umfangs der geplanten Untersuchungen wurden sowohl auf ungarischer wie auf deutscher Seite weitere Experten für spezielle Fragestellungen hinzugezogen. Die DBU hat diesem Antrag dankenswerterweise im November 2006 stattgegeben.

2. Ergebnisse und Empfehlungen

In der Folge wurden in einem interdisziplinären Team aus ungarischen und deutschen Wissenschaftlern die aquatischen, semiterrestrischen und terrestrischen Lebensräume untersucht. Einen besonderen Schwerpunkt nahmen einerseits die Gewässer, andererseits die Auenwälder ein; die flächenmäßig gering ausgeprägten Auenwiesen konnten wegen eines Spitzenhochwassers in dem vorgesehenen Untersuchungszeitraum nicht behandelt werden. Ergänzend zu diesen ökologischen Untersuchungen wurde die flussmorphologische und hydraulische Situation der Altwässer und der Donau selbst in einem weiteren Rahmen umrissen und bewertet. Auch aus dieser Teiluntersuchung wurden Empfehlungen abgeleitet, die in einzelnen Aspekten Fragen der Behandlung der Wasserstraße Donau berühren. In einer umfangreichen Befragung in den Städten und Dörfern, die an den Nationalpark angrenzen, wurde die Haltung der Anwohner zum Nationalpark eruiert. Dem Aspekt der Umweltbildung und der Entwicklung des Ökotourismus sowie der Rolle der Nationalparkverwaltung innerhalb dieser Aufgaben wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. In einer umfangreichen rechtlichen Expertise wurde das staatliche Handeln im Nationalpark mit den gesetzlichen Vorgaben abgeglichen, die Defizite wurden aufgezeigt und Handlungsempfehlungen abgeleitet. Schließlich wurden alle geographischen Daten und sowie räumlich darstellbare Befunde in einem GIS abgebildet und für die Akteure im Raum des Nationalparks verfügbar gemacht. Unter diesen sind besonders die auf der Basis eines digitalen Geländemodells entwickelten Überflutungskarten zu erwähnen. Die Ergebnisse der Untersuchungen können hier nur zusammenfassend wiedergegeben werden.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass der untersuchte Teil des DDNP weder den rechtlichen Normen Ungarns noch den internationalen Vorgaben für die Schutzkategorie Nationalpark entspricht; das ungarische Rechtsgutachten, das Bestandteil dieser Studie ist, konstatiert sogar einen „verfassungswidrigen Zustand“. Ebenso werden Richtlinien der EU (Wasserrahmenrichtlinie, Natura2000-Richtlinien) verletzt. Selbst die immer noch sehr beachtliche, faktische Naturausstattung (Fauna, Flora, Vegetation, morphologischer Formenschatz, Gewässer, Hydrodynamik usw.) bleibt deutlich hinter dem Potential zurück, ihr Fortbestand ist gefährdet und unterliegt schleichenden, aber permanenten Verlusten.

Nachfolgend aufgeführte Empfehlungen für die Lösung der Einzelprobleme werden solange Stückwerk bleiben, wie die Ungarische Regierung keine klaren politischen Entscheidungen für den Nationalpark, das heißt konkret für den absoluten Vorrang der Naturerhaltung und für die vom Menschen weitgehend ungestörten Naturentwicklung (Prozessschutz) vor allen wirtschaftlichen Nutzungen, vor allem vor der Forst- und Jagdwirtschaft, trifft. Das schließt den Menschen keineswegs aus dem Gebiet aus, im Gegenteil. Das Gebiet wird dann für einen durchdachten und nachhaltigen Ökotourismus weit attraktiver als bisher sein. Diese Entscheidungen sind bisher nicht gefallen. Der dort wirtschaftenden Gemenc AG ist kein Vorwurf zu machen. Sie handelt gemäß ihrem Auftrag und strebt daher den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens an; sie geht sogar über ihren Auftrag hinaus und versucht, Ziele des Naturschutzes soweit zu berücksichtigen, wie es die betriebswirtschaftlichen Erfordernisse erlauben.

Unter der Voraussetzung, daß die notwendigen politischen Grundsatzentscheidungen fallen, muß das Untersuchungsgebiet als „Entwicklungsnationalpark“ eingestuft und behandelt werden. Ein Nationalparkkonformer Zustand muß also erst noch er-

reicht werden. Dies ist ein langfristiger Prozeß. Die folgenden Empfehlungen sind nicht nur Schritte auf diesem Weg, sondern werden nach unserer Überzeugung zu einer wesentlichen Verbesserung der Situation beitragen. Sie sind nur erste Schritte – weitere müssen folgen. Alle Vorschläge bedürfen der Konkretisierung und sollten in einen Managementplan eingearbeitet werden.

2.1 Forst- und Jagdwirtschaft

Befunde/Probleme:

Der Zustand der Wälder ist weit davon entfernt, den Ansprüchen eines Nationalparks zu entsprechen. Sie sind nach ihren Merkmalen und ihrer waldbaulichen Behandlung eindeutig als Wirtschaftswälder anzusprechen.

Von dieser Bewertung großenteils, wenn auch nicht vollständig ausgenommen sind nur einige relativ schmale Weichholzaeuwälder aus Silberweide (*Salix alba*) entlang der Altarme. Ein Großteil der Waldbestockung besteht aus Hybridpappel-Plantagen (*Populus x canadensis*); diese sollten laut Verordnung sukzessive reduziert werden, tatsächlich werden aber sogar noch Neuanpflanzungen dieser Gehölzart angelegt, wie wir vor Ort feststellen mußten. Ihr Totholzanteil bleibt sehr gering, ihr Biotopwert ebenfalls (s. Abb. 2)



Abb. 2: Der überwiegende Eindruck des Wirtschaftswaldes wird durch die schlagweisen Pflanzungen unterstrichen.

Die übrigen Wälder stocken durchweg auf Hartholzaeu-Standorten (zur Standortsveränderung s.u.) und werden von der Schmalblättrigen Esche (*Fraxinus angustifolia*) dominiert. Keiner dieser Bestände erreicht die Alters- oder gar die Zerfallphase (Urwald-Zyklus), ihr Totholzanteil ist für Wirtschaftswälder zwar beachtlich, bleibt aber weit hinter urwaldartigen Verhältnissen zurück. Entwicklungsmöglichkeiten für xylobionte Insekten und andere Totholzbewohner bleibt daher bescheiden. Reinbestände dieser Baumart, welche zweifellos auch in den Naturwäldern bzw. in der potentiell natürlichen Vegetation (pnV) eine bedeutende Rolle spielen würde, überwiegen. Die Bestände werden im Kahlschlagbetrieb bewirtschaftet; ihre Verjüngung gelingt, obwohl sie in einem unglaublichen Ausmaß vom Rotwild verbissen werden. Dies spricht für die Wuchskraft der Schmalblatt-Esche auf diesen Standorten.

Einen geringen Anteil an der Bestockung des Nationalparks nehmen naturnähere Bestände mit einer größeren Baumartenmischung unter Beteiligung der Steieleiche (*Quercus robur*) und mit einer ausgeprägten Strauchschicht (vornehmlich *Cornus sanguinea* und *Crataegus monogyna*) ein. Vor allem solche Bestände wurden von uns eingehender untersucht, um eine Vorstellung zu gewinnen, wie die Bestandesdynamik einschließlich der Verjüngung abläuft, wie die Konkurrenzverhältnisse aussehen und wie die ausgereiften, naturnahen Waldbilder auf den verschiedenen Standorten aussehen müßten (MÖLDER & DISTER 2010). In keinem der untersuchten Bestände – und soweit wir feststellen konnten, auch nicht darüber hinaus – funktioniert die Verjüngung der Steieleiche (*Quercus robur*), es fehlen ganze Eichen-Generationen. Kein Gehölz bleibt ohne Verbißschäden. Die Ulmen (*Ulmus minor* und *U. laevis*) treten bezeichnenderweise in nachlässig bewirtschafteten Beständen sowie an Rändern zu Schluten auf; offenkundig wurden (und werden?) sie nicht nur durch die Graphiose, sondern auch durch die Bewirtschaftung zurückgedrängt. Der Totholzanteil der untersuchten Bestände liegt im Mittel bei 45 m³ pro ha. Es ist davon auszugehen, dass er bei urwaldartigen Hartholzaeuwäldern beim 3-6 fachen dieses Wertes liegen dürfte, wobei der gesamte Holzvorrat 1000 m³ deutlich überschreiten kann. Immerhin können diese Gehölzartenreiche Hartholzaeuwald-Bestände, deren Struktur und



Abb. 3: Starker Verbiß der Verjüngung durch Rotwild

Artenzusammensetzung im Rahmen der o.g. Untersuchungen detailliert beschrieben wurden, zur Orientierung für das waldbauliche Handeln beim Umbau der Bestände dienen. Dabei muß man sich im klaren sein, dass die meisten, wenn nicht alle Bestände gepflanzt wurden und nicht selten sogar die erste Baumgeneration auf dem Standort darstellen; dies wird aus der Standortgeschichte (s.u.) verständlich.

Ein besonderes Problem stellen die Neophyten unter den Gehölze dar, von denen der Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) bei den Baumarten und der Falsche Indigo (*Amorpha fruticosa*) bei den Sträuchern als invasive Arten einzustufen sind. Der Eschen-Ahorn ist auf allen Standorten der Hartholzau massiv vertreten und dringt auch in die Weichholzau ein; er wird stark verbissen, schafft es aber, aus der Äser-Höhe des Rotwildes herauszuwachsen.

Die Rotwild-Bestände haben eine Dichte von 10 Stück pro 100 ha. Bei solcher Wilddichte ist keine natürliche Verjüngung der standortheimischen Baumarten möglich. Eine Waldentwicklung, wie sie einem Nationalpark entspricht, ist ausgeschlossen (s. Abb. 3)

Lösungen/Empfehlungen :

Die Wirtschaftswälder müssen auf der gesamten Fläche des Nationalparks sukzessive in Naturwälder überführt werden, wobei ein zunehmender Anteil dem Prozessschutz überlassen werden sollte. Dies ist ein Vorgang, der sich über mehrere Jahrzehnte hinziehen wird, aber unmittelbar nach den erforderlichen politischen Entscheidungen (s.o.) in Angriff genommen werden sollte. Er muß zwingend mit der drastischen Reduktion der Rotwildbestände einhergehen. Anzustreben ist eine Rotwilddichte von 1 bis maximal 4 Stück pro 100 ha. Dabei ist der Erfolg anhand der Verjüngungsfähigkeit aller Gehölzarten zu überprüfen; die Methoden dazu sind bekannt (vgl. GOSSOW, H. & DIEBERGER 1990). Ist die Wilddichte noch zu hoch für die Verjüngung, muß weiter reduziert werden.

Alle gehölzartenreichen Mischbestände mit Eichen- und/oder Ulmen-Anteil (relativ naturnahe Hartholzauenwälder) sind unverzüglich außer Nutzung zu stellen. Die dienen als Ausbreitungszentren für die standortheimischen Gehölzarten. Ebenso sind alle Altbäume der Eiche, der Feld- und der Flatterulme als Brutbäume (Vögel, xylobionte Insekten, Fledermäuse etc.) sowie als Samenbäume zu erhalten.

In allen Wirtschaftswäldern ist die Überführung der Bestände in Naturwälder über Naturverjüngung und Sukzession anzustreben. In den Forsten mit dominanter Schmalblatt-Esche (*Fraxinus angustifolia*) ist das problemlos zu erreichen, wenn die Wilddichte genügend reduziert ist; unsere Untersuchungen legen diesen Schluß nahe. Die Naturverjüngung kann durch selektive Holz-Entnahme gefördert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Auflichtung nicht so stark wird, dass invasive Neophyten eindringen. In der Übergangszeit bis zum Erreichen einer angemessenen Wilddichte kann die aufkommende Verjüngung durch kleinflächige Zäunung gegen Verbiß geschützt werden. Die Zäune sollten kleinflächig und mosaikartig verteilt sein, um Struktur in die einförmigen Wirtschaftswälder zu bringen. Soweit finanziell vertretbar, ist der Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) zu eliminieren, vor allem in naturnahen Alt-Beständen; dies gilt insbesondere für Samenbäume dieser neophytischen Gehölzart. Auch alle anderen Exoten sind zu entfernen.

Schwieriger ist die Überführung der Hybridpappel-Plantagen. Hier sind je nach Standort, Krautwüchsigkeit, Vorhandensein einer Strauchschicht und Fähigkeit zur Naturverjüngung unterschiedliche Methoden zu wählen. Diese reichen von Ringelung einzelner Bäume, zeitlich und örtlich verteilt im Bestand, über gezielte, mosaikartige Einbringung z.B. von Eichen-Heistern bis zur völligen Überlassung der Sukzession. Ob eine gewisse Holznutzung der Hybridpappelplantagen mit der Überführung zu vereinbaren ist, muß im Einzelfall überprüft werden. Praktische Erfahrungen mit der Überführung solcher Bestände unter ähnlichen Voraussetzungen gibt es an mehreren Stellen, so in Donau-Nationalpark in Österreich, im Naturschutz-Gebiet Marchauen-Marchegg (Österreich), am mittleren Oberrhein bei Rastatt (Deutschland) und andernorts; diese Erfahrungen sollten genutzt werden.

Alle vorgesehenen Maßnahmen sollten, wie in der Forstwirtschaft üblich, in einem Forsteinrichtungswerk (mittelfristige Forstplanung) zeitlich und örtlich konkretisiert werden.

2.2 Gewässer, Wasserbau, Hydraulik

Befunde/Probleme:

Der untersuchte Nationalpark-Teil umfaßt eine Reihe höchst unterschiedlicher Wasserkörper – vom Hauptstrom der Donau (Eupotamal) über durchflossene Altarme (Parapotamal), zeitweilig angeschlossene Flutrinnen (Plesiopotamal) bis zu völlig abgetrennten Altwässern (Paläopotamal). Die Typen weisen unter sich je nach Entstehung, Chemismus, tierischer und

pflanzlicher Besiedlung etc. unterschiedliche Charakteristika auf (GUTI 2001, s. auch BERCZIK 2003). Diese wurden sehr gründlich untersucht. Die Befunde bieten eine bisher nicht da gewesene Möglichkeit, nicht nur eine Bewertung des Zustandes und der Entwicklung dieser Wasserkörper aus der Sicht der Wasserrahmenrichtlinie und der Natura2000-Richtlinien (FFH und Vogelschutz-Richtlinie) der EU vorzunehmen, sondern auch die Wirkung der unten aufgeführten Renaturierungsmaßnahmen abzuschätzen und zu optimieren.

Ein kleinerer Teil dieser Gewässer entstand durch natürliche, flussmorphologische Prozesse, der größere Teil aber durch die Begradigung der Donau im 19. Jahrhundert. Durch diese sowie durch die spätere Flussregulierung hat sich Donau auf der Strecke des Gemencer Waldes massiv eingetieft (1,30 m zwischen 1948 und 2006; s. Abb. 4), in den letzten Jahrzehnten etwas langsamer als früher, aber immer noch mit durchschnittlich 1,7 cm pro Jahr (Zeitraum 1971-2006). Dies ist ein erschreckend hoher Wert und führt zu einer permanenten Verschlechterung der hydraulisch-ökologischen sowie der flussmorphologischen Situation sowohl der Gewässer wie auch der Auen. Mit der anthropogenen Eintiefung der Flußsohle sinken nämlich auch die Wasserstände im Oberflächenwasser (Donau) und im Grundwasser, die Überflutungsdauer und –häufigkeit der Aue nimmt ab, die Auengewässer fallen trocken, die Ein- und Ausströmbereiche (Ingestion und Egestion) der Altarme verlanden, die Auenvegetation verliert flächig den Anschluß ans Grundwasser, Fluß und Aue werden zunehmend entkoppelt. Darunter leiden die Auen-Ökosysteme einschließlich der Auengewässer.

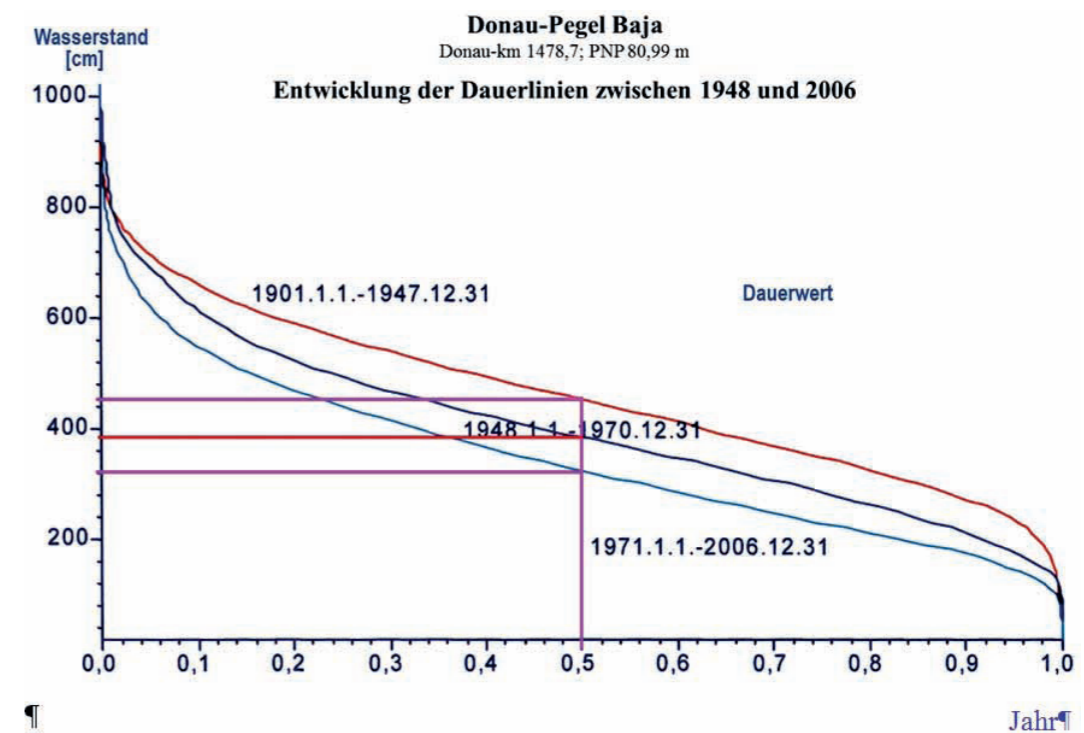


Abb. 4: Entwicklung der Dauerlinien der Wasserstände am Pegel Baja/Donau zwischen 1901 und 2006

Darüber hinaus hat die Regulierung der Donau zu Gunsten der Schifffahrt zu weitgehendem Verlust der Inselstrukturen und damit zum Verlust wertvoller Lebensräume im Fluß durch Sedimentation geführt. Diese fortdauernde Verschlechterung der gewässerökologischen, hydrologischen und flussmorphologischen Situation stellt aus ökologischer Sicht die schwerwiegendste, weil sämtliche Standorte erfassende und kaum reparable Beeinträchtigung des Nationalparks dar; diese wird in unserer Studie kurz, aber eindrucksvoll dokumentiert, in der Öffentlichkeit jedoch kaum wahrgenommen. Es wird auch gezeigt, dass in einzelnen

Abschnitten der Donau eine Überregulierung stattgefunden hat, für die weder eine schifffahrtstechnische noch eine flussmorphologische Notwendigkeit bestand; eine Rücknahme der Maßnahmen ist daher problemlos möglich.

Lösungen/Empfehlungen:

Um die Sohleintiefung zu bremsen, ist ein ganzes Bündel von Maßnahmen sinnvoll und möglich (s. auch BERNHART u. Mitarbeiter 1987; OGRIS et al. 1988). Diese müssen darauf abzielen, die Sohlenschubspannung in der Donau zu verringern, den Geschiebeeintrag in die Donau durch Seitenerosion zu ermöglichen und den Durchfluß in den Seitengewässern / Altwässern der Donau und in den Auen zu erhöhen. Dafür sind Rückbauten der Buhnen, die zur Verlandung der Ein- und Ausströmbereiche führen, vorzunehmen. Ebenso sind Querbauwerke zu entfernen, die die Durchströmung der Altarme

behindern oder zur Verlandung der Insel-Strukturen geführt haben. An geeigneten Stellen ist die Ufersicherung zu entfernen, um Geschiebeeintrag zu ermöglichen. In gewissen Fällen müssen die Ingestion und Egestion der Donau-Altarme freigebagert werden. Auch Deichrückverlegungen können den Angriff auf die Flusssohle deutlich reduzieren. Alle diese Maßnahmen können durchgeführt werden, ohne die Schifffahrt zu beeinträchtigen, wie im Donau-Nationalpark in Österreich eindrucksvoll nachgewiesen werden konnte (vgl. u.a. SCHIEMER & RECKENDORFER 2000).

Auch bei diesen Maßnahmen gilt strikt das Gesetz des Örtlichen, allgemeingültige Rezepte gibt es nicht. Daher wurden in der o.g. Studie für alle wichtigen Altwässer und Stromabschnitte der Donau von der Grébec-Donau bis zur Boki-Donau (Strom-km 1494 bis 1434) Einzelvorschläge gemacht. Diese bedürfen selbstverständlich der detaillierten Ausarbeitung und des Abgleichs mit den limnologischen Befunden, ehe sie umgesetzt werden können. Es wurde ein vorsichtiges Herangehen gewählt. Wichtig ist daher das Monitoring der Maßnahmen. Sollten sie zu wenig Wirkung zeigen – etwa bei der Verringerung der Sohleintiefung – kann durch Stabilisierung der Furten oder andere Mittel nachgearbeitet werden. Gleiches gilt bei unerwünschten Effekten auf die Gewässerbiozöosen. Insgesamt müssen diese Vorschläge als Einstieg in die Problematik gewertet werden; weitere und womöglich umfassendere Ansätze können bzw. sollten folgen.

2.3 Akzeptanz, Umweltbildung, Ökotourismus

Befunde/Probleme:

In den Befragungen der Bewohner der benachbarten Dörfer und Städte stellt sich heraus, dass das Wissen über den Nationalpark recht bescheiden ist. Informationen liegen nach Meinung der Anwohner nur ungenügend vor. Auch im Gelände wird das Angebot an Information durch Lehrpfade, Informationstafeln, Aussichtsplattformen, Wegweiser etc. als dürftig empfunden, ein Informationszentrum besteht in Nationalparkteil Donau nicht. Informationen über dieses bedeutende Schutzgebiet werden weder bei den Kommunen, noch bei der Nationalparkverwaltung abgefragt.

Der Naturschutz wird generell als Einschränkung empfunden. Die Verbotstatbestände sind im Einzelnen nicht oder ungenügend bekannt. Diese negative Einstellung der Bevölkerung wird noch verstärkt durch die Haltung der Polizei, der Waldhüter und Naturschutz-Ranger, die von den Anwohnern und Besuchern des Gebietes als ausschließlich prohibitiv wahrgenommen wird. Zur Nationalparkverwaltung besteht nur ein „formales“ Verhältnis, sie ist vor Ort nicht präsent. Bekannt ist dagegen die Gemenc AG, die vor Ort sichtbar ist, ein deutlich besseres Image hat und auch als „Betreiber“ des Nationalparks wahrgenommen wird.

Die Umweltbildung liegt im Argen, überwiegend weil Finanzquellen fehlen; tendenziell scheint sie sogar rückläufig zu sein. Umweltbildung wird hauptsächlich über die Schulen vermittelt, in gewissem Umfang auch durch die Nationalparkverwaltung oder in Zusammenarbeit mit ihr.

Ökotourismus ist weitgehend unbekannt, wird aber dennoch von den Kommunen als Chance gesehen. Ansatzpunkte bieten sich bereits, etwa durch die Schmalspurbahn, die große Teile des Gemencer Wald durchfährt (Abb. 5). Andere Einrichtungen sind Mangelware, Möglichkeiten der Bootsleihe, der Fahrradleihe etc. gibt es kaum.



Abb. 5: Schmalspurbahn, die sowohl für die Holzabfuhr genutzt wird als auch für den Tourismus noch stärker entwickelt werden kann

Lösungen/Empfehlungen:

Die Nationalparkverwaltung sollte sich um ein besseres Image bemühen. Dies kann nur durch eine Vor-Ort-Repräsentanz erreicht werden. Notwendige Einschränkungen etwa in der Zugänglichkeit und Nutzungsmöglichkeit müssen durch ein Angebot an Information und Naturerlebnis kompensiert werden. Die Schaffung mindestens eines Informationszentrums, das von der Nationalparkverwaltung selbst betreut wird, ist unerlässlich.

Die Umweltbildung wird bei der derzeitigen Finanzlage des Staates sowie der Schulen kaum zu verbessern sein. Verbesserungen können wahrscheinlich eher durch eine stärkere Vernetzung der vorhandenen Umweltbildungseinrichtungen in der Region erreicht werden. Auch eine stärkere Einbindung der Nationalparkverwaltung wird sicher hilfreich sein. Auch an die Einbindung verschiedener gesellschaftlicher Gruppen und Organisationen der Zivilgesellschaft ist zu denken; dies schließt die aktive Ansprache der ethnischen Minderheiten ein. Letztere können auch bei der internationalen Vernetzung eine Rolle spielen und den Ökotourismus ankurbeln.

Um den Ökotourismus an Gang zu bringen, ist eine ganze Reihe von Maßnahmen notwendig. Dazu zählt in erster Linie eine verbesserte und leichter zugängliche Information, vom Internet bis zu den Hotels in der Region, sowie eine verstärkte Zusammenarbeit mit den Tourismus-Institutionen, dem Hotel- und Gaststättengewerbe, den Kommunen und den Organisationen der Zivilgesellschaft. Es ist notwendig, eine gemeinsame Identität der Nationalpark-Kommunen zu erreichen. Ein gut ausgeschildertes Fuß- und Radwegenetz ist zu entwickeln, Boots- und Fahrradverleihe sind einzurichten. Beobachtungsplattformen Punkten wie am Nyéki sollten an attraktiven Punkten aufgebaut werden, ohne Störungen der Tierwelt hervorzurufen. Es muß festgelegt werden, wo Naturerlebnis aktiv gefördert wird und erlaubt sein soll und wo nicht. Schließlich kann auch in den siedlungsnahen, von Nationalparkbesuchern stärker frequentierten Bereichen über ökologisch vertretbare Stechmückenbekämpfung (mit Bti) nachgedacht werden.

2.4 Rechtsstatus, Administration

Befunde/Probleme:

Wie oben bereits erwähnt, entspricht die Bewirtschaftung der Nationalpark-Flächen und ihre Übertragung an ein privates Unternehmen (Gemenc AG) weder dem ungarischen Recht noch den internationalen Normen; der aktuelle Zustand wird in einem Rechtsgutachten als verfassungswidrig eingestuft, die Schutzziele des Nationalparks sind unter diesen Rahmenbedingungen nicht erreichbar. Auch die Einhaltung der einschlägigen EU-Richtlinien wird erschwert oder unmöglich gemacht; ähnliches gilt für internationale Abkommen (Ramsar-Abkommen).

Der untersuchte Donau-Teil des DDNP leidet unter einer Zersplitterung der administrativen Zuständigkeiten mit oft differierender Interessenslage. Allein der Gemencer Wald unterliegt zwei Komitaten (Tolna und Bács-Kiskun), für das Teilgebiet Béda-Karapanca kommt noch das Komitat Baranya hinzu. Bei den Fachbehörden (z.B. Wasserwirtschaft) herrscht die gleiche Kompetenzzersplitterung. Der Nationalpark wird nicht als einheitlicher Planungsraum betrachtet.

Lösungen/Empfehlungen:

Der verfassungs- und rechtskonforme Zustand ist unverzüglich herzustellen, die entsprechenden politischen Entscheidungen müssen getroffen werden. Dem Schutz der Natur in allen ihren Erscheinungsformen ist absoluter Vorrang vor wirtschaftlicher Nutzung einzuräumen. Die Kompetenzen für alle Fragen des Nationalparks sind in der Nationalpark-Verwaltung zu bündeln. Es sind die rechtlichen und administrativen Voraussetzungen zu schaffen, um das Nationalpark-Gebiet als einheitlichen Planungsraum behandeln zu können.

Die Nationalpark-Verwaltung muß über eine kompetente Vor-Ort-Repräsentanz im Donau-Gebiet verfügen. Es sollte geprüft werden, ob eine Aufteilung des bestehenden Nationalparks in einen Donau- und einen Drau-Nationalpark nicht eine sachgerechtere Entwicklung möglich machen würde. Beide Gebiete sind so groß, so weit voneinander entfernt und haben so unterschiedliche Probleme und standörtliche Eigenheiten, dass eine Auftrennung gerechtfertigt erscheint.

2.5 Abgrenzung des Nationalparks, Entwicklung und internationale Zusammenarbeit

Befunde/Probleme:

Der untersuchte Nationalpark-Teil muß, wie oben erwähnt, im räumlichen Kontext mit den angrenzenden Landschaften, insbesondere aber mit den nahtlos anschließenden Donau-Auen in Kroatien und Serbien betrachtet werden; er gewinnt einen Teil seines ökologischen Wertes durch diese Nachbarschaft zu hochwertigen Auen jenseits der Grenzen. Kroatien gehört inzwischen der EU an, Serbien hat den Status eines Beitrittskandidaten. Die Entwicklung des ungarischen Nationalparks

ist unter diesen Perspektiven zu sehen. Beide Länder, Kroatien und Serbien, weisen ökologisch hochwertige Naturgebiete auf, deren Potential beachtliche Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Die internationale Zusammenarbeit, die von der Nationalparkverwaltung in Pecs bereits wahrgenommen wird, etwa im Rahmen des Netzwerkes DANUBEPARKS, kann und muß dahingehend intensiviert werden.

Lösungen/Empfehlungen:

Eine Zusammenarbeit über die Staatsgrenzen hinweg drängt sich auf. Langfristiges Ziel sollte es sein, einen Trinationalen Donau-Nationalpark zu etablieren. Dieser sollte bis zur Drau-Mündung gehen und den Naturpark Kopacki-Rit einschließen. Zur Sicherung der biologischen Konnektivität und zur Stabilisierung der Populationen gefährdeter Arten (Seeadler, Sakerfalke, Schwarzstorch, Fischotter, etc.) erscheint dies angezeit.

In diesem Grenzraum leben Minderheiten aller Volksgruppen – Ungarn, Kroaten, Serben, auch Deutsche – in den jeweiligen Nachbarländern. Diese Minderheiten könnten und sollten eine positive Rolle bei der gemeinschaftlichen, grenzüberschreitenden Entwicklung des Raumes spielen. Die EU wird eine solche Zusammenarbeit ohne Zweifel unterstützen; sie hat auch die entsprechenden Förderinstrumente dafür.

Zudem ergeben sich in allen drei Staaten gute Möglichkeiten zur Deichrückverlegung. Diese würde nicht nur der biologisch-ökologischen Aufwertung der Gebiete dienen, sondern auch dem Hochwasserschutz sowie der Reduzierung der Schadstoffe in der Donau (im Sinne des Danube Pollution Reduction Programm). In der serbischen Wojwodina wurden solche Möglichkeiten durch eine Studie der DBU-Stipendiatin Ana Borisavljevic (unveröff.) aufgezeigt, für Südungarn sehen wir sie in Zusammenhang mit der sinnvollen Arrondierung der Nationalpark-Grenzen.

So sollte unbedingt und kurzfristig das Gebiet des Nagy-Sziget bei Bata im Süden des Gemencer Waldes in den NP eingeschlossen werden. Es liegt inselartig mitten im Nationalpark. Es außerhalb des Nationalparks zu belassen, wäre fachlich nicht nachvollziehbar. Mittelfristig sollten die Gebiete Békás und Gerec-Hát bei Erdöfü (Béda) im Gebietsteil Béda-Karapanca, die an Kroatien grenzen, in den Nationalpark eingegliedert werden, ebenso die landwirtschaftlich genutzten Flächen um Hóduna (Karapanca) an der serbischen Grenze. Langfristig ist hier eine Deichrückverlegung auf ungarischer und kroatischer Seite möglich und sinnvoll; diese sollte die Tropoljski-Donau/Stari Donau in Kroatien einschließen. Auch im Gebiet von Hóduna sind Deichrückverlegungen sinnvoll und möglich; sie sind im Zusammenhang mit den Vorschlägen für die serbische Seite zu sehen.

Nördlich der Sió-Mündung, also außerhalb der Nordgrenze des Nationalparks, rücken die Deiche sehr eng an die Donau heran, die rezente Aue ist extrem schmal. Die Fragen der Konnektivität stromaufwärts sowie nach Westen (Hügelland von Szegszárd, Mecsek-Gebirge) und Osten (Kiskunság, Batschka/Bácska) wurden nicht behandelt und müssen späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

3. Rezeption der Ergebnisse und Perspektiven

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen und die daraus abgeleiteten Empfehlungen wurden 2013 sowohl den örtlichen und regionalen Entscheidungsträgern in Baja wie auch einigen verantwortlichen Politikern auf gesamtungarischer Ebene in Budapest vorgestellt und mit ihnen diskutiert. Diese wurden trotz der deutlichen Kritik an den bestehenden Zuständen insgesamt gesehen überraschend konstruktiv aufgenommen; die Empfehlungen wurden zwar als schlüssig, politisch aber nur schwierig und erst mittel- bis langfristig umsetzbar eingestuft. Die Chancen für die Umsetzung wurden höher eingeschätzt, wenn es gelingen könnte, die EU – und andere internationale Träger – als Förderer zu gewinnen.

Daher hat man sich auf ungarischer Seite dazu entschlossen, einen Life-Antrag zu stellen, in dessen Rahmen die Empfehlungen aufgenommen und abgearbeitet werden sollen. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat für diesen Fall ihre weitere Unterstützung zugesagt. Die neue ungarische Regierung hat jedoch die dafür erforderlichen, politischen und administrativen Voraussetzungen bisher (noch) nicht geschaffen. So muß derzeit offen bleiben, ob und wann die dringend notwendigen Maßnahmen zur Renaturierung und langfristigen Sicherung der südungarischen Donau-Auen ergriffen werden.

Literatur (Auswahl):

- BARY-LENGER, A. & J.-P. NEBOUT (2004):** Culture des chênaies irrégulières.- 356 pp. Editions du Perron, Alleur
- BERCZIK, Á. (2003):** Miért van szükség a gemenci vizek hidrobiológiai vizsgálatára? (Warum ist die hydrobiologische Untersuchung der Gewässer des Gemencer Auwaldes nötig?) - Az Élet a Duna-árterén - természetvédelemről sokszemközt c. tanácskozás összefoglaló kötete (Érsekcsanak, 2003. október 17-19.) DDNP Ig. Pécs. 7-11.
- BERCZIK, Á. - Gy., BUZETZKY (2004):** Realistic rehabilitation of the Gemenc region of the Danubian floodplain based on modern ecological priorities. - Verh. Internat. Ver. Limnol. Vol. 29
- BERNHART, H. H. und Mitarb. (1987):** Vorstudie: Analyse des Flußabschnittes Greifenstein/Wien-Marchmündung.- Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donau-Auen; 74 pp. + Anh.
- BERTA, J. (1970):** Waldgesellschaften und Bodenverhältnisse in der Theißtiefebene. Vegetacia CSSR B 1, Bratislava
- DINKA, M., K. SCHÖLL & A. KISS (2004):** Interaction between the hydrological and water chemical characteristics and the composition of the zooplankton from different side arms at the Gemenc floodplain area (Danube rkm 1470-1498). – Verh. Internat. Ver. Limnol. Vol. 29.
- DISTER, E. (1994):** The Function, Evaluation and Relicts of Near-Natural Floodplains.- in: KINZELBACH, R.: Biologie der Donau: 317-329, Fischer, Stuttgart
- DISTER, E. (2007):** Le Danube et ses plaines alluviales - une vue d'ensemble.- in: TRÉMOLIÈRES, M. & A. SCHNITZLER: Protéger, restaurer et gérer les zones alluviales. Pourquoi et comment?: 13-25 Lavoisier, Paris
- ERN, H. (1985):** Les plaines d'inondation du nord de la Yougoslavie.- C. R. Soc. biogéogr. 61, 4: 129-136
- GOSSOW, H. & J. DIEBERGER (1990):** Jagdprobleme im Zusammenhang mit der Errichtung eines Nationalpark Donau-Auen. Vorstudie.- Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donau-Auen; 149 pp. Wien
- GUTI, G. (2001):** Significance of side-tributaries and floodplaine for Danubian fish populations. – Large Rivers 13, 1-2.: 151-163
- HERZIG-STRASCHIL, B. & H. WINKLER (1981):** Donaunraum Wien-Hainburg. Ausweisung tierökologisch wertvoller Lebensräume.- (erstellt im Auftrag des ÖIR), Manuskript, 40 S.
- HIESS, H. & A. WENINGER (2001):** Schifffahrt auf der Donau in einem neuen Europa.-Studie, 51 pp., Rosinak & Partner, Wien
- HIESS, H. & R. KORAB (1992):** Güterverkehr auf der Donau. Eine ökologisch-verkehrswirtschaftliche Untersuchung.- 151 pp.+ Anh.
- ICPDR (ed.) (2002):** Joint Danube Survey.- 261 pp. ICPDR, Wien
- JANAUER, G. A., P. HALE & R. SWEETING (2003):** Macrophyte inventory of the river Danube.- Archiv für Hydrobiologie, Suppl., 147, 1-2, 229 pp.
- KARPATI, I. (1984):** The plant associations of the flood plain forests of Hungary.- Colloques phytosociologiques, 9 (Les forêts alluviales, Strasbourg 1980): 55-63 Cramer, Vaduz
- KARPATI, I. & V. (1975):** Vergleich der geomorphologischen Schichten mit der Sukzessionsfolge der Vegetation in den Auen-Ökosystemen.- in: TÜXEN, R. (Hrsg.): Sukzessionsforschung: 221-225, Cramer, Vaduz
- KARPATI, I. & V. (1980):** Die zöologischen Bedingungen und die Standortverhältnisse im Donau-Gebiet in Ungarn.- (Exkursionsführer d. IVV), 28 S., Baja
- KUHN, J., H. LAUFER & M. PINTAR (Hrsg.) (2001):** Amphibien in Auen.- Zeitschrift f. Feldherpetologie, 8, 1/2
- LIEPOLT, R. (Hrsg.,1965):** Limnologie der Donau.- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdl., Stuttgart
- MARGL, H. (1971):** Die Ökologie der Donauauen und ihre naturnahen Waldgesellschaften.- in: Naturgeschichte Wiens, 2: 1-32, Jugend und Volk, Wien
- MÖLDER, A. & E. DISTER (2010):** Zur Bestandesstruktur von Hartholzauenwäldern im ungarischen Donau-Drau-Nationalpark.- Forstarchiv, 81, 2: 83-84
- OGRIS, H., H. ZOTTL & H. EBER (1988):** Sohlstabilisierung durch Grobmaterialzugabe zur Deckschichtbildung.- unveröff. Studie im Auftrag d. Stadt Wien, 143 pp., Wien
- RADEMAKERS, J. (1990):** Vegetationsökologische Untersuchung im Donau-Auenwaldgebiet von Gémenc, Südungarn.- Rijks-waterstaat, Nota Nr. 90.078, 62 pp. + Anlagen
- RAUS, D. (1978):** Die Waldvegetation der Donau-Inseln und -Auen bei Vukovar.- Ecologija, 13, 2: 133-147
- RUDESCU, L. & A. C. BANU (1969):** Bibliographie roumaine du Danube inférieur.- 271 pp. Imprimerie „13 Decembrie 1918“,
- SCHIEMER, F. & W. RECKENDORFER (2000):** Das Donau-Restaurierungsprojekt. Gewässervernetzung Regelsbrunn.- Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 31,
- SCHIEMER, F. und Mitarb. (1987):** Limnologische Kriterien für die Gestaltung und das Management des geplanten Nationalparks Donau-Auen.- Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donau-Auen; 41 pp. + Anh.
- SCHNEIDER, E. (1991):** Die Auen im Einzugsgebiet der unteren Donau.- Laufener Seminarbeiträge 4/91: 40-57
- STANCIK, A., S. JOVANOVIĆ et al. (1988):** Hydrologie der Donau.- 271 pp. + Karten Příroda, Bratislava
- STETÁK, D. (2000):** Aquatic macrophytes in the „Gemenc“ floodplain of the Danube-Drava National Park (South Hungary). – IAD., Osijek, 33: 137-142.
- TATÁR, D. (1998):** Recent water macrophytes studies on the Gemenc flood plain of the Danube (1498-1468 river km).– Internat.

Workshop and 10th Macrophyte Group Meeting IAD/SIL, Danube-Delta, (Braila)/Romania, 24-28 August: 86-89.

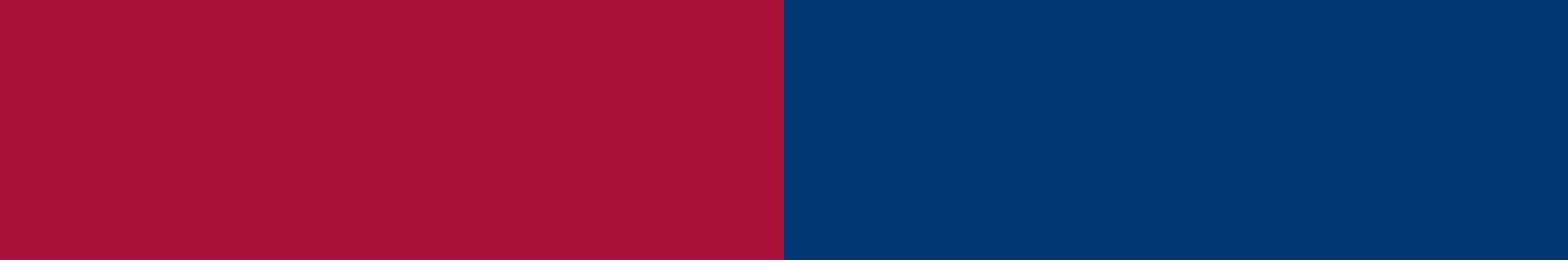
TOCKNER, K., F. SCHIEMER & J.V. WARD (1998): Conservation by restoration: the management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria.- Aquatic Conservation 8: 71-86

WEISS, F.H. (1988): Flußbetteintiefungen unterhalb von Stauanlagen Untersuchungsmethoden und Möglichkeiten der Sanierung.- Wasser + Boden, 40, 3: 136-142 AI (Z.)

WÖSENDORFER, H. (1989): Ökosystem Donau-Auen östlich von Wien und Nationalparkwürdigkeit nach Kriterien der IUCN.- Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donau-Auen; 21 pp., Wien

ZWICKER, E. & M. KAPLAN (1987): Erstellung von Planungsunterlagen und erste qualitative Analyse von Auswirkungen der Forstwirtschaft auf die Waldstruktur (Altersaufbau, Naturwaldzeiger) im Forstwirtschaftsbetrieb Eckartsau der österreichischen Bundesforste.- Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donau-Auen; 26 pp.





  **RECYCLED**
Papier aus
Recyclingmaterial
FSC® C017909
FSC
www.fsc.org