

River Ecosystem Service Index (RESI) - Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen

Titelbild: Untere Mulde im Biosphärenreservat Mittelelbe, Foto: Michael Vieweg, UFZ

Herausgeber: Christine Fischer-Bedtke, Helmut Fischer, Dietmar Mehl, Simone A. Podschun, Martin Pusch, Barbara Stammel & Mathias Scholz

Redaktion:

Dr. Christine Fischer-Bedtke
Dipl.-Ing. Mathias Scholz
Department Naturschutzforschung
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
E-Mail: mathias.scholz@ufz.de

Druck: DDF Digitaldruckfabrik GmbH, Werkstättenstraße 31/ Halle K, 04319 Leipzig



Förderhinweis:

Die Arbeiten erfolgten im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes „River Ecosystem Service Index“ (RESI) mit dem Förderkennzeichen 033W024A-K. RESI ist Teil der Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland“ (ReWaM) im BMBF-Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA). Die Verantwortung für den Inhalt dieser und der folgenden Veröffentlichungen liegt bei den Autoren.

Weitere Informationen gibt es auf der Projekt-Homepage www.resi-project.info/



UFZ-BERICHT 2|2020

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

ISSN 0948-9452

River Ecosystem Service Index (RESI) - Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung	1
Einführung in den River Ecosystem Services (RESI) - Ansatz	5
PODSCHUN, S. A., FISCHER-BEDTKE, C., ALBERT, C., DAMM, C., DEHNHARDT, A., FISCHER, H., FOECKLER, F., GELHAUS, M., HARTJE, V., HOFFMANN, T. G., KASPERIDUS, H. D., MEHL, D., PUSCH, M., RITZ, S., RUMM, A., SCHULZ-ZUNKEL, C., STAMMEL, B., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C. & M. SCHOLZ	
Ökosystemleistungen der Flüsse und ihrer Auen: Einflussfaktoren und Nutzungen	17
FISCHER-BEDTKE, C., VILOVIĆ, V., PODSCHUN, S. A., ALBERT, C., DAMM, C., FISCHER, H., FOECKLER, F., GELHAUS, M., HARTJE, V., HOFFMANN, T. G., KASPERIDUS, H. D., MEHL, D., PUSCH, M., RITZ, S., RUMM, A., SCHULZ-ZUN- KEL, C., STAMMEL, B., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C., SCHOLZ, M. & A. DEHNHARDT	
Quantifizierung und Bewertung versorgender Ökosystemleistungen	59
DEHNHARDT, A., RAYANOV, M., HARTJE, V., SANDER, A., HORLITZ, T. & T. BENNER	
Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Rückhalt von Treibhaus- gasen / Kohlenstoffsequestrierung, Hochwasser-, Niedrigwasser- und Sedimentregulation, Bodenbildung in Auen sowie Kühlwirkung der Gewässer und terrestrischen Böden	77
MEHL, D., HOFFMANN, T. G. & I. IWANOWSKI	
Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Retention	93
RITZ, S., LINNEMANN, K., BECKER, A., KASPERIDUS, H. D., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., VENOHR, M., WILDNER, M. & H. FISCHER	
Analyse und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung –bundesweiter Ansatz für die Aue	141
SCHOLZ, M., DAMM, C., FISCHER-BEDTKE, C., FOECKLER, F., GELHAUS, M., GERSTNER, L., KASPERIDUS, H. D., RUMM, A., STAMMEL, B. & K. HENLE	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung – Detailansatz für die Aue	149
FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., FOECKLER, F., GELHAUS, M., GERSTNER, L., KASPERIDUS, H. D., RUMM, A., STAMMEL, B. & M. SCHOLZ	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung im Fluss – AquaRESI	171
NISSL, M., STAMMEL, B., LENTZ, A., FOECKLER, F., PARZEFALL, C., FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., KASPERIDUS, H. D., SCHOLZ, M. & A. RUMM	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der floristischen Ausstattung – Florix	181
STAMMEL, B., DAMM, C., FISCHER-BEDTKE, C., FOECKLER, F., GELHAUS, M., HORCHLER, P., KASPERIDUS, H. D., RUMM, A. & M. SCHOLZ	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der Molluskenfauna – Mollix	193
RUMM, A., SCHOLZ, M., STAMMEL, B., FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L. & F. FOECKLER	

Regelwerk für Maßnahmen in den Modellgebieten für den Habitatindex	209
DAMM, C., GERSTNER, L., FISCHER-BEDTKE, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., RUMM, A., STAMMEL, B. & M. SCHOLZ	
Erfassung und Bewertung kultureller Ökosystemleistungen von Flusslandschaften	213
THIELE, J., ALBERT, C. & C. VON HAAREN	
Anwendung des RESI Habitatindex für die Modellregionen am Oberrhein	253
DAMM, C., LOTTI, J., FISCHER-BEDTKE, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., RUMM, A., SCHOLZ, M., STAMMEL, B. & L. GERSTNER.	
Ergebnisse der Quantifizierung und Bewertung von Ökosystemleistungen vor und nach der Renaturierung der Nebel	273
MEHL, D., FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., IWANOWSKI, J., PODSCHUN, S. A., RUMM, A., SCHOLZ, M. & B. STAMMEL	
Ergebnisse der Quantifizierung und Bewertung von Ökosystemleistungen bei Umsetzung typspezifischer Gewässerentwicklungsflächen an der Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen	293
FISCHER-BEDTKE, C., IWANOWSKI, J., PODSCHUN, S. A., BECKER, A., FISCHER, H., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., HORNUNG, L., KASPERIDUS, H. D., LINNEMANN, K., RITZ, S., RUMM, A., STAMMEL, B., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., THIELE, J., VENOHR, M., WILDNER, M. & D. MEHL	
Ergebnisse der Ökosystemleistungs-Quantifizierung und -bewertung für geplante Hochwasserschutzmaßnahmen an der Donau von der Iller- bis zur Lechmündung	325
GELHAUS, M., PODSCHUN, S. A., ALBERT, C., BECKER, A., CHAKHVASHVILI, E., FISCHER-BEDTKE, C., FISCHER, H., DAMM, C., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., IWANOWSKI, J., KASPERIDUS, H. D., LINNEMANN, K., MEHL, D., PUSCH, M., RAYANOV, M., RITZ, S., RUMM, A., SANDER, A., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C., WILDNER, M. & B. STAMMEL	
Anwendung des River Ecosystem Service Index (RESI) in der Wasserwirtschaft und im Naturschutz	365
PUSCH, M., PODSCHUN, S. A., STAMMEL, B., FISCHER, H., FISCHER-BEDTKE, C., MEHL D. & M. SCHOLZ	
Anschriften der Autoren	373
Abkürzungsverzeichnis	375
Glossar	377

Anwendung des RESI Habitatindex für die Modellregionen am Oberrhein

DAMM, C., LOTTI, J., FISCHER-BEDTKE, C., FOECKLER, F., GELHAUS, M., RUMM, A., SCHOLZ, M., STAMMEL, B. & L. GERSTNER

Inhaltsverzeichnis

1	Modellgebiete am Oberrhein.....	254
2	Polder Altenheim.....	256
2.1	Gebietsbeschreibung.....	256
2.2	Vergleichszustände.....	257
2.3	Ergebnisse ÖSL Habitatbereitstellung.....	258
2.3.1	Altenheim – Ausgangszustand.....	258
3	Rastatter Rheinaue.....	259
3.1	Gebietsbeschreibung.....	259
3.2	Szenarien.....	259
3.3	Ergebnisse ÖSL Habitatbereitstellung.....	261
3.3.1	Rastatter Rheinaue – Status Quo.....	261
3.3.2	Rastatter Rheinaue – Szenario.....	261
4	Hördter Rheinaue.....	261
4.1	Gebietsbeschreibung.....	261
4.2	Szenarien.....	262
4.3	Ergebnisse ÖSL Habitatbereitstellung.....	263
4.3.1	Hördt – Status Quo.....	263
4.3.2	Hördt – Szenario.....	264
5	Hessisches Ried.....	264
5.1	Gebietsbeschreibung.....	264
5.2	Szenarien.....	265
5.3	Ergebnisse der ÖSL Habitatbereitstellung.....	267
5.3.1	Hessisches Ried – Status Quo.....	267
5.3.2	Hessisches Ried – Szenario.....	267
6	Diskussion/Fazit.....	268
7	Datengrundlagen.....	269
8	Literatur.....	270

1 Modellgebiete am Oberrhein

Für eine beispielhafte Anwendung des RESI wurden vier Gebiete am Oberrhein in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen ausgewählt (s. Abb. 1). Der Rhein ist die am stärksten genutzte und wirtschaftlich wichtigste Wasserstraße Deutschlands und Westeuropas. Er hat eine Gesamtlänge von 1.239 km, wovon 880 km schiffbare Wasserstraße sind (Becker et al. 2015). Die Größe des Einzugsgebietes beträgt 185.000 km². Die Modellgebiete verteilen sich über den Oberrhein zwischen Offenburg und der Mainmündung.

Geologisch ist die Oberrheinische Tiefebene ein Grabenbruch, der sich als eine 300 km lange und im Schnitt 40 km breite Flachlandebene zwischen Basel im Süden und den Städten Frankfurt und Wiesbaden im Norden erstreckt. Spannungen in Erdkruste und -mantel führten im Tertiär vor 45 Millionen Jahren zu einer Absenkung der Erdoberfläche und damit zur Entstehung des Oberrheingrabens, welcher nachfolgend mit Erosionsmaterial aus dem Einzugsgebiet aufgefüllt wurde (Gallusser et al. 1992).

Das am Rhein vorherrschende hydrologische Regime ist geprägt durch hohe Sommerhochwasser von Mai bis Juli aufgrund der Schneeschmelze in den Alpen sowie durch niedrige Wasserstände im Winter von Dezember bis Januar. Zwischen Basel und Straßburg fließt der Rhein in seiner ehemaligen Furkationszone mit einem Gefälle von 1 ‰, wechselt daraufhin in die Übergangszone mit einem Gefälle von 0,5 bis 0,8 ‰, bis er in Karlsruhe in seine Mäanderzone mit einem Gefälle von 0,3 ‰ und weniger übergeht. Diese Gefälleänderungen schaffen naturräumlich günstige Bedingungen für eine Vielzahl an Lebensräumen (Kremer 2010), die jedoch heute aufgrund weitreichender anthropogener Eingriffe bereits beträchtliche Arten- und Habitatverluste erleiden mussten. Charakteristisch für die Oberrheinische Tiefebene ist ein mildes Klima mit hohen Durchschnittstemperaturen und Niederschlägen zwischen 500–800 mm im Jahr. Sie ist eine der wärmsten Regionen Deutschlands und bietet auf Grund ihrer langen Vegetationsperiode optimale Bedingungen für viele Pflanzenarten. Die Böden sind typischerweise durch fluvio-glaziale Ablagerungen, also Sande und Kies oder äolischen Löss, geprägt. Lokal treten mit kristallinem Material gefüllte Schwemmkegel auf (Gallusser et al. 1992). Die klimatischen Bedingungen führen zu fruchtbaren Böden, die ideal für die landwirtschaftliche Nutzung sind. Im potentiell natürlichen Zustand wäre die Rheinebene dominiert von Waldlandschaften aus Eichen- und Hainbuchenlaubwäldern oder Buchenwäldern am östlichen Rand. In den Überflutungsaue des Oberrheins lässt sich die typische Verteilung von Weichholzwäldern aus Silberweiden in niedriger gelegenen, häufiger überstauten Bereichen und Hartholzwäldern mit Stieleichen, sowie in abnehmendem Maß Ulmen und Eschen in den höher gelegenen Bereichen beobachten (Gallusser et al. 1992), zu denen lokal noch Traubenkirschen-Eschen-Erlenwälder der Randsenken kommen.

Die Modellgebiete liegen bis auf den Polder Altenheim unterhalb der letzten Staustufe in Iffezheim, sodass die Längsdurchgängigkeit des Rheins im Bereich dieser Testgebiete nicht eingeschränkt ist. Dennoch haben zwei Jahrhunderte des Flussausbaus die Gewässerstruktur und die Auen des Rheins stark verändert. Der Flusslauf wurde begradigt, die Ufer mit Blocksteinen befestigt und viele Seitenarme vom Hauptfluss abgetrennt. Darüber hinaus sind die Retentionsflächen beträchtlich geschrumpft. So wurden 80 bis 90 % der ehemaligen Flussaue des südlichen Oberrheins vom Überflutungsregime abgetrennt, während der nördliche Bereich mit Verlusten von 65 bis 80 % etwas weniger stark betroffen, aber ebenfalls sehr anfällig gegenüber Hochwasserereignissen ist (Brunotte et al. 2009). Durch erhebliche Retentionsraumverluste im gesamten Oberrhein sind flächenhafte Maßnahmen zur Wiederherstellung verbesserter Hochwassersicherheit von großer Bedeutung in diesem Flussabschnitt (HSK 1978) und machen einen erheblichen Teil der untersuchten Maßnahmen aus.

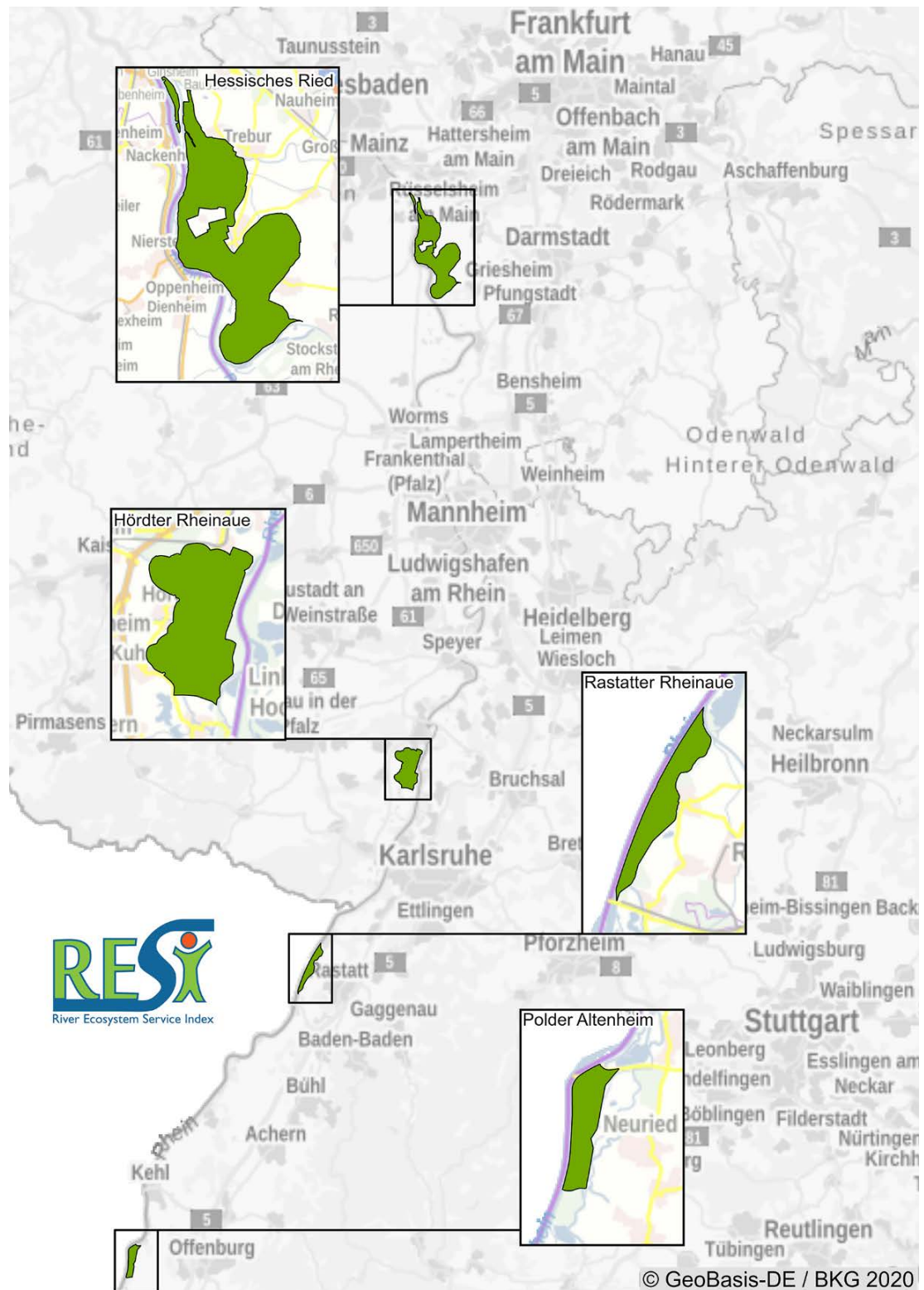


Abb. 1: Übersicht der Modellgebiete in der Oberrheinaue

2 Polder Altenheim

2.1 Gebietsbeschreibung

Der 520 ha große Flutungspolder Altenheim am südlichen Oberrhein südlich von Kehl/Straßburg wurde 1987 im Rahmen des baden-württembergischen Integrierten Rheinprogrammes (IRP) in der rechtsrheinischen Altaue in Betrieb genommen. Er bietet damit die Möglichkeit, den RESI an einer seit 30 Jahren umgesetzten Maßnahme zu testen. Schäden an Vegetation und Fauna durch die ersten Flutungen wurden zum Anlass genommen, ein inzwischen in vielen Einsätzen bewährtes Regime abgestufter Anpassungsflutungen zu etablieren, für das der Polder technisch zunächst nicht eingerichtet war. Nach inzwischen mehr als 160 Anpassungsflutungen und 10 Retentions-einsätzen liegen durch ein breites Monitoring sehr gute Daten zu den ökologischen Auswirkungen der Flutungen im Polderraum vor (Pfarr 2014). Der Polderraum ist überwiegend bewaldet, landwirtschaftliche Flächen wurden z. T. extensiviert und der Kiesabbau hat seit Inbetriebnahme einen erheblichen Raum eingenommen (Abb. 2). Die zu untersuchende Maßnahme ist in diesem Fall damit keine Prognose, sondern der realisierte Polderbau, d. h. es werden die Zustände vor (1987) und nach (2015) Bau des Polders verglichen.

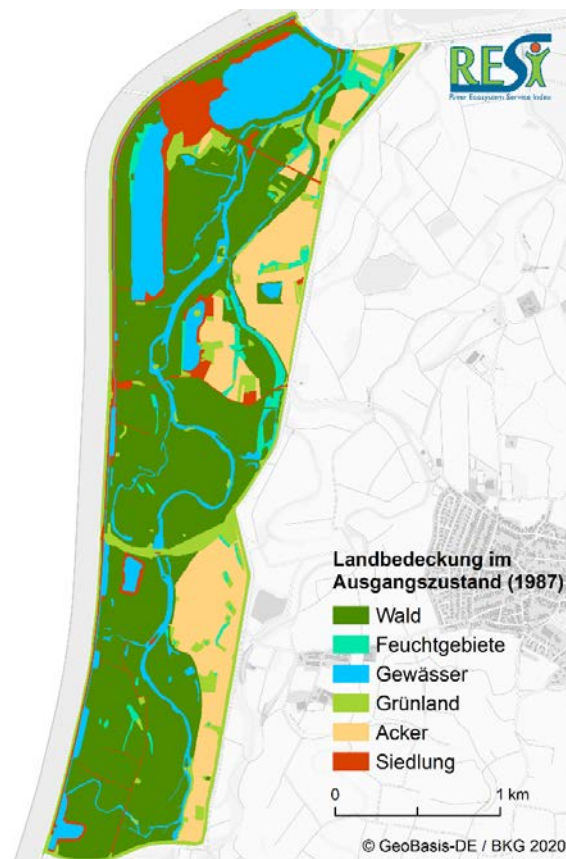


Abb. 2: Landbedeckung im Ausgangszustand (1987) im Polder Altenheim

2.2 Vergleichszustände

Die durch den RESI-Habitatindex zu beurteilenden unterschiedlichen Situationen sind

- a) der Biotopzustand vor dem Bau des Polders (Kartierung Semmelmann (1988) in RPK 1991).
- b) der Biotopzustand drei Jahrzehnte nach dem Bau des Polders.

Für den Ausgangszustand wird davon ausgegangen, dass die zur Zeit der Erfassung 1987 schon fortgeschrittenen Bauarbeiten des Polders das relevante Biotopinventar der gesamten Polderfläche noch nicht nennenswert verändert haben und damit nahezu der Zustand vor dem Polderbau abgebildet wird. Die in der damaligen Karte nicht klassifizierten Bereiche wurden in Absprache mit dem Regierungspräsidium Freiburg (Frau U. Pfarr) der Einheit Acker zugeordnet. Für den aktuellen Zustand wurden die Daten der speziellen Biotopkartierung des Landes Baden-Württemberg sowie für die verbleibenden Flächen die Landnutzungsdaten des LBM-DE2012 verwendet.

Wesentliche Veränderungen zwischen den Jahren 1987 und 2015 ergeben sich durch die Anpassungen der Biotoptypen aufgrund des Flutungsbetriebs (Tab. 1). Als weitere, nicht durch den Polderbau verursachte Änderung ist die Ausweitung des Kiesabbaus zu sehen, die nennenswerte Flächen des Auwaldes zerstört hat. Um diesen Einfluss herauszurechnen, wurden im aktuellen Zustand (2014) die seit der Kartierung 1987 hinzugekommenen Flächen des Kiessees entsprechend der Biotopausstattung in ihrem Ausgangszustand (Wald) bewertet und dem Bereich der Anpassungsflutungen der Stufe 3 (s. Tab. 1 Anpassungsflutungsstufen für den Polder Altenheim) zugeordnet.

Ergänzend zum Berechnungsalgorithmus wurden in den Polderprojekten Altenheim und Hördt die Anpassungsflutungen (AF) als biotopverbessernde Maßnahme flächenhaft berücksichtigt. Dazu wurden den Biotopwerten der Einzelbiotope in Altenheim in den von den drei Stufen (Abb. 3) der Anpassungsflutungen erreichten Flächen*, Boni in folgender Höhe zugeordnet:

Tab. 1: Anpassungsflutungsstufen für den Polder Altenheim

Stufe der AF	Bonus	Begründung der Bonushöhe
Stufe 1 ($< 30\text{m}^3/\text{s}$)	+0,75 Punkte	Wasserstand in Gewässern und Schluten steigt. Betroffenheit v.a. aquatischer/semi-aquatischer Lebensräume mit weitgehend bestehender Wasserprägung. Altauenmalus wird nahezu aufgehoben
Stufe 2 ($< 50\text{m}^3/\text{s}$)	+0,5 Punkte	Ausuferung beginnt flächenhaft, Anpassungen nachweisbar
Stufe 3 ($< 80\text{m}^3/\text{s}$)	+0,25 Punkte	Großflächige Überflutung, aber hohe Jährlichkeit (ca. 10-jährlich), damit geringere Adaptationswirkung

* Die Flächenpolygone der Überflutungsflächen wurden freundlicherweise vom Regierungspräsidium Freiburg zur Verfügung gestellt

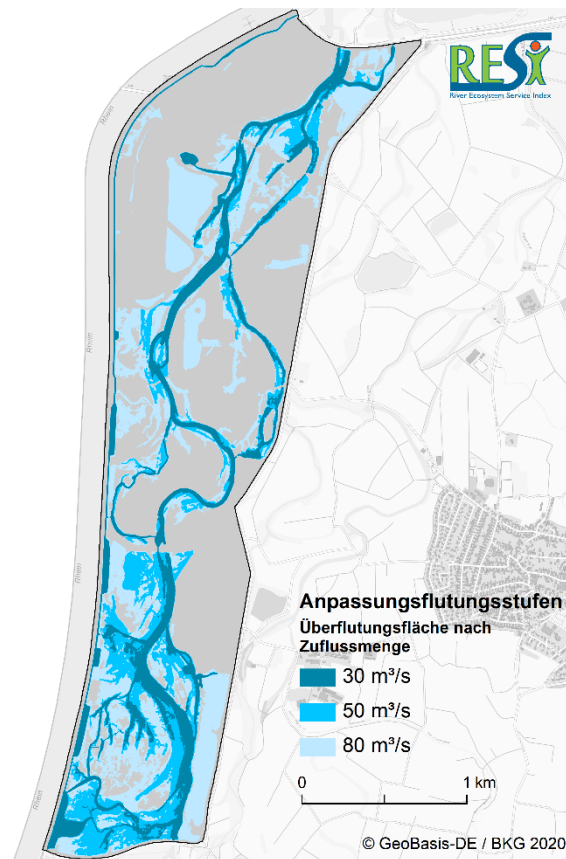


Abb. 3: Flächen der Anpassungsflutungsstufen im Polder Altenheim

2.3 Ergebnisse ÖSL Habitatbereitstellung

2.3.1 Altenheim – Ausgangszustand

Die Abbildung 4a zeigt die Bewertung der ÖSL Habitatbereitstellung im Zustand vor dem Polderbau. Bereits im Ausgangszustand wird der Polderbereich mit einem durchschnittlichen RESI-Habitatwert von 3 bewertet. Die Waldflächen haben primär einen guten Habitatwert, der aber einerseits durch die bereits existierende Abtrennung von der rezenten Aue (= Altauen-Malus), andererseits durch die ackerbauliche Nutzung in den Randbereichen in der Gesamtfläche reduziert wird.

2.3.1.1 Altenheim – Aktueller Zustand

Verbesserungen im Vergleich zum Ausgangszustand gibt es vor allem in Bereichen, die großflächig von Anpassungsflutungen beeinflusst, d.h. aufgewertet werden (Abb. 4b). Im nördlichsten Auen-Kompartiment kommt es zu einer Abwertung durch den Poldermalus, die aufgrund der verhältnismäßig kleinen Fläche der Anpassungsflutung nicht kompensiert wird.

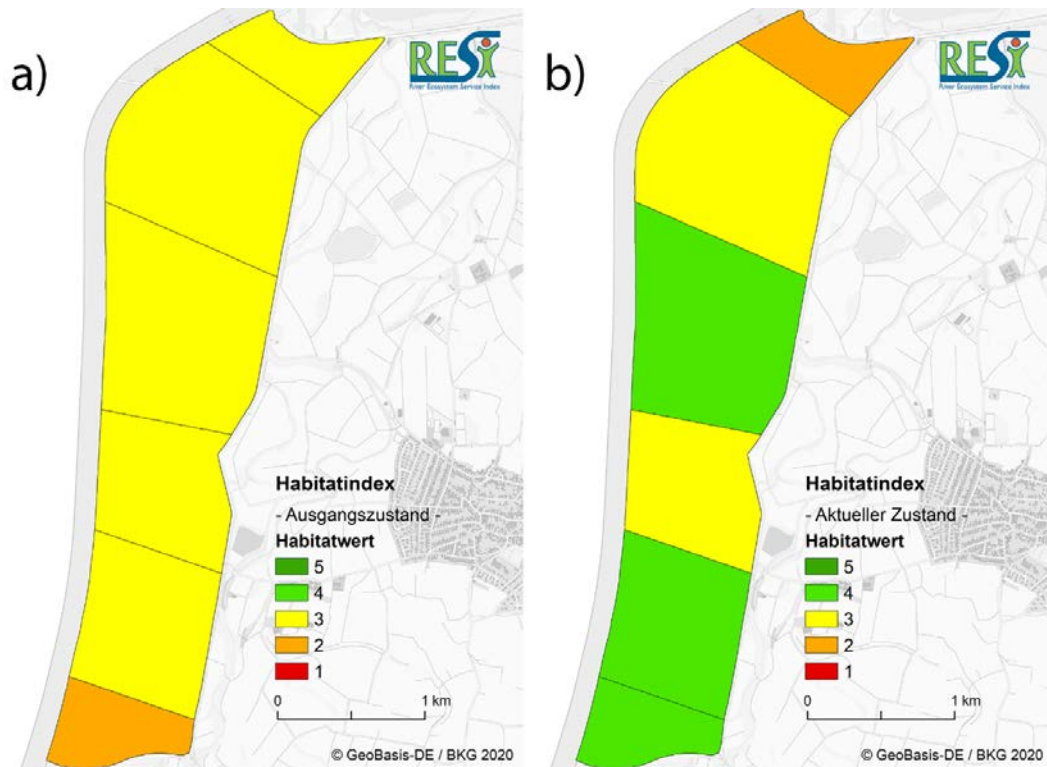


Abb. 4: Polder Altenheim – Habitatwerte für a) Ausgangszustand (1987) und b) Aktueller Zustand (2015)

3 Rastatter Rheinaue

3.1 Gebietsbeschreibung

Das Modellgebiet der Rastatter Rheinaue liegt rechtsrheinisch zwischen Rhein-km 336 und km 344,5 in Baden-Württemberg. Das 850 ha große Naturschutzgebiet liegt in der rezenten Aue kurz unterhalb der letzten Rheinstaustufe Iffezheim und damit im frei fließenden, aber weiterhin stark kanalisierten Abschnitt des Rheins. Die Flächen werden zum größeren Teil forstwirtschaftlich genutzt (v.a. Hybridpappelanbau, Unterbau truppweise mit Eiche), Teile der vorhandenen aber überalterten Weichholzauwälder sind ungenutzt. Landwirtschaftliche Pflegeflächen und Kiesabbaugewässer sind nur wenig vorhanden.

Die zu untersuchenden Maßnahmen sind aktuell in Entwicklung befindliche Gewässervernetzungsprojekten, welche das ehemalige, weitgehend degenerierte Seitengewässersystem des Rheins mit erheblichen zusätzlichen Wassermengen beaufschlagen sollen. Damit einher geht in diesem Szenario eine Aufgabe der forstlichen Nutzung sowie eine Renaturierung von Abschnitten des Rheinuferes durch Uferrenaturierungsmaßnahmen. Grundlage für die Auswertung der ÖSL Habitatbereitstellung ist ein dem Vorhabensleitbild entsprechend prognostizierter Zustand in der Zukunft.

3.2 Szenarien

Der RESI-Habitatindex vergleicht im Testgebiet Rastatter Rheinaue den Status Quo (2015, vereinfacht in Abb. 5a) mit einer Zukunftsplanung für den Raum, welche aktuell auf ihr Potential für eine spätere Umsetzung untersucht wird (Machbarkeitsstudie). Zur Wiederherstellung von naturnäheren Zuständen in der durch Fluss-Auen-Entkopplung weitgehend statischen, bzw. degenerierenden und in Auflandung befindlichen Aue, beschäftigt sich das Aueninstitut des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) derzeit mit einem Vorhaben zur Redynamisierung der Rheinaue

durch verbesserten hydraulischen Anschluss an den Hauptstrom. Dazu sollen Optionen einer Reaktivierung und Neuschaffung von Gewässerverbindungen zwischen dem Hauptgerinne des Rheins und noch vorhandenen Seitenrinnen in der Aue sowie Uferrenaturierungen im Hauptstrom untersucht werden. Im Szenario wurden folgende Veränderungen angenommen:

1. Eine Verbreiterung der Rinnen in der Aue (Vergrößerung der Fließgewässerfläche).
2. Darin Entstehung von Kiesbänken.
3. Umwandlung aller nicht naturnaher Waldbestände (Hybridpappelbestände) in naturnahe Auenwälder (etwa 50 % Weichholzauwald, 50 % Hartholzauwald entsprechend der relativen Geländehöhe – zwischen den in das Gelände extrapolierten Rheinwasserständen bei Mittelwasser und dem 1-jährlichen Hochwasser).
4. Entsteinung des Rheinufers in bestimmten Abschnitten. Dafür wurde ein 20 m breiter rechtsrheinischer Korridor mit Uferfluren (RESI-Typ „Lebensraum an Fließgewässern unterhalb des Mittelwassers“ mit sehr hohem Biotopwert angenommen (s.a. Fischer-Bedtke et al. 2020, Anlage 2, in diesem Buch).

Die Biotoptypen des Ausgangszustandes entstammen einer Vegetationskartierung, die im Rahmen einer Bachelorarbeit im Sommer 2015 durchgeführt wurde (Frietsch 2015). Das Szenario ist ein angenommener Biotopzustand nach Umsetzung umfassender Maßnahmen (Abb. 5b), der an das Leitbild einer dynamisierten Aue dieses Naturraumes angelehnt ist. Die Uferentwicklungsbereiche entstammen den Szenarien einer Dissertationsarbeit (Diaz-Redondo et al. 2018).

Im Status Quo wurden Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Erhaltungszustände verwendet, die dem Managementplan für das FFH-Gebiet 7015-341 „Rheinniederung zwischen Wintersdorf und Karlsruhe“ entnommen wurden. Im Szenario wurden keine Biotoperhaltungszustände verwendet, da der Erhaltungszustand zukünftiger Zustände nicht prognostizierbar ist. Angenommen wurde daher ein mittlerer Erhaltungszustand (B).

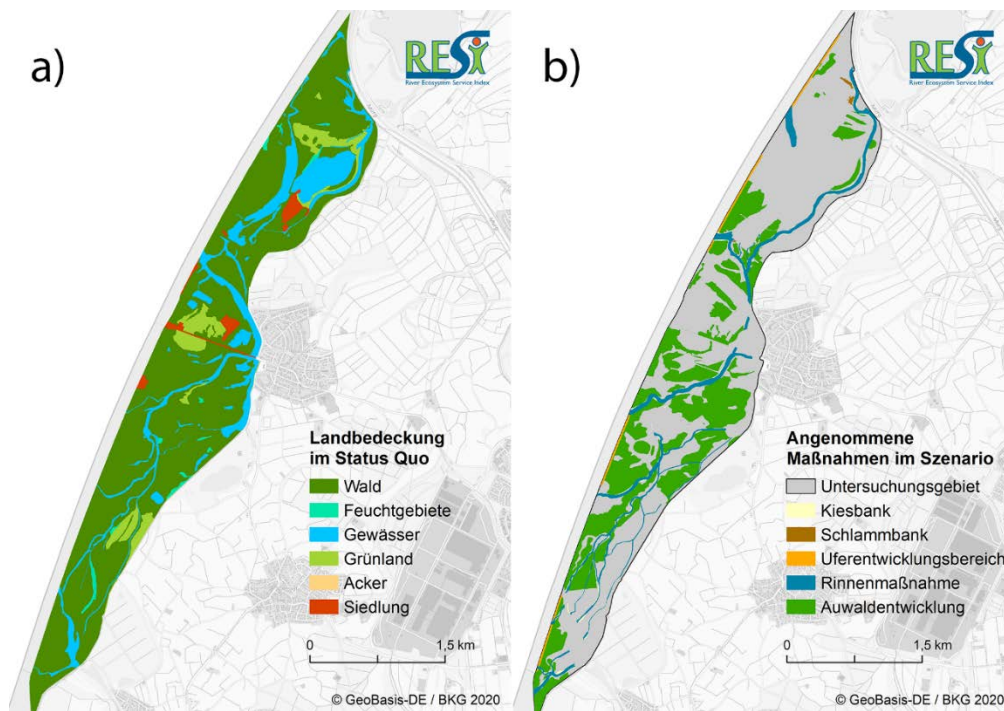


Abb. 5: Aktuelle Landbedeckung (a) und angenommene Maßnahmen im Szenario (b) für die Rastatter Rheinaue

3.3 Ergebnisse ÖSL Habitatbereitstellung

3.3.1 Rastatter Rheinaue – Status Quo

In die Bewertung der Rastatter Rheinaue fließen nur die Bereiche der rezenten Aue mit ein, da die Maßnahmen des Szenarios sich auch nur in dieser auswirken würden. Der durchschnittliche RESI-Habitatwert ist bereits im Ausgangszustand hoch, wird in den mittleren Kompartimenten vor allem durch die großen Pappelforstbestände etwas abgewertet. Im südlichsten Kompartiment liegen ebenfalls fast ausschließlich durch den Einzelparameter „Biotopwert“ schlecht bewertete Pappelforste (Abb. 6a).

3.3.2 Rastatter Rheinaue – Szenario

Das Szenario für die Rastatter Rheinaue verbessert die ohnehin positive Bewertung des Raumes. Durch Rinnenaufweitungen und -anbindungen in der Aue, Rheinuferabsenkungen und Umwandlung der auenuntypischen Pappelbestände in Auwald wird eine für die Habitatbereitstellung optimierte Auenlandschaft wiederhergestellt (Abb. 6b).

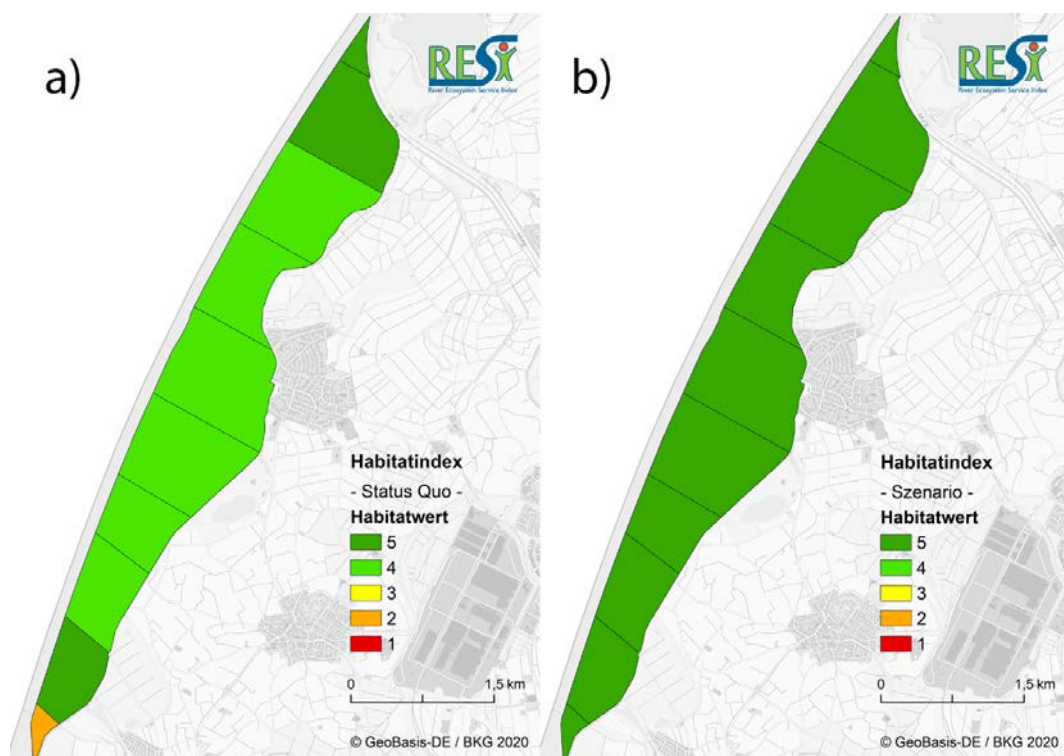


Abb. 6: Rastatter Rheinaue – Habitatwerte für a) Status Quo und b) Szenario

4 Hördter Rheinaue

4.1 Gebietsbeschreibung

Die Hördter Rheinaue liegt linksrheinisch zwischen Karlsruhe und Mannheim/Ludwigshafen. Es handelt sich um einen mehr als 2000 ha großen Altauenbereich, der von einem ausgeprägten Hochufer begrenzt ist. Die Flächen werden landwirtschaftlich und in tiefer liegenden Bereichen

forstwirtschaftlich genutzt (Abb. 7). Aufgrund ihrer Größe und Lage oberstrom des bedeutenden Industriezentrums um Mannheim und Ludwigshafen stehen die Flächen seit Langem in der Diskussion als potenzieller Retentionsraum. Gleichzeitig haben sie hohen naturschutzfachlichen Wert und darüber hinaus erhebliches Entwicklungspotenzial.

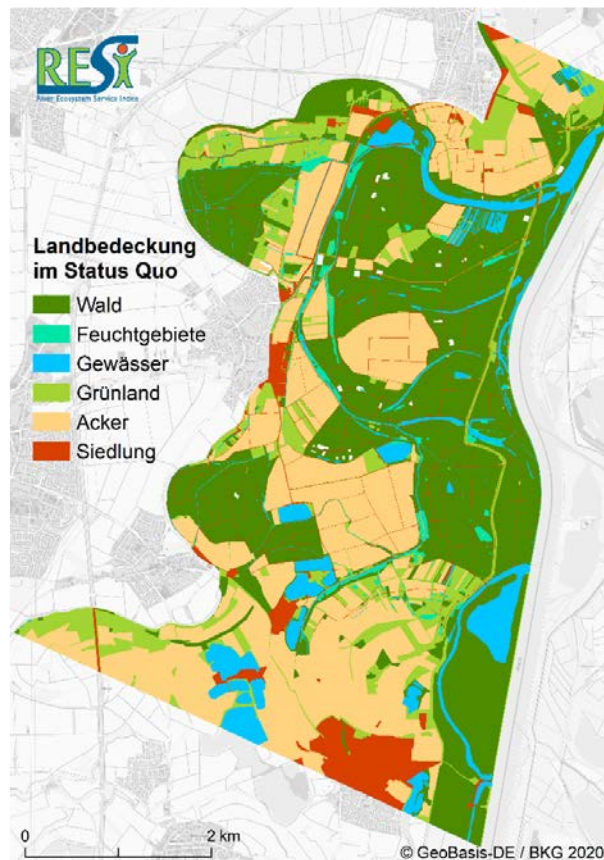


Abb. 7: Aktuelle Landbedeckung in der Hördter Rheinaue

4.2 Szenarien

Im Zentrum verschiedener Optionen für den zukünftigen Hochwasserrückhalt in der Region steht als erstes RESI-Szenario der 860 ha große Extremhochwasserpolder Hördt. Das Vorhaben ist nach langer und schwieriger regionaler Diskussion seit 2015 in der Hochwasserschutzplanung des Landes Rheinland-Pfalz verankert, die Baumaßnahme des neuen Polderdeiches befindet sich in der Planfeststellung. Der Polder umfasst einen überwiegend von Wald, nur zum geringeren Teil von landwirtschaftlichen Flächen bedeckten Teil der Hördter Rheinaue (Altaue). Aufgrund der Planung für den Einsatz bei Hochwassern mit einer Jährlichkeit von > 200 Jahren wird auf technische Einlassbauwerke verzichtet und nur mit Überlaufschwelen im Rheinhauptdamm und einem Entleerungsbauwerk geplant. Anpassungsflutungen sind dreistufig auf bis zu 137 ha der Polderfläche vorgesehen (Abb. 8a).

Als zweites Szenario wird eine Deichrückverlegung unter Nutzung des natürlichen Hochufers untersucht, welche eine deutlich größere Fläche umfasst (ca. 1.780 ha; Abb. 8b). Die Biotoptypen des Ausgangszustandes entstammen einer Vegetationskartierung, welche im Rahmen des Regionalen Raumordnungsverfahrens durchgeführt wurde (Vegetationskarte in SFN 2008). Kleinere Randbereiche wurden mit Daten des LBM-DE 2012 ergänzt, da dort keine genaueren Biotopdaten ver-

fürbar waren. Die Daten der speziellen Biotopkartierung des Landes Rheinland-Pfalz wurden berücksichtigt, sind aber schon in der verwendeten Karte des Raumordnungsverfahrens enthalten.

Wie im Regelwerk Damm et al. (2020, in diesem Buch) beschrieben, werden die Deichflächen des neuen Polders als Grünland und die Altaue wie im Status Quo bewertet.

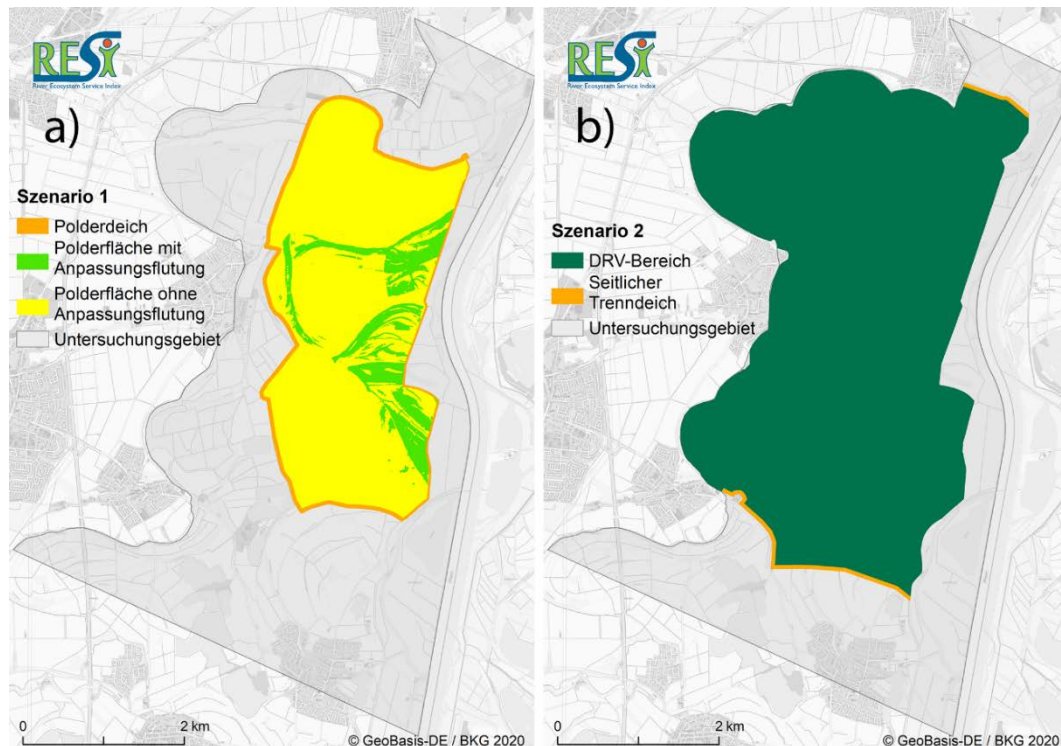


Abb. 8: Hördter Rheinaue – Flächenübersicht zu a) Szenario 1 und b) Szenario 2

Innerhalb der Anpassungsflutungsflächen (Abb. 8a) wird eine Umwandlung der dortigen Waldtypen in Hartholzauwald und Weichholzaue angenommen (je nach Höhenlage: Grenze zwischen MW und HW1). Alle anderen Biotope werden belassen, da eine Überschwemmung alle 200 Jahre keinerlei ökologische Veränderungen in Richtung einer Auenanpassung bewirkt. Die im seltenen Retentionsfall eintretende Schädigung wird mit einem Abschlag von -0,25 beim Biotopwert verrechnet (Poldermalus). Eine Umwandlung von Ackerflächen findet im Szenario nicht statt, da eine fortdauernde landwirtschaftliche Nutzung dieser Flächen geplant ist.

Bei der Berechnung des Szenarios einer großen Deichrückverlegung (Abb. 8b) wurden seitliche Trenndeiche (im Norden und Süden) in den Dimensionen der Polderdeiche konstruiert sowie eine Aufteilung der Ackerflächen in Wald, Grünland und Feuchtgebiet angenommen (entsprechend dem Aufteilungsschlüssel (Damm et al. 2020 in diesem Buch)).

4.3 Ergebnisse ÖSL Habitatbereitstellung

4.3.1 Hördt – Status Quo

Der Status Quo zeigt den von Ausdeichung (= Altauenmalus) und ackerbaulicher Nutzung eingeschränkten Habitatwert in der gesamten Altaue. Lediglich vom Überflutungsregime abgetrennte Waldbereiche der Altauen-Kompartimente können die nördlichen Kompartimente um eine (bis zwei) Klassen aufwerten. Die beiden südlichsten Altauen-Kompartimente sind fast ausschließlich landwirtschaftlich geprägt (Abb. 9a).

4.3.2 Hördt – Szenario

Im Polderszenario 1 ist eine Verbesserung der Habitatbereitstellung speziell in den Bereichen der geplanten Anpassungsflutungen zu erkennen, in denen auch die Umwandlung der Waldbestände in Auwald zur Verbesserung der Habitatbewertung beiträgt. Die Abwertung des zweitnördlichsten Altauen-Kompartiments (rot) ist in der veränderten Fläche begründet (höherer Ackeranteil im kleineren Zuschnitt des Szenarios).

Die Deichrückverlegung beeinflusst die Bewertung der Habitatbereitstellung durch die erwartete Landnutzungsänderung (Damm et al. 2020 in diesem Buch) und den Wegfall des Altauenmalus in den betroffenen Bereichen über die gesamte Fläche sehr stark. Die neue rezente Aue wird so durchgehend mit 4 („gut“) bewertet (s. Abb. 9b). Im Deichrückverlegungsszenario wurden die Forste nicht zu Auwald umgewandelt, wodurch eine Verbesserung auf die Stufe 5 möglich gewesen wäre. D. h., eine noch bessere Habitatbewertung könnte entsprechend durch eine angenommene Entwicklung der großen Laubforstbestände (Biotopwert 3) hin zu Auwäldern erreicht werden (Abb. 9c).

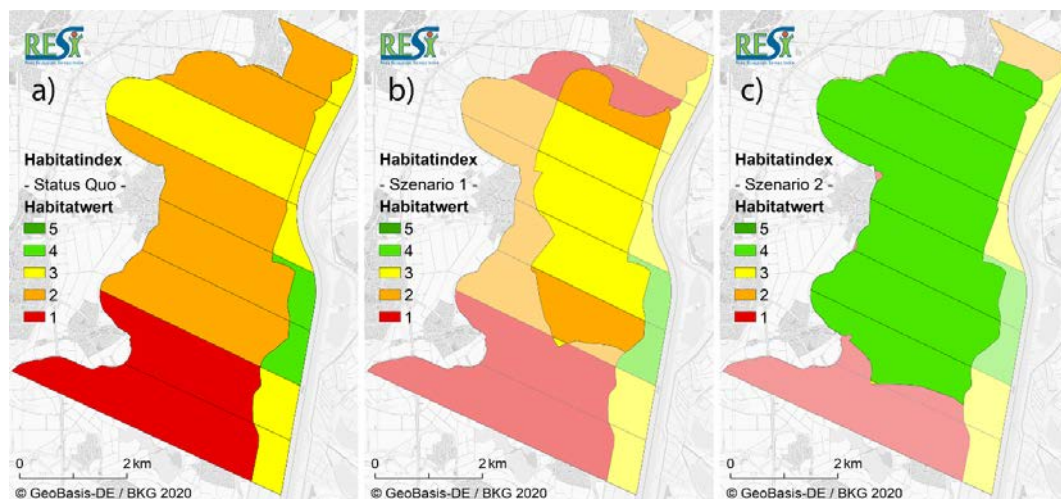


Abb. 9: Hördter Rheinaue – Habitatwerte für a) Status Quo, b) Szenario 1 (Polder) und c) Szenario 2 (Deichrückverlegung)

5 Hessisches Ried

5.1 Gebietsbeschreibung

Der RESI-Untersuchungsraum im Hessischen Ried reicht vom Stockstadt-Erfelder Altrhein (Naturschutzgebiet Kühkopf-Knoblochsau) bis nördlich von Trebur, ca. 3,5 km oberhalb der Main-Mündung, und umfasst im Wesentlichen die morphologische Rheinaue. Die sehr große Altaue des Hessischen Riedes ist weitgehend waldfrei und von intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen geprägt (Abb. 10), wobei große Flächen annähernd frei von Siedlungsbereichen sind und daher schon vor mehr als zwei Jahrzehnten Gegenstand einer Studie im Auftrag des Landes Hessen zur Einrichtung von Fließpoldern waren (Mock et al. 1990). Hierbei wurden verschiedene Flächenvarianten mit jeweils mehreren Tausend Hektar Umfang untersucht, die Grundlage für die hier untersuchten Szenarien sind. Die sehr schmale rezente Aue wird von Sommerdeichen unterteilt, deren Aufgabe ein Szenario (Abb. 11, Szenario 1) darstellt.

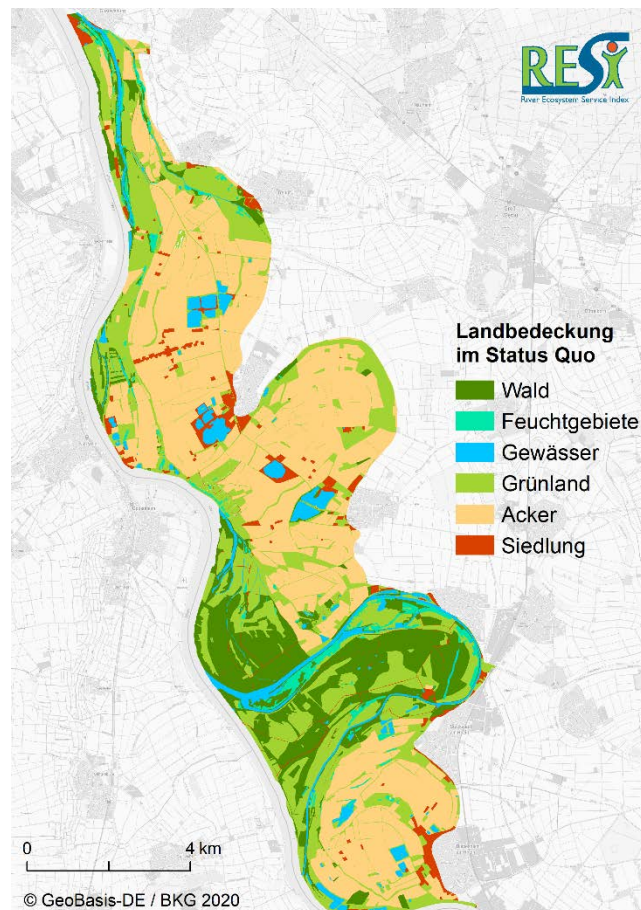


Abb. 10: Aktuelle Landbedeckung im Hessischen Ried

5.2 Szenarien

Im Modellgebiet Hessisches Ried wird der Status Quo mit folgenden Szenarien verglichen (Abb. 11):

1. Aufgabe aller Sommerdeiche. Es erfolgt eine Umwandlung von Ackerland entsprechend dem Umwandlungsschlüssel 1:1:1 (Damm et al. 2020 in diesem Bericht)
2. Deichrückverlegung Leeheim (ca. 400 ha)
3. Fließpolder bis Hessenaue (Leeheim – Geinsheim – südlich Hessenaue) = Variante A (ca. 1740 ha)
4. Fließpolder bis Trebur/Ginsheim (Leeheim – Geinsheim – Hessenaue – Trebur – Astheim – Ginsheim) = Variante B (ca. 3.170 ha)

Die Szenarien bauen aufeinander auf, d. h. sie werden kumulativ in der genannten Reihenfolge und nicht separat betrachtet.

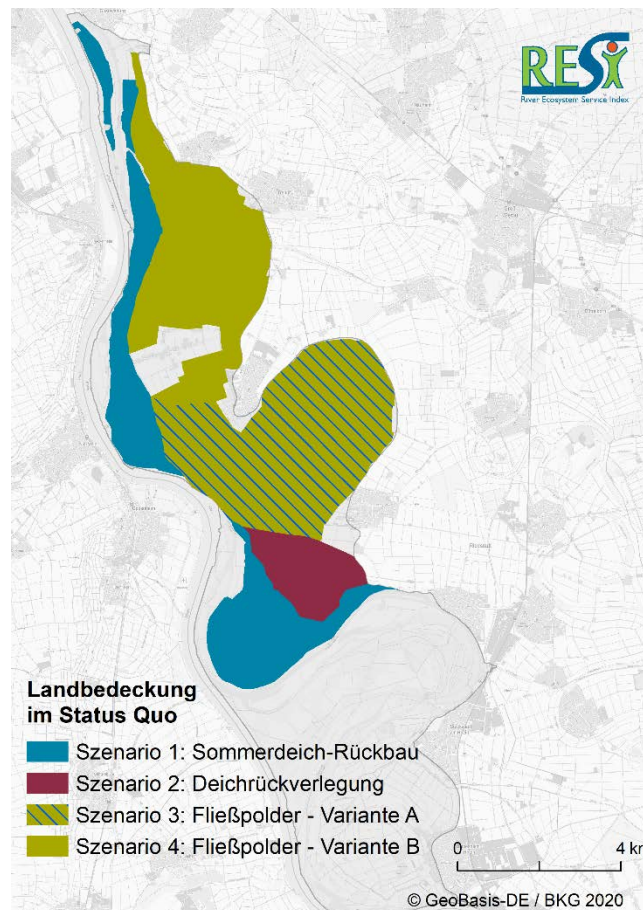


Abb. 11: Szenarienräume im Hessischen Ried

Im Status Quo werden von Sommerdeichen geschützte Bereiche als rezente Aue bewertet (kein Malus für eingeschränktes Überflutungsregime). Im Modellraum Hessisches Ried findet innerhalb der rezenten Aue die Bewertung für die Sommerdeich-Bereiche separat statt.

Ein weiteres hier verwendetes Szenario ist eine schon in der lokalen Diskussion befindliche Deichrückverlegung südlich von Leeheim (ca. 400 ha; Abb. 11, Szenario 2). In der Deichrückverlegungsfläche fällt der Altauenmalus weg, da die Fläche damit zur rezenten Aue wird. Es findet eine Umwandlung von Ackerland in Wald, Grünland und Feuchtgebiete statt (lt. Umwandlungsschlüssel, s. Damm et al. 2020 in diesem Bericht).

Im Fließpolder wird von einer Umwandlung der tiefen Flächen in Grünland ausgegangen. Diese „tiefliegenden Flächen“ wurden als Höhenprojektion ausgehend vom Wasserstand bei einem mittleren Hochwasser in die heutige Altauenfläche ausgespiegelt. Eine hinreichend sinnvolle Abbildung von Rinnenstrukturen ergab sich bei einem Wert zwischen den in das Gelände extrapolierten Rheinwasserständen bei mittlerem Hochwasser und dem 1-jährlichen Hochwasser. Da die Überflutung im Retentionsfall je nach Standort etwa 5 bis 20-jährlich angenommen wird, ist eine Entwicklung überflutungstoleranter Lebensgemeinschaften nur bedingt ausgeprägt – damit wird der Biotopwert der Flächen nur begrenzt verbessert (Biotopwertänderung der naturnahen Biotoptypen im Rinnenbereich um +0,5). Die Jährlichkeit der ausufernden Hochwasser ist am nördlichen Oberrhein niedriger als am südlichen Oberrhein, aber bei entsprechender Gestaltung der Einlaufbauwerke in den Fließpolder höher als die erforderliche Mindestjährlichkeit für eine Auenentwicklung bzw. eine Anpassung der Lebensgemeinschaften an Überflutungsbedingungen. Zudem sind die Hochwasser länger anhaltend. Es verbessert sich zudem z. B. die Funktion der Diasporenausbreitung im Raum durch die Überflutung.

Als Berechnungsgrundlage für die Szenarienbewertung wurden die Biotop- und Komplexgeometrien aus der Hessischen Biotopkartierung (s. Tab. 2), den in das Untersuchungsgebiet fallenden FFH-Gebietsmaßnahmenplänen (RPD 2007; RPD 2009a; RPD 2009b; RPD 2009c; RPD 2009d; RPD 2011a; RPD 2011b; RPD 2014) und der Pilotkartierung der Hessischen Lebensraum- und Biotopkartierung (Berg 2015) zusammengeführt und harmonisiert. Gebietsteile, für die keine genaueren Biotopdaten verfügbar waren, wurden mit Daten des LBM-DE 2012 ergänzt.

5.3 Ergebnisse der ÖSL Habitatbereitstellung

5.3.1 Hessisches Ried – Status Quo

Die größtenteils ackerbaulich genutzten Altauenbereiche erreichen im Status Quo meist schlechte (2) bis sehr schlechte (1) RESI-Habitatwerte. Auch die nur durch Sommerdeiche geschützten (und oft ebenfalls für Ackerbau genutzten) Bereiche fallen gegenüber den übrigen rezenten Auenbereichen in der Bewertung ab (Abb. 12a). Das Naturschutzgebiet Kùhkopf (hellgrün) hebt sich deutlich hervor, wenn auch die landwirtschaftliche Nutzung eine Einstufung in die Klasse 5 verhindert.

5.3.2 Hessisches Ried – Szenario

Die Aufgabe der Sommerdeiche in der rezenten Aue führt in Szenario 1 zu erkennbaren Aufwertungen der wieder komplett an die rezente Aue angeschlossenen Bereiche um bis zu zwei Klassen durch die angenommenen Landnutzungsänderungen (Abb. 12b).

In Szenario 2 kommt zu den wiederangeschlossenen Sommerdeichbereichen auch eine größere Deichrückverlegung im Zentrum des Gebietes hinzu, die durch Landnutzungsänderung und Wiederanbindung an die rezente Aue eine entsprechend hohe Aufwertung des Habitatindex erfährt (Abb. 12c).

Die Poldervariante A in Szenario 3 beeinflusst die Habitatbereitstellung positiv, indem die tiefliegenden Ackerbereiche in höherwertiges Grünland umgewandelt werden. Diese tiefliegenden Bereiche werden häufiger geflutet und erhalten dafür auf Biotopenebene einen Überflutungsbonus von 0,5. Die übrigen Bereiche werden entsprechend der in Damm et al. 2020 (in diesem Buch) beschriebenen Regeln mit einem Poldermalus belegt. Insgesamt kommt es zu einer leichten Aufwertung des Habitatwertes um eine Klasse (Abb. 12d).

Die erweiterte Poldervariante B in Szenario 4 wird entsprechend der vorigen Lösung bewertet, der Habitatwert steigt meist um 2 Klassen. Die Verbesserungen des Habitatwertes wirken sich hier nur in breiten Fluss-Auen-Segmenten aus, da in den nördlichen, schmälere Segmenten keine Biotoptypveränderungen (kein Acker in tiefliegenden Flächen) angenommen wurden (Abb. 12e).

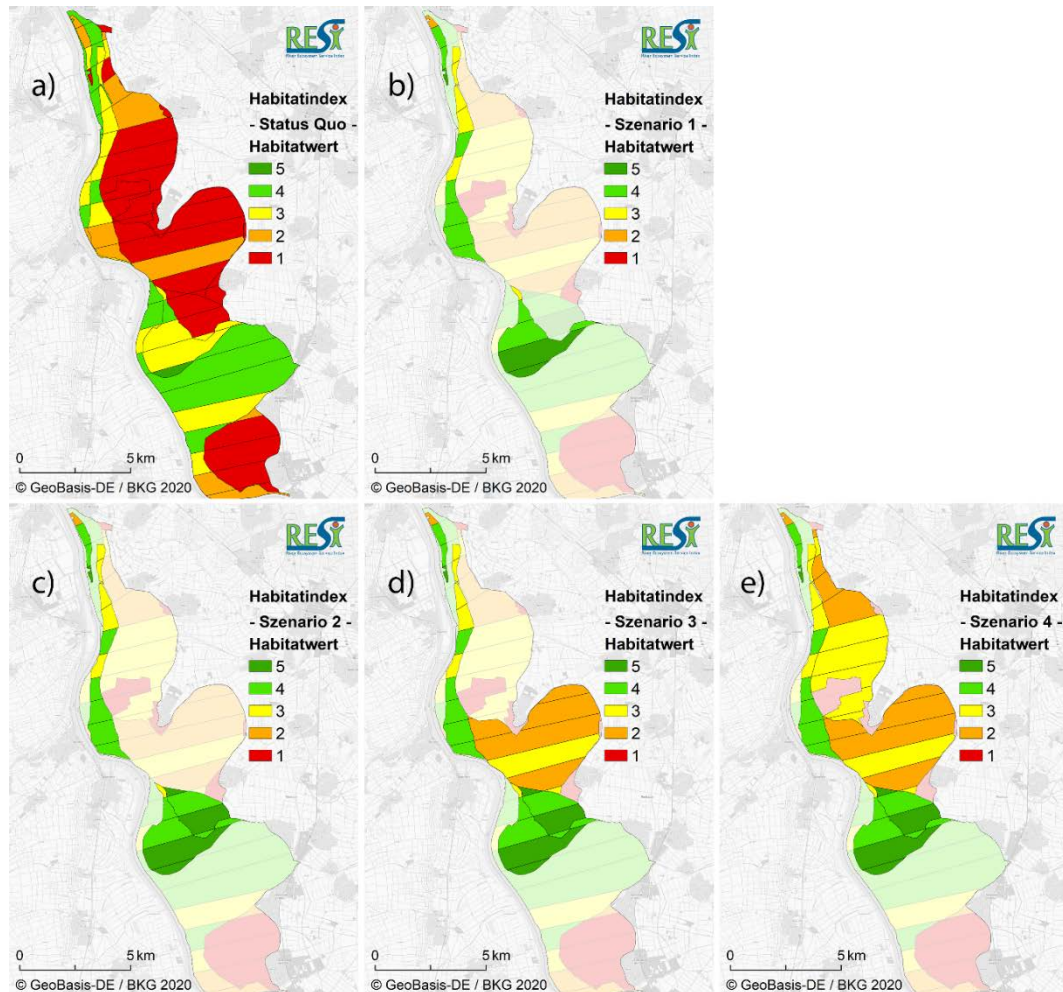


Abb. 12: Hessisches Ried - Habitatwerte für a) Status Quo, b) Szenario 1 (Sommerdeich-Rückbau), c) Szenario 2 (Deichrückverlegung Leeheim), d) Szenario 3 (Fließpolder Variante A) und e) Szenario 4 (Fließpolder Variante B)

6 Diskussion/Fazit

Die Anwendung des RESI-Habitatindex für die Modellgebiete am Oberrhein belegt die Sensitivität dieses Teilindexes für die betrachteten Maßnahmen. Die Flächenveränderungen der rezenten Auen werden ebenso deutlich abgebildet wie die Änderungen der Landnutzung, gleich ob diese angenommen wurden oder tatsächlich stattgefunden haben. Der Faktor Rückstau im Hauptstrom kam nur im Beispiel Altenheim zum Tragen, wurde aber durch die betrachteten Maßnahmen nicht verändert. Deutlich wird auch, dass bei verändertem Raumbezug durch Veränderungen der Auenengrenzen (z. B. Polderbau oder Deichrückverlegung) der jeweils veränderte Bewertungsraum bei der Interpretation zu berücksichtigen ist.

7 Datengrundlagen

Die genutzten Datengrundlagen sind der Tabelle 2 zu entnehmen

Tab. 2: Datengrundlagen im Projektraum Oberrhein

Vorhandene Daten	Stand	Quelle
LBM DE-2012	2012	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands	2017	Finck et al. (2017)
Berichte zum Integrierten Rheinprogramm Band 3	1998	Regierungspräsidium Freiburg
Geodaten zu Anpassungsflutungen im Polder Altenheim	2017	Regierungspräsidium Freiburg
Biotoptypenkartierung im NSG Rastatter Rheinaue	2015	Frietsch (2015)
FFH-Erhaltungszustände aus dem Managementplan für das FFH-Gebiet 7015-341 „Rheinniederung zwischen Wintersdorf und Karlsruhe“	2017	Regierungspräsidium Karlsruhe
Biotoptypenschlüssel Rheinland Pfalz		Landesamt für Umwelt (LfU) Rheinland-Pfalz
Spezielle Biotopkartierung des Landes Rheinland-Pfalz	20.05.2016	Webserver LfU Rheinland-Pfalz
Vegetationskartierung Polder Hördt	2008	SFN (2008)
Gutachten zur Nutzung des Hessischen Riedes für Fliesspolder	1990	Mock et al. (1990)
Biotop- und Komplexgeometrien der Hessischen Biotopkartierung (Selektive Biotopkartierung des Landes Hessen, Webserver natureg.hessen.de)	1992-2006; Zugriff 10.05.2016	Hessen-Forst, Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA), Gießen
Grundlagenkartierungen FFH-Managementpläne Hessisches Ried	2007-2014	Regierungspräsidium Darmstadt

8 Literatur

- Becker, G., Huitema, D. & Aerts, J. C. J. H. (2015). Prescriptions for adaptive comanagement: the case of flood management in the German Rhine basin. – *Ecology and Society* 20(3). 1
- Berg, T. (2015): Landesweite Artenhilfskonzepte für bedrohte Arten der FFH-Richtlinie in Hessen. - In: Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) & Hessen-Forst Servicezentrum Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA) (Hrsg.): Atlas der Fische Hessens - Verbreitung der Rundmäuler, Fische, Krebse und Muscheln. FENA Wissen 2: 416-421, Gießen, Wiesbaden.
- Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & Mehl, D. (2009): Flussauen in Deutschland - Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 87, 244 S.
- Damm, C., Gerstner, L., Fischer-Bedtke, C., Francis, F., Gelhaus, M., Rumm, A., Stammel, B. & Scholz, M. (2020): Regelwerk für Maßnahmen in den Modellgebieten für den Habitatindex. In diesem Buch.
- Díaz-Redondo, M., Egger, G., Marchamalo, M., Damm, C., de Oliveiera, R. & Schmitt, L. (2018): Targeting lateral connectivity and morphodynamics in a large river-floodplain system: The upper Rhine River. – *River Research and Applications* 34: 734-744.
- Finck, P., Heinze, S., Raths, U., Riecken, U. & Ssymank, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Dritte Fortgeschriebene Fassung 2017. – Münster (Landwirtschaftsverlag). – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* Heft 156, 637 S.
- Frietsch, J. (2015): Biotopkartierung des Naturschutzgebietes Rastatter Rheinaue unter Berücksichtigung von Sukzessionsphasen und Standorteigenschaften zur Evaluation naturnaher Lebensräume. Bachelorarbeit. KIT-Institut für Geographie und Geoökologie-Aueninstitut.
- Gallusser, W. A., Schenker, A., Schindler-Weckesser, R. & Dillmann, E. (Éd.). (1992): Die Auen am Oberrhein: Ausmaß und Perspektiven des Landschaftswandels am südlichen und mittleren Oberrhein seit 1800. Birkhäuser (Basel , Boston), 192 S.
- HSK (Hochwasserstudienkommission) (1978): Schlussbericht der Hochwasserstudienkommission für den Rhein / Rapport Final de la Commission d'Etude des Crues du Rhin. Schlussbericht Teil 1, 59 S.
- Kremer, B. P. (2010): Der Rhein. Von den Alpen bis zur Nordsee. Mercator (Duisburg), 256 S.
- Mock, F.J., Mürb, R. & Dister, E. (1990) Hochwasserschutz am Rhein durch Auen-Renaturierung. Unveröffentlichtes Gutachten Ingenieurbüro Golüke GmbH im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt und Reaktorsicherheit.
- Pfarr, U. (2014): Erfahrungen mit ökologischen Flutungen der Polder Altenheim - Umweltvertraglicher Hochwasserschutz im Integrierten Rheinprogramm. – *Auenmagazin* 6/2014: 9-13.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2007): Maßnahmenplan für das FFH-Gebiet 6016-305 „Grünland im Bereich der Herrenwiese nordwestlich von Astheim“.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2009a): Maßnahmenplan für das FFH-Gebiet 6016-303 „Riedloch von Trebur mit angrenzender Fläche“.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2009b): Maßnahmenplan für das FFH-Gebiet 6116-301 „Riedwiesen von Wächterstadt“.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2009c): Maßnahmenplan für das FFH-Gebiet 6116-302 „Bruderlöcher“.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2009d): Maßnahmenplan für das FFH-Gebiet 6116-303 „Großer Goldgrund bei Hessenaue“.

- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2011a): Maßnahmenplan für das FFH/VIS-Gebiet „Mainmündung/ Ginsheimer Altrhein“ mit Teilraum des FFH-Gebietes „Riedloch von Trebur mit angrenzender Fläche“.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2011b): Maßnahmenplan für das FFH/VIS-Gebiet 6116-350/ 6116-450 „Kühkopf-Knoblochsau“.
- RPD (Regierungspräsidium Darmstadt) (2014): Bewirtschaftungsplan für das FFH-Gebiet 6116-351 „Riedsee westlich Leeheim“ mit Teilraum des VIS-Gebietes 6116-450 „Hessisches Ried mit Kühkopf-Knoblochsau“.
- RPK (Regierungspräsidium Karlsruhe) (1991): Materialien zum Integrierten Rheinprogramm. Band 3, Heft 2 Anlage IV.8.
- SFN (Spang. Fischer. Natzschka. GmbH) (2008): Einbeziehung der Hördter Rheinaue als Reserverraum für Extremhochwasser in das Hochwasserschutzkonzept des Landes Rheinland-Pfalz. Faunistische und vegetationskundliche Bestandserfassungen. Auftraggeber: SGD Süd, Neustadt a. d. Weinstraße. Walldorf, 314 S.