

Neue Erkenntnisse zu Ökosystem- & Klimaschutzleistungen von Auen



Foto: A. Künzelmann, UFZ

**Mathias Scholz¹,
Dietmar Mehl², Christiane Schulz-Zunke¹, Hans
Kasperidus¹, Wanda Born¹, Klaus Henle¹,
Alexandra Dehnardt³ & Thoma Ehlert⁴**

1 - UFZ: Department Naturschutzforschung,

2 - Biota. 2 – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

3 – TU Berlin, Fachgebiet Landschaftsökonomie

4 – BfN - Bundesamt für Naturschutz, FGI II 3.2 "Binnengewässer, Auenökosysteme und Wasserhaushalt"



HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

Gliederung



Einführung
**Neue Erkenntnisse zu Ökosystem-
& Klimaschutzleistungen von**
Auen

Datengrundlagen
Prozesse/Faktoren/Ergebnisse
Szenarien

Fazit



Foto: M. Scholz



Foto: M. Scholz



Foto: A. Künzelmann



Foto: M. Scholz



Foto: M. Scholz



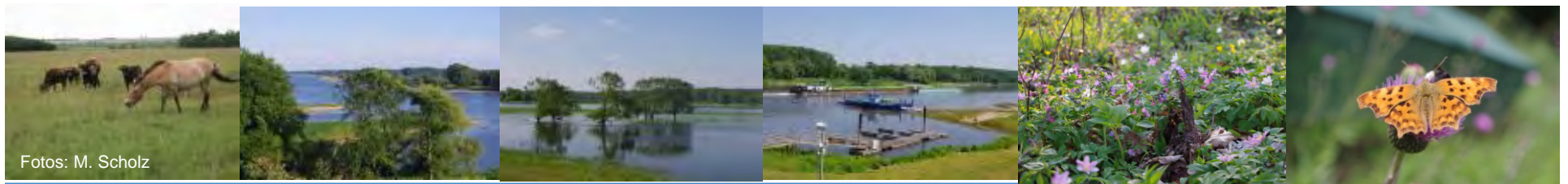
Foto: M. Scholz



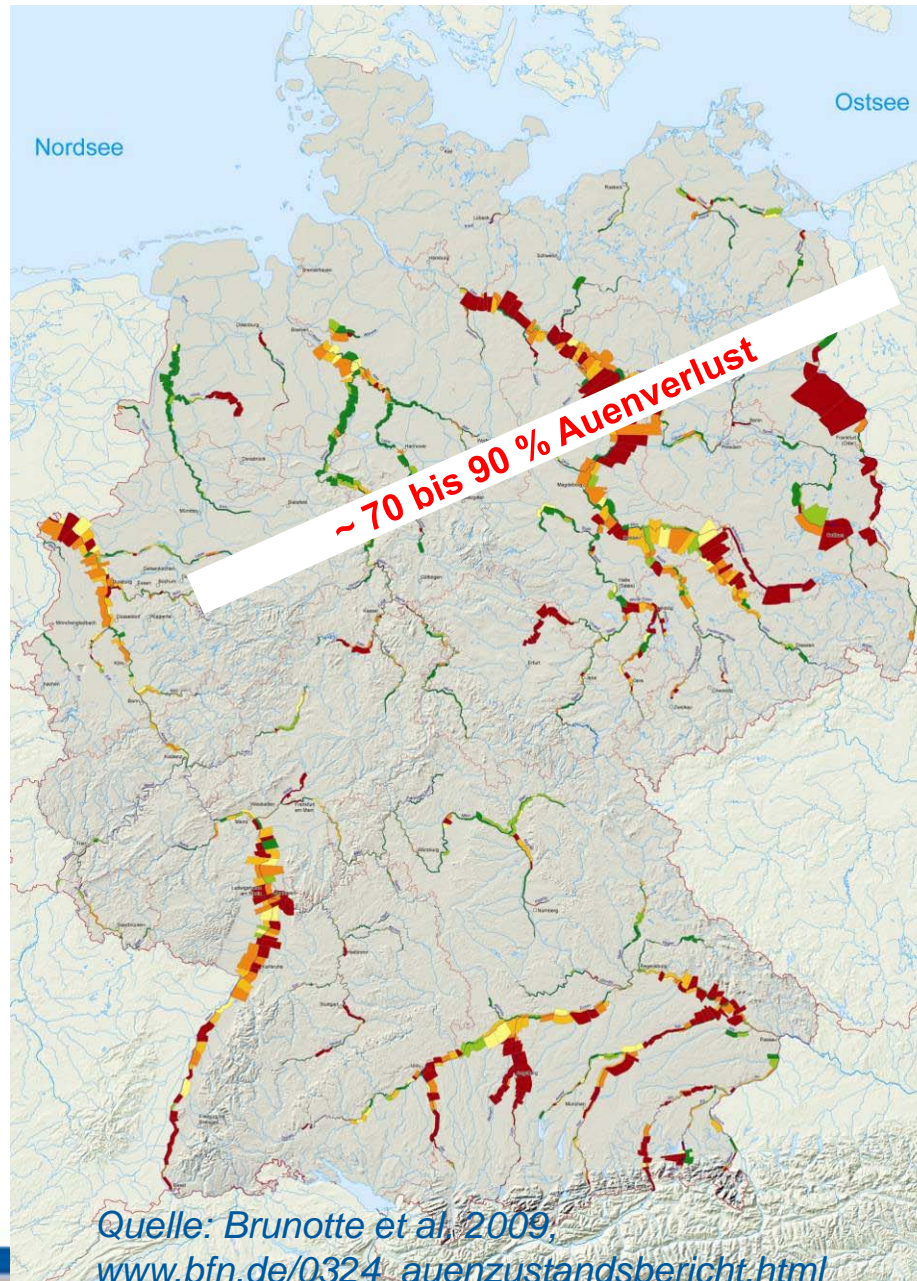
Foto: M. Scholz

Gesellschaftliche Herausforderung Auen

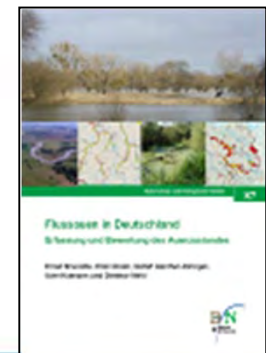
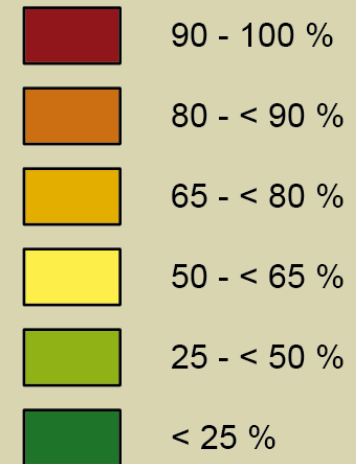
- **Nationale Biodiversitätsstrategie:**
 - bis 2020 Auen in ihrer Funktion als Lebensraum sichern und mehr natürliche Überflutungsräume schaffen (mind.10%)
 - WRRL und Auenentwicklung: Flussauen als gemeinsames Handlungsfeld
 - Klimawandel und Auen: Anpassungsstrategie (Hochwasserschutz) und Vermeidung (Reduzierung von Treibhausgasen)
- **BfN Naturbewusstseinsstudie 2013:**
 - 93 % der Befragten hoher Stellenwert bzgl. der Schönheit von Flüssen und dass Fließgewässer naturnah zu gestalten sind
 - Hochwasserschutz durch Naturschutz findet breiten Rückhalt:



Flussauenbilanzierung und Zustandsbewertung



Verlust von Überschwemmungsflächen



Zustand der rezenten Flussauen



Verteilung der Auenzustandsklassen – rezente Flussauen

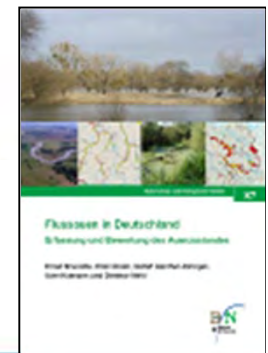
Auenzustandsklassen

Veränderung:

- 1 sehr gering
- 2 gering
- 3 deutlich
- 4 stark
- 5 sehr stark
- nicht bewertet

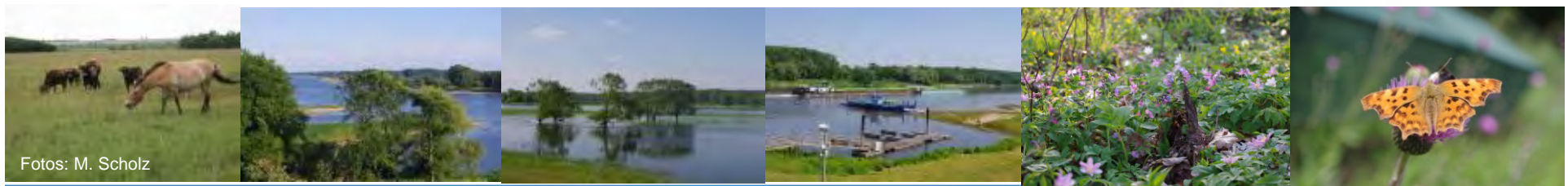


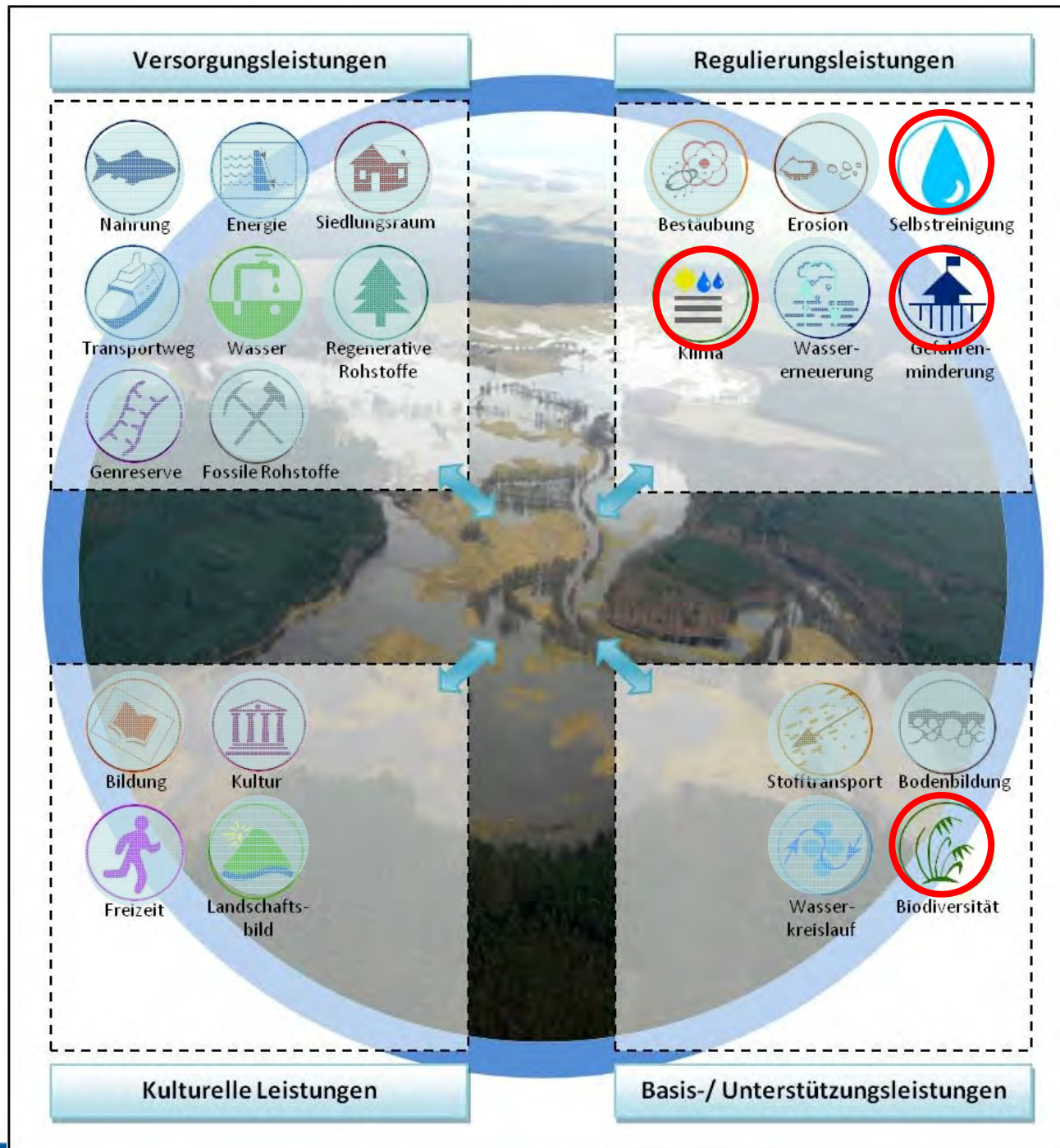
Quelle: Brunotte et al. 2009,
www.bfn.de/0324_auenzustandsbericht.html



Naturnahe Auen können als Klimaschutzleistungen

- a) Hochwasser aufnehmen und damit eine schadlose Abführung ermöglichen,
- b) als Feuchtgebiete und in ihrer Talstruktur eine starke klimatische Ausgleichsfunktion übernehmen (z.B. Verdunstungskälte, Frischluftzufuhr in urbanen Gebieten etc.),
- c) ausgleichend auf Prozesse des Landschaftswasserhaushalts wirken und somit zur Sicherung von Oberflächen und Grundwasserentnahmen beitragen,
- d) die Folgen durch Starkniederschläge intensivierter Prozesse der Bodenerosion abmildern (Stoffrückhalt),
- e) bei Trockenheit Rückzugsraum für feuchteliebende Organismen bilden und
- f) ihre Funktion als lineare Biotopverbundsysteme ausspielen.





ÖSL von Flüssen und Auen (TEEB 2015, nach MEA 2005)

Abb.: biota, TEEB-DE, UFZ verändert.

Hintergrundfoto: Krumme Spree bei Plattkow; Isabell Hiekel, biota Dehnhardt et al. 2015



Quantifizierung und Bewertung der Auenfunktionen:

- Biologische Vielfalt
- Hochwasserschutz
- Rückhalt von Nährstoffen
- Rückhalt von Treibhausgasen



Foto: A. Künzelmann - UFZ



Foto: C. Schulz-Zunke



Foto: K. Henle



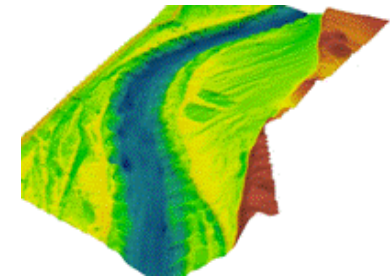
Foto: A. Künzelmann - UFZ



Quelle: Scholz et al. 2012

Herausforderungen bei der Beschreibung von ÖSF in Auen

- Prozesse in Auen finden sehr kleinräumig statt
 - räumliche Heterogenität bleibt nahezu unberücksichtigt
- Wesentliche Merkmale zur Quantifizierung von Funktionen lassen sich nur indirekt oder unzureichend ermitteln
 - Überflutungscharakteristika (bundesweites Höhenmodell fehlt, Verallgemeinerungen notwendig)
- Flusstypische Charakteristika lassen sich nur schwer integrieren
 - Größe, Frachten, Durchflüsse ...



Grafik: RIVA-Projekt, Scholz et al. 2009

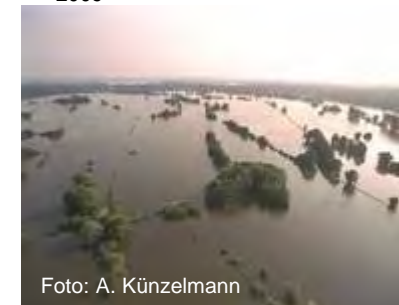
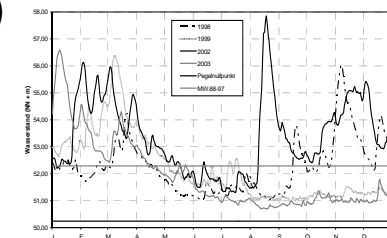
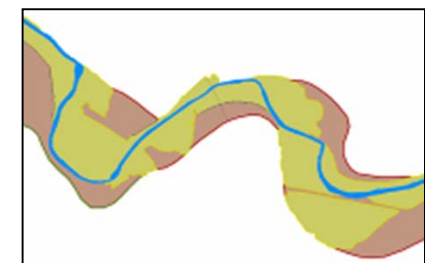


Foto: A. Künzelmann

Wasserstände der Jahre 1998, 1999, 2002 und 2003 am Elbpegel Aken



Grafik: Scholz & Rosenzweig, Scholz et al 2009, RIVA-Projekt



Grafik: BMU & BfN 2009



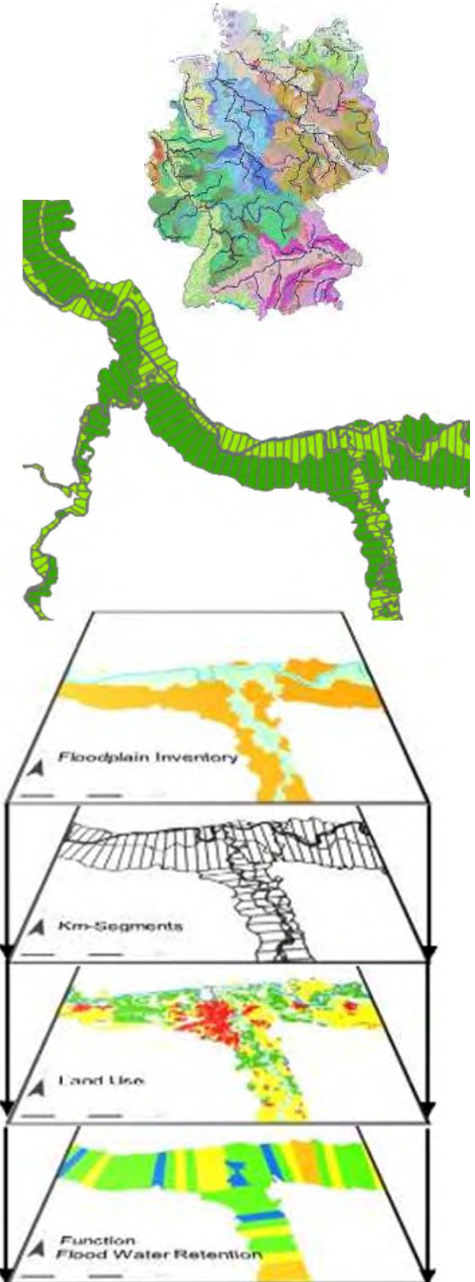
→ deshalb müssen auf deutschlandweiter Ebene Verallgemeinerungen vorgenommen werden!

Quelle: Scholz et al. 2012

Eingangsdaten

Bundesweit vorliegende Datensätze:

- Bearbeitungskulisse: 79 große Flüsse und deren Auen mit Einzugsgebietsgröße ab 1.000 km²
 - Abgrenzung der morphologischen, rezenten und Altauen
 - Landnutzung (Digitale Landschaftsmodell DLM25, Daten 2009), Auenzustand
 - Bodenübersichtskarte 1:1 Mio (BÜK1000)
 - Natura 2000-Datenbank Deutschland
- ↓
- Verwendung der Datengrundlagen auf 1-km Auensegmente
 - Methodische Herangehensweise basiert auf Literaturlauswertungen, Fallbeispielen, Expertenwissen



Biologische Vielfalt - Habitatfunktion

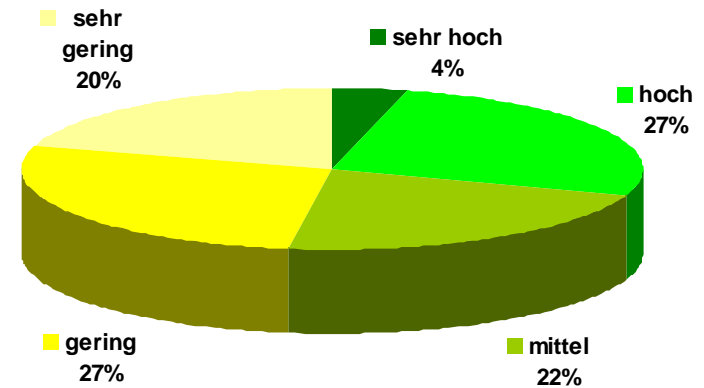
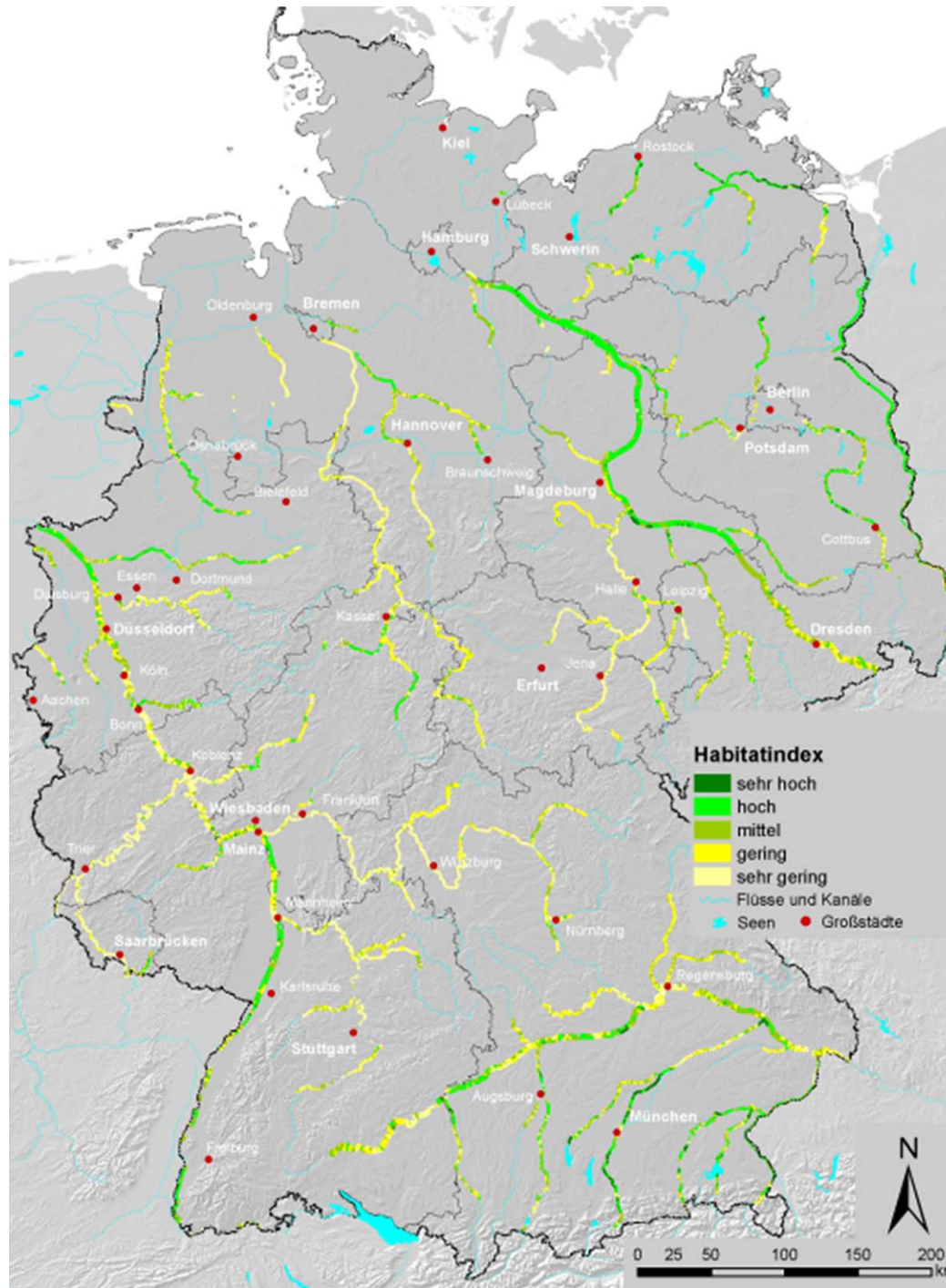


Fotos: A. Künzelsmann

Biologische Vielfalt - Habitatfunktion

- **Ziel:** „naturnahe Auen als „Hotspot“ der biologischen Vielfalt“ zu überprüfen und beispielhaft anschaulich zu untersetzen
- Bewertung der Biodiversität in Auen im bundesweiten Maßstab nur über „integrierende Merkmale“ (z.B. Anteil FFH-Gebiete, Landnutzung oder Rückstau)
- **Focus Biologische Vielfalt: Einschätzung auentypischer Lebensräume und Arten der Natur- als auch der Kulturlandschaft**

Biologische Vielfalt - Habitatfunktion



**auentypische Biodiversitäts-
“hotspots“** finden sich v.a.
entlang frei fließender Flüsse
des Tieflandes, aber nur 4%
erreichen einen sehr guten
Bewertungsstatus

Quelle: Scholz et al. 2012

An aerial photograph showing a vast agricultural landscape that has been significantly flooded. In the foreground, a concrete dam structure is visible, with water cascading over its spillway. The surrounding fields are partially submerged, with some trees and structures isolated in the water. The sky is clear and bright, suggesting a sunny day. The overall scene illustrates the impact of high water levels on agricultural land.

Hochwasserschutz / Hochwasserretention

Foto: A. Künzelmann

Auen: Den Flüssen mehr Raum geben



Ausgangssituation:

- Ca. 70% der natürlichen Überschwemmungsaunen in Deutschland verloren
→ Verlust wertvoller Lebensräume
- Mit Klimawandel weitere Zunahme von Starkregen- und Extremhochwasserereignissen möglich
- Hohe gesellschaftliche Kosten durch Auenverlust –
Schäden Hochwasser Elbe, Donau
2002 ~ 11 Mrd. Euro
2013 ~ 10 Mrd. Euro

Quellen: EM-DAT-database, EEA 2016: Reported flood phenomena-database

Hochwasserretention

Strategischer Hintergrund

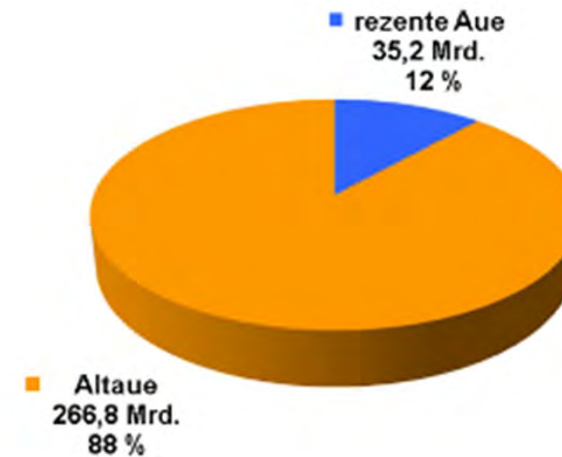
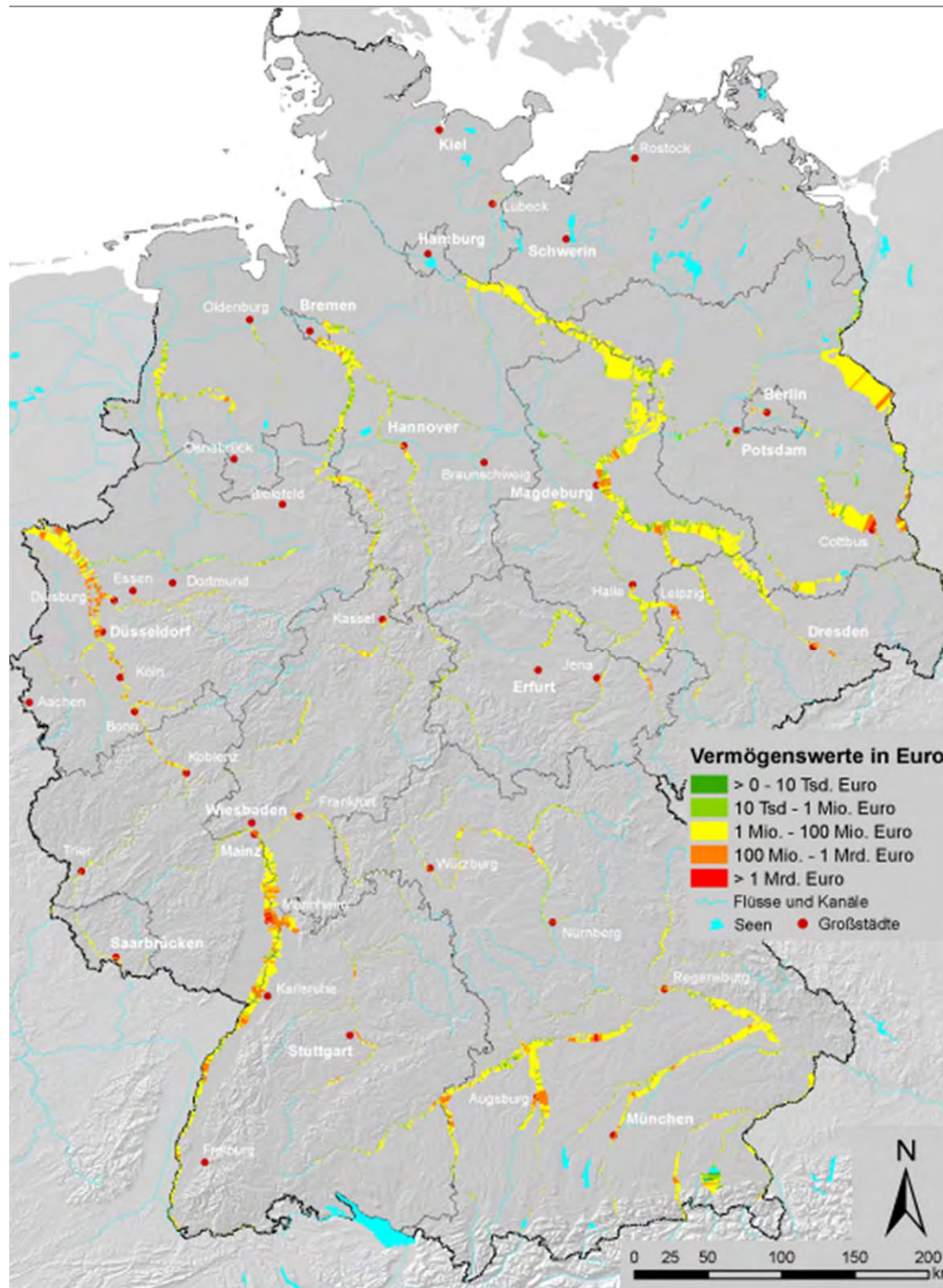
- Hochwasserschutzfunktion der Auen: Potenzial der Strom- und Flussauen zur natürlichen Rückhaltung bzw. Abflachung ablaufender Hochwasserwellen
- Maßnahmen der Gewässer- und Auenrestauration führen zu Senkungen der Hochwasserscheitel
 - ✓ Beispiel Elbe bei Umsetzung von 19 Rückhaltungen (15 Deichrückverlegungen, 4 Flutpolder) können bei extremen Hochwassern zumindest im Fernbereich Wasserstand reduzierende Wirkungen erreicht werden;
 - ✓ bei Hochwasser mit kurzen Scheiteldauern vor allem bedeutsame Wasserstandsensenkungen im Nahbereich durch Deichrückverlegungen

Quelle: Busch & Hammer 2006, Mehl et al. 2013, Scholz et al. 2012



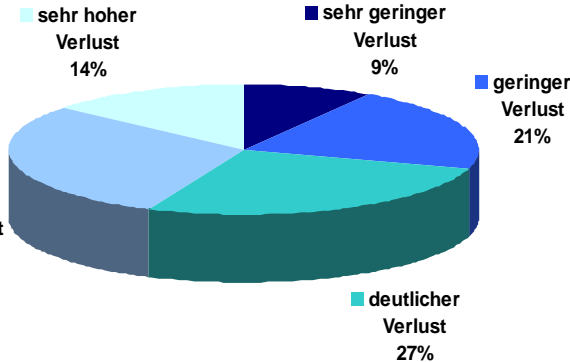
Hochwasserretention

Ökonomische Bewertung: Abschätzung der Vermögenswerte innerhalb der Flussaunen



Quellen: Born et al. 2012, Scholz et al. 2012

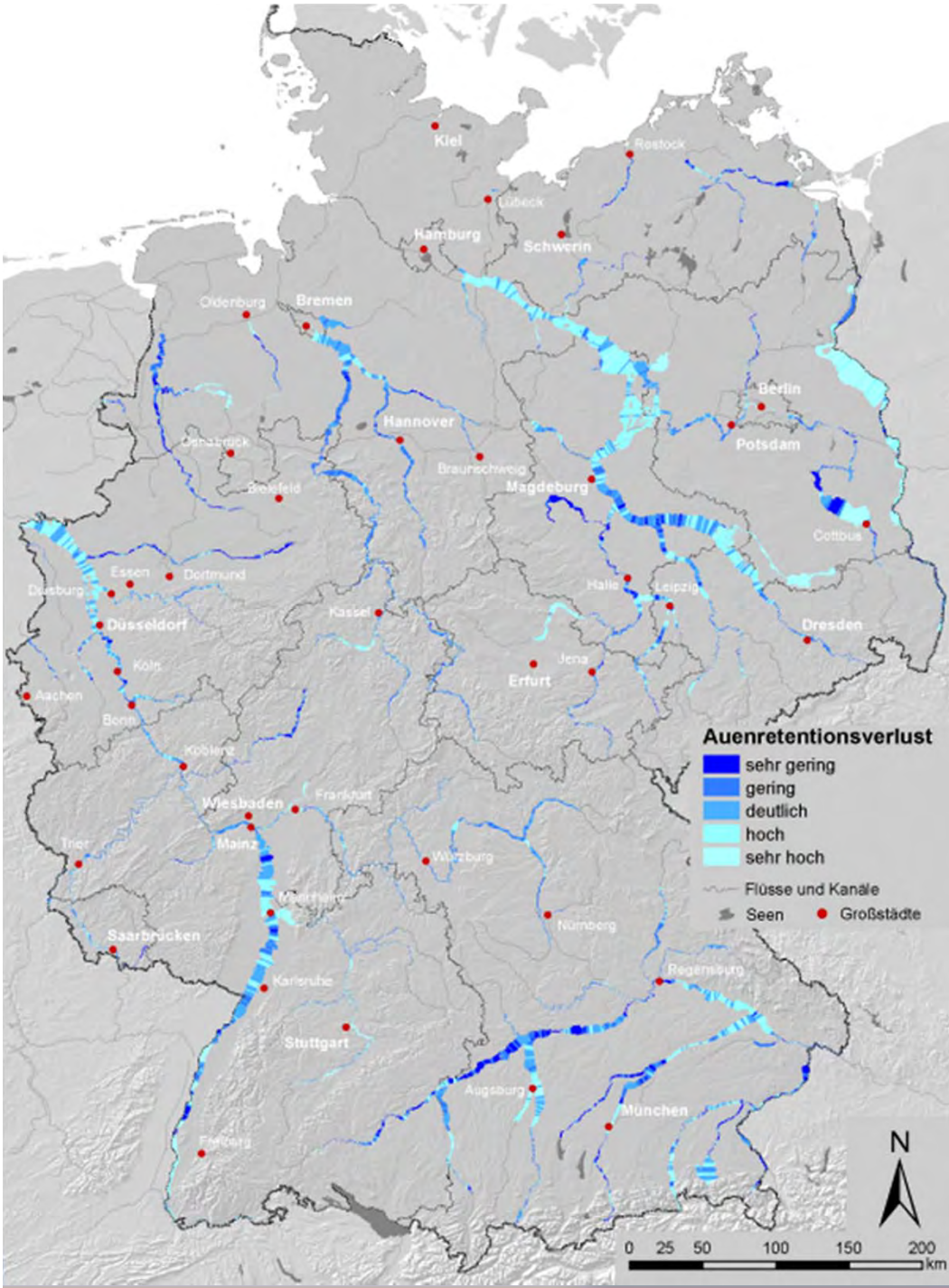
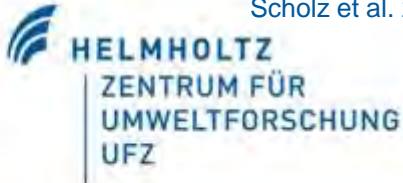
Auenretentionsverlust



– Auenretentionsverlust spiegelt die wesentlichen hydraulischen Einflussfaktoren wider, insbesondere auch die Rauigkeit umfassender als der reine Verlust an Auenüberflutungsfläche (Altaue); er differenziert mithin signifikant stärker

➤ nur 33% der betrachteten Auen besitzen noch ein hohes Potential für die **Hochwasserretention**,

Quellen: Mehl et al. 2012, Scholz et al. 2012



Nährstoffrückhalt in Auen

A photograph of a wetland area, likely an Auen (floodplain). The water is dark and still, reflecting the sky. Several clumps of green, grass-like plants are growing in the water. The overall scene is a natural, somewhat overgrown wetland environment.

Foto: C. Schulz-Zunkel

Nährstoffretention

Stickstoffretention

Hauptprozess

Denitrifikation

(Mulholland 2008, Verhoeven et al. 2006, van der Lee et al. 2004, Venohr et al. 2003, Kronvang et al. 1999)

Phosphorretention

Hauptprozess

Sedimentation

(Verhoeven et al. 2006, van der Lee et al. 2004, Kronvang et al. 1999)

Bestimmende Faktoren der Nährstoffretention in Auen:

- Nährstofffracht im Fluss
- Überflutungsfläche
- ~~Überflutungsdauer~~
- Bodeneigenschaften
- Landnutzung

Quellen: Schulz-Zunkel et al. 2012,
Scholz et al. 2012

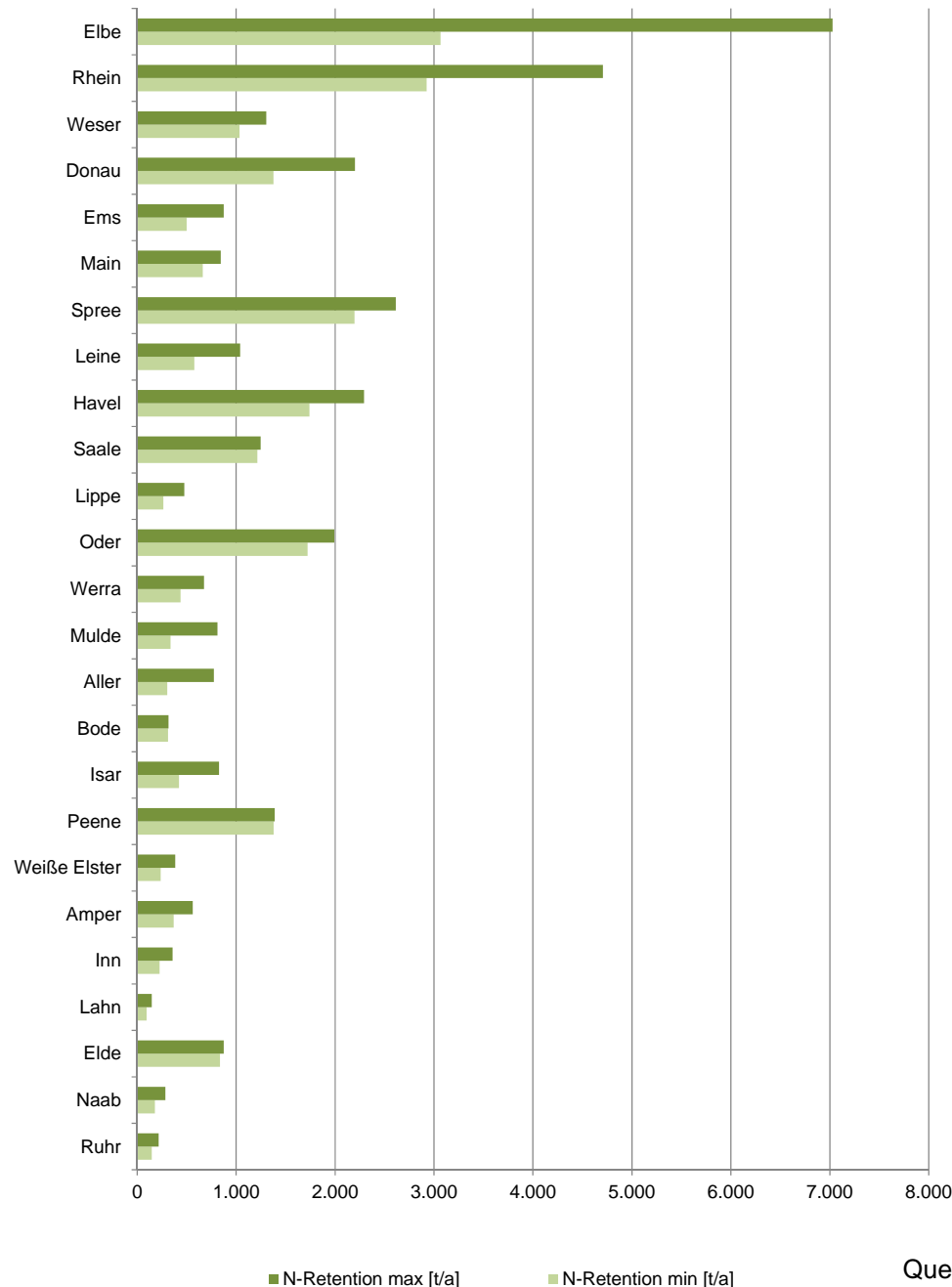
Nährstoffrückhalt in Auen

- **Nährstoffrückhalt** im Mittel 7%-9% N und 11% P der jährlichen Fracht von Flüssen im Hochwasserfall, aber P-Retention bis zu 50% im Hochwasserfall (Elbe)
- monetär mittels Grenzkosten ausgedrückt insgesamt 540 Mio. Euros jährlich in Fluss und Aue bei HW-Ereignissen
- **Flächenfaktor** entscheidend, Verbesserungen insbes. durch Überflutungsdauern (z.B. Flys), hochauflösende Biotoptypen- und Bodenkarten, neue Messdaten)

Quelle: Schulz-Zunkel et al. 2012,
Scholz et al. 2012, Born et al. 2012

N-Retention

Stickstoffretentionspotenzial in den 25 flächenmäßig größten Flussauen in [t/a].



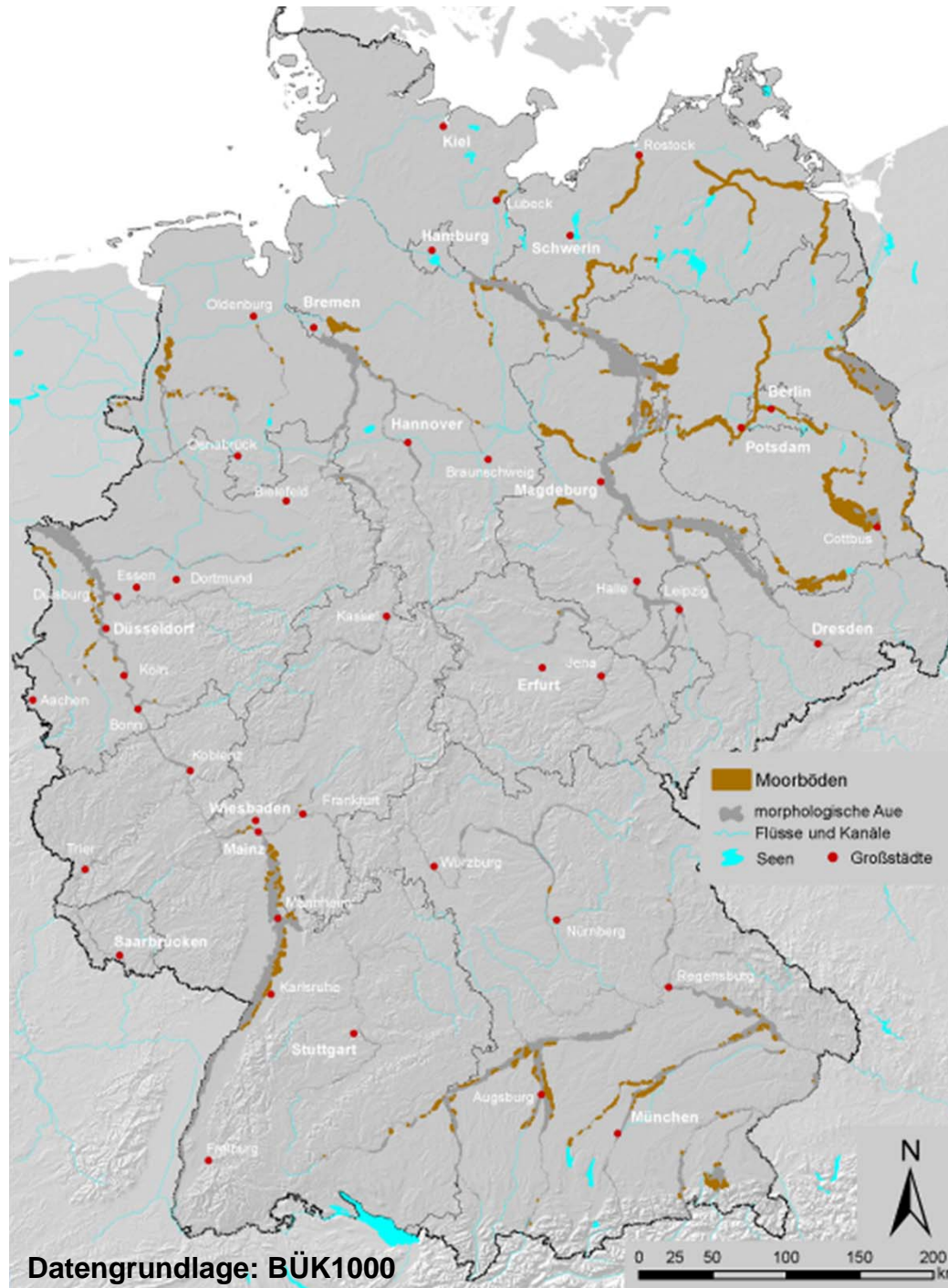
Quelle: Schulz-Zunkel et al. 2012

Rückhalt von Treibhausgasen



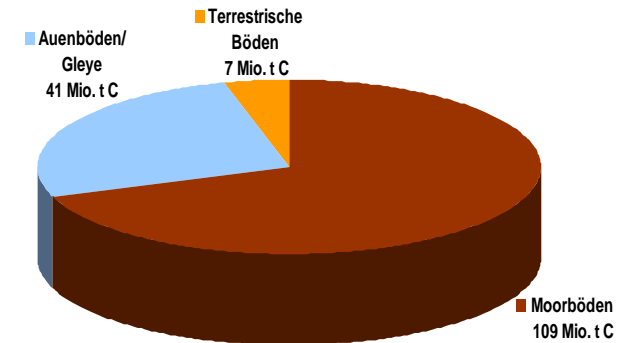
Foto: K. Henle

Verbreitung organischer Böden in den morphologischen Flussauen



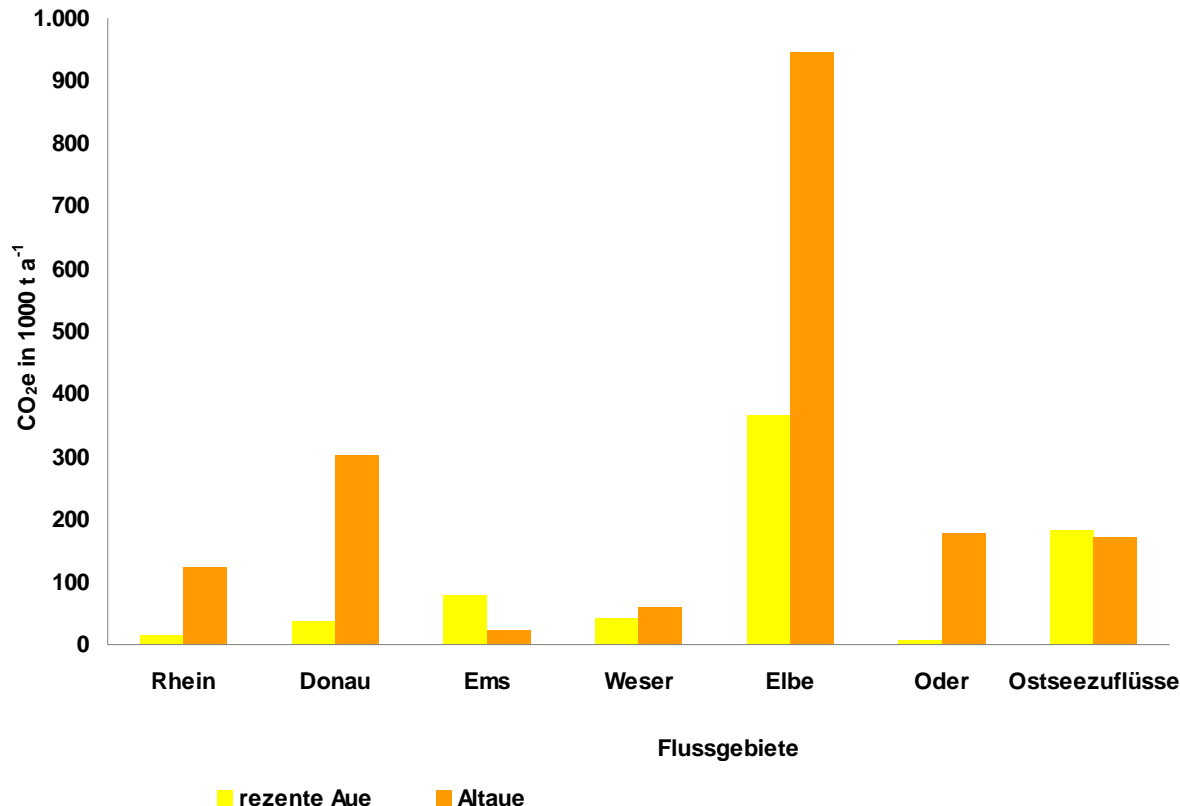
hoher **Kohlenstoffvorrat** in **organischen** und mineralischen Auenböden

Vorrat Kohlenstoffen in rez. Auen



Quelle: Scholz et al. 2012

Treibhausgasemissionen organischer Böden in rezenten Flussaue und Altauern zusammengefasst nach Flussgebieten



- insbes. auf organ. Böden hohes Potenzial von Treibhausgasemissionen aufgrund intensiver Landnutzungen
- Freisetzung von **2,53 Mio. t CO₂-Äquivalenten** pro Jahr.
- entspricht dem CO₂-Ausstoß, den **1.265.750 Autofahrer mit ihrem PKW** jährlich erzeugen
- Kosten der jährlichen Freisetzung liegen zwischen 200 – 300 Mio. € pro Jahr.



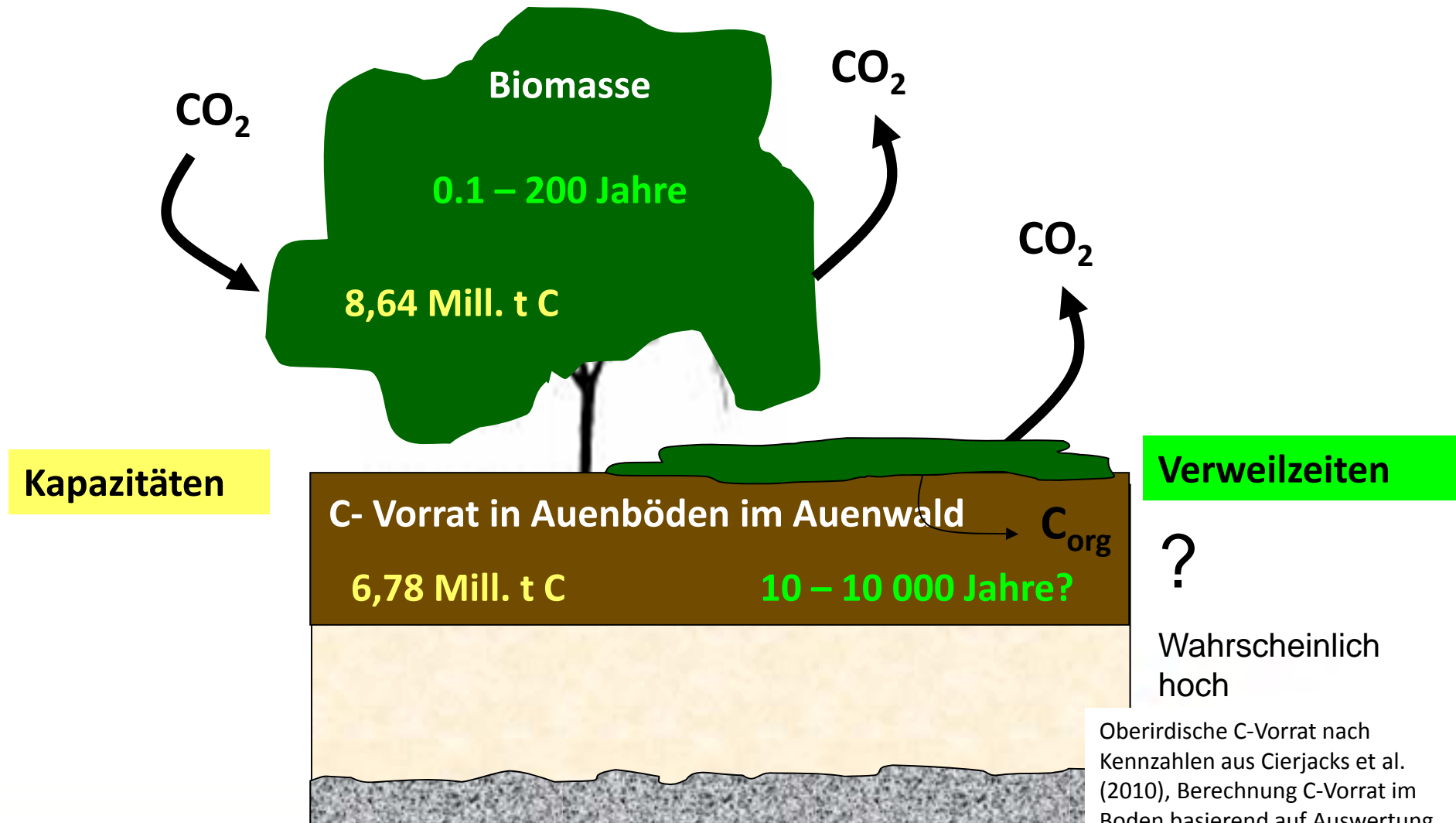
Quellen: Mehl et al. 2012, Born et al. 2012, Scholz et al. 2012, Dehnhardt et al. 2015

Kohlenstoffvorrat in mineralisch geprägten Flussauen

- Kohlenstoffvorräte in Auen sowohl im Boden als auch in der Vegetation – liegen deutlich höher als in terrestrischen Ökosystemen
- Herkunft zum einen durch Ablagerung von kohlenstoffreichen Sedimenten während Überflutungsereignissen, aber auch Folge der hohen Nettoprimärproduktion insbes. in Auenwäldern
- hohe Grundwasserstände bewirken hohe Bodenfeuchte und verringerte Mineralisation des im Boden gebundenen Kohlenstoffs
- enge Korrelation zwischen Sedimentationsverhalten und Kohlenstoff-Verteilung in Auenlebensräumen

C-Vorrat im Auenwald in rez. Auen in Deutschland

(bezogen auf ca. 39.000 ha – Auenboden/Gley – BÜK1000, Wald - DLM25, Schätzung)



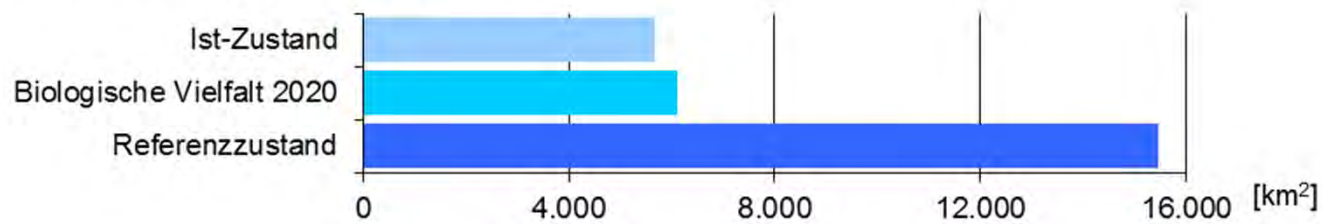
Oberirdische C-Vorrat nach Kennzahlen aus Cierjacks et al. (2010), Berechnung C-Vorrat im Boden basierend auf Auswertung von 73 Bodenprofilen Elbe und Donau (Scholz et al. 2012)

Abbildung: nach A. Cierjacks, verändert

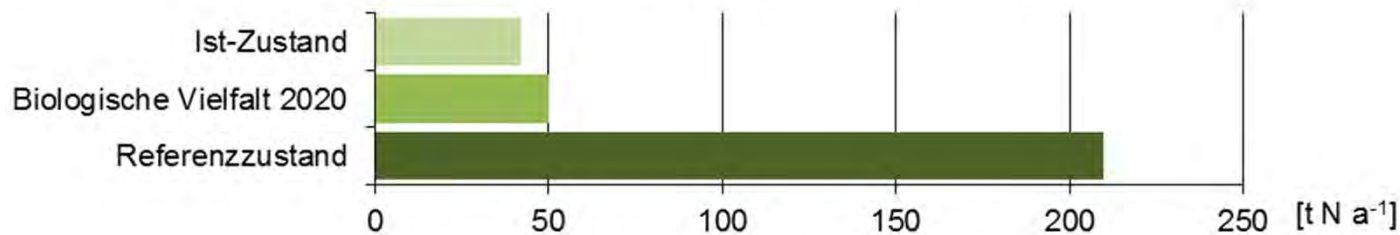
Entwicklungsvarianten der Auen als Szenarien in DE

- 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: 10 % mehr Überflutungsauen (Zugewinn von 46.000 ha neuen Überflutungsauen), angepasste Nutzungen und 20 % natürliche Entwicklung von Moorstandorten.
- 3) **Referenzzustand** – ein Landschaftskonstrukt nach KOENZEN (2005) für die gesamte morphologische Aue, der das typspezifische, heutige Naturpotenzial des Auenökosystems beschreibt.

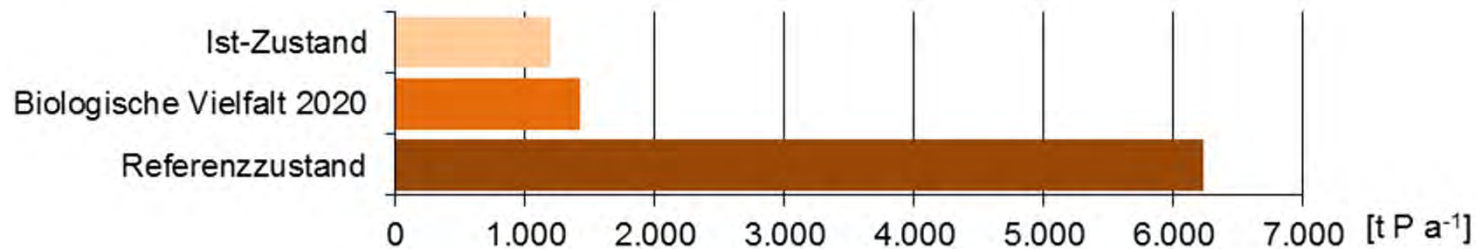
a) Überschwemmungsgebiete



b) Stickstoffretention (Denitrifikation) [in tausend Tonnen]



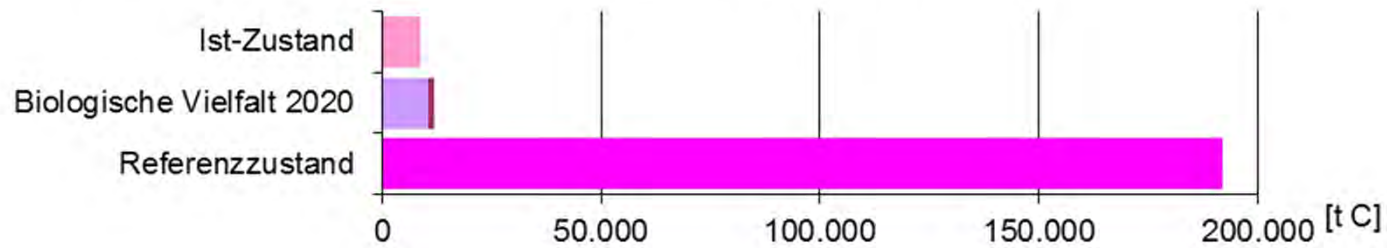
c) Phosphorretention (Sedimentation)



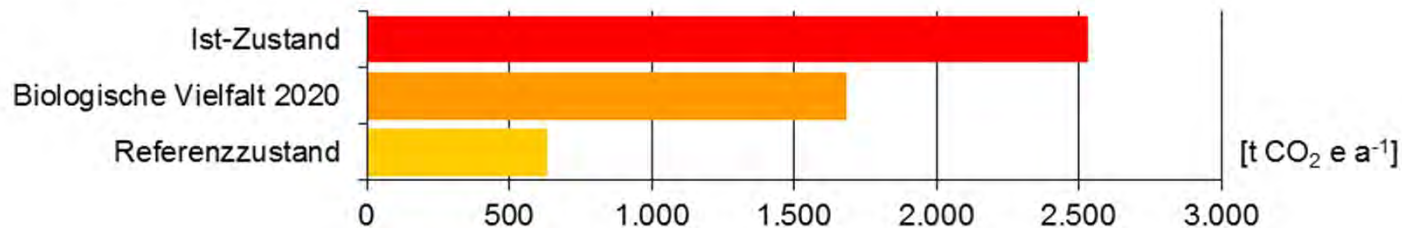
Quelle: Scholz et al. 2012

Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse des „Ist-Zustandes“ und der Szenarien „Biologische Vielfalt 2020“ und „Referenzzustand“ (Scholz et al. 2012)

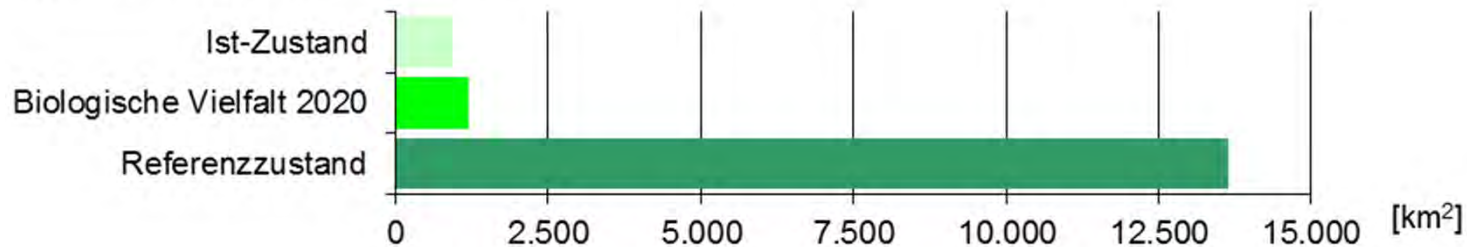
d) Kohlenstoffvorrat im Auenwald oberirdisch [in tausend Tonnen]



e) Treibhausgasemission [in tausend Tonnen]



f) Naturnahe Lebensräume



Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse des „Ist-Zustandes“ und der Szenarien „Biologische Vielfalt 2020“ und „Referenzzustand“ (Scholz et al. 2012)



Fallbeispiel Hochwasserschutz an der Elbe



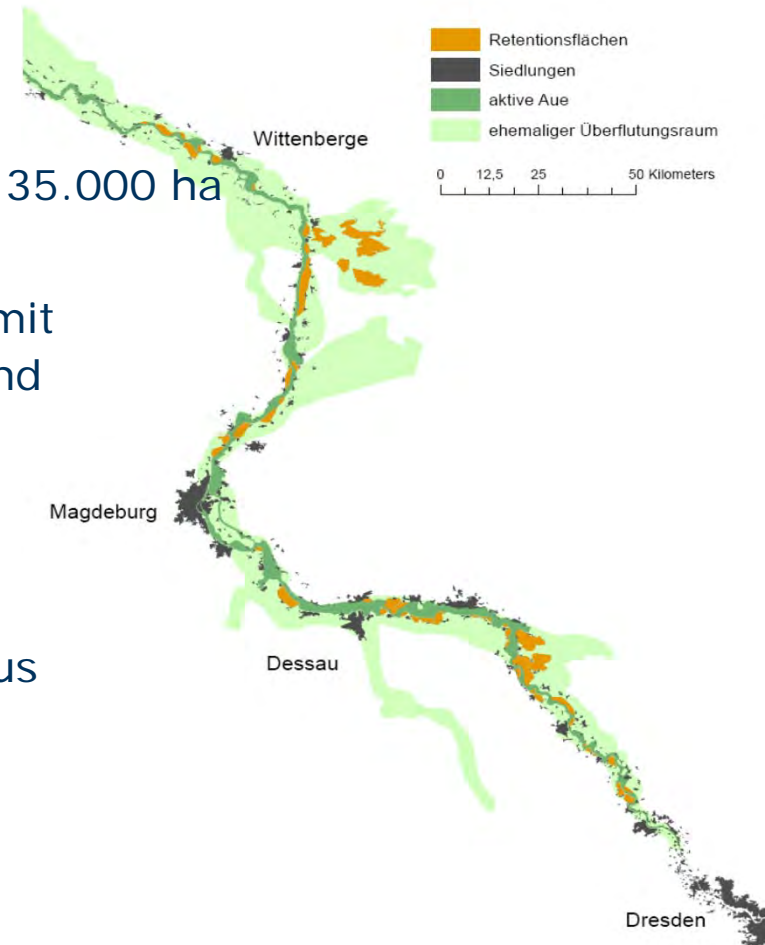
Optionen

- Maximale Deichrückverlegung
– neue Retentionsflächen von ca. 35.000 ha
- Neue Polder (3.248 ha)
- Kombination beider Maßnahmen mit Deichrückverlegung (3.402 ha) und Poldern (4.143 ha)

Bewertung der Optionen

Vergleich von Kosten und Nutzen aus

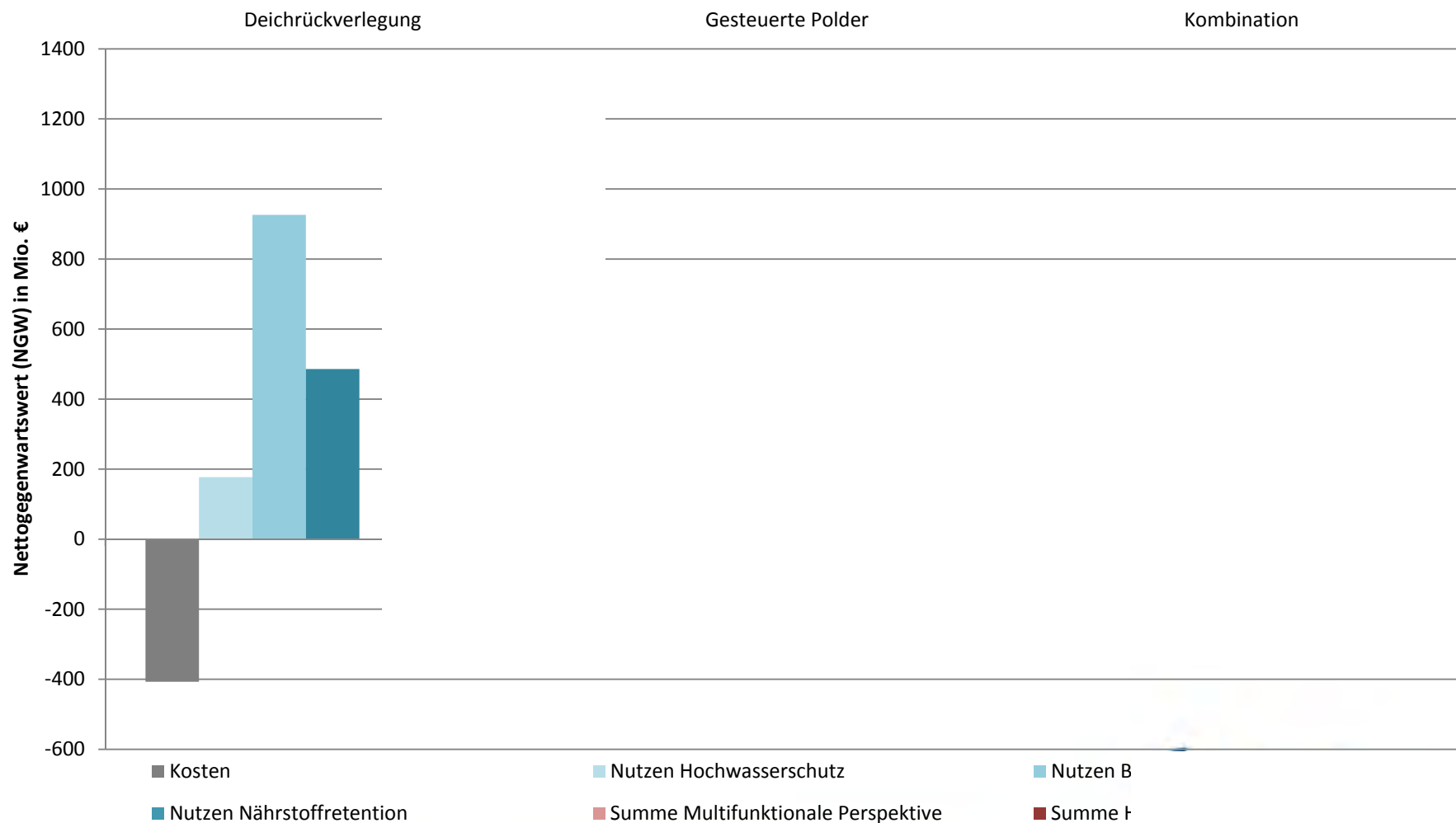
- Hochwasserschutz
- Nährstoffretention
- Naturschutz



Nach Grossmann, M.; Hartje, V.; Meyerhoff, J. (2010)



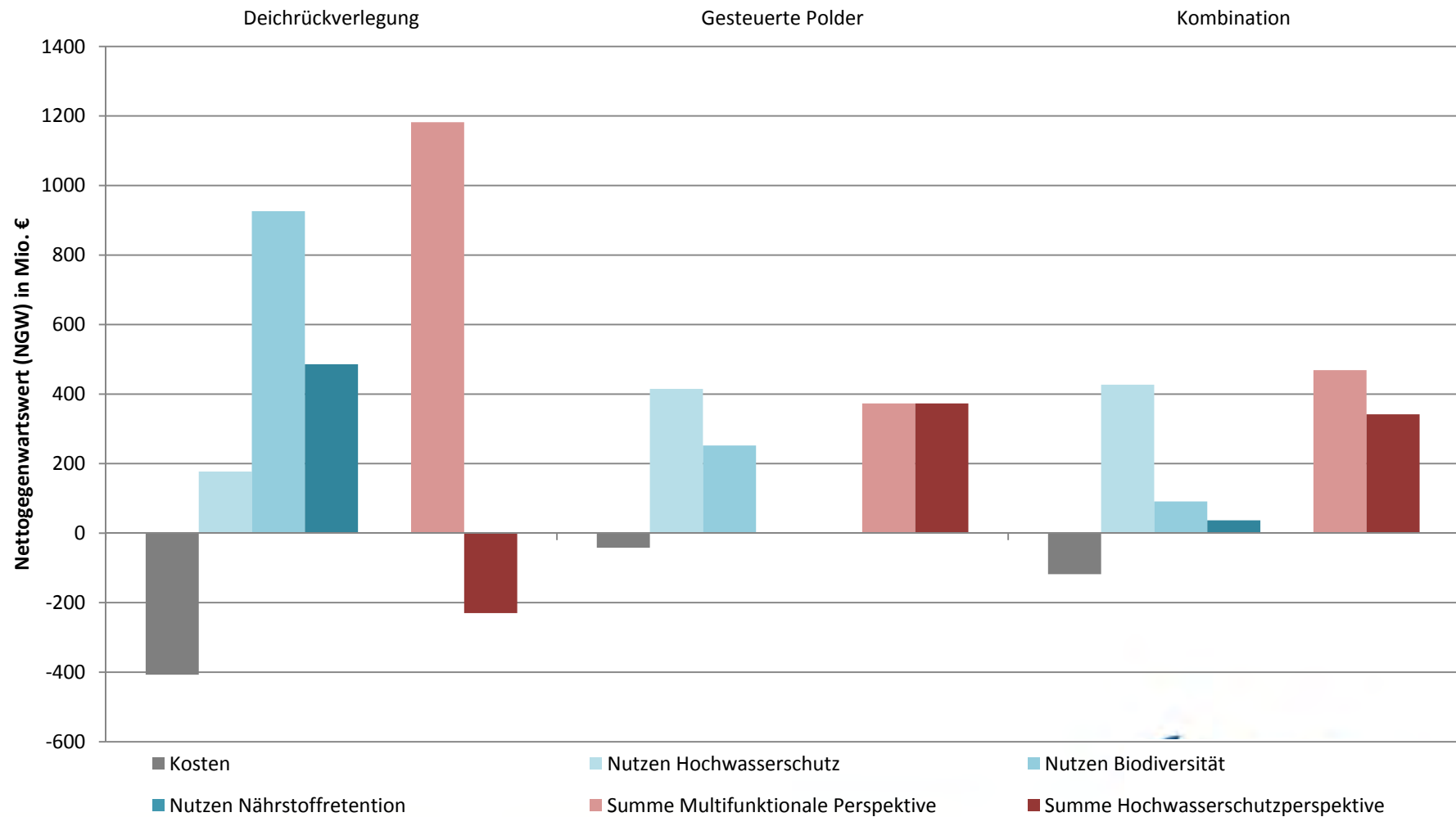
Fallbeispiel Auen und Hochwasserschutz: Betrachtung von Alternativen



Quelle: Dehnhardt et al. 2015, nach Grossmann, M.; Hartje, V.; Meyerhoff, J. (2010)



Fallbeispiel Auen und Hochwasserschutz: Betrachtung von Alternativen



Quelle: Dehnhardt et al. 2015, nach Grossmann, M.; Hartje, V.; Meyerhoff, J. (2010)

Fazit und Ausblick



- Quantifizierung von Auenfunktionen möglich und zeigen gesellschaftlichen Nutzen
- Monetarisierung ist abhängig von der Qualität der Quantifizierung der betrachteten Auenfunktionen
- Nicht immer ist eine Monetarisierung sinnvoll, kann aber als Argumentationshilfe dienen
- DRV wirken sich deutlich auf die Funktionsergebnisse aus und zeigen Verbesserungen auf Landschaftsebene
- Ergebnisse sind als **erste Schätzungen zu verstehen!**
- Untersetzung mit höher aufgelösten Eingangsdaten und Fallbeispielen (Prozessstudien) in Zusammenhang mit Renaturierungsmaßnahmen notwendig!
- Aufbereitung von weiteren ÖSL in Auen sinnvoll
- Nicht immer sind ÖSL auch positiv für die Biodiversität → Versorgungsleistungen häufig mit unerwünschten Wechselwirkungen
- Nutzen Sie Ökosystemleistungen für Ihre Argumentation

Read the entire story!

Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H.D., Born, W. & K. Henle (2012):
Ökosystemfunktionen von Flussauen - Analyse und Bewertung von
Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und
Habitatfunktion. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 257 S.

<http://www.buchweltshop.de/bundesamt-fuer-naturschutz/naturschutz-biologische-vielfalt/nabiv-heft-124-okosystemfunktionen-von-flussauen.html>

Weitere Informationen:

Blaues Band - Naturschutz als Chance für die
Wasserstraßenreform: NABU/Mehl et al. 2014

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/lebendige-fluesse/140210-nabu-blaues-band.pdf>

Gewässer und Auen -

Nutzen für die Gesellschaft – BfN-Studie 2015

https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/BR-gepr-Gesell_Nutz_Gewaes_Auen_barrierefre.pdf

Den Flüssen mehr Raum geben - Renaturierung von Auen in Deutschland -

– BfN-Studie 2015

http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/auen_in-deutschland_bf.pdf

TEEB-Berichte: <http://www.naturkapitalteeb.de/aktuelles.html>





Vielen Dank für
Ihr Interesse

Literatur

BORN, W., MEYER, V., SCHOLZ, M., KASPERIDUS, H.D., SCHULZ-ZUNKEL, C. & B. HANS-JÜRGENS (2012): Ökonomische Bewertung Ökosystemfunktionen von Flussauen. In: SCHOLZ et al. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen - Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 147-168.

BUSCH, N. & HAMMER, M. (2006): Modellgestützter Nachweis der Auswirkungen von geplanten Rückhaltemaßnahmen in Sachsen und Sachsen-Anhalt auf Hochwasser der Elbe. – BfG-Bericht 1542, 49 S. und Anhang.

CIERJACKS, A., KLEINSCHMIT, B., BABINSKY, M., KLEINSCHROTH, F., MARKERT, A., MENZEL, M., ZIECHMANN, U., SCHILLER, T., GRAF, M. & LANG, F. (2010): Carbon stocks of soil and vegetation on Danubian floodplains. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science 173: 644-653.

DEHNHARDT, A., SCHOLZ, M., MEHL, D., SCHRÖDER, U., FUCHS, E., EICHHORN, A., G. RAST (2015): Die Rolle von Auen und Fließgewässern für den Klimaschutz und die Klimaanpassung. In: HARTJE, V., WÜSTEMANN, H. & A., BONN, (Hrsg.): Naturkapital und Klimapolitik: Synergien und Konflikte. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Berlin, Leipzig: 172 - 181.

GROSSMANN, M., HARTJE, V. & MEYERHOFF, J. (2010): Ökonomische Bewertung naturverträglicher Hochwasservorsorge an der Elbe. – Naturschutz und Biologische Vielfalt. 89, 120 S.

MEHL, D., STEINHÄUSER, A., KASPER, D., KASPERIDUS, H.D. & M. SCHOLZ (2012): Treibhausgasemissionen in Flussauen. In: SCHOLZ et al. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 85-101.

MEHL, D., STEINHÄUSER, A., KASPERIDUS, H.D. & M. SCHOLZ (2012): Hochwasserretention. In: SCHOLZ, M., SCHOLZ, M., MEHL, D., SCHULZ-ZUNKEL, C., KASPERIDUS, H.D., BORN, W. & K. HENLE (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 34-47.

SCHOLZ, M., CIERJACKS, A., KASPERIDUS, H.D., SCHULZ-ZUNKEL, C., RUPP, H., STEINMANN, A., & F. KRÜGER (2012): Kohlenstoffvorrat in Flussauen. In: SCHOLZ et al. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 73-85.

SCHOLZ, M., KASPERIDUS, H.D., ILG, C. & K. HENLE (2012): Habitatfunktion. In: SCHOLZ et al. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 102-146.

SCHOLZ, M., KASPERIDUS, H.D., MEHL, D. & C. SCHULZ-ZUNKEL (2012): Wirkung von Deichrückverlegungen auf die Auenfunktionen. In: SCHOLZ, et al (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 169-183.

SCHOLZ, M., KASPERIDUS, H.D., MEHL, D., BORN, W. & C. SCHULZ-ZUNKEL (2012): Szenarien künftiger Auenentwicklung. In: SCHOLZ, M, MEHL, D., SCHULZ-ZUNKEL, C., KASPERIDUS, H.D., BORN, W. & K. HENLE (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 184-197.

SCHOLZ, M., MEHL, D., SCHULZ-ZUNKEL, C., KASPERIDUS, H.D., BORN, W. & K. HENLE (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen - Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 257 S.

SCHULZ-ZUNKEL, C., SCHOLZ, M., KASPERIDUS, H.D., KRÜGER, F., NATHO, S. & M. VENOHR (2012): Nährstoffrückhalt. In: SCHOLZ et al. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 48-72.