

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., FOCKLER, 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., FOCKLER, 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., FOCKLER, 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., FOCKLER, 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., FOCKLER, 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., FOCKLER, 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. FOCKLER	

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

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

FISCHER-BEDTKE, C., IWANOWSKI, J., PODSCHUN, S. A., BECKER, A., FISCHER, H., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., HORNING, 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

Inhaltsverzeichnis

1	Modellregion	295
1.1	Bezugszustand	295
1.2	Szenario	295
2	Systematik und Vorgehen	296
3	Versorgende ÖSL	298
3.1	ÖSL Kulturpflanzen/landwirtschaftliches Ertragspotenzial	298
3.1.1	Bezugszustand.....	298
3.1.2	Szenario.....	298
3.2	Pflanzliche Biomasse.....	300
3.2.1	Bezugszustand.....	300
3.2.2	Szenario.....	300
3.3	Fazit für ÖSL Kulturpflanzen und Pflanzliche Biomasse	302
4	Regulative ÖSL.....	302
4.1	ÖSL Habitatbereitstellung.....	302
4.1.1	Bezugszustand.....	302
4.1.2	Szenario.....	302
4.1.3	Fazit	304
4.2	ÖSL Hochwasserregulation	304
4.2.1	Bezugszustand.....	304
4.2.2	Szenario.....	305
4.2.3	Fazit	305
4.3	ÖSL Niedrigwasserregulation.....	307
4.3.1	Bezugszustand.....	307
4.3.2	Szenario.....	307
4.3.3	Fazit	307
4.4	ÖSL Sedimentregulation	309

Ergebnisse: Gewässerentwicklungsflächen an der Nahe

4.4.1	Bezugszustand.....	309
4.4.1	Szenario.....	309
4.4.2	Fazit	309
4.5	ÖSL Bodenbildung.....	311
4.5.1	Bezugszustand.....	311
4.5.2	Szenario.....	311
4.5.3	Fazit	311
4.6	ÖSL Kühlwirkung.....	313
4.6.1	Bezugszustand.....	313
4.6.2	Szenario.....	313
4.6.3	Fazit	313
4.7	ÖSL Stickstoffretention (N-Retention).....	315
4.7.1	Bezugszustand.....	315
4.7.2	Szenario.....	315
4.8	ÖSL Phosphorretention (P-Retention)	317
4.8.1	Bezugszustand.....	317
4.8.2	Szenario.....	317
4.8.3	Fazit N- und P-Retention.....	319
5	Kulturelle ÖSL.....	319
5.1	ÖSL Landschaftsbild	319
5.2	ÖSL Natur- und Kulturerbe.....	319
5.3	ÖSL Unspezifische Interaktion mit der Flusslandschaft.....	321
5.4	ÖSL wasserbezogene Aktivitäten.....	321
6	Synthese	322
7	Literaturverzeichnis.....	324

1 Modellregion

1.1 Bezugszustand

Das Nahe-Einzugsgebiet hat eine Fläche von rund 4.065 km² mit etwa 635.000 Einwohnern. Siedlungsschwerpunkte sind die Bereiche Kaiserslautern, Bad Kreuznach, Idar-Oberstein und Kirn. Der Untersuchungsraum von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung hat eine ca. 60 km lange Fließstrecke. Die Fläche der betrachteten rezenten Aue beträgt 9,9 km², die der Altaue 14,9 km² (Brunotte et al. 2009) (Abb. 1). Die Nahe entspringt im Westen in der Nähe des Bostalsees im Saarland und mündet nach etwa 120 km Flusslänge bei Bingen in Rheinland-Pfalz in den Rhein. Laut Koenzen (2005) handelt es sich bei der Nahe um einen gefällereichen Fluss des Deckgebirges. Die in den 1970ern über weite Strecken stattgefundenen Ausbaumaßnahmen führten zu einem begradigten Flusslauf (kanalartig).

Das Einzugsgebiet der Nahe ist geprägt von ackerbaulicher Nutzung, teilweise mit größeren Anteilen an Grünland und Weinbau. Die rezente Aue des Untersuchungsgebietes besteht zu 46 % aus Acker-, Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen, 50 % werden als Grünland bewirtschaftet, nur 4 % sind Wälder. Die Nutzungsverhältnisse der Altaue weisen mit knapp 74 % einen deutlich höheren Anteil an Acker-, Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen auf (LBM DE 2012).

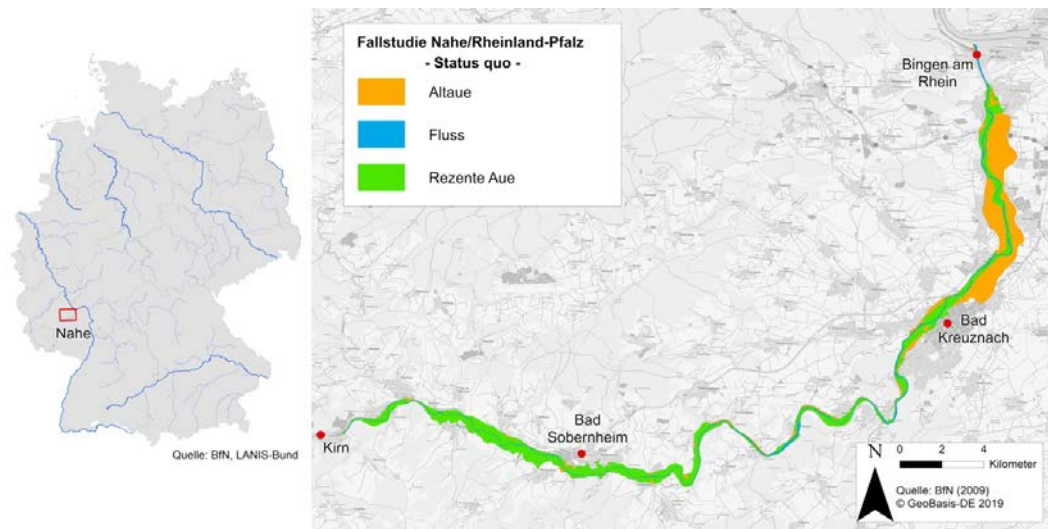


Abb. 1: Übersicht der Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen mit Lage in Deutschland (links) und Fluss-Auen-Kompartimente (rechts), orange = Altaue, blau = Fluss und grün = rezente Aue.

1.2 Szenario

Die typspezifischen Gewässerentwicklungsflächen (GEF) des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz geben potentielle Räume an, um gemäß der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ökologisch funktionsfähige Gewässer auch in der Kulturlandschaft zu integrieren und zu entwickeln. Die rezente Aue wird in den potentiellen Räumen erweitert und Veränderungen in der Landnutzung werden durch die Renaturierungsmaßnahmen angenommen (Abb. 2). Dabei wird im Szenario die potenzielle natürliche Vegetation (pnV) angenommen, wobei Restriktionsflächen (Siedlungs- und Verkehrsflächen) unberührt bleiben. Die pnV wurde aus dem Auenleitbild von Koenzen (2005) abgeleitet (Gewässer = 10 %, Röhricht = 10 %, Niederungswald = 50 %, Hochwald = 22 %, offen = 2 %). Bei dieser Methodik ist zu bedenken, dass wir eine Situation circa 5-10 Jahre nach Maßnahmenumsetzung analysieren, da sich die pnV nach Maßnahmenumsetzung nicht sofort einstellt (Fehlen von Altersstruktur der Gehölze sowie Totholz im Fluss / am Ufer).

Den neuen Landnutzungsflächen wurden entsprechend der CORINE Land Cover (CLC) Nomenklatur Nutzungscode zugeordnet.

Die Flächen der Altaue im Bezugszustand, die im Szenario in den GEF liegen, wurden als neue rezente Aue für das Szenario zugewiesen, da diese Flächen potentiell durch Verbesserungen der hydromorphologischen Bedingungen wieder reaktiviert werden könnten. Die Fläche der rezenten Aue vergrößert sich somit im Szenario von 14,9 km² auf 16,8 km².

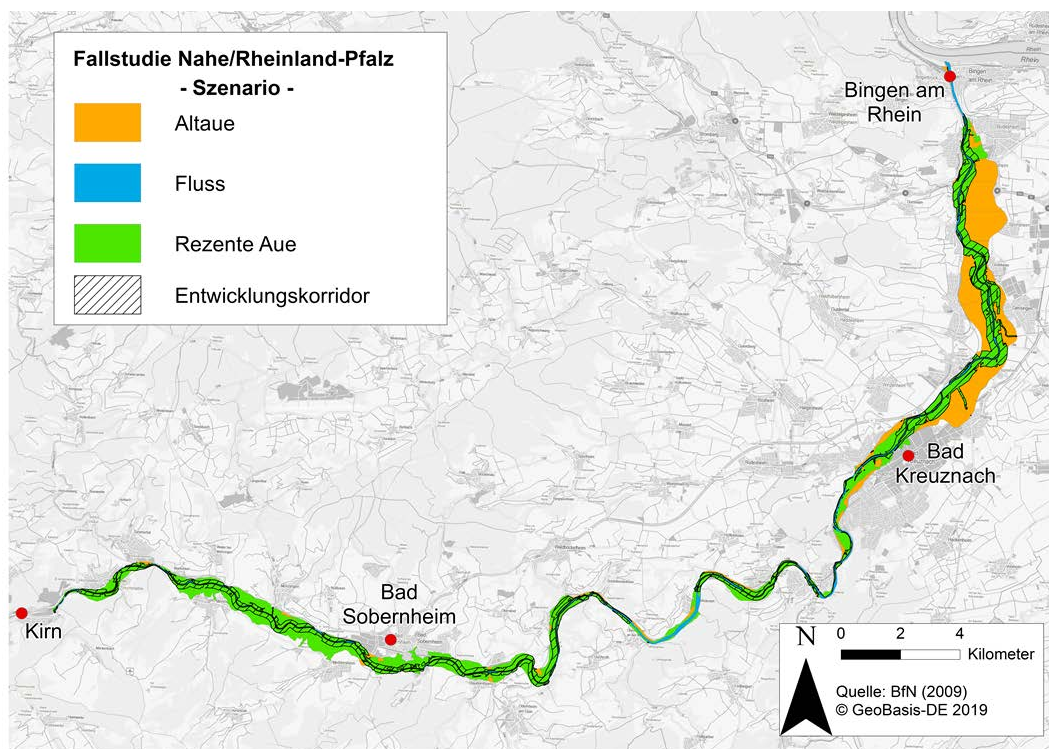


Abb. 2: Szenario der Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen. Schwarz schraffiert = typspezifische Gewässerentwicklungsflächen (GEF) vom Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, orange = Altaue, blau = Fluss und grün = rezente Aue.

2 Systematik und Vorgehen

Für die Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen wurden insgesamt 15 verschiedene Ökosystemleistungen (ÖSL) betrachtet, die zu den drei Hauptgruppen der versorgenden, regulierenden und kulturellen ÖSL zusammengefasst werden können. Die entsprechenden Referenzen für die Berechnungen der einzelnen ÖSL sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Der Bezugszustand der Modellregion liegt für die versorgenden ÖSL Kulturpflanzen, Pflanzliche Biomasse vor sowie für die regulativen ÖSL Habitatbereitstellung, Hochwasserregulation, Niedrigwasserregulation, Sedimentregulation, Bodenbildung, Kühlwirkung, Stickstoffretention und Phosphorretention, und für die kulturellen ÖSL Landschaftsbild, unspezifische Interaktion, Natur- und Kulturerbe und wasserbezogene Aktivitäten. Für das Szenario 1 wurden soweit möglich die Veränderungen für die Planungszustände des Szenarios für die ÖSL quantitativ berechnet. Für alle kulturellen ÖSL war die Datengrundlage für die Szenarios für eine Berechnung nicht ausreichend. Hier wurde ein qualitativer Ansatz gewählt, d. h. eine schriftliche Ausföhrung zu den zu erwartenden Änderungen gemacht.

Für die versorgenden und die kulturellen ÖSL sowie die regulativen ÖSL Habitatbereitstellung, Stickstoffretention und Phosphorretention liegen die ÖSL auf der Ebene der Fluss-Auen-Kompartimente vor. Für die regulativen ÖSL Bodenbildung, Sedimentregulation, Niedrigwasserregulation, Hochwasserregulation und Kühlwirkung erfolgte die ÖSL Bewertung, aufgrund der großflächigeren Funktionszusammenhänge und Eingangsdaten, auf der Ebene der Fluss-Auen-Segmente (Tab. 1). Für die Synthese zum Gesamt RESI wurden über flächengewichtete Mittelwerte alle ÖSL auf Fluss-Auen-Segmentebene zusammengeführt, was eine integrierende Darstellung ermöglicht. Hier sollte man jedoch beachten, dass detailliertere Informationen durch Mittelwertbildung verloren gehen. Grundsätzlich empfiehlt sich eher die Berechnung auf Fluss-Auen-Kompartimentebene, um eine möglichst genaue Aussage zu den Ausprägungen vorliegen zu haben. Vor allem für konkrete Maßnahmen wie z. B. die Vergrößerung der rezenten Aue ist die Trennung nach rezenter Aue und Altaue für eine Bewertung notwendig, um lokale Änderungen nachvollziehen zu können.

Tab. 1: Übersicht der betrachteten ÖSL, deren Raumbezug sowie Referenz in diesem Buch.

ÖSL	Raumbezug	Ansatz	Referenz in diesem Buch
Regulative ÖSL			
Habitatbereitstellung	Rezente Aue, Altaue	lokal	Fischer-Bedtke et al. 2020
Hochwasserregulation	Morphologische Aue	bundesweit	Mehl et al. 2020
Niedrigwasserregulation	Fluss	bundesweit	Mehl et al. 2020
Sedimentregulation	Fluss	bundesweit	Mehl et al. 2020
Bodenbildung	Morphologische Aue	bundesweit	Mehl et al. 2020
Kühlwirkung	Morphologische Aue	lokal	Mehl et al. 2020
Stickstoffretention	Rezente Aue, Fluss	bundesweit	Ritz et al. 2020
Phosphorretention	Rezente Aue, Fluss	bundesweit	Ritz et al. 2020
Kulturelle ÖSL			
Landschaftsbild	Morphologische Aue	bundesweit	Thiele et al. 2020
Unspezifische Interaktion	Morphologische Aue	bundesweit	Thiele et al. 2020
Natur- und Kulturerbe	Morphologische Aue	bundesweit	Thiele et al. 2020
Wasserbezogene Aktivitäten	Morphologische Aue	bundesweit	Thiele et al. 2020
Versorgende ÖSL			
Kulturpflanzen	Rezente Aue, Altaue		Dehnhardt et al. 2020
Pflanzliche Biomasse	Rezente Aue, Altaue		Dehnhardt et al. 2020

3 Versorgende ÖSL

3.1 ÖSL Kulturpflanzen / landwirtschaftliches Ertragspotenzial

3.1.1 Bezugszustand

Insgesamt deutet das Ergebnis auf eine hohe Bodenfruchtbarkeit bzw. gute Standorteignung in den Auen des Nahe-Abschnitts hin. Nur der Bereich um Bad Kreuznach (schmale Auenbereiche) scheint für eine landwirtschaftliche Nutzung weniger geeignet zu sein (Abb. 3).

Dieses hohe Potenzial wird derzeit jedoch nur zu einem Teil landwirtschaftlich genutzt. Die Indices für die Produktion auf Acker- und Grünlandflächen sind tendenziell deutlich niedriger, da der Anteil der jeweiligen Landnutzung meist in der rezenten Aue sehr gering ist. Der Ackerbau spielt besonders in der breiteren Altaue eine Rolle. Die schmalen Bereiche der morphologischen Aue sind durch das enge Talprofil auch öfter von Überschwemmungen betroffen, weshalb hier auch kaum Ackerbau betrieben wird (Abb. 3).

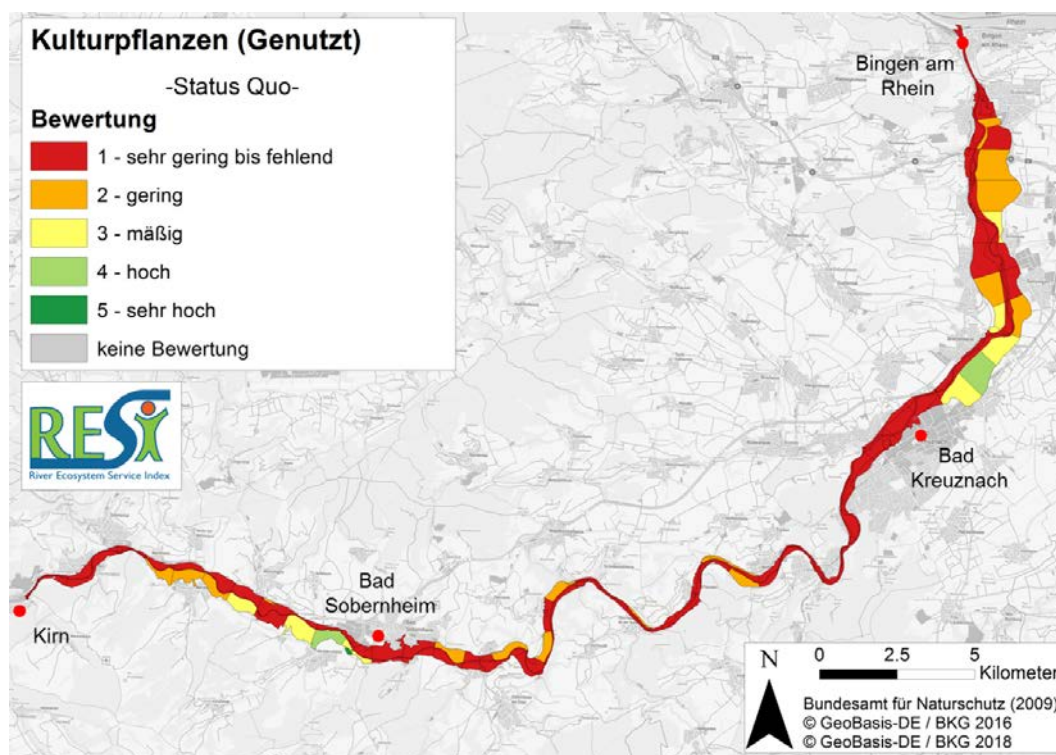


Abb. 3: Bewertung der ÖSL Kulturpflanzen (genutzt) auf Auen-Kompartimentebene der Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

3.1.2 Szenario

Der Index für die Kulturpflanzen (Ackerbau) verschlechtert sich in einigen Kompartimenten (wie zu erwarten war) um eine Stufe (Abb. 4 und 5). In einzelnen Kompartimenten kommt es jedoch entgegen der Erwartungen zu einer Erhöhung. (Abb. 5).

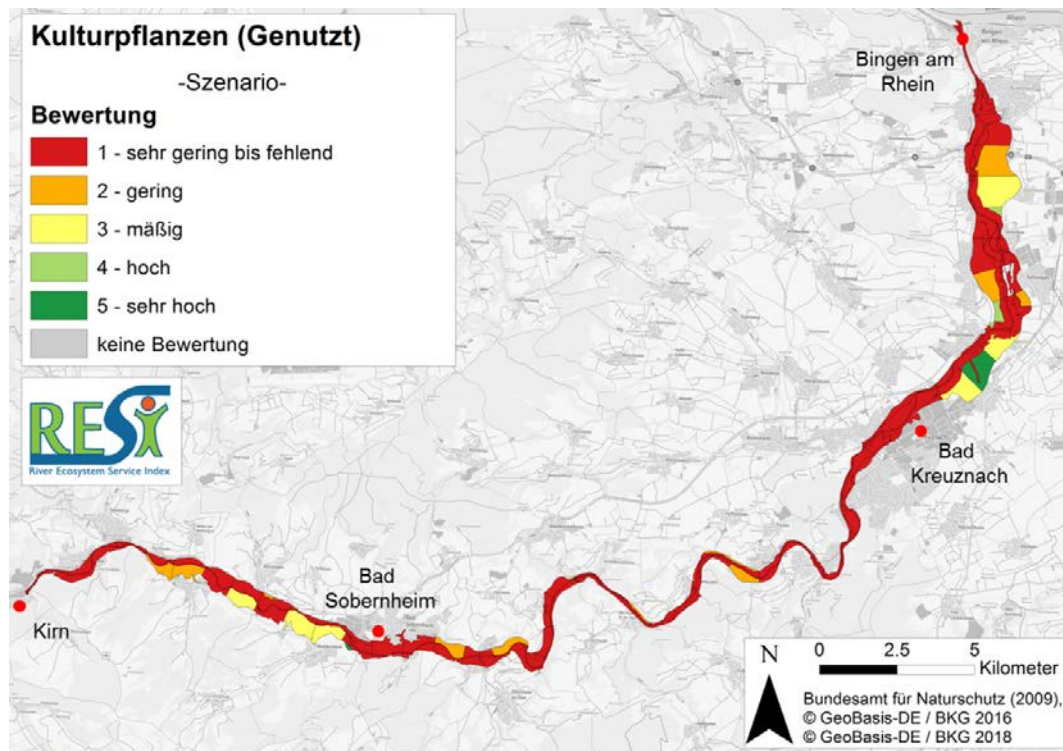


Abb. 4: Bewertung der ÖSL Kulturpflanzen (genutzt) auf Auen-Kompartimentebene der Modellregion Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016 für das Szenario.

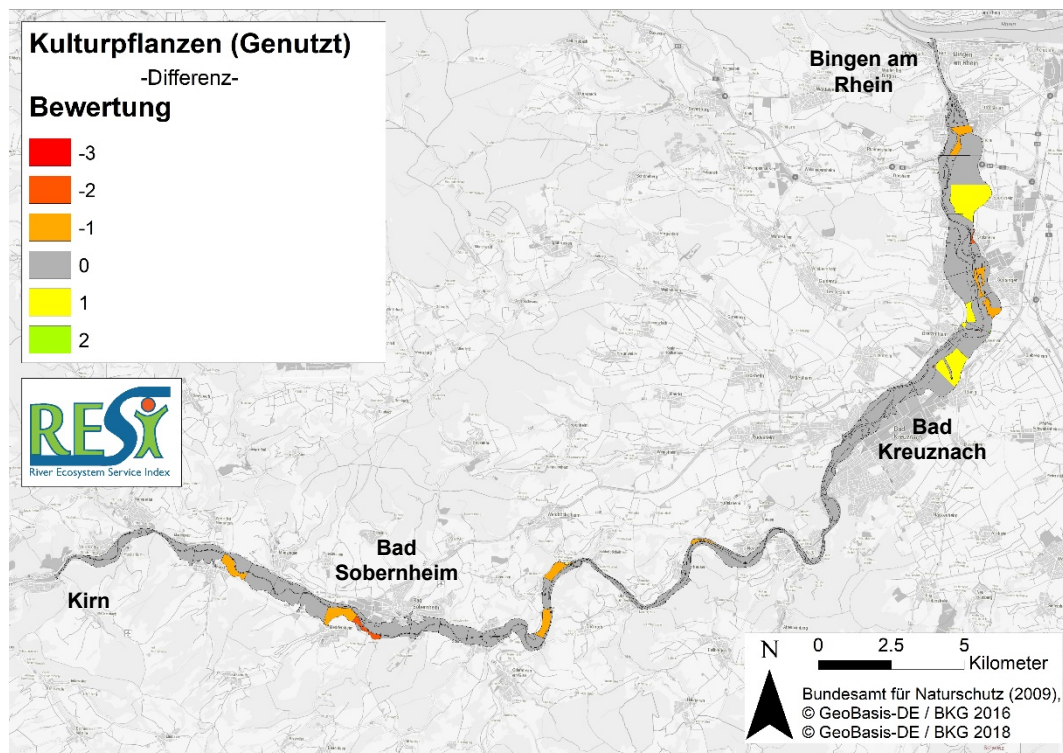


Abb. 5: Differenz zwischen Szenario und Bezugszustand auf Auen-Kompartimentebene. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Kulturpflanzen des Bezugszustands für das jeweilige Kompartiment aufgewertet wird.

3.2 Pflanzliche Biomasse

3.2.1 Bezugszustand

In den schmalen Auenbereichen und in der rezenten Aue ist der Anteil der Grünlandnutzung höher, was auch mit den geringeren Schadenskosten im Überflutungsfall im Vergleich zum Ackerbau zusammenhängen dürfte (Abb. 6). Insgesamt jedoch sind die Anteile der landwirtschaftlichen Nutzflächen an den Kompartimentflächen gering, was auch bei guter Standorteignung zu Indices von 1 oder 2 führt.

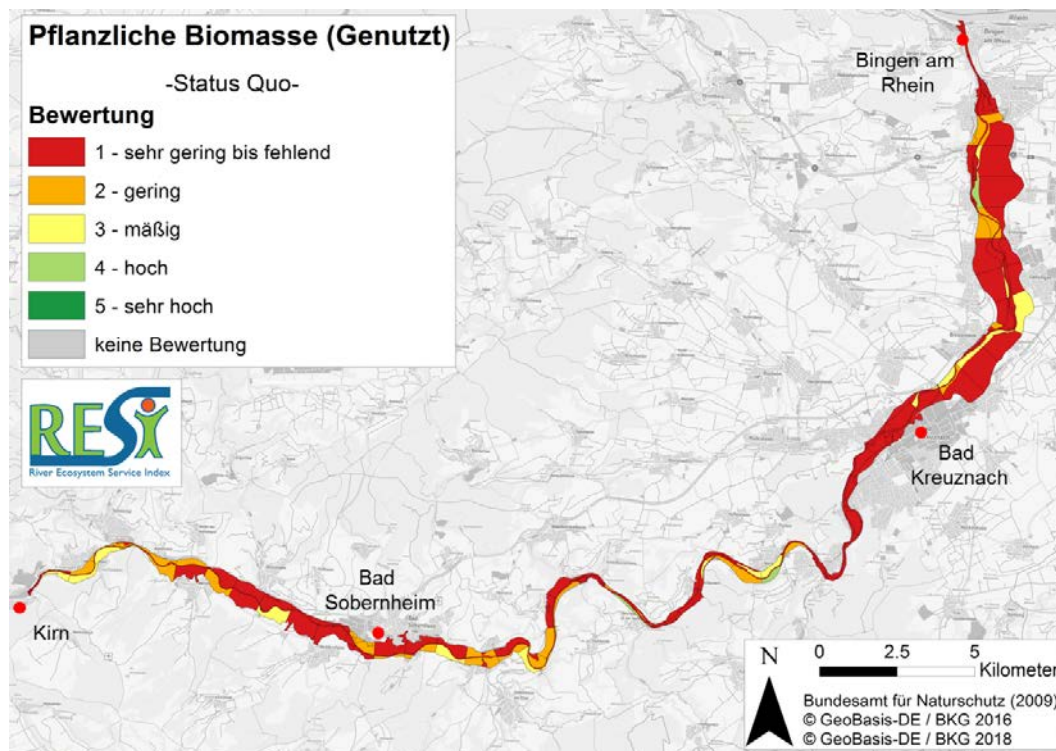


Abb. 6: Bewertung der ÖSL Pflanzliche Biomasse (genutzt) auf Auen-Kompartimente Ebene der Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

3.2.2 Szenario

Der Index für die Pflanzliche Biomasse verschlechtert sich in einigen Kompartimenten. Eine Verschlechterung erfolgt vor allem im Bereich des Gewässerentwicklungstreifens, durch die Umwidmung von intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen (überwiegend Acker) und Grasland in Feuchtlebensräume, Auengewässer und Auwald. Nur in wenigen Bereichen der Altaue wird die ÖSL pflanzliche Biomasse mit mäßig und gering bewertet, alle anderen Bereiche mit sehr gering (Abb. 7 und 8).

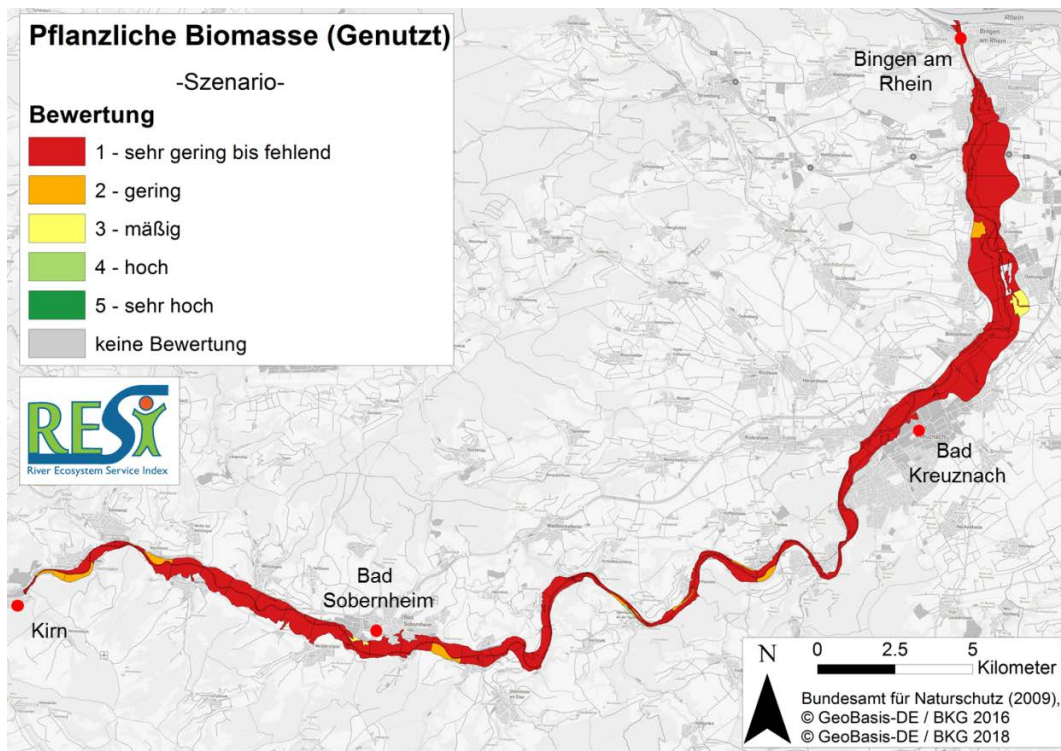


Abb. 7: Bewertung der ÖSL Pflanzliche Biomasse (genutzt) auf Auen-Kompartimentebene der Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

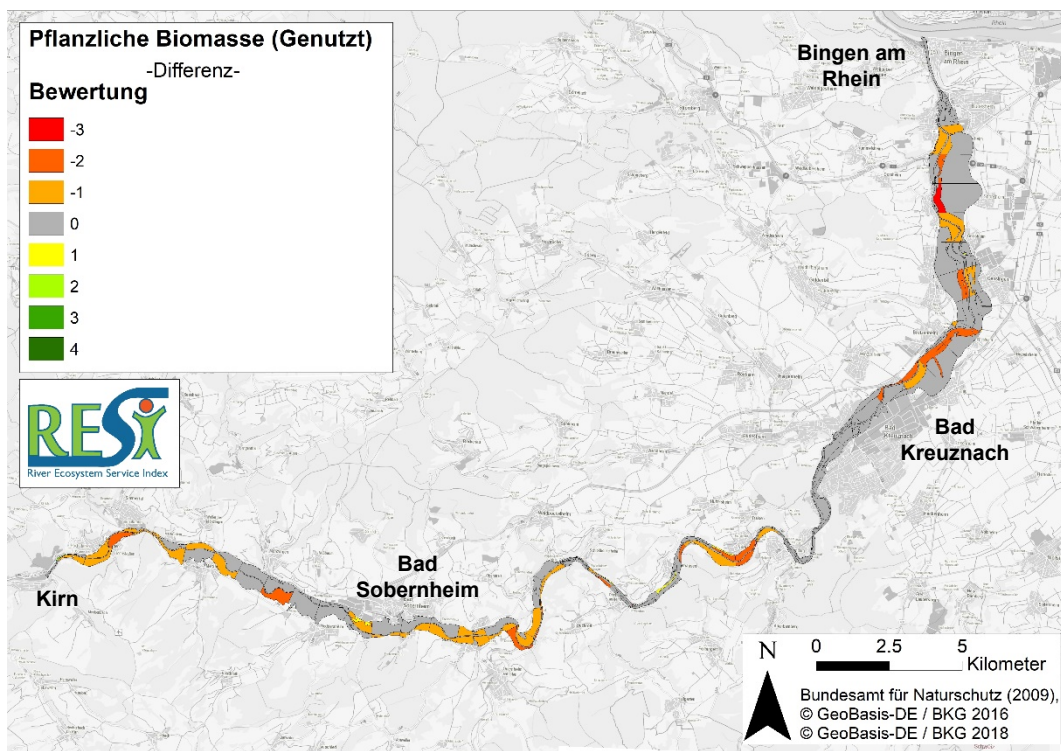


Abb. 8: Differenz zwischen Szenario und Bezugszustand auf Auen-Kompartimentebene. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Kulturpflanzen des Bezugszustands für das jeweilige Kompartiment aufgewertet wird.

3.3 Fazit für ÖSL Kulturpflanzen und Pflanzliche Biomasse

Im bewerteten Szenario wird die Landnutzung in der Modellregion verändert, indem auf typspezifischen Gewässerentwicklungsflächen wieder die natürliche potenzielle Vegetation hergestellt und die Deichlinie entsprechend verändert wird. Für die Landwirtschaft bedeutet dies vor allem, dass Bereiche, die im Bezugszustand in der Altaue liegen, nun zur rezenten Aue gehören. Dadurch ändert sich hier die Überflutungsdynamik, was tendenziell zu Ertragsverlusten auf Acker- und Grünlandflächen führt. Diese Veränderungen werden mit den entwickelten Indices bewertet. Dabei wird in der rezenten Aue (gegenüber der Altaue) ein langfristig gemittelter Ertragsverlust von 10 % unterstellt.

Die Erhöhung in einzelnen Kompartimenten hängt in den untersuchten Einzelfällen mit der geänderten Zugehörigkeit einzelner Ackerflächen zum jeweiligen Kompartiment zusammen. Eine wertvolle Einzelfläche, die im Bezugszustand in der Altaue lag, kann durch Zugehörigkeit zu einem Kompartiment in der rezenten Aue hier im Einzelfall trotz der Ertragsminderung zu einer Aufwertung des Kompartimentes führen, besonders wenn der Indexwert hier schon im Bezugszustand nahe der Stufengrenze war. Diese Besonderheit ist letztlich als Informationsverlust durch die Klasseneinteilung in 5 Stufen zu sehen.

4 Regulative ÖSL

4.1 ÖSL Habitatbereitstellung

4.1.1 Bezugszustand

Durch die zahlreichen Querbauwerke und Verbauung der Fließstrecke sowie hohen Anteil an Acker-, Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen weist der Großteil der Auen-Kompartimente (85 %) nur eine „sehr geringe“ bis „geringe“ Bedeutung für autotypischen Arten und Lebensräume auf. Für 15 % wird eine „mittlere“ Bedeutung der Habitatbereitstellung festgestellt (Abb. 9). Dies betrifft jedoch nur die rezenten Auenbereiche. Auenbereiche der Klasse „sehr gut“ und „gut“ sind nicht vorhanden. Zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein ist ebenfalls die Trennung zwischen rezenter Aue und Altaue gut erkennbar. Im Bereich zwischen Kirn und Bad Sobernheim deckt sich dagegen die Fläche der rezenten Aue nahezu mit der Fläche der morphologischen Aue, sodass hier kein deutlicher Unterschied zwischen rezenter und Altaue erkennbar ist.

4.1.2 Szenario

Eine Verbesserung des Habitatwertes erfolgt nur für die im Szenario beschriebene rezente Aue (Gewässerentwicklungskorridor) durch die Umwidmung von intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen (überwiegend Acker) in Feuchtlebensräume, Auengewässer und Auwald. Vor allem zwischen Bad Kreuznach und Bingen kommt es zu einer deutlichen Verbesserung in der rezenten Aue (Abb. 10). Die Habitatwerte verändern sich von den Klassen 1 - 3 auf hauptsächlich 2 - 5 im Szenario (Abb. 11). Geringe Werte (Klasse 1) kommen nur vereinzelt vor. In einigen Bereichen (vor allem zwischen Kirn und Bad Sobernheim) wird eine Verbesserung zur Klasse 4 und 5 nicht erreicht, da Siedlung und Verkehrsflächen sowie Rückstau bestehen bleiben. Somit sind „sehr geringe“ und „geringe“ Habitatwerte in der rezenten Aue erreicht bzw. werden nicht aufgewertet.

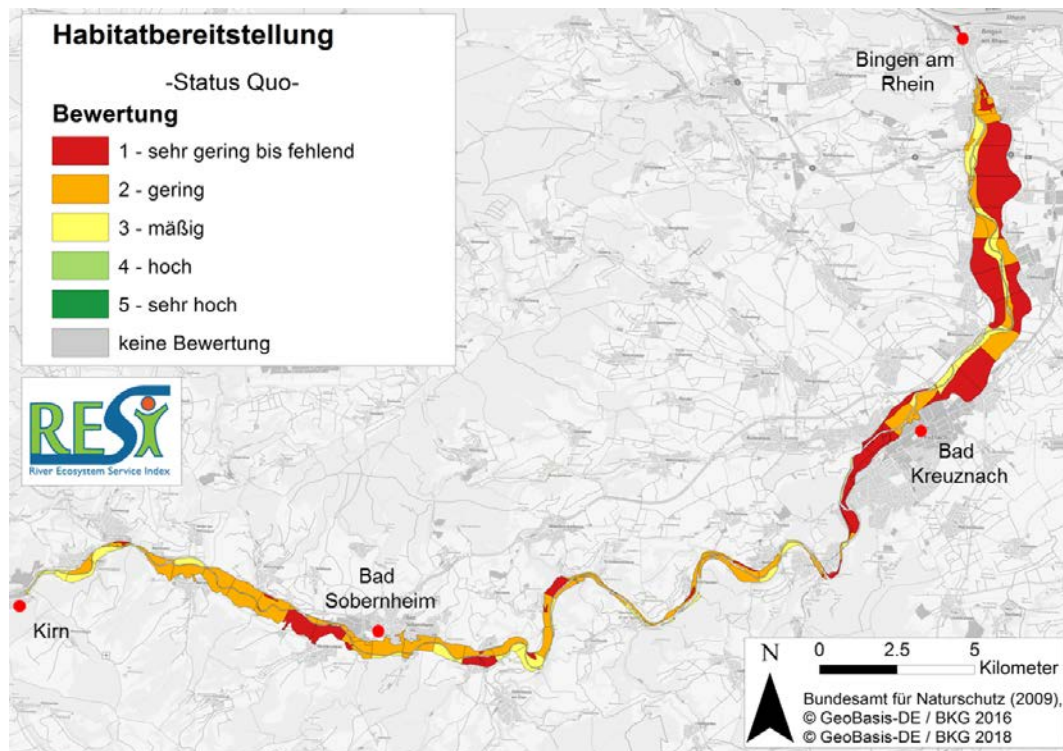


Abb. 9: Habitat-Index und prozentuale Flächenanteile der Habitat-Klassen für die Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

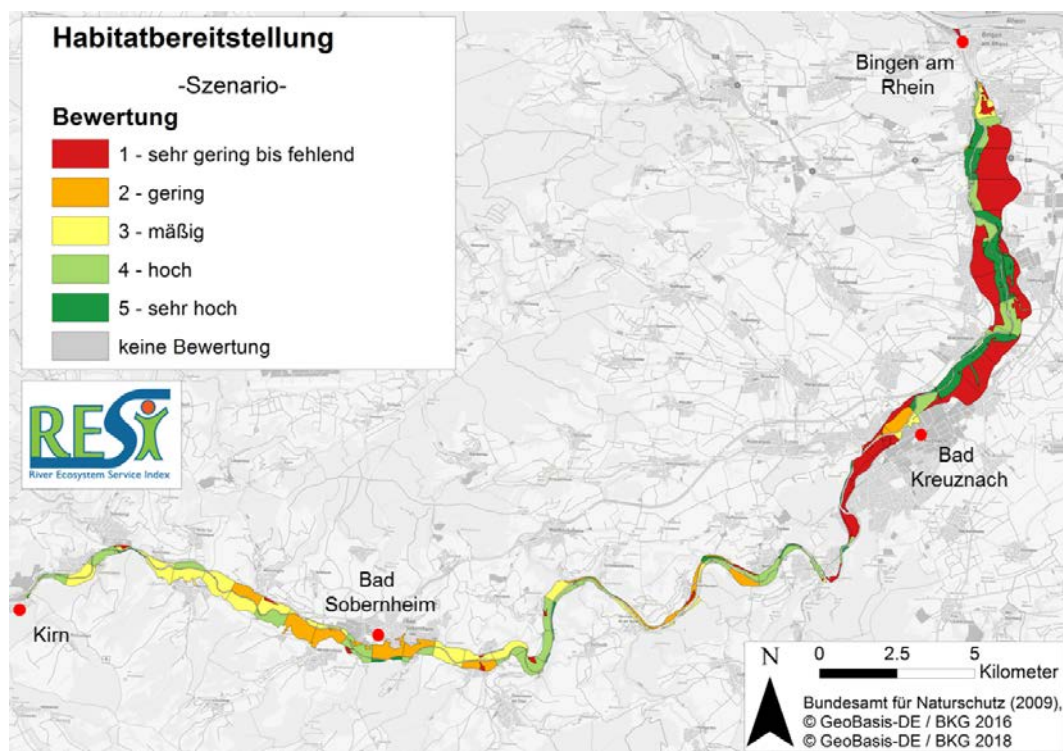


Abb. 10: Bewertung der ÖSL Habitatbereitstellung auf Auen-Kompartimentebene der Modellregion Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

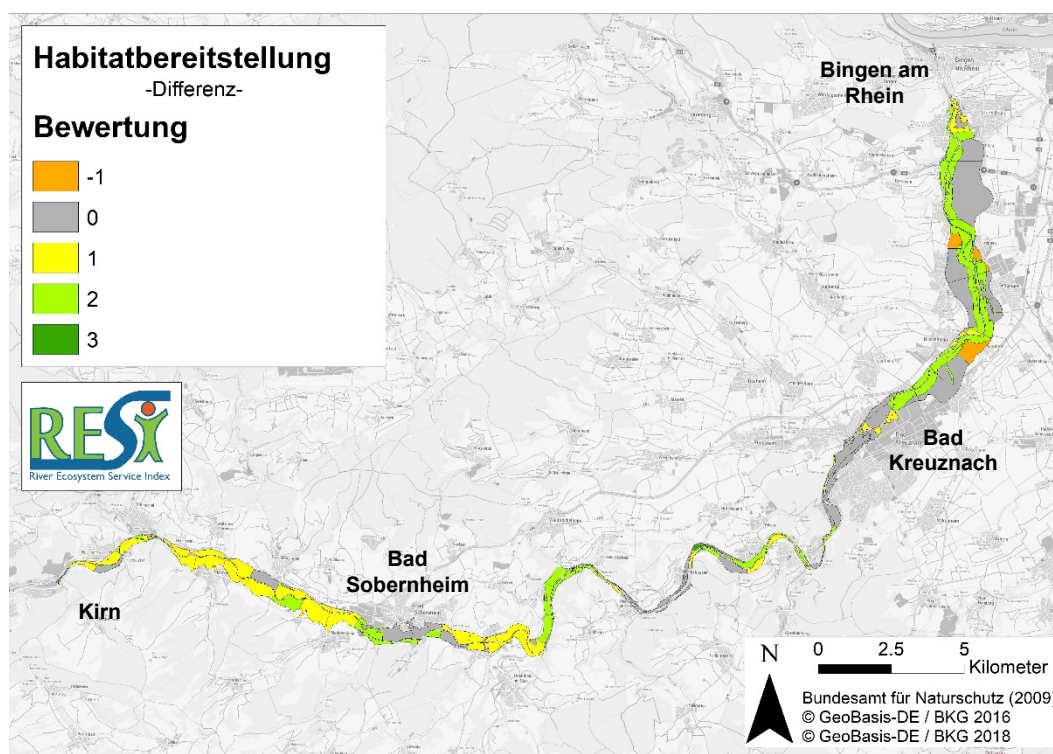


Abb. 11: Differenz zwischen Szenario und Bezugszustand auf Auen-Kompartimentebene. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Habitatwert des Bezugszustands für das Segment aufgewertet wird.

4.1.3 Fazit

Die Werte zur Bewertung der Habitatbereitstellung im Bezugszustand an der Nahe variieren nur wenig und hauptsächlich zwischen 1 und 2 („sehr gering“ bis „gering“). Die Wirkungen der Stauhaltungen sowie die Acker-, Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen führen zu stark veränderten Verhältnissen in der rezenten Aue. Insgesamt wird durch die Renaturierungsmaßnahme (Szenario) eine Verbesserung der Habitatbereitstellung erreicht. Dies erfolgt vorwiegend durch die Umwidmung von intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen in Feuchtlebensräume, Auengewässer und Auenwald. Der Vergleich mit der aktuellen Landnutzung zeigt, dass die meisten naturnahen Auenlebensräume in der heutigen rezenten Flussaue der Nahe nur noch einen geringen Anteil ausmachen. Durch die Wiederanbindung verlorengegangener Retentionsflächen und den damit einhergehenden Gewinn an auentypischen Biotopen verbessert sich die ÖSL Habitatbereitstellung im Szenario.

4.2 ÖSL Hochwasserregulation

4.2.1 Bezugszustand

Die Bewertungen bewegen sich in der Spanne von 1 bis 5, wobei die Klassen 4 und 5 über 50 % der Bewertungen der Fluss-Auen-Segmente ausmachen (Abb. 12). Die höchsten Bewertungen (Klasse 4 und 5), die in diesen Zustand erreicht werden, sind vor allem im oberen Lauf (Kirn bis Bad Sobernheim) vertreten, da sich in diesem Bereich die rezente Aue nahezu mit der Fläche der morphologischen Aue deckt. Der untere Lauf ist geprägt von Eindeichungen und kann dadurch nur bedingt gute Bewertungen erzielen.

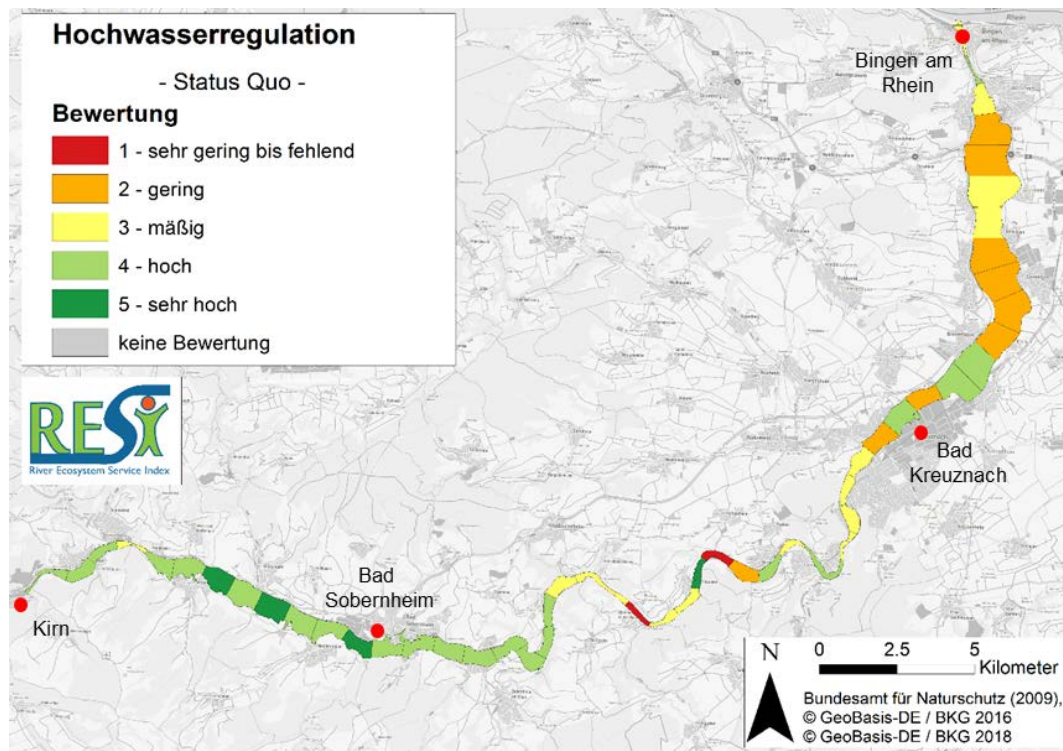


Abb. 12: Bewertung der ÖSL „Hochwasserregulation“ auf Fluss-Auen-Segmente für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

4.2.2 Szenario

Im Szenario-Zustand sind 60 % der Bewertungen im sehr guten bis guten Bewertungszustand. Aufgrund der Zunahme der rezenten Aue durch potentiell mögliche Rückdeichungen kommt es besonders zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein zu Aufwertungen. Nur zwei Fluss-Auen-Segmente verbleiben als sehr schlecht / schlecht eingestuft, die restlichen Fluss-Auen-Segmente liegen im Bereich mäßig (36 %) und gut (53 %) bis sehr gut (7 %). Eine Verbesserung der Bewertung der ÖSL Hochwasserregulation erfolgt hauptsächlich zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein (Abb. 13). Hier ist eine Aufwertung um bis zu zwei Klassen möglich, bedingt durch die Aufweitung der rezenten Aue und strukturellen Verbesserungen am Gewässer (Abb. 14).

4.2.3 Fazit

Durch Renaturierungen und Rückbau von Deichen besonders zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein ist eine deutliche Erhöhung der Hochwasserregulation ersichtlich. Im Vergleich zum Bezugszustand konnte im Szenario eine Aufwertung der Fluss-Auen-Segmente in den Bereichen erzielt werden, in denen die Maßnahmen angesetzt wurden. Insbesondere in den Bereichen, die im Bezugszustand eingedeicht sind, kann durch den Rückbau dieser die rezente Aue vergrößert werden. Noch höhere Bewertungen könnten erzielt werden, wenn die strukturellen Gegebenheiten des Gewässers (Uferstruktur, Landstruktur, Sohlstruktur) optimiert werden würden.

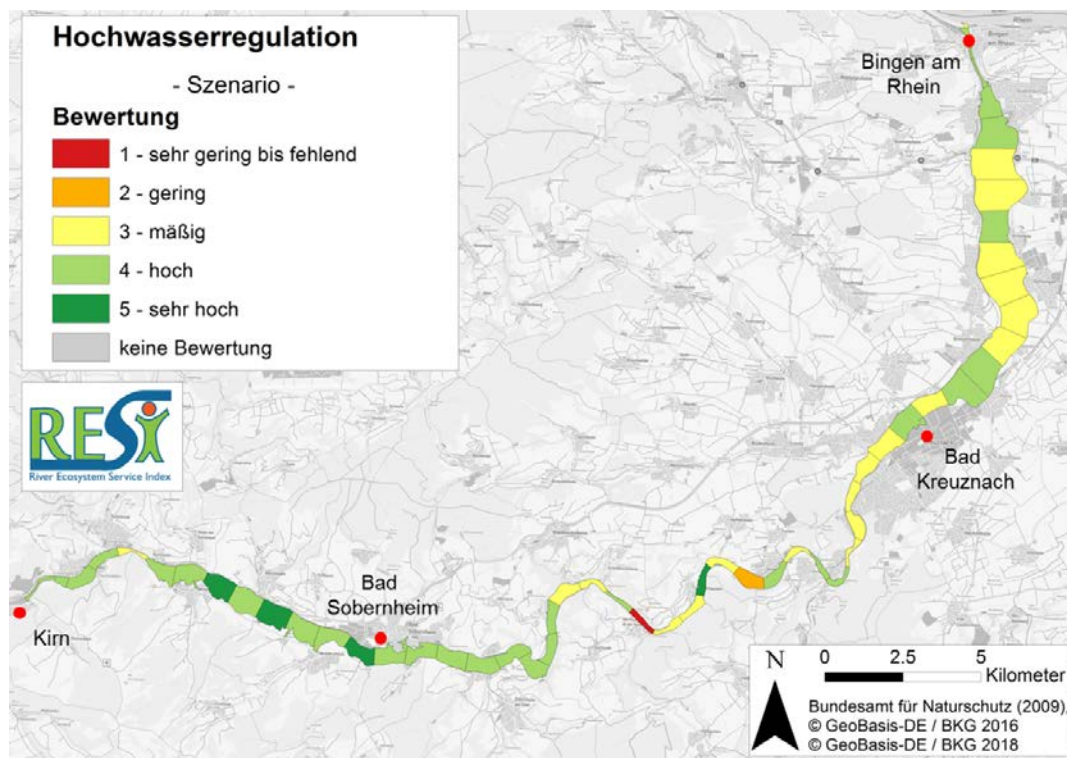


Abb. 13: Bewertung der ÖSL Hochwasserregulation auf Fluss-Auen-Segmentebeine für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

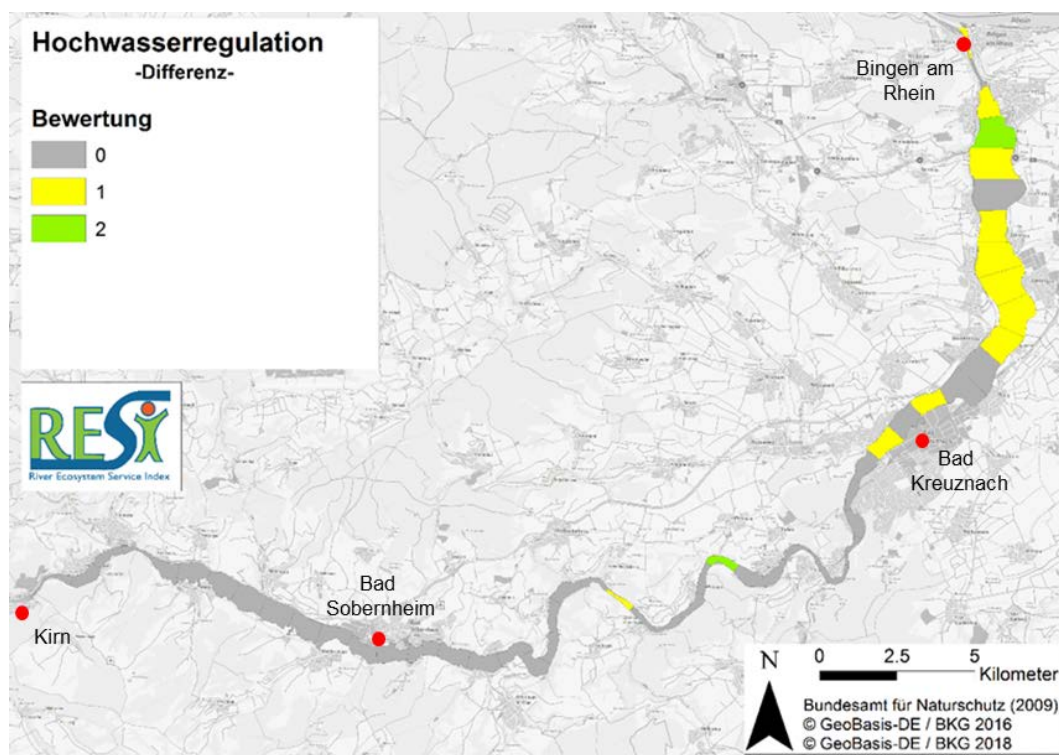


Abb. 14: Differenz zwischen Szenario und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Hochwasserregulation des Bezugszustands für das Fluss-Auen-Segment aufgewertet wird.

4.3 ÖSL Niedrigwasserregulation

4.3.1 Bezugszustand

Im Ergebnis für die ÖSL Niedrigwasserregulation (Abb. 15) sind alle Bewertungsklassen vertreten (1 = 9 %, 2 = 29 %, 3 = 11 %, 4 = 2 %, 5 = 49 %). Die maximalen Werte (Bewertungsklasse 5) im oberen Lauf sind durch den Rückstau (Querbauwerke) zu erklären. In diesem Fall wird durch menschlichen Input die ÖSL optimiert. Die sehr schlechten Bewertungen (Klasse 1) resultieren aus der schlechten Bewertung der Fließgewässerstrukturkartierung (für die Bereiche Ufer und Land), die den naturfernen Zustand des Gewässers widerspiegeln.

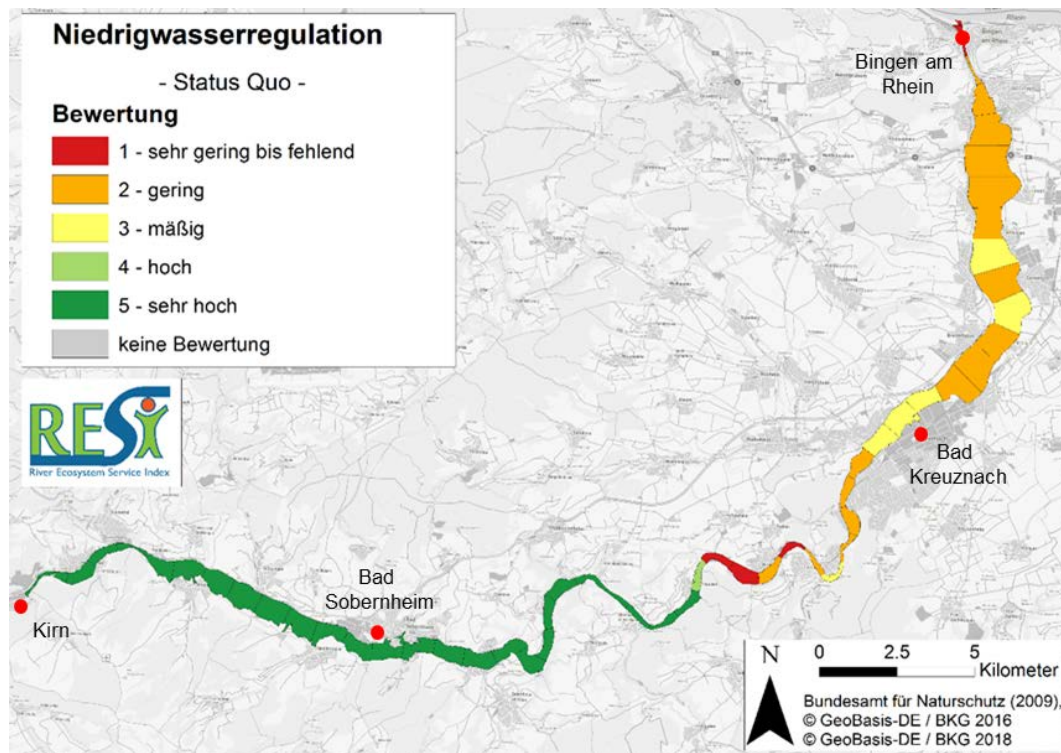


Abb. 15: Bewertung der ÖSL „Niedrigwasserregulation“ auf Fluss-Auen-Segmente für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

4.3.2 Szenario

Eine Verbesserung der Bewertungen bis zu drei Klassen können durch Renaturierungen zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein erzielt werden (hauptsächlich Bewertungsklasse 4, Abb. 16). Der obere Lauf kann keine Aufwertung erfahren, da dieser bereits durch menschlichen Input maximiert ist (Abb. 17).

4.3.3 Fazit

Da die geplanten Maßnahmen auf die Verbesserung der Ufer-, Sohl- und Landstrukturen abzielen, können effektiv Verbesserungen der Fluss-Auen-Segmente erreicht werden. Der obere Lauf ist durch den menschlichen Input in Form von Querbauwerken rückgestaut und somit optimiert worden. Lediglich der Mittellauf des Modellgebiets verbleibt in den untersten Bewertungsklassen, hervorgerufen durch den naturfernen Zustand der Land- und Uferbereiche.

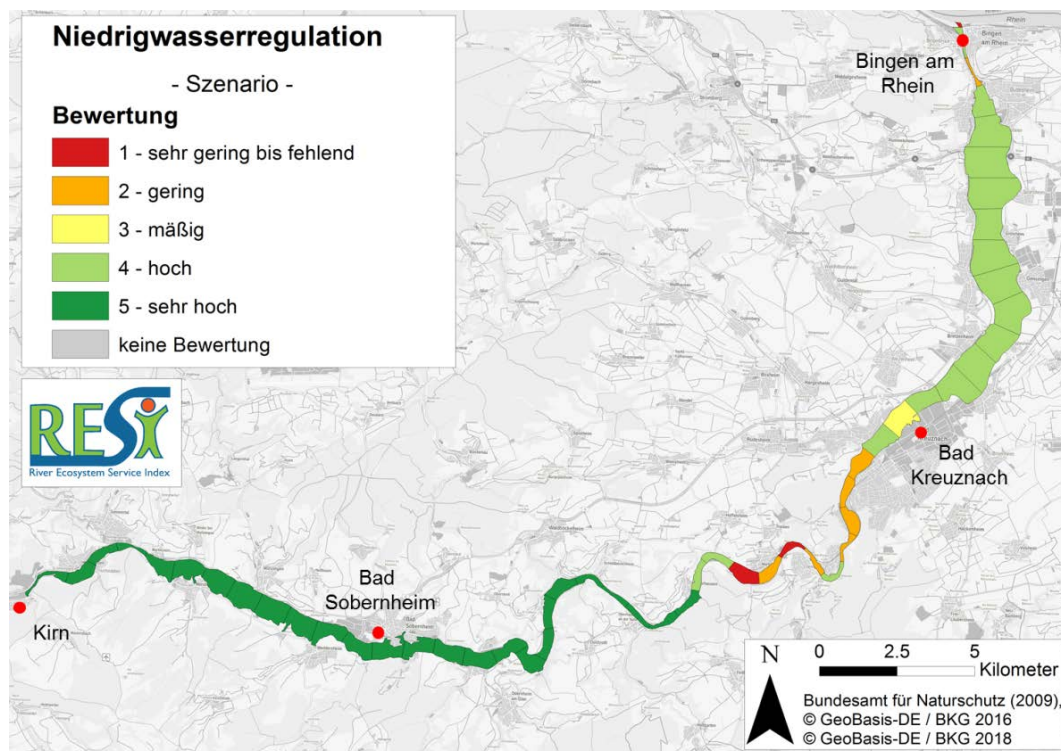


Abb. 16: Bewertung der ÖSL Niedrigwasserregulation auf Fluss-Auen-Segmentebeine für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

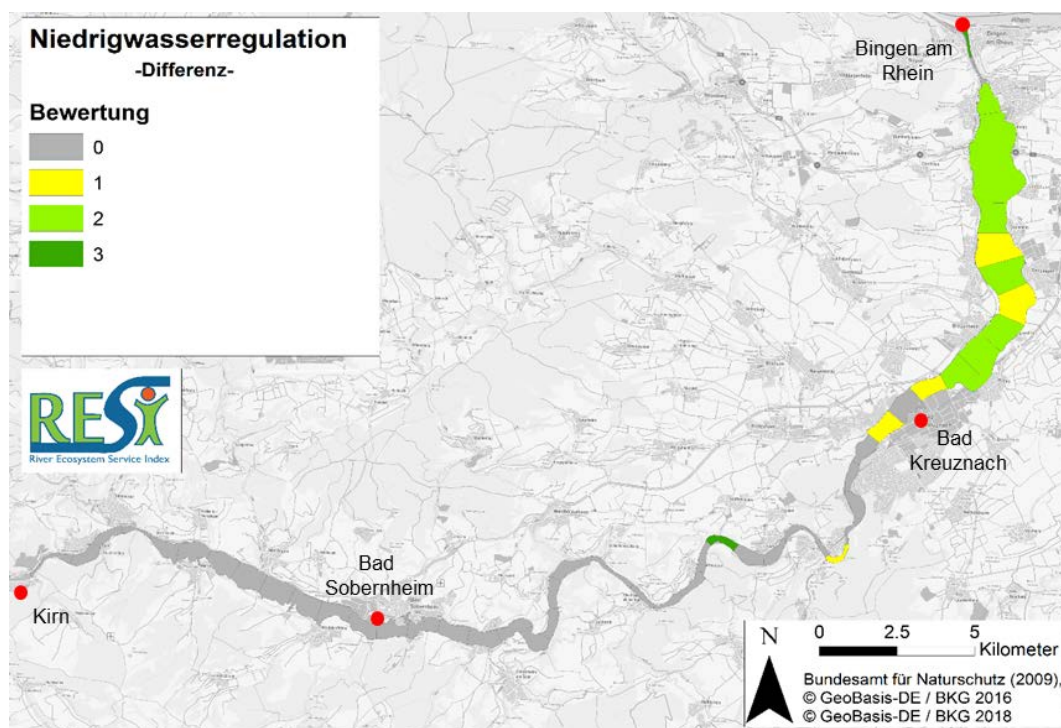


Abb. 17: Differenz zwischen Szenario und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Niedrigwasserregulation des Bezugszustands für das Segment aufgewertet wird.

4.4 ÖSL Sedimentregulation

4.4.1 Bezugszustand

Aufgrund der Beeinflussung durch Stauanlagen und andere Querbauwerke auf die Hydraulik und Morphologie des Gewässers und mäßigen Bewertung der Sohlstruktur kann die Bewertungs-klasse 4 nur für lediglich 4 % erreicht werden. Fast 80 % der Fluss-Auen-Segmente sind als sehr schlecht bis schlecht eingestuft (Abb. 18).

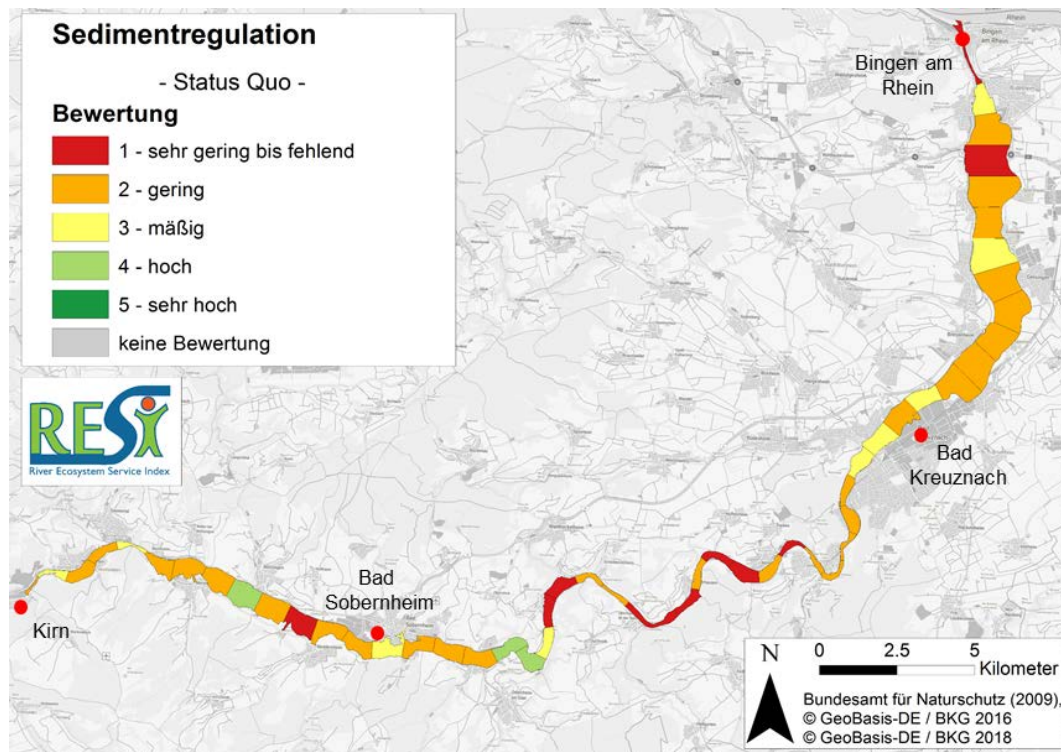


Abb. 18: Bewertung der ÖSL Sedimentregulation auf Fluss-Auen-Segmente-bene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

4.4.1 Szenario

Durch Verbesserungen der Sohlstruktur nimmt die Bewertung der Klasse 4 um 17 % zu, wobei die Bewertungen 1 und 2 rückläufig sind (Abb. 19). Der Rückbau von Querbauwerken könnte zu weiteren Aufwertungen im Modellgebiet führen. Im Szenario erfolgt eine Aufwertung bis zu drei Klassen zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein. 80 % der Segmente bleiben unverändert (Abb. 20).

4.4.2 Fazit

Infolge der angesetzten strukturellen Maßnahmen am Gewässer kann die Sohlstruktur verbessert werden und führt zu einem verbesserten Sedimenthaushalt. Ein Großteil der Segmente verbleibt in den schlecht bewerteten Klassen, die durch Querbauwerke stark beeinträchtigt sind. Maßnahmen zum Rückbau von Querbauwerken könnten den Sedimenthaushalt wieder ins Gleichgewicht bringen und somit die Bewertung aufbessern.

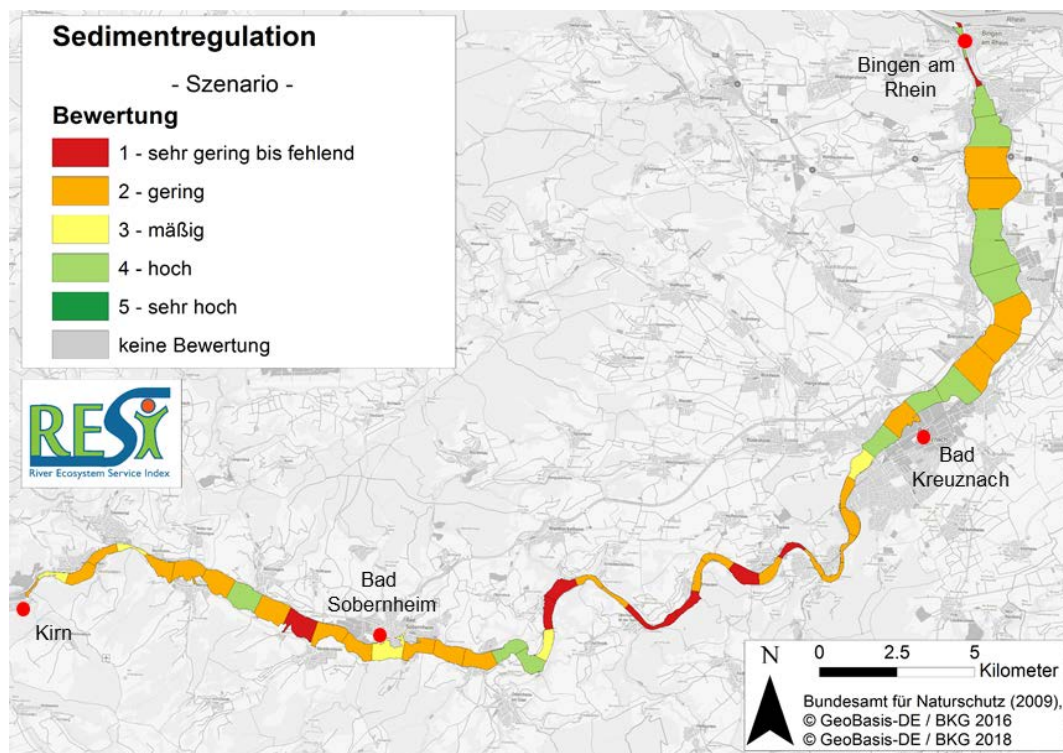


Abb. 19: Bewertung der ÖSL Sedimentregulation auf Fluss-Auen-Segmentebene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

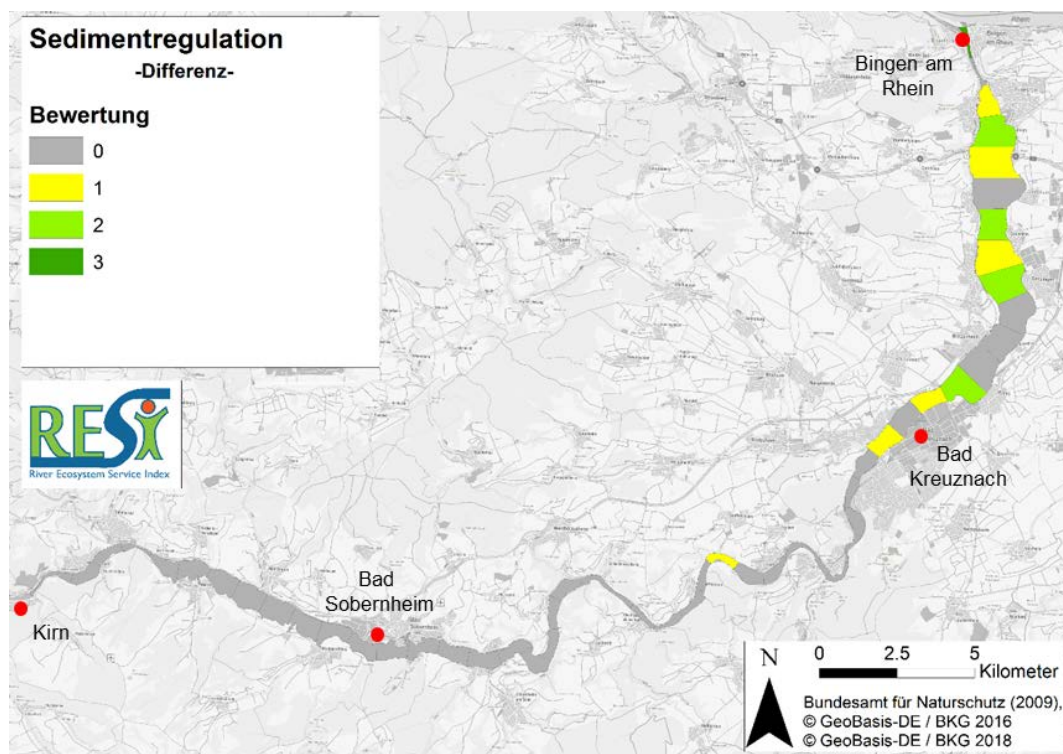


Abb. 20: Differenz zwischen Szenario 1 und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Sedimentregulation des Bezugszustands für das Fluss-Auen-Segment aufgewertet wird.

4.5 ÖSL Bodenbildung

4.5.1 Bezugszustand

Für die Fluss-Auen-Segmente bei Bingen wird eine sehr schlechte Bodenbildung ermittelt (Abb. 21), da der Anteil an rezenter Aue in diesen Bereichen nur sehr gering ist und somit die Wasserverfügbarkeit, welche eine der entscheidenden Faktoren der Bodenbildung ist, nur im geringen Maße gegeben ist. Auch die Segmente zwischen Kirn und Bad Kreuznach sind aufgrund der schlechten Sohlstruktur zumeist schlecht bewertet.

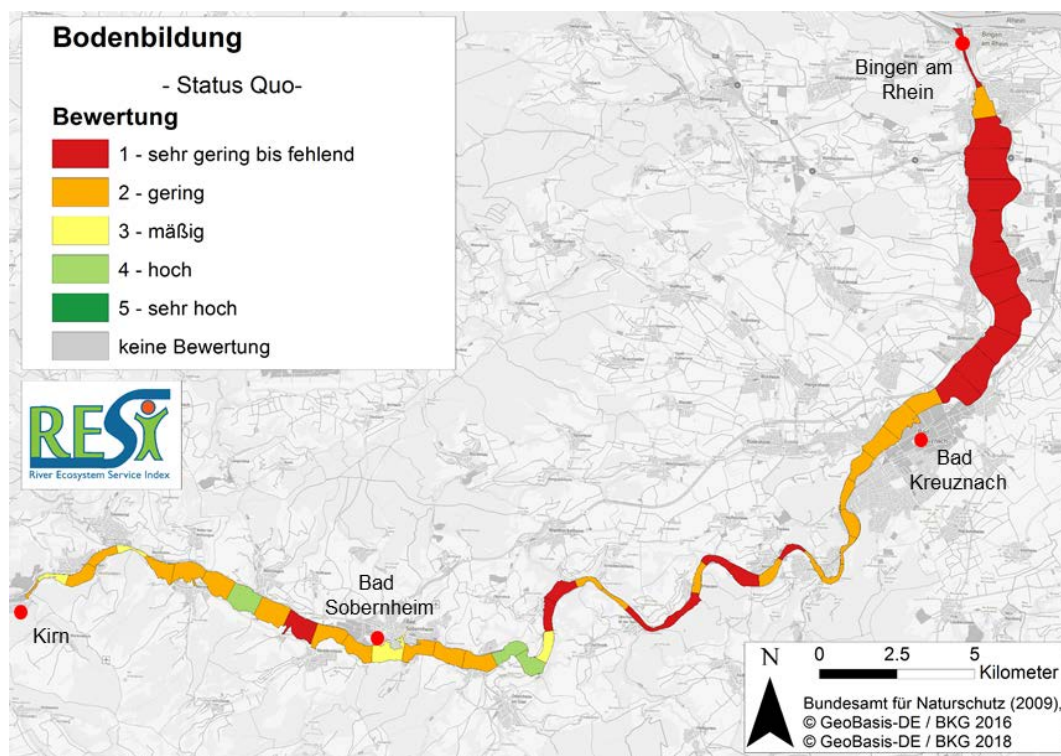


Abb. 21: Bewertung der ÖSL Bodenbildung auf Fluss-Auen-Segmentebene und prozentuale Flächenanteile der Klassen für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

4.5.2 Szenario

Im Szenario können für den unteren Lauf Verbesserungen erzielt werden (Abb. 22). Die sehr schlechten Bewertungen reduzieren sich um 11 %, wobei die mittleren Bewertungen (Klasse 3) zunehmen. Die Segmente bleiben zu 84 % unverändert, durch die Zunahme der rezenten Aue und durch strukturelle Maßnahmen am Gewässer kann eine Aufwertung um bis zu zwei Klassen im unteren Lauf der Nahe erzielt werden (Abb. 23).

4.5.3 Fazit

Die Kombination aus Erweiterung der rezenten Aue und Renaturierungsmaßnahmen wirkt sich positiv zwischen Bad Kreuznach und Bingen am Rhein aus. Durch diese Maßnahmen steht wieder mehr Raum mit hoher Wasserverfügbarkeit zur Verfügung, die bei den Prozessen der Bodenbildung einer der entscheidenden Faktoren bildet.

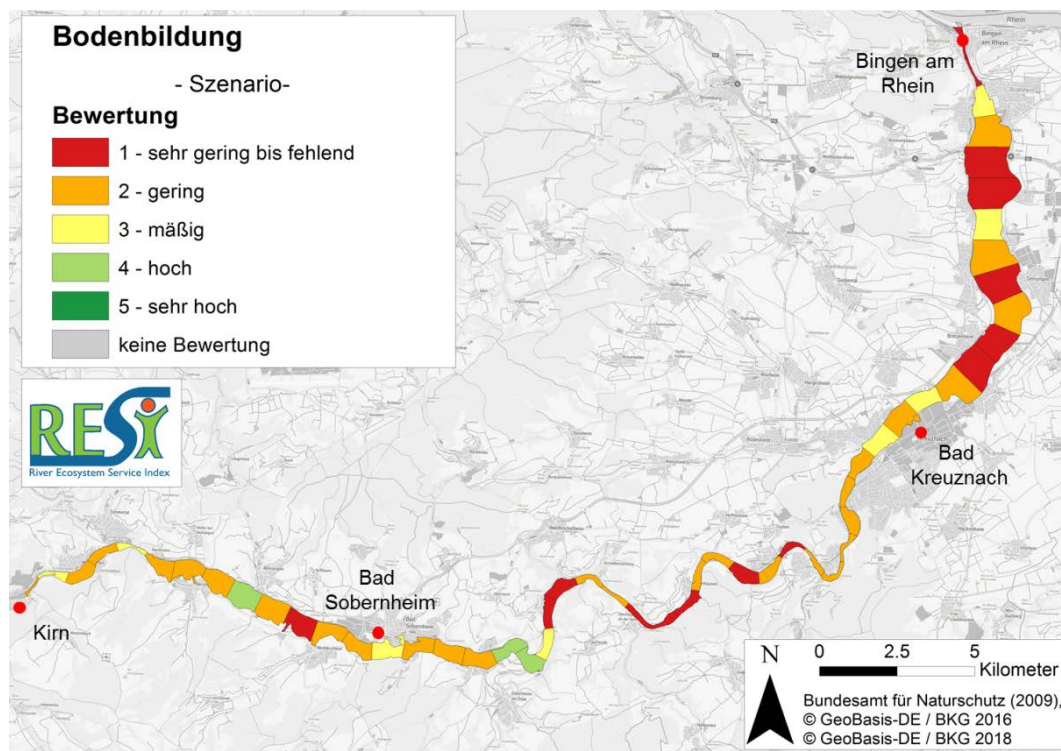


Abb. 22: Bewertung der ÖSL Bodenbildung auf Fluss-Auen-Segmentebene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

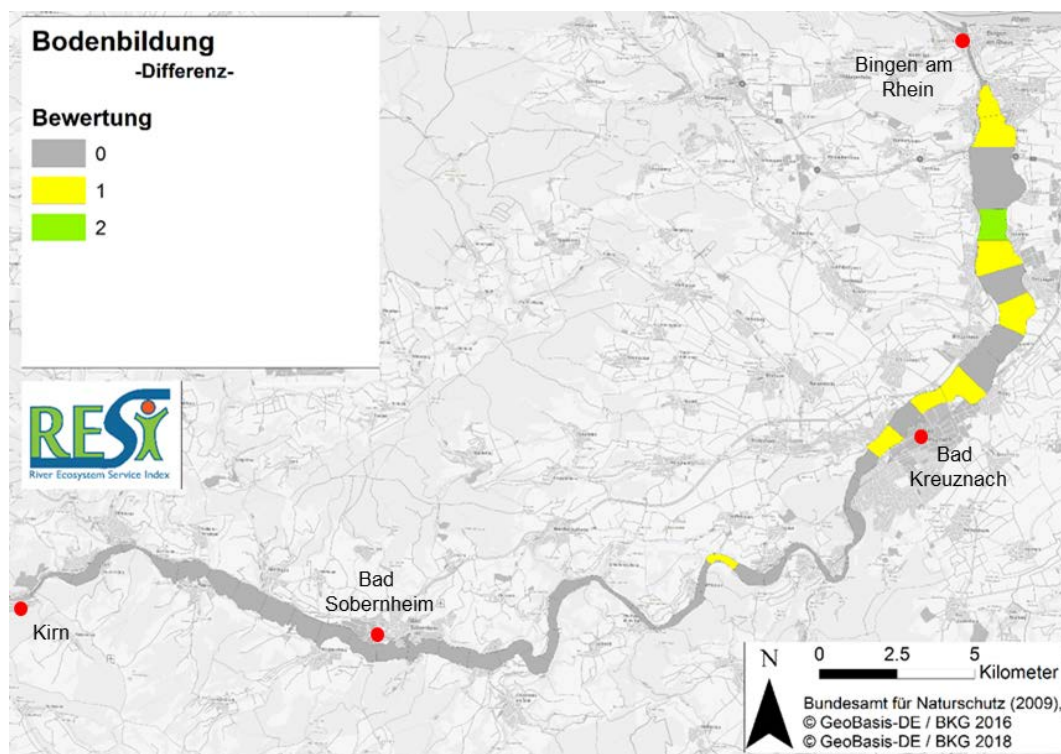


Abb. 23: Differenz zwischen Szenario 1 und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Bodenbildung des Bezugszustands für das Segment aufgewertet wird.

4.6 ÖSL Kühlwirkung

4.6.1 Bezugszustand

Im Bezugszustand der ÖSL Kühlwirkung werden die Bewertungsklassen 2 bis 5 erreicht (Abb. 24), wobei die Klasse 4 (58 %) überwiegt. Demnach besitzt das Modellgebiet weitestgehend ein hohes Potenzial im Hinblick auf die Temperatur- und Feuchteregulierung. Vermehrt in den dichter besiedelten Bereichen ist eine geringere bzw. nur mäßige Leistung abzuleiten.

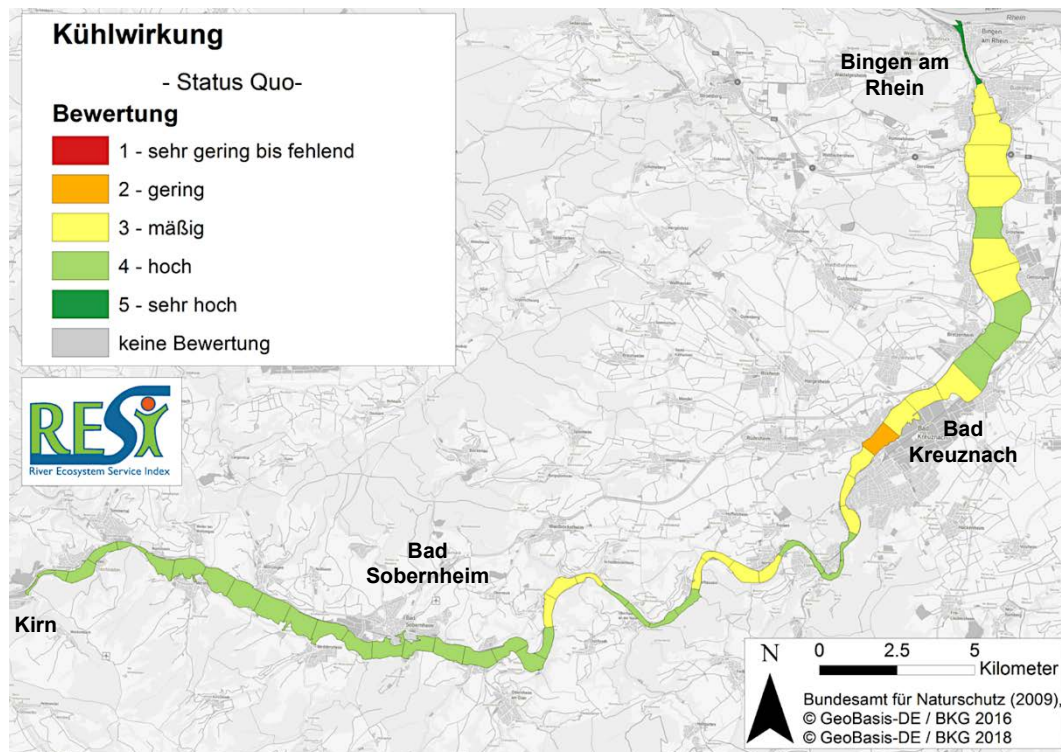


Abb. 24: Bewertung der ÖSL Kühlwirkung auf Fluss-Auen-Segmente und prozentuale Flächenanteile der Klassen für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

4.6.2 Szenario

Im Szenario bleiben 91 % der Segmente trotz Landnutzungsänderungen unverändert (Abb. 25). Lediglich 9 % der Segmente erfahren eine Aufwertung um eine Klasse. Segmente der Klasse 4 nehmen durch Landnutzungsänderungen um knapp 10 % zu. Somit ist der Bereich zwischen Kirn und Bad Kreuznach komplett als gut bewertet (Abb. 26).

4.6.3 Fazit

Durch die Entwicklung der Flächen zu einer autotypischen Vegetation kann eine Aufwertung der Kühlwirkung erzielt werden. Jedoch kann es in Siedlungsbereichen zu keiner Verbesserung der Kühlwirkung kommen, da dort keine Änderungen der Landnutzung vorgenommen werden kann.

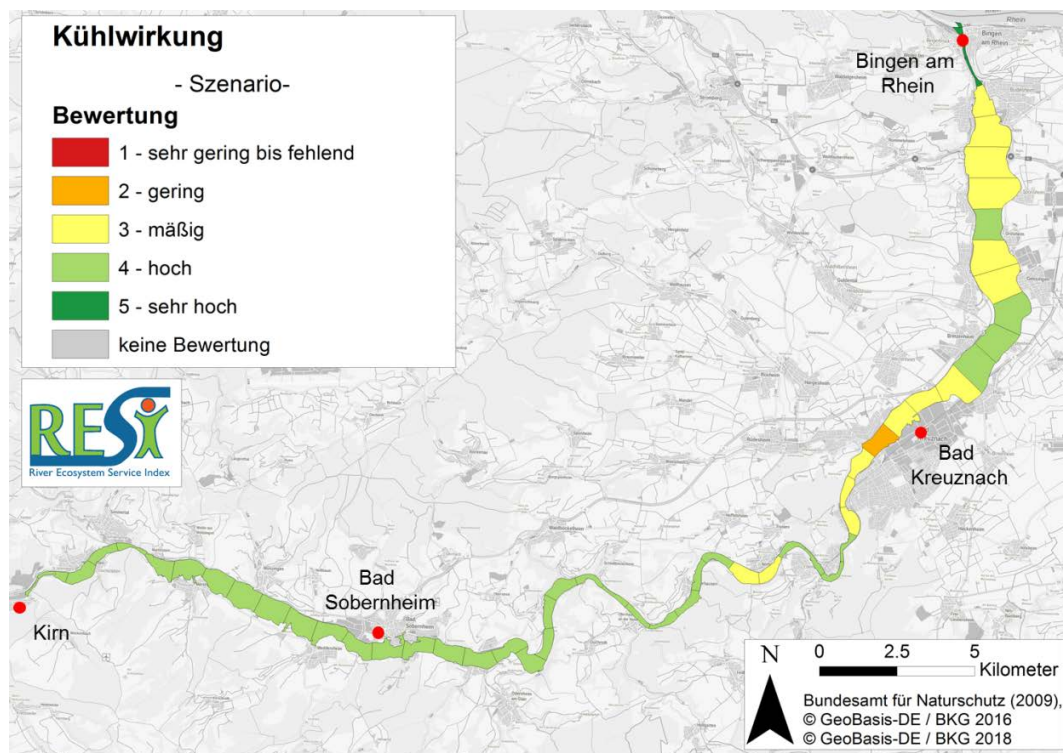


Abb. 25: Bewertung der ÖSL Kühlwirkung auf Fluss-Auen-Segmente für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

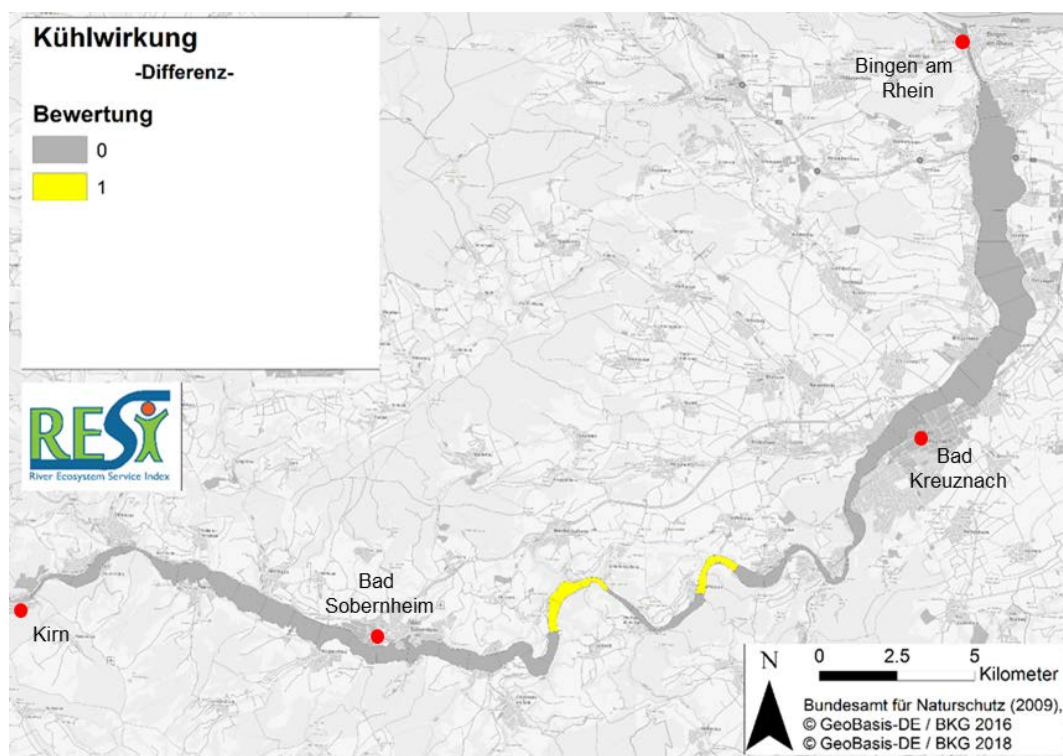


Abb. 26: Differenz zwischen Szenario 1 und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL Kühlwirkung des Bezugszustands für das Segment aufgewertet wird.

4.7 ÖSL Stickstoffretention (N-Retention)

4.7.1 Bezugszustand

Die Darstellung erfolgt zusammengefasst für Fluss und rezente Aue (hier: Fluss-Auen-Abschnitte). Die N-Retention wird für 31 % der Fluss-Auen-Abschnitte als hoch (Klasse 4), für 56 % als mäßig (Klasse 3) und für 13 % als gering eingestuft (Klasse 2) (Abb. 28). Fluss-Auen-Abschnitte mit einer sehr hohen bzw. keiner Retention oder Freisetzung kommen in der Modellregion nicht vor.

Fluss-Auen-Abschnitte, die eine hohe Retentionsleistung aufweisen, befinden sich im Bereich Kirn und Bad Sobernheim (Abb. 27). Die hohe Retentionsleistung ist vor allem in der rezenten Aue besonders hoch. In der restlichen Modellregion weist ein Großteil der Fluss-Auen-Abschnitte eine mäßige Retentionsleistung auf (Klasse 3). Während der Beitrag der rezenten Aue in diesem Abschnitt variiert, steigt die Retention im Fluss zwar kontinuierlich an, aber auch die entsprechende N-Fracht, wodurch sich der Indikatorwert im mittleren Bereich befindet. Einzig in den Regionen südlich von Bad Kreuznach sowie im Mündungsbereich in den Rhein wurde die N-Retention als gering bewertet. Dies ist v. a. auf die geringe Ausdehnung bzw. das Fehlen der rezenten Aue sowie die teilweise relativ hohen Siedlungsanteile in der Aue zurückzuführen.

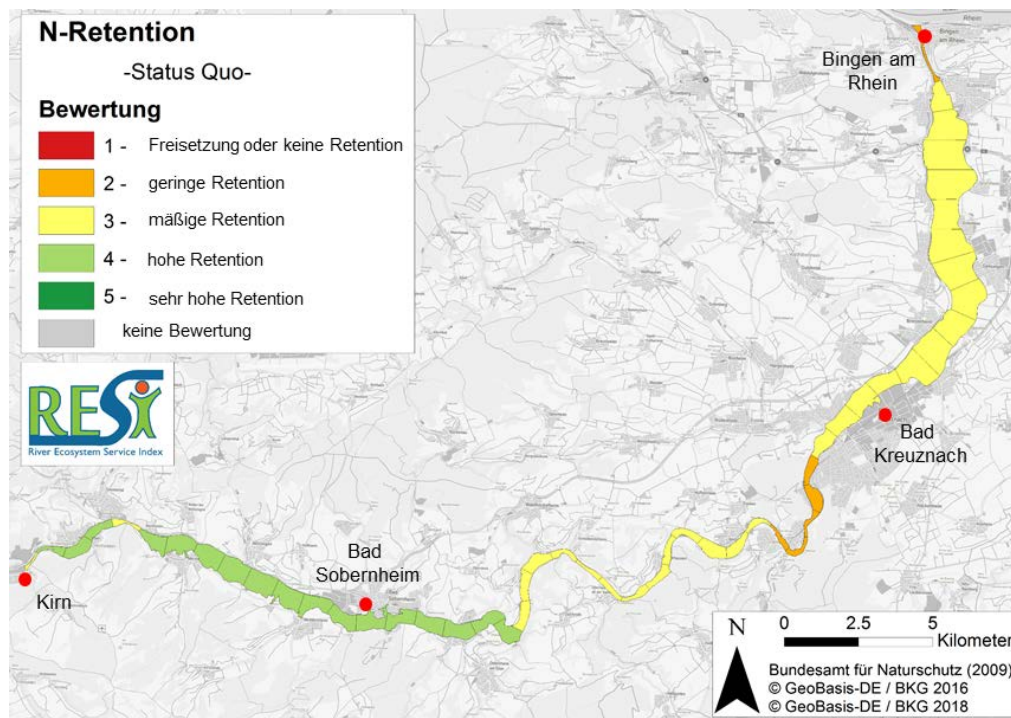


Abb. 27: Bewertung der ÖSL N-Retention auf Fluss-Auen-Abschnittsebene (rezente Aue und Fluss) für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

4.7.2 Szenario

Durch die Erweiterung der rezenten Auenfläche, die für Retentionsprozesse zur Verfügung steht, kommt es in den meisten Fluss-Auen-Abschnitten zu einer Zunahme der absoluten Retention in der rezenten Aue (Abb. 28). Zu einer Veränderung in der Bewertungsklasse der N-Retention kommt es in den Bereichen, in denen eine Ausdehnung der rezenten Aue innerhalb der Grenzen der morphologischen Aue in größerem Umfang möglich ist oder die bereits im Status Quo einen höheren Beitrag zur Gesamtretention leisten (nördlich von Bad Kreuznach). Im restlichen Bereich der Modellregion reicht die gesteigerte Retention jedoch nicht aus, um die Bewertungsklasse zu verbessern (Abb. 29).

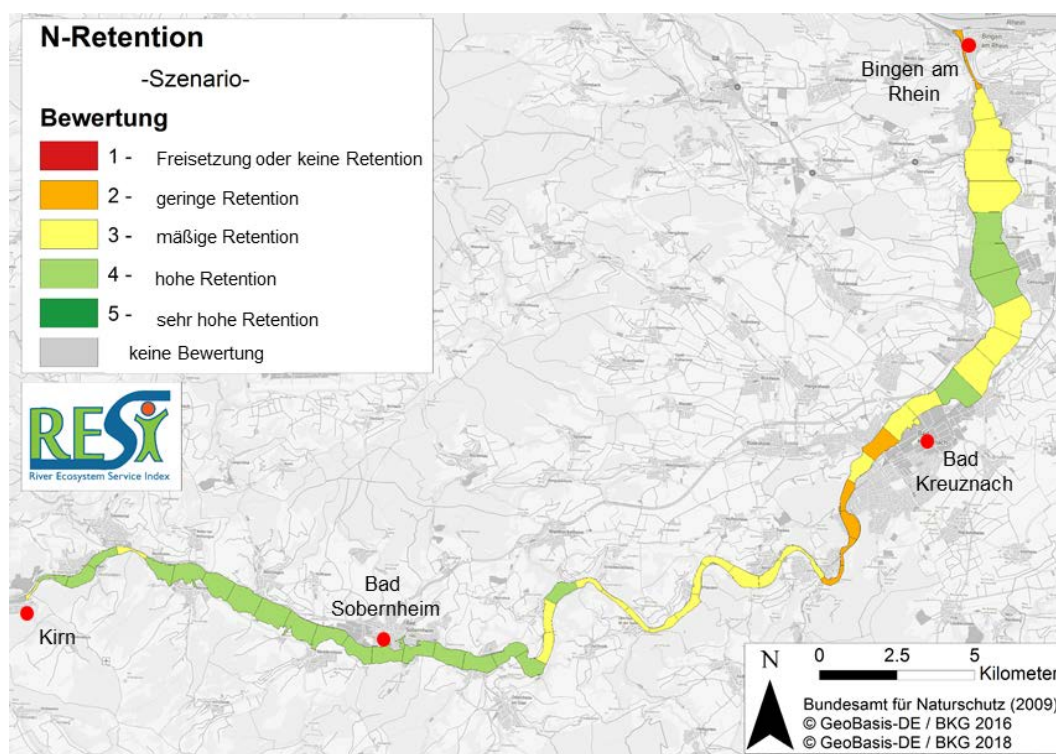


Abb. 28: Bewertung der ÖSL N-Retention auf Fluss-Auen-Abschnittsebene (rezente Aue und Fluss) für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.



Abb. 29: Differenz zwischen Szenario und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL N-Retention des Bezugszustands für den Fluss-Auen-Abschnitt (rezente Aue und Fluss) aufgewertet wird.

4.8 ÖSL Phosphorretention (P-Retention)

4.8.1 Bezugszustand

Die P-Retention wird im Gegensatz zur N-Retention in 83 % der Fluss-Auen-Abschnitten als sehr hoch und in den restlichen 17 % der Fluss-Auen-Abschnitte als hoch bewertet (Abb. 30). Der hohe Beitrag der Modellregion zur P-Retention ist vorwiegend auf den Beitrag der rezenten Aue zur Gesamtretention zurückzuführen, da die P-Retention im Fluss im Großteil der Fluss-Auen-Abschnitte v. a. in der ersten Hälfte der Modellregion relativ gering ist. Erst zwischen Bad Kreuznach und Bingen kommt es im Fluss zumindest zu einem höheren Beitrag zur Gesamtretention. Mit Klasse 4 bewertete Bereiche befinden sich in den bei der N-Retention mit einer allgemein niedrigen Retentionsleistung beschriebenen Regionen.

4.8.2 Szenario

In den meisten Fluss-Auen-Abschnitten wird durch die Erweiterung der Auenfläche und Landnutzungsänderung eine sehr hohe P-Retention erreicht. Nur in wenigen Fluss-Auen-Abschnitten bleibt die P-Retention hoch (Abb. 31, 32).

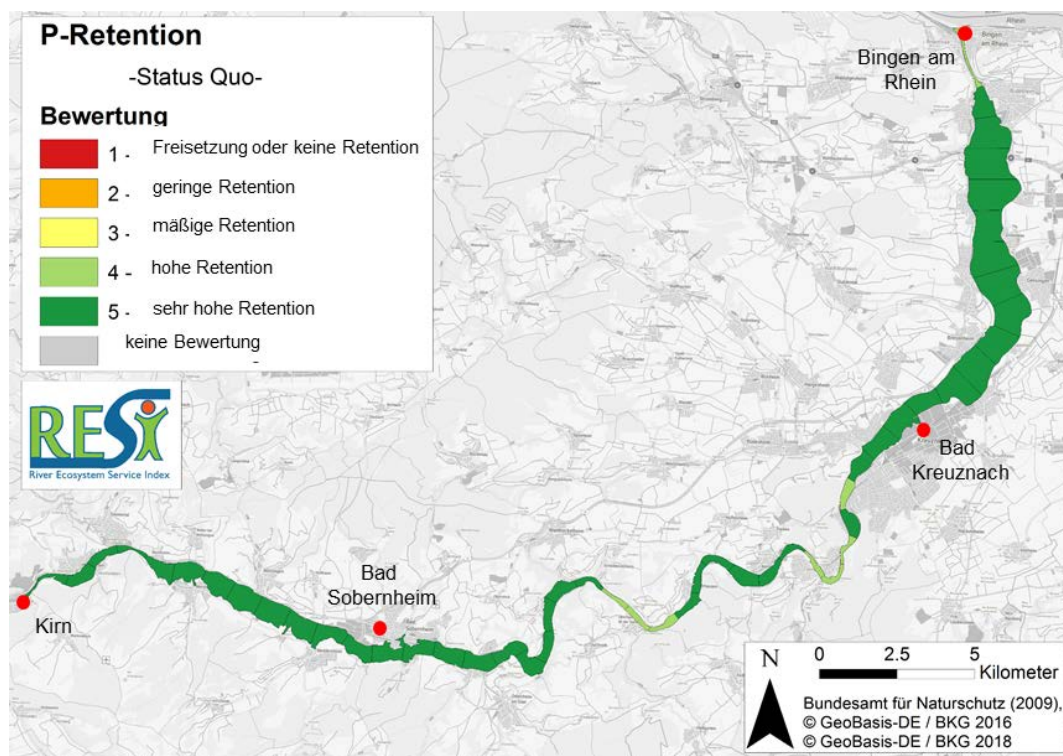


Abb. 30: Bewertung der ÖSL P-Retention auf Fluss-Auen-Abschnittsebene (rezente Aue und Fluss) für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

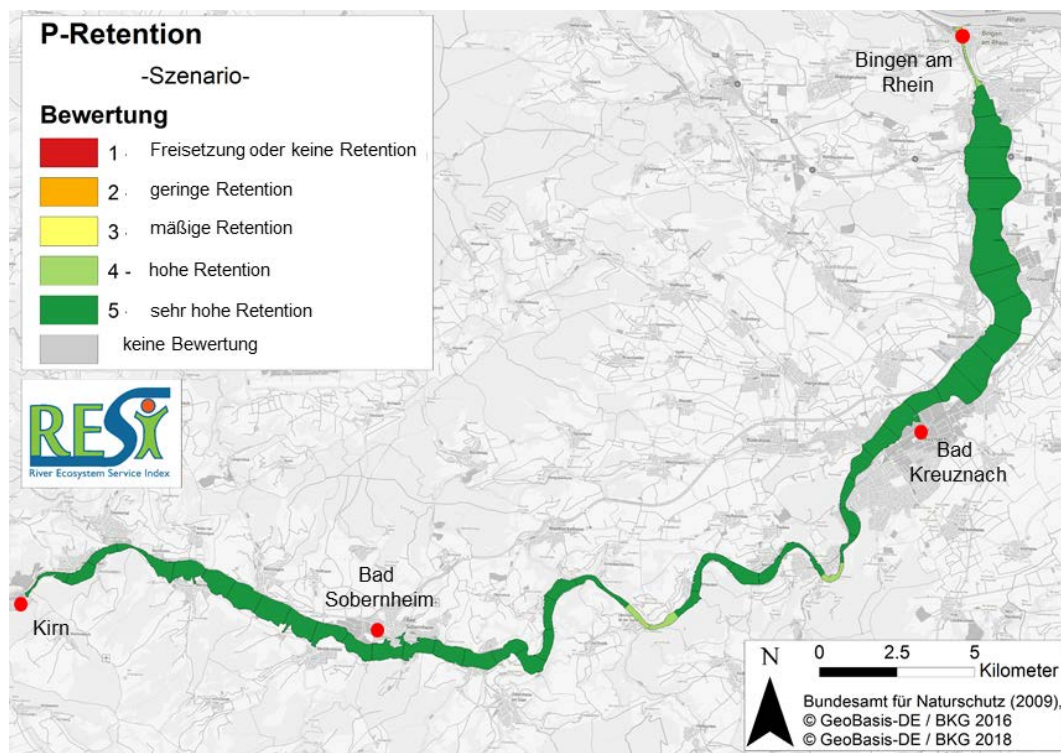


Abb. 31: Bewertung der ÖSL P-Retention auf Fluss-Auen-Abschnittsebene (rezente Aue und Fluss) für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für das Szenario.

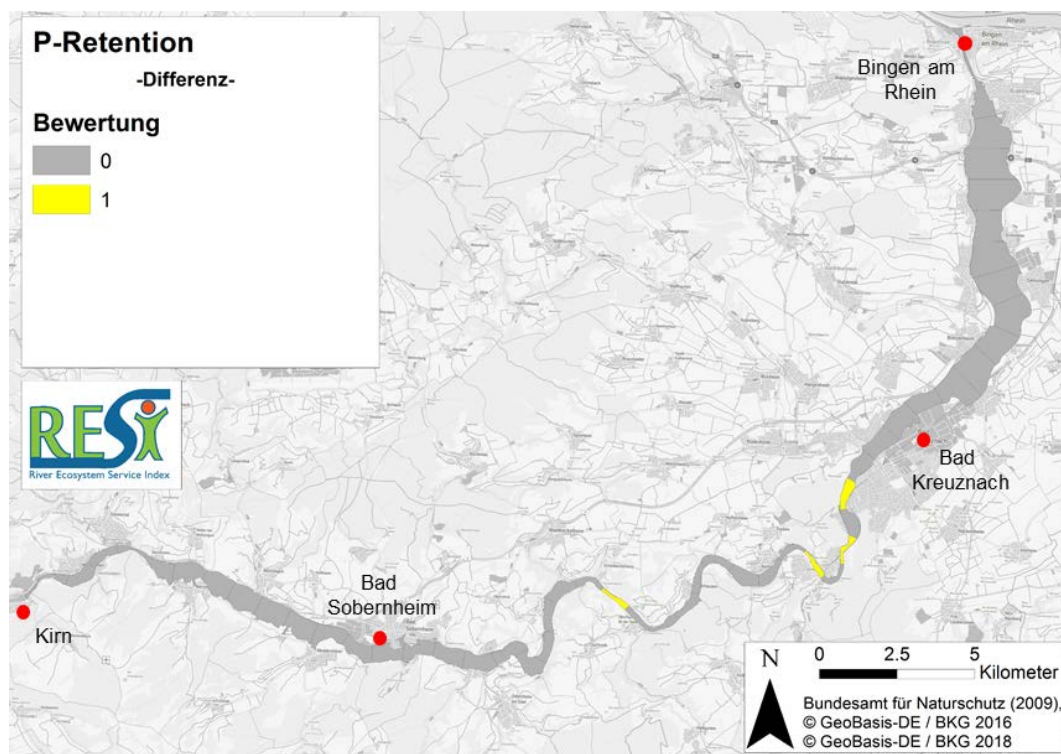


Abb. 32: Differenz zwischen Szenario 1 und Bezugszustand. Die angegebenen Differenzklassen entsprechen der Anzahl der Stufen, um die der Wert für die ÖSL P-Retention des Bezugszustands für das Segment aufgewertet wird.

4.8.3 Fazit N- und P-Retention

In der Modellregion Nahe liefert die Erfassung und Bewertung der N- und P-Retention in den Fluss-Auen-Abschnitten plausible und aufschlussreiche Ergebnisse und ermöglicht die Identifizierung von Retentions-Schwerpunkten. So können Regionen mit einem guten Zustand der rezenten Aue, aber auch Problemregionen mit hohem Siedlungsanteil, die sich sowohl auf die Retention in der Aue als auch im Fluss negativ auswirken, durch die Bewertung mit dem RESI-Retentionsindikatoren hervorgehoben und mit der Bewertung anderer Ökosystemleistungen verglichen werden.

Der Beitrag zur Gesamtretenion von N und P unterscheidet sich zwischen den Kompartimenten Fluss und rezenten Aue. Während die Retention im Fluss mit der Fließstrecke kontinuierlich ansteigt, schwankt die Retention in der Aue je nach Zustand dieser in den unterschiedlichen Fluss-Auen-Abschnitten. Innerhalb der für die Bewertung des RESI gebildeten potenziellen Spannen der Retention in den verschiedenen Abflussklassen (s. Ritz et al. 2020 in diesem Buch) ist die Retention in der Nahe eher gering bis mäßig. Die Retention in der Aue ist im deutschlandweiten Vergleich jedoch als mäßig bis hoch einzustufen (s. Schulz-Zunkel et al. 2012), bei P sogar als hoch bis sehr hoch. Das verdeutlicht die besondere Bedeutung der Aue für die Retentionsleistung in der Modellregion Nahe.

Die Retentionsleistung kann sowohl im Fluss als auch in der rezenten Aue durch eine Ausweitung der Fläche, die für Retentionsprozesse zur Verfügung gestellt wird, gesteigert werden. In der Aue kann dies durch Ausdehnung der rezenten Aue sowie eine verbesserte Landnutzung z. B. Erhöhung des Anteils von Wasserflächen, Feuchtgebieten und Wald, wie es in Szenario gezeigt wird, hervorgerufen werden.

5 Kulturelle ÖSL

Für alle kulturellen ÖSL konnte das Szenario auf Grund von zeitlichen Ressourcen nicht flächenscharf berechnet werden. Teilweise ist aber von einer Wertsteigerung auszugehen. Für die Synthese wurde vom Bezugszustand ausgegangen.

5.1 ÖSL Landschaftsbild

Die Bewertung des Landschaftsbildes in der morphologischen Aue der Nahe zeigt insgesamt eine hohe Bewertung auf der RESI-Bewertungsskala (Abb. 33). Dies liegt an den Einzelbewertungen der Variablen Natürlichkeit, Vielfalt und Eigenart die – jede für sich – sehr hoch bewertet wurde. Die Variablen Vielfalt und Natürlichkeit sind vor allem im oberen Bereich der Flusslandschaft sehr hoch bewertet. Nur die Einzelbewertungen der Variablen Natürlichkeit und Vielfalt sind um Bad Kreuznach im Vergleich zu den anderen Bereichen etwas geringer. Dies erklärt die niedrigere Gesamtbewertung in dieser Region.

5.2 ÖSL Natur- und Kulturerbe

Die Bewertung der Bereitstellung der kulturellen ÖSL ,Natur- und Kulturerbe, zeigt im gesamten Verlauf der Nahe fast durchgängig eine geringe Bewertung. Die niedrige Bewertung ist besonders im Bereich des oberen Laufs der Nahe ausgeprägt, da hier die drei Eingangsvariablen durchgängig sehr niedrig bewertet wurden. Die Dichte der Boden-, Bau- und Naturdenkmäler (z. B. einzelstehende markante Bäume) war hier gering, da die genutzten Eingangsdaten der Indikatorbewertungen im Vergleich zu den anderen Modellregionen hier nur eine geringe Anzahl abbildeten (Thiele et al. 2020). Lediglich ein kleiner Bereich südwestlich von Bad Kreuznach weist hohe Werte auf (Abb. 34).

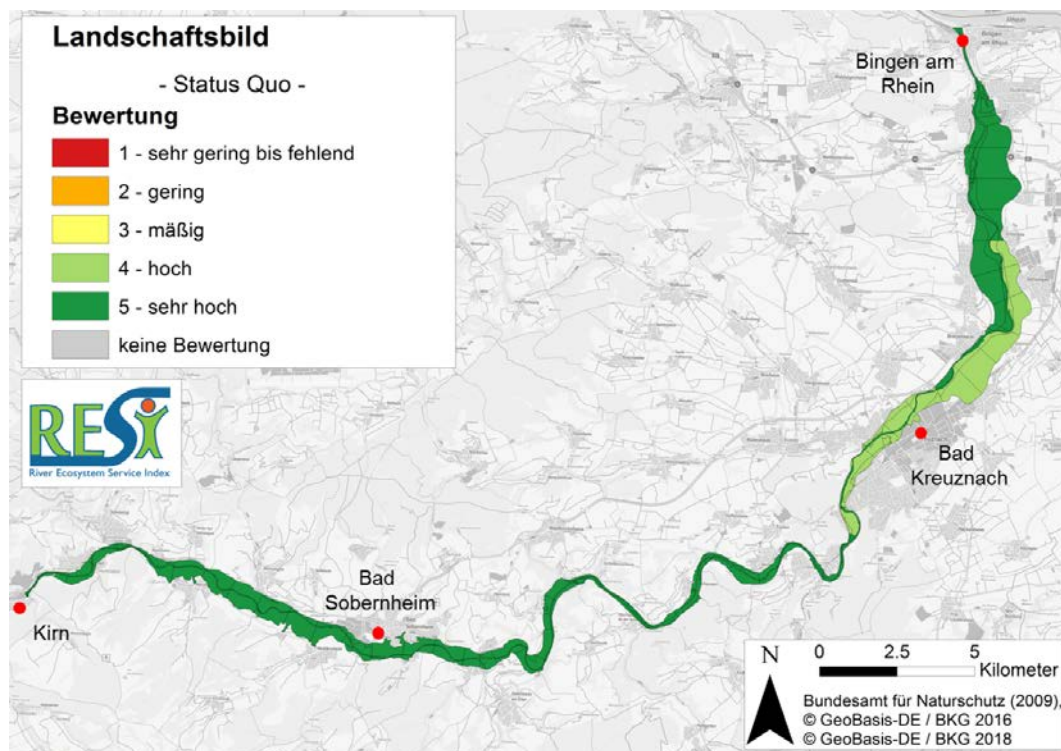


Abb. 33: Bewertung der ÖSL Landschaftsbild auf Auen-Kompartimentebene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

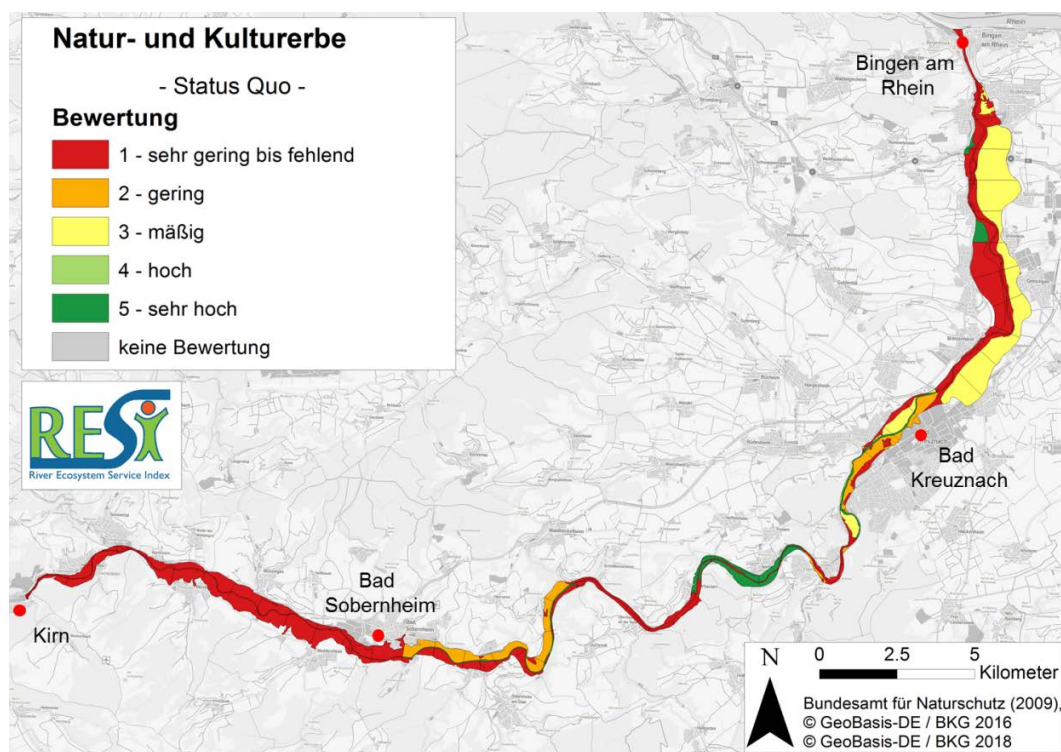


Abb. 34: Bewertung der ÖSL Natur- und Kulturerbe auf Fluss-Auen-Kompartimentebene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

5.3 ÖSL Unspezifische Interaktion mit der Flusslandschaft

Die Bewertung der Bereitstellung der unspezifischen Interaktion mit der Flusslandschaft ist im Bereich zwischen Bingen am Rhein und Bad Kreuznach mit niedrigen Werten vertreten. In diesem Bereich weist jedoch das Fließgewässer die höchste Wertstufe auf, was auf die Variable Ufer- und Gewässerverfügbarkeit (UGV) zurückgeführt werden kann. Die Bewertung ist flussaufwärts von Bad Kreuznach durch hohe Werte geprägt, die im weiteren Flussverlauf abnehmen (Abb. 35).

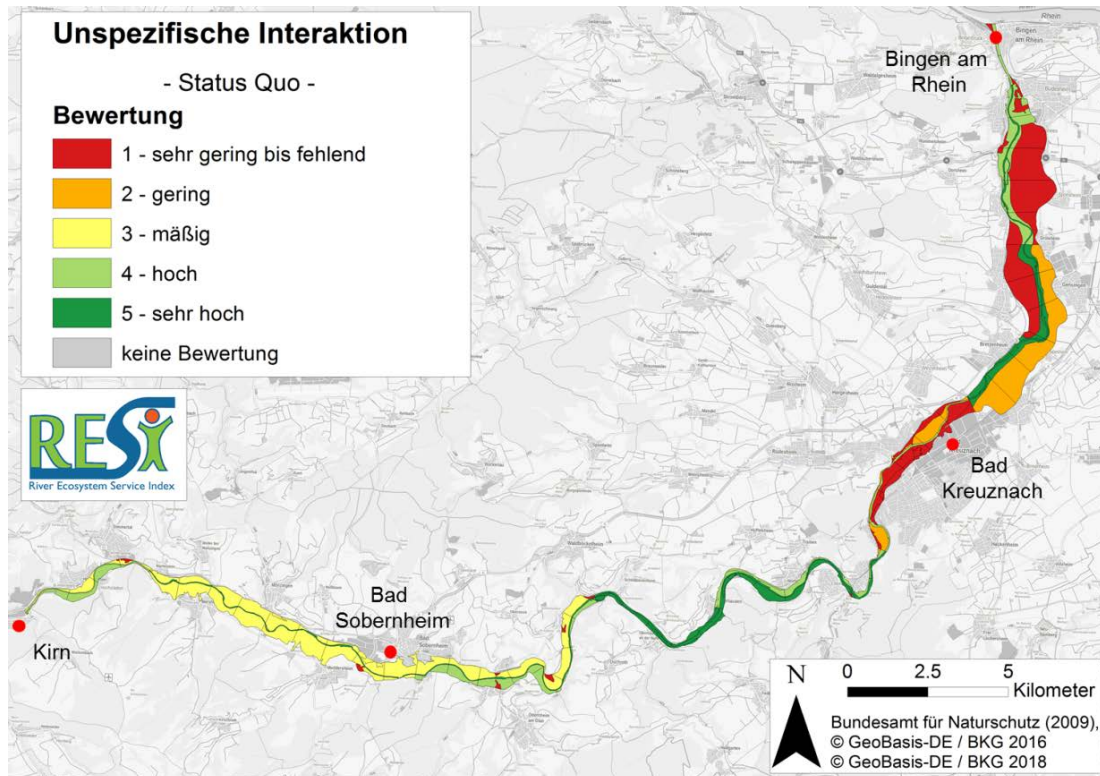


Abb. 35: Bewertung der ÖSL unspezifische Interaktion mit der Flusslandschaft auf Fluss-Auen-Kompartimentebene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

5.4 ÖSL wasserbezogene Aktivitäten

Die Bewertung der Bereitstellung der kulturellen ÖSL wasserbezogene Aktivitäten ist im gesamten Verlauf der Nahe fast durchgängig hoch. Lediglich kleine Bereiche zwischen Bingen am Rhein und Bad Kreuznach weisen mittlere und niedrige Werte auf. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Flusslandschaftsbereiche, die eine schmale Altaue aufweisen, höher bewertet wurden als Bereiche, die eine breitere Altaue vorweisen (Abb. 36) (Thiele et al. 2020).



Abb. 36: Bewertung der ÖSL wasserbezogene Aktivitäten auf Fluss-Auen-Kompartimentebene für das Projektgebiet Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen für 2016.

6 Synthese

Für den Bezugszustand wurden 14 ÖSL berechnet (Abb. 37). Im gesamten Untersuchungsgebiet zeigt die Summe der erzielten Werte für die ÖSL Bereitstellung ein Minimum von 33 und ein Maximum von 51 auf (Abb. 37, graue Schattierungen). Es wird deutlich, dass die Summe der ÖSL im unteren Lauf (Bereich zwischen Bad Kreuznach und Bingen) insgesamt niedriger ausfällt, während im oberen Lauf (in den Gebieten um Bad Sobernheim) Höchstwerte erzielt werden. Die Polargrafiken ermöglichen es, die Verteilung der Einzelbewertungen für die 14 ÖSL nachzuvollziehen. Dadurch wird ein diverseres Muster deutlich, dass zwischen Kirn und Bad Sobernheim besonders hohe Werte für die regulativen ÖSL, im Bereich zwischen Bad Sobernheim bis kurz vor Bad Kreuznach besonders hohe Werte für die kulturellen ÖSL und zwischen Bad Kreuznach und Bingen besonders hohe Werte für versorgenden ÖSL erreicht werden. Fasst man die Synthese für die individuellen ÖSL zusammen, so sind die Hauptgründe dafür in der dichteren Besiedlung insbesondere im Bereich um Bad Kreuznach sowie die insgesamt breitere, aber abgetrennte Altaue zwischen Bad Kreuznach und Bingen zu suchen. Dieser Zusammenhang spiegelt sich auch in der Szenariodarstellung wider (Abb. 38). Es zeigt sich ein kleines Steigerungspotential (Differenzpunkte auf der Karte, sowie Gesamtsumme) im Bereich Kirn bis Bad Kreuznach, da hier ohnehin schon recht hohe Bewertungen im Bezugszustand vorliegen. Direkt im städtischen Bereich bleibt die ÖSL-Summe gering. Zwischen Bad Kreuznach und Bingen zeigt sich das enorme Steigerungspotential durch den möglichen Wiederanschluss der Altaue an das Überflutungsgeschehen.

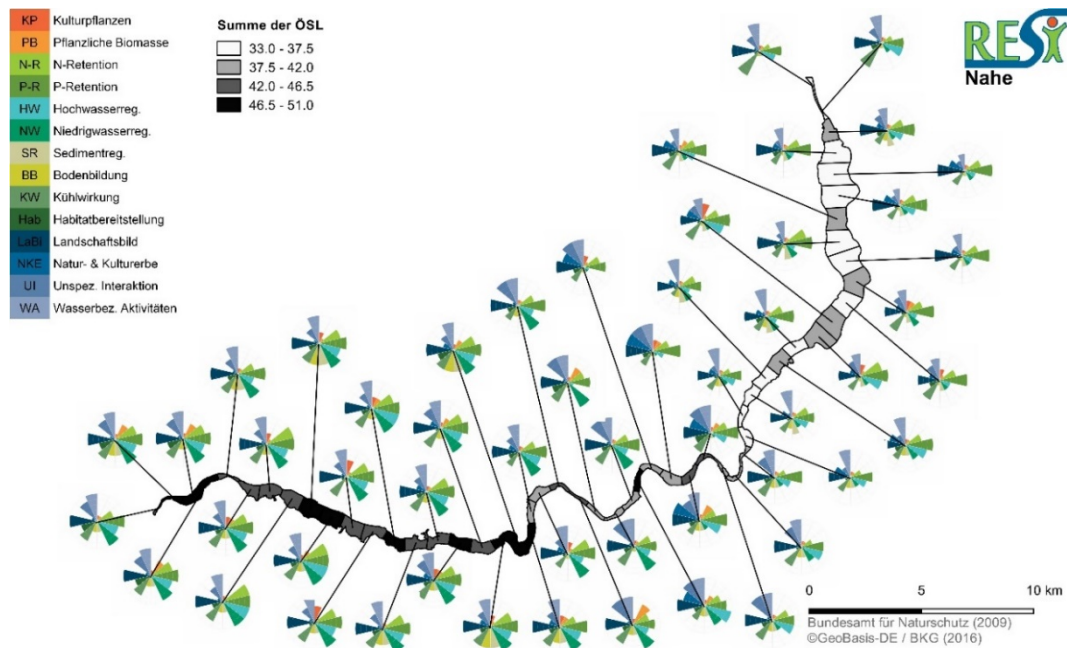


Abb. 37: Darstellung der Synthese des RESI für den Bezugszustand der Nahe. Die Graustufen in der Karte zeigen die Gesamtsumme über alle ÖSL, während die Einzelausprägung der ÖSL über die Polargrafiken abgelesen werden können.

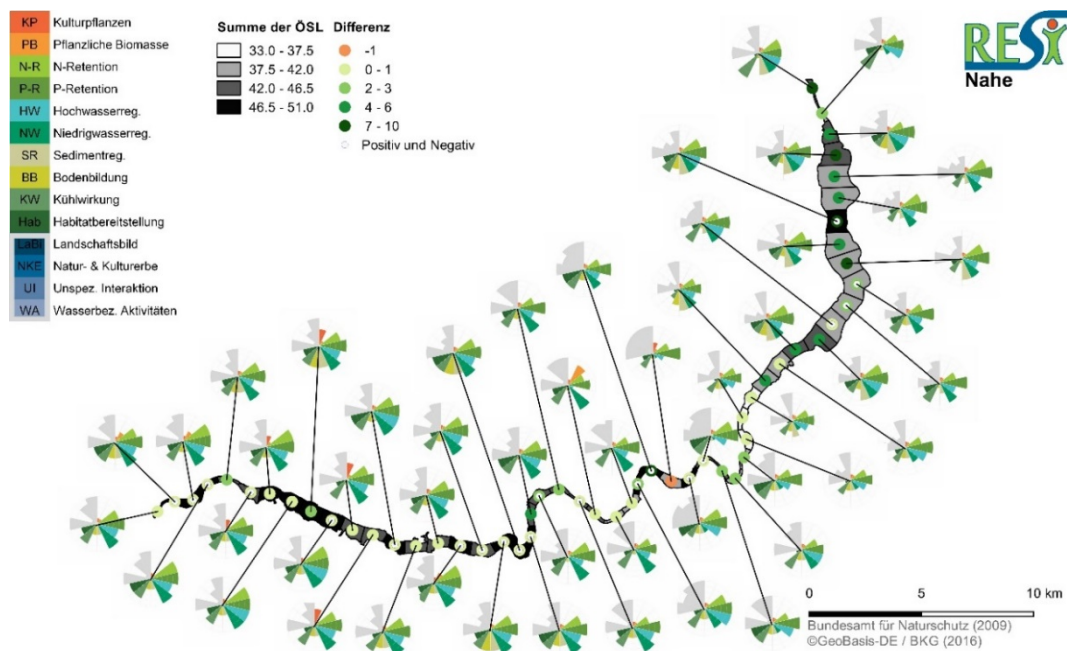


Abb. 38: Darstellung der Synthese des RESI für das Szenario der Nahe. Die Graustufen in der Karte zeigen die Gesamtsumme über alle ÖSL, während die Einzelausprägung der ÖSL über die Polargrafiken abgelesen werden können. Die Punkte auf den Segmenten geben die Differenz zum Bezugszustand zwischen -1 und +10 (siehe Farblegende (orange bis dunkelgrün)) wieder. Für die kulturellen ÖSL konnte aus zeitlichen Gründen keine Szenario Berechnung durchgeführt werden. Da generell eher von einer Verbesserung auszugehen ist, wurde hier für die Summenbildung der Ist-Zustand für diese ÖSL angenommen. In den Polargrafiken sind die betroffenen ÖSL grau dargestellt.

7 Literaturverzeichnis

- Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & D. Mehl (Hrsg.) (2009): Flussauen in Deutschland. Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – Naturschutz und biologische Vielfalt 87, 141 S.
- Dehnhardt, A., Rayanov, M., Hartje, V., Sander, A., Horlitz, T. & Benner, T. (2020). Quantifizierung und Bewertung versorgender Ökosystemleistungen. In diesem Buch.
- Fischer-Bedtke, C., Rumm, A., Damm, C., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Kasperidus, H., Stammel, B. & Scholz, M. (2020): Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung – für die Aue. In diesem Buch.
- Koenzen, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland. Typologie und Leitbilder. Angewandte Landschaftsökologie 65, 327 S.
- Mehl, D., Hoffmann, T. G. & Iwanowski, J. (2020): Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Rückhalt von Treibhausgasen/Kohlenstoffsequestrierung, Hochwasser-, Niedrigwasser- und Sedimentregulation, Bodenbildung in Auen sowie Kühlwirkung der Gewässer und terrestrischen Böden. In diesem Buch.
- Ritz, S., Linnemann, K., Becker, A., Kasperidus, H. D., Scholz, M., Schulz-Zunkel, Venohr, M., Wildner, M. & Fischer, H. (2020): Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Retention. In diesem Buch.
- Schulz-Zunkel, C., Scholz, M., Kasperidus, H. D., Krüger, F., Natho, S. & Venohr, M. (2012). Nährstoffretention, In: Ökosystemfunktionen von Flussauen - Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. In: Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H. D., Born, W. & K. Henle (Hrsg.), – Naturschutz und Biologische Vielfalt 124: 48–72.
- Thiele, J., Albert, C. & von Haaren, C. (2020): Erfassung und Bewertung kultureller Ökosystemleistungen von Flusslandschaften. In diesem Buch.
- Thiele, J., Albert, C., Hermes, J. & von Haaren, C. (2020): Assessing and quantifying offered cultural ecosystem services of German river landscapes. – Ecosystem Services 42: 101080