

Seminar 14-B-01

**Fließgewässer- und Auenentwicklung in
Niedersachsen – Aktuelles zu Programmen,
Gebietskulissen, Maßnahmenförderung und
–finanzierung. Perspektiven für 2014 - 2020**

23. – 24. Juni 2014

**Auenschutz – effektiv für Klima-, Hochwasser- und
Naturschutz. Zu Ökosystemleistungen von
Gewässerauen**

**Dr. Dr. Dietmar Mehl,
Institut BIOTA, Bützow**

Auenschutz – effektiv für Klima-, Hochwasser- und Naturschutz. Zu Ökosystemleistungen von Gewässerauen

Dietmar Mehl

1 Einführung

Auen gehören bundesweit zu den am stärksten gefährdeten Lebensräumen, weil die vielfältige Nutzung von Flüssen und ihren Auen durch den Menschen zu erheblichen Beeinträchtigungen geführt hat. An den großen Flüssen in Deutschland stehen heute nur noch ca. 30 % der ursprünglichen Überschwemmungsflächen zur Verfügung (BRUNOTTE et al. 2009, Abb. 1). Dieser Verlust an Retentionsraum, der oftmals aus Gründen des lokalen Hochwasserschutzes erfolgte, hatte häufig unbeabsichtigte Nebeneffekte, wie z.B. die Verschlechterung des über-regionalen Hochwasserschutzes oder den Verlust anderer wertvoller Ökosystemleistungen (Abb. 2). Trotz allem sind die noch verbliebenen naturnahen Flüsse und Flussauen nationale „Hot spots“ der Artenvielfalt, die es zu schützen und zu entwickeln gilt (EHLERT & NEUKIRCHEN 2012, SCHOLZ et al. 2012, WÜSTEMANN et al. 2014). Auenschutz und -entwicklung lohnt sich nicht nur aus Sicht des Naturschutzes; es bestehen vielmehr deutliche Synergien mit Zielen des Hochwasserschutzes, der Wasserrahmenrichtlinie oder des Klimaschutzes (MEHL et al. 2013).

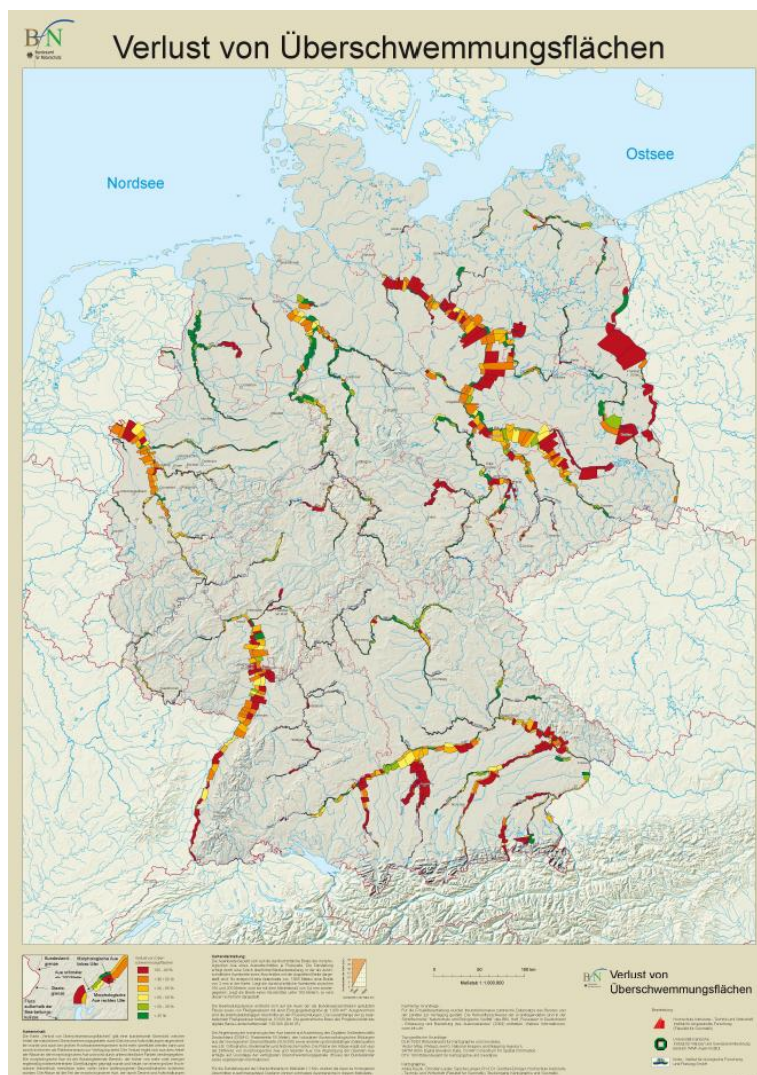


Abbildung 1: Verlust von Überschwemmungsflächen an den 79 größten deutschen Flüssen (Auen mit einem zugehörigen oberirdischen Einzugsgebiet $\geq 1.000 \text{ km}^2$), Kartendarstellung aus BRUNOTTE et al. (2009)

Downloadmöglichkeit:

http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/wasser/Karte_Verlust_Auen.pdf



Abbildung 2: Verlust an Ökosystemfunktionen der Gewässer und Auen infolge vielfältiger Einflüsse

Im Zusammenhang mit dem Verlust an natürlichem Auenraum ist das Retentionsvermögen der Auen insgesamt gravierend gesunken; zugleich hat das Schadenspotenzial auf Grund anthropogener Nutzungen dramatisch zugenommen. Die Hochwasserschäden in Deutschland beliefen sich z.B. im Jahr 2002 auf ca. 11 Milliarden, im Jahr 2013 auf ca. 7...8 Milliarden Euro (HARTJE et al. 2013).

2 Ökosystemleistungen der Fließgewässerökosysteme (Gewässer und Auen)

Grundsätzlich lassen sich die Ökosystemfunktionen danach unterscheiden, ob „sie alleine zur Sicherung der Existenz der Prozesse innerhalb des Ökosystems und zu dessen Entwicklung einen Beitrag leisten – dann sind es Ökosystemfunktionen – oder ob durch diese Funktionen auch Nutzen für den Menschen generiert werden – dann handelt es sich um ökologische (Dienst-)Leistungen. Dabei ist es möglich, dass mehrere Ökosystemleistungen aus einer Ökosystemfunktion entstehen, aber auch für nur eine Ökosystemleistung können teils mehrere Ökosystemfunktionen erforderlich sein“ (HANSJÜRGENS 2011). Ökosystemleistungen werden definiert als die direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen (TEEB 2010).

Das Konzept „Ökosystemleistungen“ (engl. ecosystem services) wurde entwickelt, um die enorme Vielzahl an Leistungen systematisch zu erfassen (TEEB 2010). Es soll helfen, die Vor- und Nachteile der durch Änderungen der Landnutzung und der Bewirtschaftung hervorgerufenen Folgen für die Gesellschaft umfassender abzuschätzen, indem auch eine ökonomische Bewertung von Ökosystemleistungen eingesetzt werden kann.

Der Ansatz und der Begriff der Ökosystemleistungen erhielt vor allem durch das Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005a, b) internationale Aufmerksamkeit. Das Millennium Ecosystem Assessment stellt eine Grundkonzeption für die Beziehungen zwischen multifunktionalen Landschaften bzw. Ökosystemen und menschlichem Wohlbefinden dar, um die globale Erhaltung der Biodiversität zu unterstützen.

Gewässer und 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 (z.B. MA 2005a, b, COLLINS et al. 2005, TEEB 2010, SCHOLZ et

al. 2012, MEHL 2012, WÜSTEMANN et al. 2014, vgl. Abb. 3). „Diese Ökosystemfunktionen in Auen sind als besondere Leistungen der Natur innerhalb des Naturschutzes und der Wissenschaft bereits weitreichend erkannt. So können Auen, die dem natürlichen Wechsel von Trockenfallen und Überflutung unterliegen, ihre Funktion als Räume zur Hochwasserrückhaltung, als Grundwasserreservoir, als Filter für Sedimente und gelöste Nähr- bzw. Schadstoffe, als lebendige Kohlenstoffspeicher, als Erholungsraum und als natürliche Lebensräume für hoch spezialisierte Pflanzen- und Tierarten besser erfüllen als Auenbereiche, die vom Hochwasserregime abgeschnitten sind. Der gesellschaftliche Mehrfachnutzen der Auen kann dauerhaft jedoch nur dann erbracht werden, wenn die Funktionsfähigkeit im Naturhaushalt langfristig erhalten wird.“ (MEHL et al. 2013).

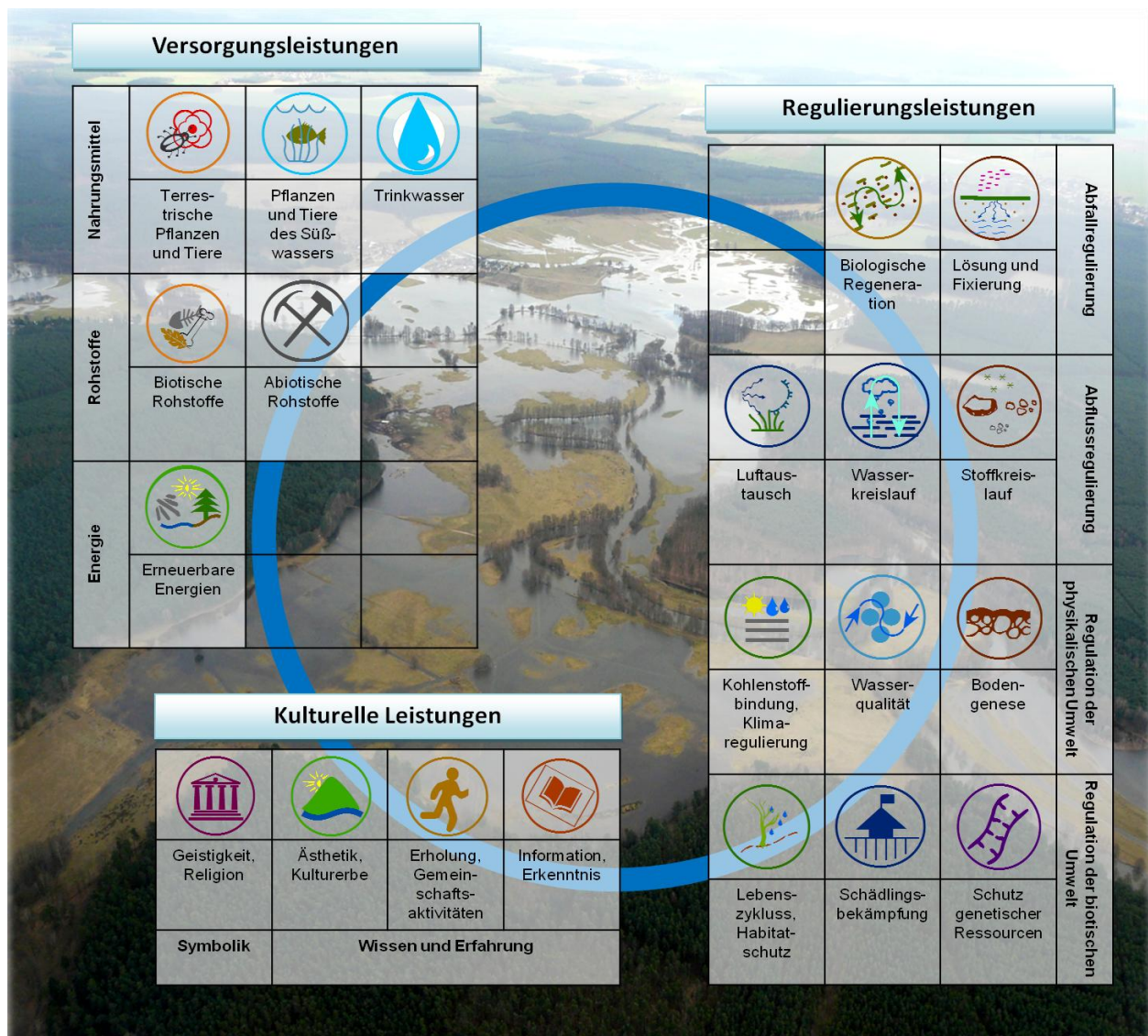


Abbildung 3: Ökosystemleistungen der Fließgewässerökosysteme (Gewässer und Auen), Foto: Spreeflug Plattkow (Bildautorin: Isabelle Hiekel)

3 Fallbeispiel einer Quantifizierung von Ökosystemfunktionen und -leistungen großer Flussauen

3.1 Hintergrund und Methodik

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) wurden vier wichtige Ökosystemfunktionen bzw. -leistungen der Flussauen analysiert und bewertet: Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat/Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion (Abb. 4). Methodik und Ergebnisse sind als umfangreiche Studie und in weiteren Veröffentlichungen publiziert worden (insbesondere SCHOLZ et al. 2012, MEHL et al. 2013). Die räumliche Kulisse bildeten dabei die Auen von 79 Flüssen in Deutschland an ca. 10.000 km Fließgewässerstrecke, die bereits in früheren Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz ermittelt und bewertet wurden (BRUNOTTE et al. 2009, EHLERT & NEUKIRCHEN 2012).

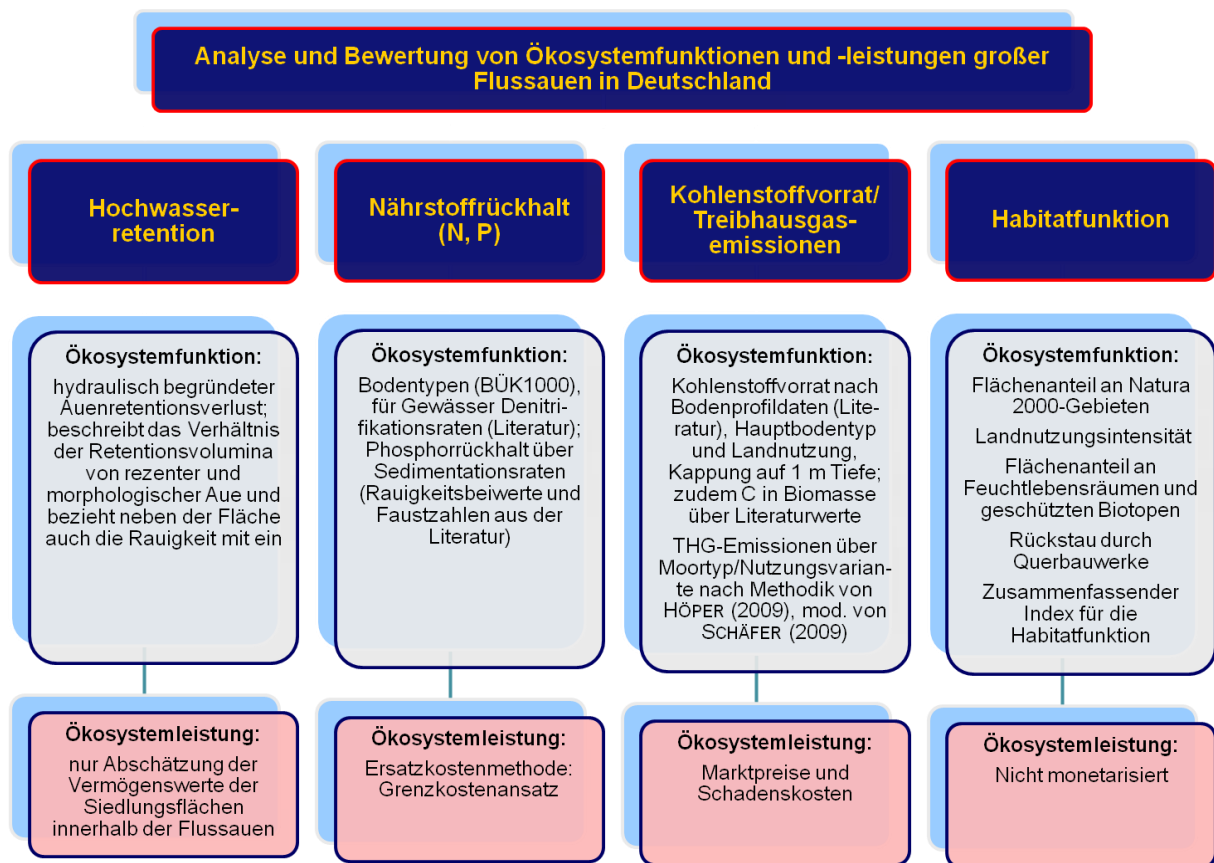


Abbildung 4: Die vier bei SCHOLZ et al. (2012) behandelten Auenfunktionen (1) Hochwasserretention, (2) Nährstoffrückhalt, (3) Kohlenstoffvorrat/Treibhausgasemissionen und (4) Habitatfunktion und deren abschätzende Quantifizierung als Ökosystemleistungen

Für jede Auenfunktion wurden bei SCHOLZ et al. (2012) Methoden entwickelt, die eine überregionale Einschätzung ermöglichen. Die Analyse und Auswertung erfolgte in Anlehnung an BRUNOTTE et al. (2009) für 1-km-Auensegmente auf der Grundlage bundesweiter und flächendeckend möglichst einheitlicher Datensätze. Für die Berechnung der Auenfunktionen mussten verschiedene, in Geographischen Informationssystemen (GIS) vorliegende Merkmale miteinander verknüpft werden.

Grundsätzlich lassen sich Auenprozesse „exakt“ nur mit hoch auflösenden Daten darstellen. So ist beispielsweise die für Auen typische Vielfalt von der Geländetopographie, den Überschwemmungshäufigkeiten, Grundwasserflurabständen, Bodenformen und Landnutzungen abhängig, die den kleinräumigen Wechsel unterschiedlicher Standorte und Lebensräume bestimmen. Detaillierte Informationen waren und sind aber für eine deutschlandweite Bearbeitungskulisse nicht verfügbar.

Auf Grund der nur relativ „groben“ verfügbaren Eingangsdaten mussten zahlreiche, bei solchen Skalenebenen übliche Verallgemeinerungen und Aggregierungsschritte vorgenommen werden. Dies muss bei einer Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Werden die Flächen im Detail mit räumlich hoch auflösenden Daten betrachtet, so ist deshalb mit einer starken Streuung der Ergebnisse zu rechnen.

Aber die bundesweiten Abschätzungen wurden durch umfangreiche Literaturstudien oder regionale Fallstudien auf ihre Plausibilität überprüft. Die Ergebnisse stellen somit eine generelle Situation dar und sollten als bundesweite Potenzialabschätzung interpretiert werden. Sie können von daher vor allem Grundlage für programmatische und strategische Entscheidungen auf Bundes- und Landesebene bilden. Für detaillierte Beurteilungen und planerische Aussagen müssen jedoch ergänzende Informationen herangezogen werden.

Soweit es möglich war, wurde bei SCHOLZ et al. (2012) ausgehend von der Quantifizierung der einzelnen Ökosystemfunktionen eine ökonomische Bewertung des Nutzens der damit verbundenen Ökosystemleistungen vorgenommen. Die monetäre Bewertung der Nährstoffretention der Auen greift hier auf die Ersatzkostenmethode zurück. Die ökonomische Bewertung der Treibhausgasemissionen wurde zum einen mittels Marktpreisen und zum anderen mittels Schadenskosten ermittelt. Wegen der großen Unsicherheit in der Beziehung von Schadenspotenzial und dem tatsächlichen Schaden im Überflutungsfall, ist auf eine Monetarisierung der Ökosystemfunktion Hochwasserretention verzichtet worden. Vielmehr erfolgte hier alternativ eine Abschätzung der Vermögenswerte der Siedlungsflächen innerhalb der Flussauen.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Hochwasserretention

Die Funktion der Auen, enorme Mengen Wasser bei Hochwasser aufzunehmen und zwischenzuspeichern, zählt zu denjenigen Ökosystemleistungen, die besonders augenfällig sind. Erfassung und Bewertung der Flussauen haben gezeigt, dass nur noch ein Drittel aller Auenflächen überflutet werden können (BRUNOTTE et al. 2009), was einen dramatischen Verlust der Hochwasserschutzfunktion zeigt.

Bei SCHOLZ et al. (2012) wurde ein qualitatives Schätzverfahren angewandt, das den Grad des anthropogenen Retentionsverlustes ermittelt (MEHL et al. 2010, HOFFMANN et al. 2010), um eine Aussage zur Hochwasserretention für die Flussauen zu erhalten. Der hydraulisch begründete Auenretentionsverlust beschreibt das Verhältnis der Retentionsvolumina von rezenter und morphologischer Aue einschließlich ihrer Rauigkeitsunterschiede.

Die Analyse des Auenretentionsverlustes für die Auen der 79 größten Flüsse Deutschlands ergab, dass nur 9 % der Flächen einen sehr geringen und 21 % einen geringen Verlust der Auenretention aufweisen. 27 % weisen dagegen einen deutlichen Verlust, 29 % der Flussauen einen hohen und 14 % sogar einen sehr hohen Verlust auf (Abb. 5 und 6). Insgesamt weisen damit 70 % der Flussauen nur noch eine deutlich eingeschränkte bis keine Retentionsleistung im Hochwasserfall auf. In den Altauen der betrachteten Flüsse liegen dabei Vermögenswerte in Höhe von 267 Mrd. €. Dabei ist der Anteil der Vermögenswerte in der rezenten Aue mit 35 Mrd. € vergleichsweise gering. Summarisch liegen Vermögenswerte in Höhe von 302 Mrd. € in den betrachteten deutschen Flussauen, davon alleine für den Rhein rund 75 Mrd. €. Bei einem extremen Hochwasser am Rhein ($>HQ_{100}$ bzw. HQ_{500}) besteht nach Berechnungen der

Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins das Risiko von Sachschäden in einer Höhe von 34 Mrd. € (IKSR 2001).

Fazit: Der der Verlust weitläufiger Überschwemmungsflächen, der an den großen Strömen in Deutschland bei teilweise 75 bis 90 % liegt, zeigt die Notwendigkeit der Wiederherstellung von Retentionsflächen auf, beispielsweise durch Rückdeichungen.

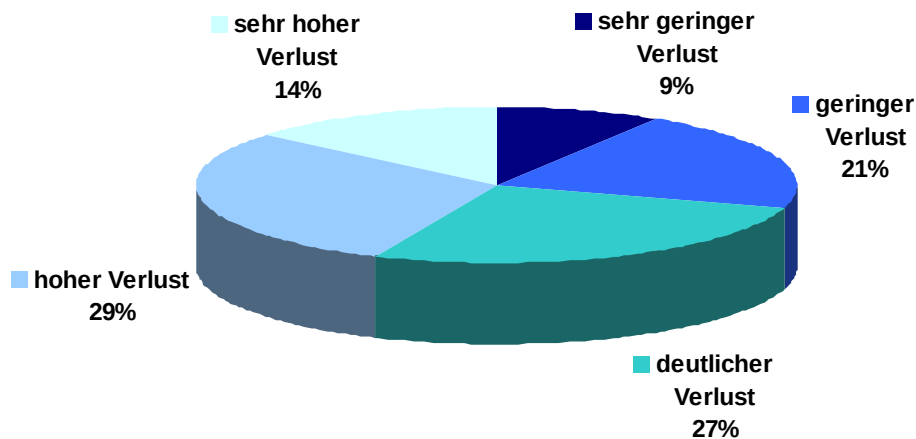


Abbildung 5: Auenretentionsverlust der Flussauen bezogen auf die morphologische Aue (15.535 km²) an 79 Flüssen in Deutschland, Darstellung aus SCHOLZ et al. (2012)

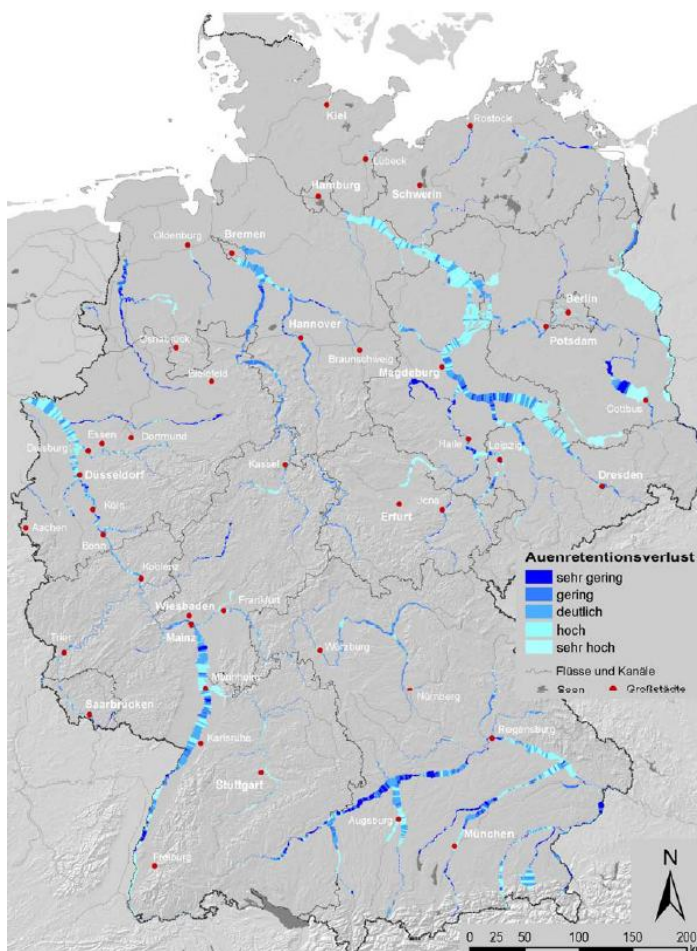


Abbildung 6: Verlust der Retentionsfähigkeit durch menschliche Eingriffe (Auenretentionsverlust), Darstellung aus SCHOLZ et al. (2012)

3.2.2 Nährstoffrückhalt

Retention und Akkumulation von Sedimenten und Nährstoffen aus den Fließgewässern bildet eine weitere wichtige Ökosystemfunktion in Auen für die Regulation der Biomasseproduktion in Binnen-, Küsten- und Meeresgewässern (vgl. EU-Wasserrahmenrichtlinie und EU-Meeresschutz-Richtlinie). Wesentliche ökosystemare Prozesse, auf denen der Nährstoffrückhalt in Auen basiert, bilden im Stickstoffkreislauf die Denitrifikation und im Phosphorhaushalt die Sedimentation. Dabei hängen beide Prozesse unmittelbar von den hydrologischen Verhältnissen der untersuchten Standorte ab, was sich allerdings auf einer bundesweiten Skalenebene nur sehr vereinfacht analysieren lässt.

Nach der Methode von GÄTH et al. (1997, modifiziert 2005) wurden für Bodentypen nach der bundesweiten Bodenübersichtskarte (BÜK1000) sowie für Gewässer entsprechende Denitrifikationsraten zugeordnet und somit der Stickstoffrückhalt in Auen ermittelt. Der Phosphorrückhalt wurde dagegen über Sedimentationsraten abgeleitet, die auf Rauigkeitsbeiwerten und aus der Literatur abgeleiteten Faustzahlen basieren.

Die 79 Flussauen weisen im Ergebnis ein Gesamtpotenzial für den Stickstoffrückhalt von bis zu 41.860 t N a⁻¹ in der rezenten Aue auf (Abb. 7). Der durchschnittliche Stickstoffrückhalt im Fluss-Auen-Ökosystem beträgt bis zu 14 % der jährlich in den Flüssen transportierten Stickstofffracht, wobei davon ca. 5 % auf die Reinigungsleistung im Fluss selber und weitere ca. 7 % bis 9 % auf die rezente Aue entfallen.

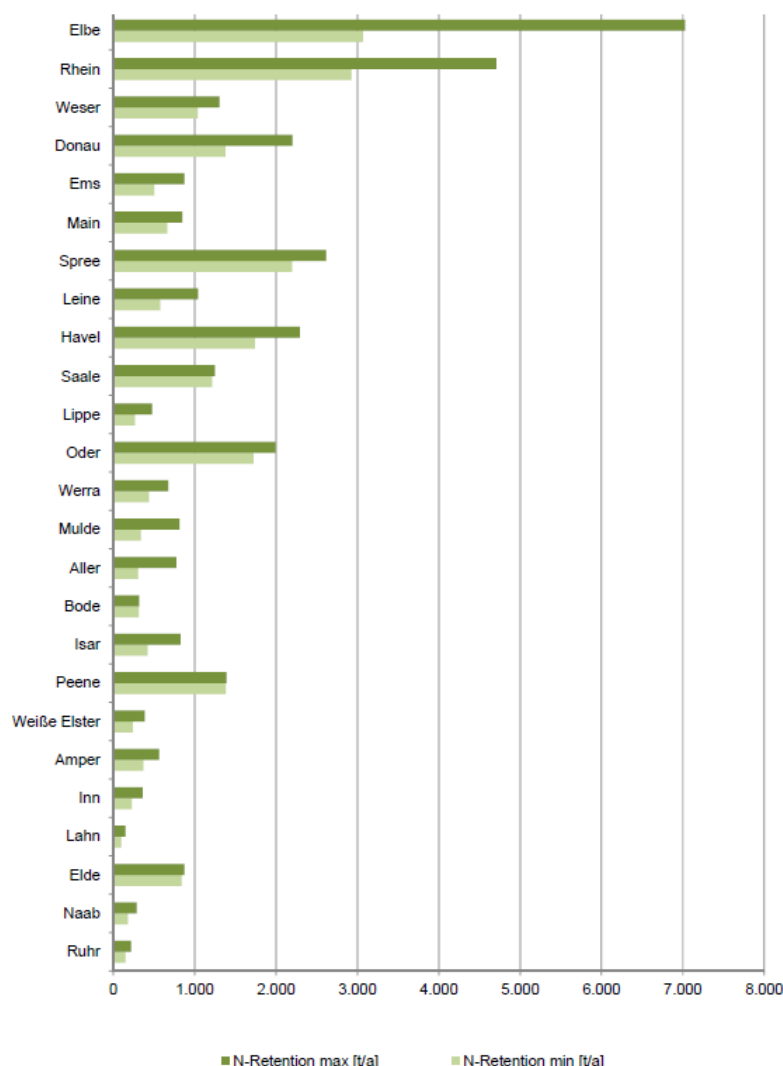


Abbildung 7: Stickstoffretentionspotenzial in den 25 flächenmäßig größten Flussauen in [t/a]; dargestellt ist der Maximalwert (dunkelgrün) und der Minimalwert (hellgrün) der errechneten Spanne des Denitrifikationspotenzials in der rezenten Aue, Darstellung aus SCHOLZ et al. (2012)

Für die Phosphorretention hat sich unter den aktuellen Ausdehnungen der rezenten Auen und Flächennutzungen ein Rückhalt von 1.200 t P a^{-1} ergeben, was einem mittleren prozentualen Anteil von ca. 11 % an der jährlich transportierten Fracht in deutschen Flüssen entspricht. Zusätzlich halten die ufernahen Bereiche im Mittel nochmals knapp 3 % der Phosphorfracht zurück.

Auenböden wirken somit in Bezug auf den Nährstoffrückhalt als wichtige Stoffsenken in der Landschaft. Die Monetarisierung wurde mittels Grenzkostenberechnung durchgeführt. Diese Grenzkosten liegen bei landwirtschaftlichen Strategien für Stickstoff bei 6 €/kg N und für Phosphor bei 60 €/kg P. Für die ermittelten Retentionspotenziale von Fluss und rezenten Flussauen liegt der Nutzen bei bis zu 451 Mio. € pro Jahr für den Stickstoffrückhalt und bei ca. 89 Mio. € pro Jahr für den Phosphorrückhalt.

3.2.3 Kohlenstoffvorrat und Treibhausgasemissionen

Vor allem die organischen Moorböden in den Auenlandschaften sind in der Lage, auf natürliche Weise große Mengen an klimarelevanten Treibhausgasen wie Kohlendioxid zu binden. Aufgrund von intensiver Landnutzung und Entwässerungsmaßnahmen haben die Moore aber häufig ihre natürliche Funktion als Kohlenstoffsенке verloren und stellen nun weltweit eine bedeutende Quelle für Treibhausgase dar (z.B. KAAT & JOOSTEN 2008). Auch mineralische Auenböden, die den weitaus größten Anteil der Böden der rezenten Flussauen in Deutschland ausmachen, weisen im Vergleich zur umgebenden Landschaft hohe Kohlenstoffvorräte auf. In Verbindung mit dem in der oberirdischen Biomasse gebundenen Kohlenstoff von Auenwäldern werden Werte erreicht, die weit über denen anderer Waldökosysteme liegen.

Der bei SCHOLZ et al. (2012) errechnete Kohlenstoffvorrat der Böden der rezenten Flussauen ergibt insgesamt 157 Mio. t Kohlenstoff (entspricht 549 Mio. $\text{CO}_2 \text{ e}$ (e = Äquivalent)), wobei den organischen Böden der Hoch- und Niedermoores aufgrund des hohen organischen Anteils der größte Anteil mit 70 % (109 Mio. t C) zukommt (Abb. 8). Für die mineralischen Auenböden und Gleye wurden 41 Mio. t C (entspricht 26 %) errechnet. Für Auenwälder in den rezenten Flussauen auf Auenböden/Gleye wurde ein Gesamtvorrat von 8,6 Mio. t C an oberirdischem Kohlenstoff berechnet. Verrechnet mit dem unterirdischen Bodenvorrat (6,8 Mio. t) ergibt sich für Auenwälder somit ein Gesamtvorrat von 15,4 Mio. t C (entspricht 56,5 Mio. t $\text{CO}_2 \text{ e}$).

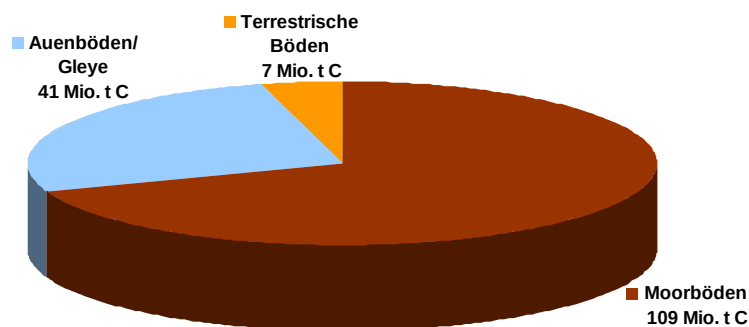


Abbildung 8: Kohlenstoffvorrat der Böden in den rezenten Flussauen in Deutschland, Darstellung aus SCHOLZ et al. (2012)

Die abschätzende Berechnung der Treibhausgasemissionen für Moore innerhalb der morphologischen Flussauen erfolgte auf Grundlage der Geologischen Übersichtskarten (GÜK200). 6,7 % (1.312 km^2) der morphologischen Auen werden von organischen Böden (Niedermoor-, Anmoor- und Hochmoorböden) eingenommen. Für diese Flächenkulisse wurde eine Freisetzung von 2,53 Mio. t CO_2 -Äquivalenten pro Jahr nach der Methode von HÖPER

(2007) bzw. modifiziert nach SCHÄFER (2009) errechnet (Tab. 1). Diese Menge entspricht dem jährlichen CO₂-Ausstoß, den 1.265.750 Autofahrer mit ihrem PKW erzeugen. Durch Renaturierungsmaßnahmen, Wiedervernässungen und angepasste Bewirtschaftung ließe sich eine erhebliche Minderung der CO₂-Emissionen erreichen.

Für die Monetarisierung wurde zum einen der Marktpreis genutzt, zu dem ein Marktteilnehmer an der Börse in der Lage ist, den Ausstoß von einer Tonne CO₂ zu kompensieren. Dieser Marktpreis lag im Jahr 2011 im Mittel bei 13,82 €/t CO₂. Zum anderen wurde mit Schadenskosten (externe Umweltkosten) von 70 €/t CO₂ gerechnet. Bezogen auf die Moorböden in Flussauen belaufen sich die Kosten der jährlichen Freisetzung von 2,53 Mio. t CO₂-Äquivalenten auf 35 Mio. € pro Jahr (Marktpreis) bzw. 177 Mio. € pro Jahr bei der Verwendung von Schadenskosten.

Tabelle 1: Flächengröße und Treibhausgasemissionen von Moorböden in Flussauen nach Bundesländern, aus SCHOLZ et al. (2012)

Bundesland	Fläche (ha)	Fläche (%)	CO ₂ e (t a ⁻¹)	CO ₂ e (%)
Baden-Württemberg	5.501	4,2	106.976	4,2
Bayern	15.363	11,7	312.225	12,3
Berlin	1.716	1,3	29.010	1,1
Brandenburg	52.285	39,8	1.029.930	40,7
Bremen	1.308	1,0	24.841	1,0
Hessen	1.240	0,9	27.938	1,1
Mecklenburg-Vorpommern	25.607	19,5	422.961	16,7
Niedersachsen	10.327	7,9	208.144	8,2
Nordrhein-Westfalen	1.664	1,3	29.291	1,2
Rheinland-Pfalz	308	0,2	3.920	0,2
Sachsen	107	0,1	1.684	0,1
Sachsen-Anhalt	15.350	11,7	327.427	12,9
Schleswig-Holstein	415	0,3	6.780	0,3
Thüringen	16	0,0	390	0,0
Gesamt	131.207	100,0	2.531.517	100,0

3.2.4 Biologische Vielfalt (auentypische Arten- und Lebensraumvielfalt)

In Deutschland hat der Verlust an auentypischen Lebensräumen und Arten dramatische Ausmaße angenommen (z.B. ELLWANGER et al. 2012), was als eine Folge des Verlustes an Überschwemmungsflächen, intensiven Landnutzungen und Eingriffen in die Hydromorphologie der Fließgewässer zu betrachten ist. Nur 11 % der rezenten Flussauen besitzen eine geringe bis sehr geringe Nutzungsintensität, aber über die Hälfte werden intensiv bis sehr intensiv genutzt. Zusätzlich werden zahlreiche Flüsse und Auen durch Querbauwerke gestaut und demzufolge hinsichtlich ihrer Habitatfunktion eingeschränkt. Dennoch besitzen vor allem die verbliebenen rezenten Auen für die Biodiversität in Deutschland einen hohen Wert mit einer Vielzahl an bundesweit geschützten Arten und Lebensräumen. So weisen Hartholz-Auenwälder eine doppelt so hohe Brutvogeldichte wie Wirtschaftswälder auf und eine zehnmal höhere Siedlungsdichte wie Grün- und Ackerland. Insgesamt sind etwa 50 % der rezenten Flussauen in

Deutschland Teil des Natura 2000-Netzes, 75 % aller 1-km-Auensegmente haben Anteil am europäischen Schutzgebietssystem. Die Verbreitung und der Erhaltungszustand von Hartholz-Auenwäldern ist als ein Beispiel in Abbildung 9 dokumentiert. Der Flächenanteil aller betrachteten FFH-Lebensraumtypen in Flussauen summiert sich auf 132.400 ha, was 9 % der morphologischen Auen entspricht. Den größten Flächenanteil besitzen magere Flachland-Mähwiesen (LRT 6510), Erlen-Eschen-Auenwälder und Weiden-Auenwälder (LRT 91E0), natürlich eutrophe Seen mit Verlandungsvegetation (LRT 3150) und Hartholz-Auenwälder (LRT 91F0).

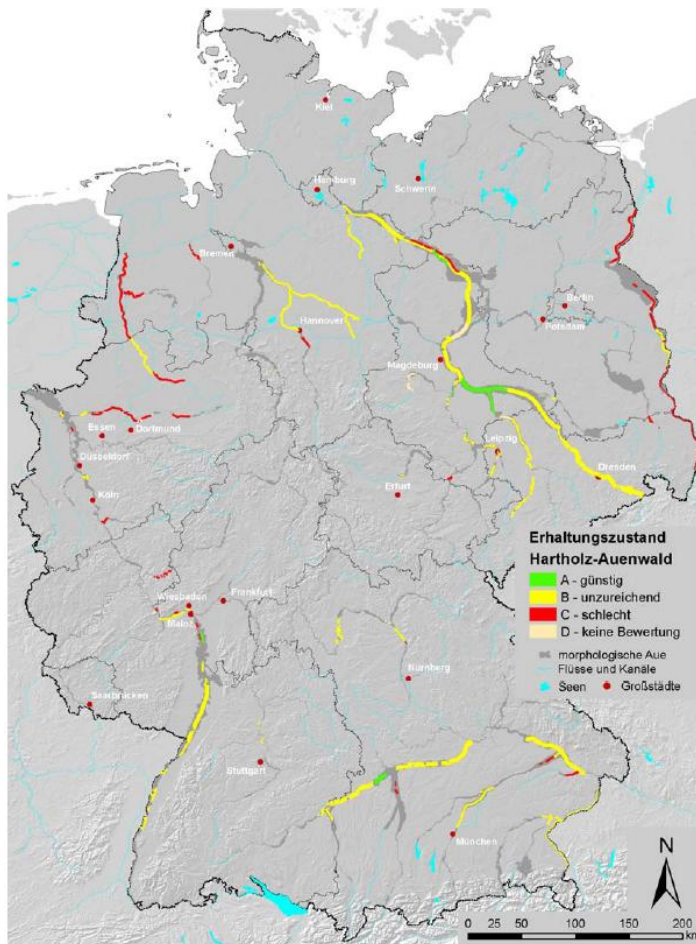


Abbildung 9: Verbreitung und Erhaltungszustand von Hartholz-Auenwäldern (LRT 91F0) in FFH-Gebieten der Flussauen, Darstellung aus SCHOLZ et al. (2012)

Aus der Verknüpfung von bundesweit vorliegenden Merkmalen zum Flächenanteil an Natura 2000-Gebieten sowie Feuchtlebensräumen und geschützten Biotopen, zur Landnutzungsintensität und zu Rückstaubereichen wurde bei SCHOLZ et al. (2012) eine sogenannte „Habitatfunktion“ ermittelt. Diese Maßzahl für eine auentypische Arten- und Lebensraumvielfalt der Kultur- als auch Naturlandschaft zeigt, dass deutschlandweit nur noch 4 % der noch verbliebenen Überschwemmungsaunen eine sehr hohe Bedeutung für auentypische Arten- und Lebensräume aufweisen. 27 % der rezenten Flussauen erreichten eine hohe und 22 % eine mittlere Bedeutung. Für 47 % der rezenten Flussauen konnte derzeit eine geringe bzw. sehr geringe Bedeutung als Lebensraum auentypischer Biozönosen festgestellt werden. Sehr gut und gut bewertete Bereiche sind in allen Einzugsgebieten anzutreffen, insbesondere an frei fließenden Flussabschnitten mit noch breiten rezenten Auen. Allerdings sind diese häufig stark fragmentiert, so dass insgesamt ein großer Bedarf für Maßnahmen des Biotopverbundes und für eine naturnahe Entwicklung von Flussauen besteht.

3.2.5 Szenarien künftiger Auenentwicklung

Um mit eher „ursprünglichen“ Verhältnissen und mit denkbaren und möglichen Entwicklungen vergleichen zu können, wurden bei SCHOLZ et al. (2012) auch Szenarien des Auenzustandes bei grundsätzlich gleichen Ansätzen abschätzend betrachtet.

Folgende Zustands-/Entwicklungsvarianten der Auen wurden für eine Szenariendarstellung gewählt (Abb. 10):

- 1) Ist-Zustand – richtet sich an den vorherigen Ergebnissen aus.
- 2) „Biologische Vielfalt 2020“ – in Anlehnung an die nationale Strategie zur biologischen Vielfalt der Bundesregierung (BMU 2007): 10 % mehr Überflutungsauen, angepasste Nutzungen und 20 % natürliche Entwicklung von Moorstandorten.
- 3) Referenzzustand – ein Landschaftskonstrukt nach KOENZEN (2005) für die gesamte morphologische Aue, das das typspezifische, heutige Naturpotenzial des Auenökosystems beschreibt.

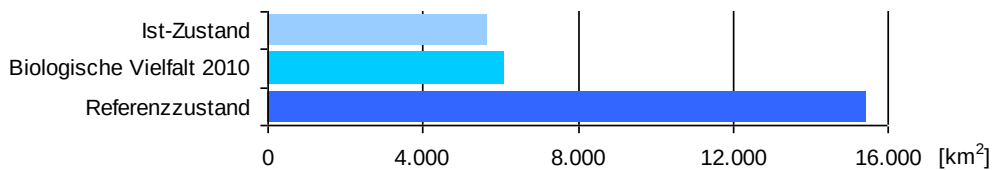
Im Szenario „Biologische Vielfalt 2020“ wird folglich von einem Zugewinn von 46.000 ha neuen Überflutungsauen ausgegangen, was eine deutliche Aufwertung und Neuschaffung von Auenlebensräumen bedeuten würde. So würde u.a. der Nährstoffrückhalt um ca. 20 % für die Stickstoff- und die Phosphorretention gesteigert. Insbesondere flächenhaft vergrößerte, hydrologisch funktionsfähige Moorböden in den Flussauen würden zu einer erheblichen Reduzierung der Treibhausgasemissionen von insgesamt 848.500 t CO₂ e beitragen, was einer Verringerung um 34 % im Vergleich zum Ist-Zustand entspricht.

Mit dem Szenario „Referenzzustand“ ist es möglich, die Ökosystemleistungen im aktuellen Zustand mit einem naturnahen Referenzzustand zu vergleichen. Die meisten natürlichen und naturnahen Auenlebensräume nehmen in heutigen Flussauen nur noch einen sehr geringen Anteil ein und sind Relikte einer ehemals hoch diversen Naturlandschaft. Allein die Waldbedeckung ist dabei um mehr als 83 % innerhalb der morphologischen Aue zurückgegangen, ehemals hoch dynamische vegetationslose bzw. mit Pioniervegetation bestandene Standorte um 99 % oder Auengewässer um mehr als 50 %.

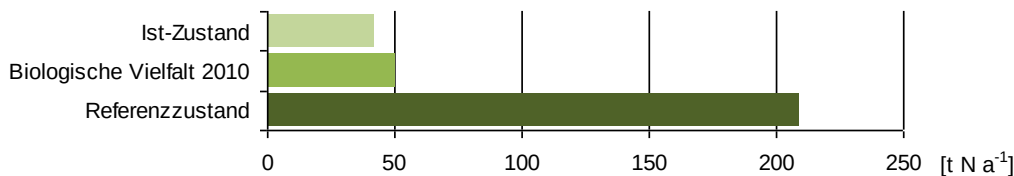
Der Vergleich von Ist-Zustand und Referenzzustand zeigt, in welchem Ausmaß ein Verlust an natürlichen Lebensräumen und von Auenfunktionen in den Flussauen stattgefunden hat. Der Verlust liegt für die Hochwasserretention bei 65 %, für den Nährstoffrückhalt bei 80 % und für den Treibhausgasrückhalt bei 74 % in organischen Böden sowie bei 80 % für den Kohlenstoffspeicher in der oberirdischen Biomasse, die ursprünglich in Auenwäldern eingelagert wurde (SCHOLZ et al. 2012).

Das Szenario „Biologische Vielfalt 2020“ zeigt, dass durch die Wiederherstellung von Überschwemmungsflächen, eine naturnahe Gewässer- und Auenentwicklung und auenangepasste Nutzungen ein Teil des Verlustes an Biodiversität und Auenfunktionen rückgängig gemacht werden könnte und die Wohlfahrtswirkungen der Ökosystemleistungen wieder deutlich steigen würden (Abb. 10).

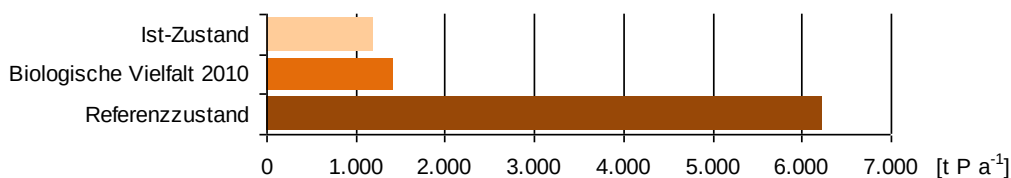
a) Überschwemmungsgebiete



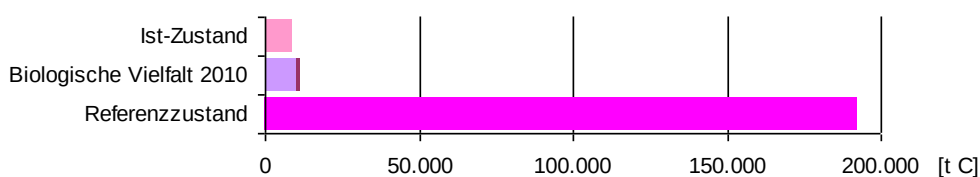
b) Stickstoffretention (Denitrifikation) [in tausend Tonnen]



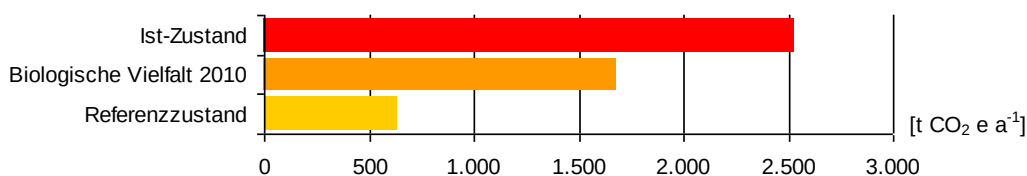
c) Phosphorretention (Sedimentation)



d) Kohlenstoffvorrat im Auenwald oberirdisch [in tausend Tonnen]



e) Treibhausgasemission [in tausend Tonnen]



f) Naturnahe Lebensräume

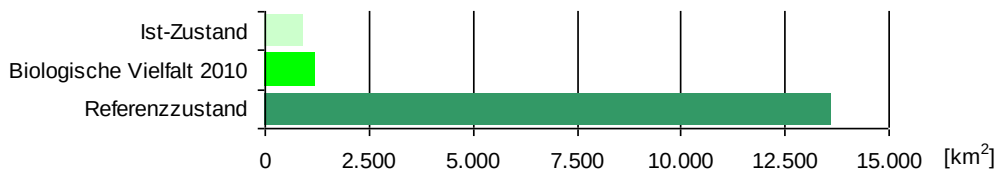


Abbildung 10: Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse des „Ist-Zustandes“ und der Szenarien „Biologische Vielfalt 2020“ und „Referenzzustand“ (aus SCHOLZ et al. 2012)

4 Fazit und Schlussfolgerungen

Als Fazit lässt sich ziehen (vgl. z.B. SCHOLZ et al. 2012, MEHL et al. 2014, WÜSTEMANN et al. 2014):

- Naturnahe Auen und Fließgewässer stellen als multifunktionale Ökosysteme eine Vielzahl von Ökosystemleistungen bereit, zum Beispiel Retentionsraum für Hochwasser und Nährstoffe sowie Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten.
- Auen und Fließgewässer sind in vielfältiger Weise vom Klimawandel betroffen; insbesondere Veränderungen im Wasserdargebot haben Auswirkungen auf die Artenvielfalt in den wasserabhängigen Ökosystemen, aber auch für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung.
- In Auenökosystemen gehen Klimaschutz (Mitigation) und Klimaanpassung (Adaptation) Hand in Hand; Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasemissionen auf Auenböden sind mit zusätzlichen Nutzen nicht nur im Hinblick auf die biologische Vielfalt und den Gewässerschutz, sondern auch auf die Anpassung an den Klimawandel durch vorsorgenden Hochwasserschutz verbunden.
- Fließgewässer und Auen sind ein gemeinsames Handlungsfeld verschiedener sektoraler Politiken (Naturschutz, Wasserwirtschaft, einschließlich Hochwasserschutz, Schifffahrt, Landnutzung). Die Renaturierung von Auen als eine Strategie der Klimapolitik dient damit gleichzeitig auch dem Naturschutz und der Wasserwirtschaft.

Bedarf bei der Weiterentwicklung und Anwendung des Ökosystemleistungskonzepts im Natur- und im Gewässerschutz wird insbesondere in folgenden Feldern gesehen (MEHL 2012):

- Bestimmung von Indikatoren und Werten für bestimmte (schwer messbare, nicht direkt nutzwertbezogene) Ökosystemleistungen
- Regionalisierte Bewertungen der Ökosystemleistungen (1. der eigentlichen Leistung: Messung...Quantifizierung ...Bilanzierung, z.B. Stoffretention, 2. des ökonomischen Nutzens)
- Praktikable (regionalorientierte) Ansätze zur Abschätzung/Bilanzierung von Ökosystemleistungen (nach Entwicklungsstadien, nach Randbedingungen etc.)
- Bewertung der Bedeutung, der Gefährdung und des Wandels von Ökosystemleistungen im Zeichen und unter den Bedingungen des Klimawandels
- Etablierung übergreifender, Ökosystemleistungen einschließender Ansätze bei Kosten-Nutzen-Analysen oder anderen monetären Bewertungsverfahren
- Berücksichtigung der Ökosystemleistungen bei der finanziellen Förderung von Projekten zum Gewässer- und Feuchtgebietsschutz: so könnten abschätzbare Ökosystemleistungen zusätzliches Gewicht erhalten, z.B.
 - über Förderprioritäten nach Maßstäben (des Beitrages) der Ökosystemleistung,
 - durch von der Höhe der erwartbaren Ökosystemleistung abhängige Fördersätze oder
 - durch Gewährung von Boni/höheren Fördersätzen ab Erreichen von Schwellenwerten der Ökosystemleistung.

5 Quellen

- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf, 178 S.
- BRUNOTTE, E., DISTER, E., GÜNTHER-DIRINGER, D., KOENZEN, U. & MEHL, D. (2009) unter Mitarbeit von: AMBERGE, P., BONN, R., DÖPKE, M., KISCHKA, J., KURTH, A., LANGER, S., LINDEN, J., LÜBKER, T., MACH, S., QUICK, I., STEINHÄUSER, A., SCHOTT, M., VAN DE WEYER, K. & U. ZELLMER (2009): Flussauen in Deutschland. Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt 87, 141 S. + Anhang und Kartenband.
- COLLINS, A., ROSENBERGER, R. & FLETCHER, J. (2005): The economic value of stream restoration. – Water Resources Research 41, W02017, 9 S.
- EHLERT, T. & NEUKIRCHEN, B. (2012): Zustand und Schutz der Flussauen in Deutschland. – Natur und Landschaft 87 (4): 161-167.
- 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.
- GÄTH, S., ANTHONY, F., BECKER, K.-W., GERIES, H., HÖPER, H., KERSEBAUM, C. & NIEDER, R. (1997): Bewertung der standörtlichen Denitrifikationsleistung und N-Vorratsveränderung von Böden und Bodennutzungssystemen. – Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 85: 1373-1376 (modifiziert von H. HÖPER, unveröffentlicht, 2005).
- HANSJÜRGENS, B. (2011): Bewertung von Wasser in Landschaften – Konzepte, Ansätze und Empfehlungen. – acatech Materialien Nr. 8, München.
- HARTJE, V., WÜSTEMANN, H., BONN, A., HANSJÜRGENS, B. SOWIE BERTRAM, C. DEHNHARDT, A. DÖRING, R., DOYLE, U., ELSASSER, P., MEHL, D., OSTERBURG, B., REHDANZ, K., RING, I. SCHOLZ, M. & VOHLAND, K. (2013): Naturkapital Deutschland – TEEB DE. Was nichts kostet, ist nichts wert? Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. – Vortrag zur Präsentation des Klimaberichts.
- HOFFMANN, T. G., MEHL, D., WEILAND, M. & MÜHLNER, C. (2010): HYDREG – Ein Verfahren zur Natürlichkeitsbewertung des hydrologischen Regimes der Oberflächenwasserkörper gemäß EU-WRRL. 2. Methoden und Ergebnisse. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 3 (9): 474-484.
- HÖPER, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. – TELMA 37: 85-116.
- IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2001): Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein, <http://www.iksr.org/index.php?id=212>.
- KAAT, A. & JOOSTEN, H. (2008): Fact book for UNFCCC policies on peat carbon emissions. – Wetlands International, Ede, 26 S.
- KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland. Typologie und Leitbilder. – Angewandte Landschaftsökologie 65, 327 S.
- MA (2005a): Millennium Ecosystem Assessment (2005): Millennium Ecosystem Assessment, General Synthesis Report. – World Resources Institute, Washington, DC.
- MA (2005b): Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human Well-Being: Wetlands and Water Synthesis. – World Resources Institute, Washington, DC.

- MEHL, D., HOFFMANN, T. G., WEILAND, M. & MÜHLNER, C. (2010): HYDREG – Ein Verfahren zur Natürlichkeitsbewertung des hydrologischen Regimes der Oberflächenwasserkörper gemäß EU-WRRL. 1. Hintergrund, Zielstellung und Grundlagen. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 3 (6): 300-304.
- MEHL, D. (2012): Technische Maßnahmen im Gewässerschutz zum Schutz von Ökosystemleistungen – Ansatzpunkte für ökonomische Bewertungen, in: Hansjürgens, B. & Herkle, S. [Hrsg.]: Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis. Workshop II: Gewässer, Auen und Moore. – Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten 319: 30-40.
- MEHL, D., EBERTS, J., SCHOLZ, M. & KASPERIDUS, H. D. (Text); HOPF, T., OSSENKOPF, M. & PIEPER, B. (Redaktion) (2014): Das Blaue Band. Naturschutz als Chance für die Wasserstraßenreform. – Broschüre. Naturschutzbund Deutschland (NABU) e. V., www.NABU.de, 48 S.
- MEHL, D., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., KASPERIDUS, H. D., BORN, W. & EHLERT, T. (2013): Analyse und Bewertung von Ökosystemfunktionen und -leistungen großer Flussauen. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 6 (9): 493-499.
- SCHÄFER, A. (2009): Moore und Euros - die vergessenen Millionen. – Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 43(4): 156-160.
- SCHOLZ, M., MEHL, D., SCHULZ-ZUNKEL, C., KASPERIDUS, H. D., BORN, W. & HENLE, K. (2012): Ökosystemfunktionen in Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion. – Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt 124, 257 S.
- TEEB (2010): Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren. (TEEB (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature), Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB – eine Synthese.
- WÜSTEMANN, H., HARTJE, V., BONN, A. HANSJÜRGENS, B., BERTRAM, C., DEHNHARDT, A., DÖRING, R., DOYLE, U., ELSASSER, P., MEHL, D., OSTERBURG, B., REHDANZ, K., RING, I., SCHOLZ, M. & VOHLAND, K. (2014): Naturkapital Deutschland – TEEB DE. Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Kurzbericht für Entscheidungsträger. – Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, 77 S., <http://www.naturkapitalteeb.de>.

Autor

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
18246 Bützow, Nebelring 15
E-Mail: dietmar.mehl@institut-biota.de