

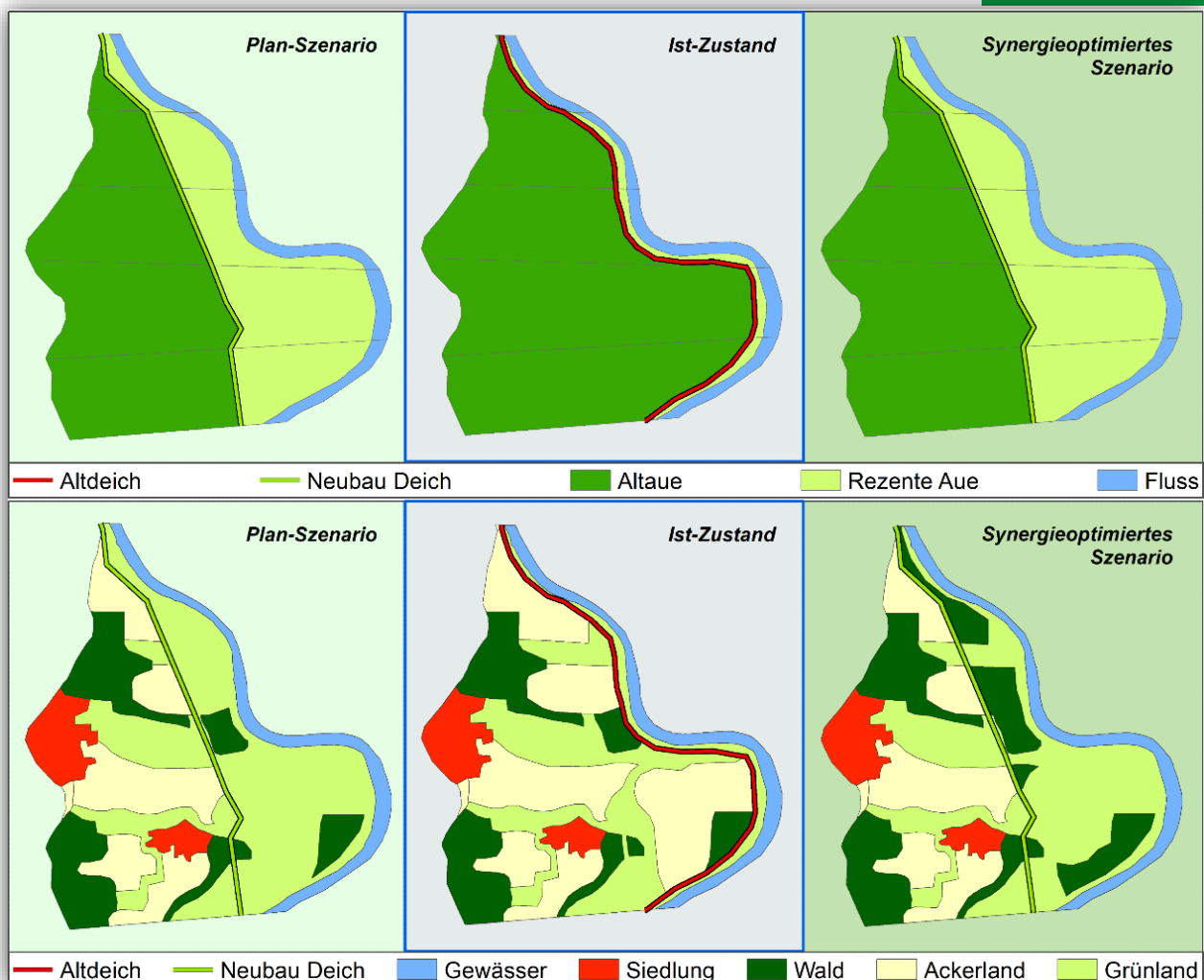
Ein Verfahren zur Bewertung umweltfachlicher Synergien von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms

Dietmar Mehl, Janette Iwanowski und Bernd Hausmann

BfN-Schriften

638

2023





Bundesamt für
Naturschutz

Ein Verfahren zur Bewertung umweltfachlicher Synergien von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms

Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) mit naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klimapolitischen Zielsetzungen“

Dietmar Mehl
Janette Iwanowski
Bernd Hausmann

Impressum

Titelbild: Abstrakte Darstellung des Vorhabentyps „Deichrückverlegung“ in Bezug auf Maßnahmen-szenarien (Janette Iwanowski)

Adressen der Autorin und der Autoren:

Dr. Dr. Dietmar Mehl	biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Janette Iwanowski	Nebelring 15, 18246 Bützow
	E-Mail: Dietmar.Mehl@institut-biota.de
Bernd Hausmann	Bundesamt für Naturschutz
	Konstantinstraße 110, 53179 Bonn
	E-Mail: Bernd.Hausmann@bfn.de

Fachbetreuung im BfN:

Bernd Hausmann	Fachgebiet II 2.4 „Gewässerökosysteme, Wasserhaushalt, Blaues Band“
Bernd Neukirchen	

Förderhinweis:

Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben „Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms mit naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klimapolitischen Zielsetzungen“. Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (FKZ: 3518 81 09000).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter www.bfn.de/publikationen heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.



Diese Schriftenreihe wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt (creativecommons.org/licenses).

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-399-7

DOI 10.19217/skr638

Bonn 2023

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis.....	8
Vorwort	10
1 Aufgabenstellung.....	11
1.1 Hintergrund	11
1.2 Zielsetzung und Einsatzbereich	12
1.3 Arbeitsschritte.....	14
1.4 Methodisches Konzept.....	14
1.5 Vorarbeiten	14
1.6 Projektbegleitende Arbeitsgruppe.....	17
2 Umweltpolitischer bzw. -rechtlicher Hintergrund	18
2.1 Umweltpolitischer bzw. -rechtlicher Antrag.....	18
2.2 Maßgaben des Haushaltsrechts.....	19
3 Wesen, Struktur und Umfang der Synergien.....	20
3.1 Begriffliche Definition	20
3.2 Strukturierung in horizontale, vertikale und zeitliche Synergien	20
3.3 Umfang der umweltfachlichen Synergien.....	21
4 Methodischer Ansatz zur Synergienbewertung.....	24
4.1 Grundsätze	24
4.2 Systematik und Struktur.....	25
4.3 Bewertungsabstufung	27
4.4 Bewertung der horizontalen Synergien	31
4.4.1 Überblick	31
4.4.2 Raumbezug.....	32
4.4.3 Zeitlicher Bezug	33
4.4.4 Synergienbewertung.....	34
4.5 Bewertung der vertikalen Synergien	52
4.6 Bewertung der zeitlichen Synergien	53
4.7 Teil- und Gesamtbewertung	53
4.8 Weitere Grundsätze für die Anwendung des Ansatzes	55
4.8.1 Vergleichszustände/-maßstäbe für die Synergiebewertung	55

4.8.2	Konventionen für das Plan-Szenario	55
4.8.3	Anwendung eines synergieoptimierten Szenarios	56
5	Praxistest und abstrakte Veranschaulichung	58
6	Abschließende Empfehlungen	65
6.1	Empfehlungen zur Bewertungsabstufung/-skala für Vergleichszwecke	65
6.2	Empfehlungen zur Erzielung von Synergieeffekten	66
Literatur		69

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Vorschlag zum Gesamtbearbeitungsprozess (methodischer Gesamtansatz, Bearbeitungsrichtungen, Rückkopplungen und Iterationen)	16
Abb. 2	Ableitung der fachlichen (horizontalen) Synergien nach Handlungsfeldern unter grundlegender Einbeziehung der Kriterien nach LAWA (2014)	21
Abb. 3	System und Struktur des Verfahrensansatzes zur Bewertung der Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) mit umweltpolitischen/-fachlichen Zielsetzungen	26
Abb. 4	Gewichtung der einzelnen Synergiefelder im Hinblick auf horizontale, vertikale und zeitliche Synergien und die maximal erreichbare Punktsomme (positive Synergien)	28
Abb. 5	Punktansätze für die 5-stufige Bewertung horizontaler Synergien unter Berücksichtigung der Gewichtungsansätze	29
Abb. 6	Berechnungs- und Expertenbewertungsansätze für die umweltfachlichen Synergien 1 bis 3 im Überblick	31
Abb. 7	Berechnungs- und Expertenbewertungsansätze für die umweltfachlichen Synergien 4 bis 6 im Überblick	32
Abb. 8	Raumstruktur: 1-km-Auenabschnitte und Differenzierung in Fluss, Altaue und rezente Aue (jeweils links/rechts) an einem räumlichen Fallbeispiel entsprechend Fachdatensatz des Bundesamtes für Naturschutz.....	33
Abb. 10	Ansicht der Excel-Tabellenanwendung Expertenbewertung_NHWSP_Maßnahmen.xlsx: Ergebnis für eine horizontale Synergie.....	54
Abb. 11	Anzahl der im Rahmen des Praxistests bewerteten NHWSP-Maßnahmen in den drei ausgewählten Bundesländern	60
Abb. 12:	Abstrakte Darstellung des Vorhabentyps „Deichrückverlegung.....	61
Abb. 13	Abstrakte Darstellung des Vorhabentyps „Polder“	62
Abb. 14	Abstrakte Darstellung des Vorhabentyps „Hochwasserrückhaltebecken“	63
Abb. 15	Beispielhafte Ergebnisdarstellung der Szenarien (auenabschnittsbezogen)	64

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Fachliche und politisch-rechtliche Einordnung der Synergien.....	22
Tab. 2	Fortführung der Tabelle 1: Fachliche und politisch-rechtliche Einordnung der Synergien.....	23
Tab. 3	Fünfstufige Bewertungsskala zur Synergienbewertung der einzelnen Kriterien.....	29
Tab. 4	Erläuterung/Bedeutung der Bewertungsabstufungen bzw. Punkte im Hinblick auf Be-rechnungsverfahren sowie Expertenbewertung	30
Tab. 5	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 1: Fließgewässerentwicklung	35
Tab. 6	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 2: Auenentwicklung.....	37
Tab. 7	Normierung der impliziten Emissionsfaktoren für direkte (2017) und indirekte (2016) Lachgasemissionen [kg N ₂ O ha ⁻¹ a ⁻¹] infolge von Verlusten an organischer Substanz aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung als „normierte“ Klimawirksamkeit in t CO ₂ - C, zusammengestellt/berechnet nach UBA (2019)	40
Tab. 8	Übersicht der Emissionsfaktoren für CO ₂ -C _{total_organic_drained} , CH ₄ _organic und N ₂ O-N aus drainierten organischen Böden in Abhängigkeit von der Landnutzung (leicht geändert nach UBA 2019).....	41
Tab. 9	Normierung für CO ₂ -C _{total_organic_drained} , CH ₄ _organic und N ₂ O-N aus drainierten organischen Böden auf die jeweilige Klimawirksamkeit (als adäquate CO ₂ -Werte) und anschließende Summation und Umrechnung als „äquivalente“ CO ₂ -C-Emmissionsfaktoren (bezogen auf den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren) in Abhängigkeit von der Landnutzung (Datengrundlage: UBA 2019)	41
Tab. 10	Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [t C ha ⁻¹] (aus UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten.....	42
Tab. 11:	Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung in organischen Böden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [t C ha ⁻¹] (aus UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten.....	43
Tab. 12:	Emissionsfaktoren [t C ha ⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung (leicht geändert nach UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten.....	44

Tab. 13:	Emissionsfaktoren [t C ha ⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede in mineralischen Böden und in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung (Datengrundlage: UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten, Maximalwert rot/fett hervorgehoben.....	45
Tab. 14	Emissionsfaktoren [t C ha ⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede in organischen Böden und in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung (Datengrundlage: UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten, Maximalwert rot/fett hervorgehoben.....	46
Tab. 15	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 3: Klimaschutz und -anpassung (nur Aspekt Klimaschutz)	47
Tab. 16	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 3: Klimaschutz und -anpassung (Klimaanpassung und Resilienz)	48
Tab. 17	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 4: Biologische Vielfalt, Biotopverbund.....	49
Tab. 18	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 5: Naturverbundene Freizeit- und Erholungsnutzung einschließlich Tourismus.....	50
Tab. 19	Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 6: Natur- und landschaftsverträgliche Land- und Forstwirtschaft.....	51
Tab. 20	Fragen der Expertenentscheidung bei den vertikalen Synergien	52
Tab. 21	Fragen der Expertenentscheidung bei den zeitlichen Synergien.....	53
Tab. 22	Empfehlungen für die inhaltliche Ausgestaltung eines synergieoptimierten Szenarios für Polder, Hochwasserrückhaltebecken und Deichrückverlegungen.....	57
Tab. 23	Möglichkeit einer Punktbewertung und einer Summenbildung auf der Ebene einzelner Auensegmente und kumulativ für alle betroffenen Auensegmente – Vergleichsmöglichkeit zwischen Plan-Szenario und synergieoptimiertem Szenario	65
Tab. 24	Vorschlag für eine Gesamtbewertung einzelner Auensegmente nach Punktsummen und im Hinblick auf den positiven Synergieeffekt (Abstufung)	66
Tab. 25	Empfehlungen zur Erzielung hoher horizontaler/fachlicher Synergieeffekte	67

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
BBD	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchG	Erklärung der Abkürzung (BfN_Standard_linksbündig)
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BWaldG	Bundeswaldgesetz
bzw.	beziehungsweise
CRF	Common Reporting Format
d. h.	das heißt
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DRV	Deichrückverlegung
EU-WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FP	Flutpolder
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geographisches Informationssystem
HELCOM	Baltic Marine Environment Protection Commission (Helsinki Commission)
HGrG	Haushaltsgrundsätzegesetz
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HW	Hochwasser
HWRM-RL	EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
HWSK	Hochwasserschutzkonzept
IMAG	Interministerielle Arbeitsgruppe

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change („Weltklimarat“)
IRP	Integrierte Rheinprogramm
LANA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LAWA-AH	LAWA-Ausschuss „Hochwasserschutz und Hydrologie“
LRT	Lebensraumtyp
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
NBS	Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt
NHWSP	Nationales Hochwasserschutzprogramm
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OSPAR	Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks
PAG	Projektbegleitende Arbeitsgruppe
RESI	River Ecosystem Service Index
ROG	Raumordnungsgesetz
SPA	Special Protection Area
UBA	Umweltbundesamt
UMK	Umweltministerkonferenz
vgl.	vergleiche
VSchRL	EU-Vogelschutzrichtlinie
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie

Vorwort

Mit dem weiter voranschreitenden Klimawandel steigt vielerorts auch die Hochwassergefahr. Maßnahmen des Hochwasserschutzes werden dadurch – ebenso wie der Klimaschutz – immer wichtiger. Gleichzeitig nimmt der Verlust an Biodiversität immer dramatischere Ausmaße an. Naturschutzmaßnahmen, die dem entgegenwirken, müssen deshalb zukünftig vermehrt umgesetzt werden.

Insbesondere naturnahe Flüsse und Auenlandschaften mit ihrer enormen biologischen Vielfalt bergen große Potenziale zur Aufnahme und Festlegung von Kohlenstoff. Gleichzeitig leisten sie einen wesentlichen Beitrag zum vorsorgenden Hochwasserschutz und damit zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Hochwasserschutz, Anpassung an den Klimawandel, Klimaschutz und Naturschutz müssen daher zukünftig grundsätzlich gemeinsam betrachtet und bei der Maßnahmenumsetzung berücksichtigt werden.

Im Nationalen Hochwasserschutzprogramm werden die Synergiepotenziale heute deutlich stärker gewichtet als noch vor einigen Jahren. So sollen für jede Deichrückverlegung und für Maßnahmen der gesteuerten Rückhaltung (Flutpolder und Hochwasserrückhaltebecken) auch die Synergien hinsichtlich der Gewässerentwicklung zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes gemäß Wasserrahmenrichtlinie, der Auswirkungen auf den Auenzustand und der Stabilität gegenüber Klimaveränderungen (Resilienz) bewertet werden. Geeignete Bewertungsverfahren für die Ersteinschätzung verschiedener Planungsvarianten lagen da-für bislang allerdings nicht vor.

Mit der im Rahmen dieses Forschungsvorhabens vorgelegten praxisnahen Bewertungsmethodik können Synergien von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms transparent bewertet und Sinne eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Auswahl verschiedener Planungsvarianten genutzt werden. Die entwickelte Methodik soll dazu beitragen, dass künftig vermehrt besonders synergiereiche Varianten umgesetzt werden. Außerdem steigert die transparente Darstellung der erreichbaren Synergien die Akzeptanz der Maßnahmen vor Ort.

Sabine Riewenherm
Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz

1 Aufgabenstellung

1.1 Hintergrund

Unmittelbar nach den verheerenden Hochwassern im Juni 2013 im Elbe- und Donaugebiet beschloss die Umweltministerkonferenz (UMK) in einer Sondersitzung am 2. September 2013 die Erarbeitung eines Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) unter Koordination des Bundes. Das Bundesumweltministerium will mit dem Nationalen Hochwasserschutzprogramm in erster Linie zur beschleunigten Umsetzung prioritärer, überregional wirkender Maßnahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes beitragen. Wichtigstes Ziel muss sein, zusammenhängend über ein Flussgebiet betrachtet geeignete Projekte so auszuwählen und zu kombinieren, dass möglichst viele Menschen von ihnen profitieren.

Die Sonderumweltministerkonferenz Hochwasser am 2. September 2013 in Berlin hatte die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) daraufhin beauftragt, in Zusammenarbeit mit den Flussgebietsgemeinschaften und unter Beteiligung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, insbesondere zur Gewinnung von Rückhalte-räumen mit signifikanter Wirkung auf die Hochwasserscheitel und zur Beseitigung von Schwachstellen bei vorhandenen Hochwasserschutzmaßnahmen zu erarbeiten. Dabei sollten vorhandene Untersuchungen und Ergebnisse der Länder einbezogen werden.

Die LAWA Vollversammlung hat zur Erfüllung dieser Aufgaben eine Arbeitsgruppe aus Vertretern des ständigen LAWA-Ausschusses Hochwasserschutz und Hydrologie (LAWA AH), der Flussgebietsgemeinschaften und der LANA unter Leitung des AH-Obmannes eingerichtet. Zunächst wurden in der Arbeitsgruppe Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen erarbeitet. Im Anschluss daran erfolgte die Identifikation/Benennung von prioritären Maßnahmen zur Aufnahme in das Nationale Hochwasserschutzprogramm. Es wurden Maßnahmen aus den Flussgebietsgemeinschaften Donau, Elbe, Rhein, Oder und Weser gemeldet. Die Ergebnisse sind im LAWA-Dokument „Nationales Hochwasserschutzprogramm. Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen sowie ein Vorschlag für die Liste der prioritären Maßnahmen zur Verbesserung des präventiven Hochwasserschutzes“ (LAWA 2014) enthalten, das auf der Umweltministerkonferenz am 24. Oktober 2014 in Heidelberg beschlossen wurde.

Zum ersten Mal gibt es nun eine bundesweite Aufstellung mit vordringlichen, überregional wirksamen Maßnahmen für den Hochwasserschutz. Der länderübergreifende Hochwasserschutz erhält damit ein klares Gerüst. Die Maßnahmen sind den Kategorien Deichrückverlegung/Wiedergewinnung von natürlichen Rückhalteflächen, gesteuerte Hochwasserrückhaltung (z.B. Flutpolder) und Beseitigung von Schwachstellen zuzuordnen. Der Bund fördert Maßnahmen der Kategorien Deichrückverlegung und gesteuerte Hochwasserrückhaltung über den Sonderrahmenplan „Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes“ bis zu einem Anteil von 60 Prozent.

Das Kostenvolumen der aktuellen NHWSP-Maßnahmenliste für das Jahr 2020 liegt bei über 6 Mrd. Euro. Danach sollen in der Kategorie gesteuerte Hochwasserrückhaltung mehr als 1.200 Millionen Kubikmeter Rückhaltevolumen geschaffen werden. In der Kategorie Deichrückverlegung/Wiedergewinnung von natürlichen Rückhalteflächen sollen insgesamt mehr als 20.000

Hektar Überflutungsfläche wieder einer natürlichen Überschwemmungsdynamik zugeführt werden. Damit wird auch die Auenentwicklung in Deutschland in erheblichem Maße vorangebracht.

Neben der Erfüllung von Zielen des vorsorgenden Hochwasserschutzes können umwelterhebliche Synergieeffekte mit entsprechenden Maßnahmen verbunden sein, deren Verbesserungspotenzial erheblich sein kann. Zu nennen sind hier als Handlungsfelder in erster Linie

- der Gewässerschutz (Umsetzung der WRRL bzw. der Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 bis 31 WHG, die HWRM-RL fordert die Koordination mit den Umweltzielen nach Art. 4 WRRL),
- der Natur- und Auenschutz (Zielsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) bzw. der Naturschutzoffensive 2020),
- der Klimaschutz (Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – DAS) sowie,
- speziell an Bundeswasserstraßen, die Zielkonformität mit dem „Blauen Band Deutschland“ – BBD.

Zusätzlich zur überregionalen Wirksamkeit der Maßnahmen in Bezug auf den Hochwasserschutz und damit der Stärkung des Solidaritätsprinzips in den Flussgebieten war und ist bei der Auswahl von Maßnahmen auch die Einschätzung wichtig, inwieweit sich Synergien mit der jeweiligen Maßnahme erzielen lassen. Zur Identifikation von Maßnahmen des NHWSP hat die LAWA folgerichtig die Kriterien „Wirksamkeit“ und „Synergien“ sowie das Zusatzkriterium „Umsetzbarkeit“ festgelegt (LAWA 2014). Mit dieser integrierten Sichtweise werden damit im NHWSP die Synergiepotenziale deutlich stärker gewichtet als noch vor wenigen Jahren (Buschhüter et al. 2018).

Einer integrierten Sichtweise wird in jüngerer Zeit immer größeres Gewicht beigemessen. So fordern Geist & Auerswald (2019) einen integrativ-systemischen Ansatz und eine zielgerichtete Nutzung der Synergien von Gewässer-, Arten-, Klima- und Bodenschutz gerade auch in Flussauen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen sieht in seinem Umweltgutachten 2020 insbesondere im Bereich Deichrückverlegung und Wiedergewinnung von natürlichen Rückhalteräumen große Synergiepotenziale mit dem Natur- und dem Gewässerschutz (SRU 2020). Mögliche Synergien umreißen zugleich den Anspruch an eine nachhaltige Auenentwicklung im Sinne der „Wiederherstellung multifunktionaler Gewässerlandschaften“ bzw. der Reetablierung „der Vielfalt gewässer- und auentypischer Arten und Lebensräume“ (Ehlert et al. 2018).

1.2 Zielsetzung und Einsatzbereich

Das Potenzial von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) soll, wo möglich und wie bereits beschrieben, auch zu Verbesserungen im Hinblick auf Natur-, Gewässer- und Klimaschutz genutzt werden. Hierzu müssen die Synergien erkannt und genutzt werden, was bereits bei der Maßnahmenauswahl und -priorisierung zu beachten ist. Bei bestimmten Maßnahmen sind grundsätzlich auch negative Wirkungen im Hinblick auf die genannten Handlungsfelder möglich. Dies gilt es, möglichst auszuschließen oder auf ein Minimum zu begrenzen.

Bereits im LAWA-Dokument „Nationales Hochwasserschutzprogramm. Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen sowie ein

Vorschlag für die Liste der prioritären Maßnahmen zur Verbesserung des präventiven Hochwasserschutzes“ (LAWA 2014) sind dahingehend erste Vorschläge enthalten. Die Maßnahmen des NHWSP umfassen u.a. Deichrückverlegungen sowie gesteuerte Hochwasserrückhaltungen (z.B. Flutpolder). Synergie-Kriterien für diese Maßnahmenkategorien sind:

1. „Gewässerentwicklung/WRRL“
2. „Auswirkungen auf den Auenzustand“
3. „Stabilität gegenüber Klimaveränderung (Resilienz)“

Bewertet wird nach LAWA (2014) 3-stufig: +/0/-. Das konkrete Herangehen an die Ausgestaltung der o. g. Kriterien obliegt den Ländern.

Im Umweltforschungsplan 2018 des Bundesumweltministeriums wurde inhaltlich-fachlich hieran anschließend das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) mit naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klima-politischen Zielsetzungen („Synergien NHWSP“, Forschungskennzeichen 3518 81 0900, Laufzeit: 01.07.2018-30.06.2021) vorgesehen und durch das Bundesamt für Naturschutz konzipiert und beauftragt.

Ziel dieses Vorhabens war es, geeignete und praxisnahe Kriterien und Methoden zur Ermittlung und Bewertung ausgewählter Synergien von NHWSP-Maßnahmen zu entwickeln. Damit sollte eine stärkere Operationalisierung und eine einheitliche Bewertung ermöglicht werden. Zudem sollten im Rahmen eines Praxistests für ausgewählte Maßnahmen des NHWSP die Auswirkungen auf u.a. den Auenzustand, die Biodiversität in Auen, den ökologischen Zustand gemäß WRRL und die Anpassung an den Klimawandel ermittelt und bewertet werden, um die Bewertungsmethodik zu testen und um die Entwicklungspotenziale hinsichtlich Natur-, Gewässer- und Klimaschutz exemplarisch aufzuzeigen. Damit soll ins-besondere auch das Bewusstsein für die erreichbaren Synergien verstärkt werden. Außerdem sollten Empfehlungen erarbeitet werden, wie vorhandene Synergiepotenziale möglichst umfänglich und gezielt bei der Umsetzung der Maßnahmen genutzt werden können (Mehl et al. 2019, Hausmann et al. 2021).

Mit den im Rahmen dieses Vorhabens erarbeiteten Bewertungsverfahren soll letztlich ein Entscheidungsunterstützungssystem aufgebaut werden, welches es ermöglicht, verschiedene Planungsvarianten einer Maßnahme hinsichtlich ihrer Synergien miteinander zu vergleichen und die Ergebnisse für die weiteren Planungsschritte zu nutzen. Dies dürfte sich insbesondere bei Maßnahmen anbieten, die sich noch in einem frühen Planungsstadium befinden und bei denen daher noch Entscheidungsspielraum hinsichtlich der konkreten Umsetzung vorhanden ist. Die Anwendung eines solchen Systems soll zudem eine transparente Kommunikation über die erreichbaren Synergien ermöglichen und so auch zur Akzeptanz-steigerung von NHWSP-Maßnahmen beitragen.

Für die Bewertung der Synergien von NHWSP-Maßnahmen sind generell die Bundesländer zuständig. Das Bewertungsverfahren ist nicht dazu gedacht, die in den Maßnahmen- und Priorisierungslisten des NHWSP befindlichen Projekte untereinander zu vergleichen.

Die Projektkonzeption und Vorgehensweise sowie auch die Durchführung eines Praxistests wurden mit der Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), insbesondere dem Ausschuss „Hochwasserschutz und Hydrologie“ (AH bzw. LAWA-AH) vorabgestimmt. Deshalb war anfänglich insbesondere zu untersuchen, welche Unterkriterien und ggf. Methoden für die

drei o. g. Kriterien der LAWA im Hinblick auf die naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klimapolitischen Zielsetzungen in den Ländern angewendet werden oder geeignet sind.

1.3 Arbeitsschritte

Entsprechend der Leistungsbeschreibung waren die nachfolgenden Arbeitsschritte durchzuführen. Hierzu wurden inhaltliche Fragen oder methodische Anregungen/Vorschläge herausgestellt, die im Laufe des Vorhabens entwickelt bzw. getestet werden sollten.

1. Recherche ausgewählter und repräsentativer NHWSP-Vorhaben in den Ländern
2. Eruierung der in den Ländern genutzten/angewandten Kriterien und ggf. Methoden zur Einstufung der Synergien
3. Recherche zu bestehenden Kriterien und Methoden zur Ermittlung und Bewertung der o. g. Synergien
4. Zusammenstellung, Systematisierung, Analyse der Rechercheergebnisse und ggf. Weiterentwicklung existierender sowie Entwicklung neuer Kriterien und Methoden zur Ermittlung und Bewertung der o. g. Synergien
5. Darstellung, Beschreibung und Analyse von Umsetzungselementen und Planungsinstrumenten, die zu einer möglichst weitgehenden Nutzung vorhandener Synergiepotenziale führen bzw. beitragen
6. Exemplarische Ermittlung und Bewertung der Synergien ausgewählter NHWSP-Maßnahmen und Ermittlung der Synergiepotenziale zur Verdeutlichung der Verbesserungsmöglichkeiten
7. Vorschlag für geeignete und praxisnahe Kriterien und Methoden, Weiterentwicklung von Kriterien und Methoden
8. Ableitung von Empfehlungen zur Nutzung ggf. vorhandener Synergiepotenziale bei NHWSP-Maßnahmen
9. Dokumentation wesentlicher Ergebnisse in Zwischenberichten und einem Abschlussbericht sowie in Karten und Abbildungen, Datenübergabe

1.4 Methodisches Konzept

Das zugrunde gelegte methodische Grundkonzept für die Bearbeitung des Forschungsvorhabens ist in Abbildung 1 dargestellt. Sinnvoll lassen sich dabei grundlegend die folgenden vier Bereiche unterscheiden:

- a. Recherche/Eruierung (Arbeitsschritte 1 bis 3)
- b. Zusammenstellung, Systematisierung, Eignung (Arbeitsschritte 4 und 7)
- c. Umsetzungs- und Planungsaspekte, Testung/Validierung (Arbeitsschritte 5 und 6)
- d. Ableitung von Empfehlungen zur Nutzung ggf. vorhandener Synergiepotenziale (Arbeitsschritt 8)

1.5 Vorarbeiten

In der ersten Projektphase wurden folglich vor allem Informations-, Recherche- und Konzeptionstätigkeiten durchgeführt. Hier sind insbesondere zu nennen:

- Information der Vertreter der Bundesländer
 - Mündliches (telefonisches) Informieren der Ländervertreter über die Ziele und Absichten des Vorhabens einschließlich der Information über Methoden, Abläufe und dergleichen
- Recherche in den Bundesländern (per Telefon, per Email und im Internet):
 - Ggf. erfolgte Weiterentwicklung der Synergiekriterien des NHWSP (LAWA 2014)
 - Ggf. vorhandene Ländervorschläge bzw. Überlegungen/konzeptionelle Ansätze zur Bewertung und/oder Priorisierung von Synergien zu Hochwasserschutzmaßnahmen
- Vorschläge aus den Ländern zu geeigneten NHWSP-Maßnahmen, die im Rahmen dieses Vorhabens mit der zu entwickelnden Methodik testweise bearbeitet werden könnten („Praxistest“), s. u.
 - Recherche zu Synergien von Maßnahmen des NHWSP und dafür grundsätzlich geeignete Methoden und Bewertungs-/Beurteilungsmerkmale
 - Recherche in Veröffentlichungen aus Praxis und Wissenschaft
 - Interpretieren des rechtlichen und umweltpolitischen Hintergrunds
 - Definieren der wesentlichen Synergiethemen bzw. -felder

Ableiten und Systematisieren grundsätzlich geeigneter Methoden und Bewertungs-/Beurteilungsmerkmale im Rückgriff auf die Rechercheergebnisse

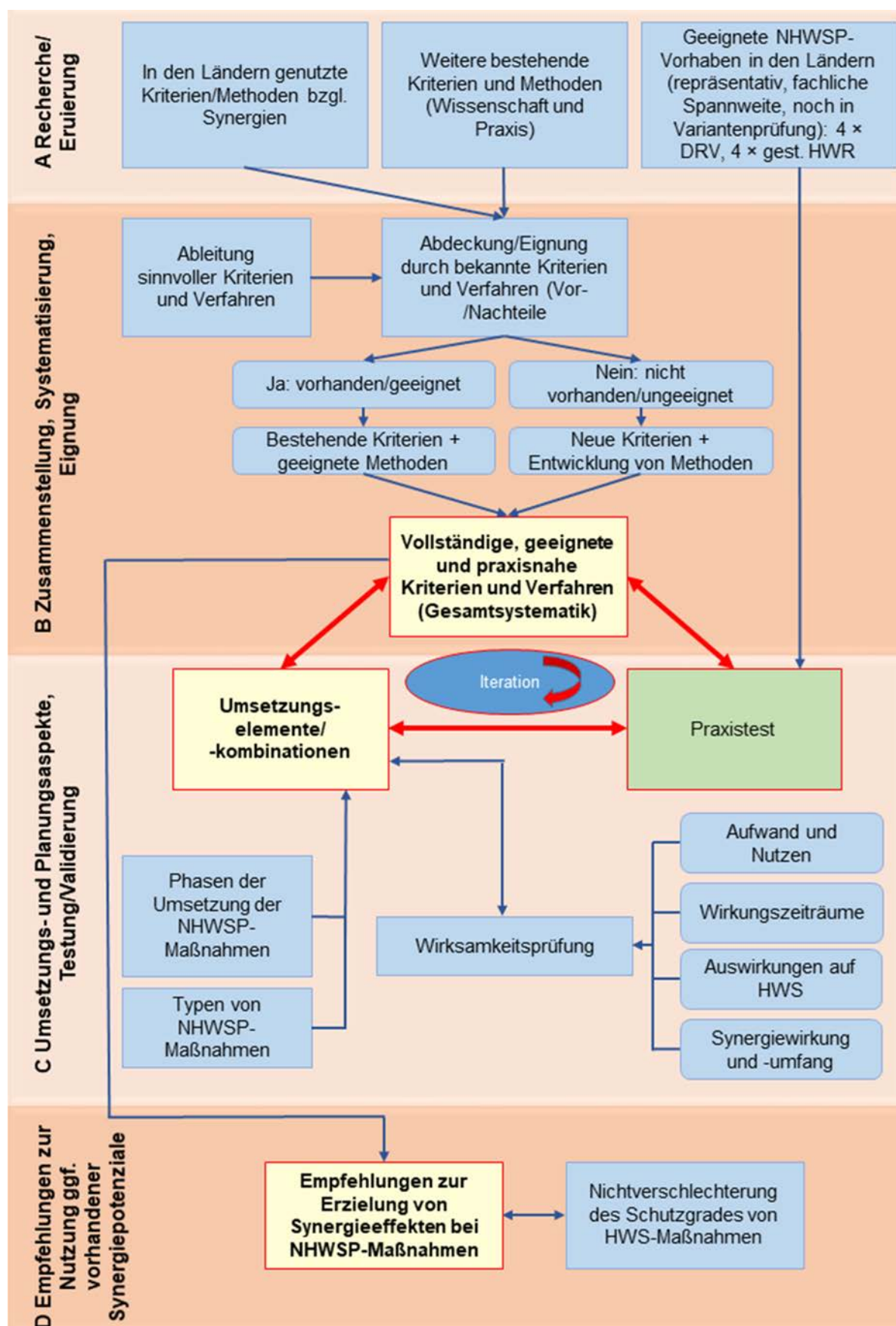


Abb. 1 Vorschlag zum Gesamtbearbeitungsprozess (methodischer Gesamtansatz, Bearbeitungsrichtungen, Rückkopplungen und Iterationen)

Die Ländervertreter wurden demgemäß in der ersten Projektphase vor allem befragt, ob Sie in ihren Ländern neben den im LAWA-Dokument „Nationales Hochwasserschutzprogramm. Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen sowie ein Vorschlag für die Liste der prioritären Maßnahmen zur Verbesserung des präventiven Hochwasserschutzes“ (LAWA 2014) genannten Kriterien „Gewässerentwicklung/WRRL“, „Auswirkungen auf den Auenzustand“ sowie „Stabilität gegenüber Klima-veränderung (Resilienz)“ ggf. weitere Kriterien nutzen oder ob sie diese möglicherweise landesspezifisch untersetzt haben.

Hier zeigten die Recherchen, dass die Länder die LAWA-Kriterien konsequent im Rahmen einer Expertenbewertung angewandt haben, aber eine konkrete Erweiterung oder Untersetzung in keinem Fall erfolgt ist. Das große Interesse der Länder an einer belastbaren Methodik sowohl im Hinblick auf die jährliche Fortschreibung der NHWSP-Maßnahmen, als auch im Hinblick auf eine ggf. mögliche Nutzung auf konzeptioneller Ebene der Länder wurde jedoch deutlich und mehrheitlich betont.

1.6 Projektbegleitende Arbeitsgruppe

Das Vorhaben wurde durch eine „Projektbegleitende Arbeitsgruppe“ (PAG) fachlich begleitet. Dieser Arbeitsgruppe unter organisatorischer Federführung durch das Bundesamt für Naturschutz gehörten an:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Referat WR I 6 "Hoch- und Niedrigwasser, Hydrologie"
- Umweltministerien und Landesämter oder Landesbetriebe vieler Bundesländer (insbesondere mit den für den Hochwasserschutz zuständigen Fachreferaten/-dezernaten)
 - Bayerisches Landesamt für Umwelt
 - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
 - Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
 - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
 - Landesamt für Umwelt Brandenburg
 - Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg
 - Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern
 - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg
 - Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt
 - Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
 - Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
- Bundesanstalt für Gewässerkunde
- Flussgebietsgemeinschaft Weser

- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Fachausschuss „Hochwasserrisikomanagement“)

Die etablierte PAG hat während der Laufzeit des Vorhabens insgesamt dreimal bzw. jährlich getagt, um Zwischenstände zu erörtern, Vorgehensweisen zu diskutieren und auch organisatorische Hilfestellung zu bieten, was sich als äußerst zielführend und hilfreich erwiesen hat.

2 Umweltpolitischer bzw. -rechtlicher Hintergrund

2.1 Umweltpolitischer bzw. -rechtlicher Auftrag

Der umweltpolitische bzw. -rechtliche Auftrag zur Findung von Synergien ergibt sich insbesondere aus

1. dem Gewässerschutz (Umsetzung der WRRL bzw. der Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 bis 31 WHG; die HWRM-RL fordert in Punkt 17 der einleitenden Gründe die Nutzung der Synergiepotenziale beider Richtlinien bei der Erstellung von Bewirtschaftungsplänen und Hochwasserrisikomanagementplänen, Artikel 6 und 9 HWRM-RL bestimmen die Koordination mit den Umweltzielen nach Art. 4 WRRL),
2. dem Natur- und Auenschutz (Umsetzung Natura 2000 – FFH-RL, VSchRL, BNatSchG, Zielsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS, https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/biologischevielfalt/Dokumente/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf) bzw. der Naturschutzoffensive 2020, <https://www.bmu.de/naturschutz-offensive-2020/>) und des Bundeskonzepts Grüne Infrastruktur <https://www.bfn.de/bundeskonzept-gruene-infrastruktur>,
3. dem Nationalen Auenprogramm (aufeinander aufbauende Forschungsprojekte und deren Ergebnisse im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, z. B. Brunotte et al. 2009, Scholz et al. 2012, Mehl et al. 2013, Koenzen et al. 2020a, b, Günther-Diringer et al. 2021),
4. dem Klimaschutz (Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – DAS, https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf, Umsetzung Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung, KSG, LAWA 2017),
5. speziell an Bundeswasserstraßen der Zielkonformität mit dem „Blauen Band Deutschland“ – BBD (BMVI & BMUB 2017, <https://www.blaues-band.bund.de>),
6. der Förderung einer naturverbundenen Freizeit- und Erholungsnutzung einschließlich Tourismus (ROG, BNatSchG),
7. der Förderung einer natur- und landschaftsverträglichen Land- und Forstwirtschaft (ROG, BNatSchG, BWaldG, BBodschG) sowie
8. vielfältigen und gleichfalls in diese Richtungen gehenden Aktivitäten und Programmen der Bundesländer.

Da die Fließgewässer bedeutsamer Teil des Wasserkreislaufes sind und sowohl ihre ökologische Verbindungsfunktion als auch ihre stofftransportierende Funktion zusätzlich zu sehen sind, entsteht ein entsprechender Auftrag in zweiter Linie auch aus politischen und rechtlichen Vorgaben für den Seenschutz (WRRL, WHG, OGewV), den Meeresschutz (MSRL, OSPAR,

HELCOM, WHG) und den Feuchtgebietsschutz (RAMSAR-Konvention, WRRL, Natura-2000 - FFH-RL, VSchRL).

2.2 Maßgaben des Haushaltsrechts

Für die Umsetzung der Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) sind die Länder verantwortlich. Die Koordinierung und maßgebliche Mitfinanzierung obliegt jedoch dem Bund, der auch die Wirksamkeit der Maßnahmen des NHWSP vor dem Hintergrund knapper Ressourcen verifizieren muss. Insofern sind Maßgaben des Haushaltsrechts des Bundes und der Länder zu beachten.

Entsprechend § 7 Bundeshaushaltsordnung (BHO) und nach den einschlägigen Landeshaushaltsordnungen bzw. untergesetzlicher Verwaltungsvorschriften der Länder sind bei finanzwirksamen Maßnahmen die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu beachten (s. bereits § 6 Haushaltsgrundsätzegesetz – HGrG). Beispielhaft sei hier auf die Haushaltsordnung des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LHO) verwiesen. In den Verwaltungsvorschriften zur Landeshaushaltsordnung Mecklenburg-Vorpommern (VV-LHO) heißt es zu § 7 LHO:

„Die Ausrichtung jeglichen Verwaltungshandelns nach den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit soll die bestmögliche Nutzung von Ressourcen bewirken [...]

Nach den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit ist die günstigste Relation zwischen dem verfolgten Zweck und den einzusetzenden Mitteln (Ressourcen) anzustreben. Die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit umfassen das Sparsamkeits- und das Ergiebigkeitsprinzip. Das Sparsamkeitsprinzip (Minimalprinzip) verlangt, ein bestimmtes Ergebnis mit möglichst geringem Mitteleinsatz zu erzielen. Das Ergiebigkeitsprinzip (Maximalprinzip) verlangt, mit einem bestimmten Mitteleinsatz das bestmögliche Ergebnis zu erzielen [...]

Die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit sind bei allen Maßnahmen des Landes, die die Einnahmen und Ausgaben des Landeshaushalts unmittelbar oder mittelbar beeinflussen, zu beachten. Dies betrifft sowohl Maßnahmen, die nach einzelwirtschaftlichen Kriterien (z. B. Beschaffungen für den eigenen Verwaltungsbereich und Organisationsänderungen in der eigenen Verwaltung) als auch Maßnahmen, die nach gesamtwirtschaftlichen Kriterien (z. B. Investitionsvorhaben in die Verkehrsinfrastruktur, Subventionen und Maßnahmen der Sozialpolitik) zu beurteilen sind. Unter die Maßnahmen fallen auch Gesetzgebungsvorhaben.“

Das Sparsamkeits- und das Ergiebigkeitsprinzip stellen damit bundeseinheitlich und länderübergreifend eindeutige haushaltsrechtliche Verpflichtungen dar, die der NHWSP-Umsetzung eine hohe Synergie im Sinne möglichst hoher positiver Wirkungen auf parallelen Handlungsfeldern abverlangen.

3 Wesen, Struktur und Umfang der Synergien

3.1 Begriffliche Definition

Synergiepotenziale sollen im Nationalen Hochwasserschutzprogramm (NHWSP) viel stärker als noch vor wenigen Jahren gewichtet werden („integrierte Sichtweise“, vgl. Buschhüter et al. 2018). Gewünschte umwelterhebliche Synergieeffekte entsprechen dabei im Sinne einer Optimierung des Einsatzes knapper Ressourcen den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit öffentlicher Haushaltsführung (s. o.).

Während der Begriff „Kohärenz“ für die Stimmigkeit, als Maß erfolgter Abstimmung steht, beschreibt der Begriff „Synergie“ vielmehr den Weg, d. h. das konkrete Zusammenwirken, somit die Art, die Form und die Stärke gemeinsamen Handelns. Hier kommt es zu einer hohen Komplementarität zwischen Effekten, weshalb Synergie all-gemein nur im Sinne positiver Wirkungen aufgefasst wird. Gegenseitiges Fördern, integrierte, holistische Ansätze in der Betrachtung sind demnach angezeigt (Toepel 2000).

Der konkrete Synergieeffekt ist jedoch vom zu betrachtenden Faktor abhängig und kann verschieden stark ausgeprägt sein. Bei komplexen Zusammenhängen gelingt selten eine hohe Synergie in allen Feldern. Vielmehr ist auch mit Zielkonflikten im Sinne von Dyssynergien zu rechnen; in der Ökonomie hat sich für solche gegenläufigen Abhängigkeiten auch der englische Begriff „trade-off“ (im Sinne einer gegenläufigen Abhängigkeit) eingebürgert.

3.2 Strukturierung in horizontale, vertikale und zeitliche Synergien

Für die Synergien von Maßnahmen des NHWSP mit anderen Handlungsfeldern erscheint es ratsam, auf Differenzierungen der Ökonomie und der Betriebswirtschaftslehre zurückzugreifen. In Analogie zu betrieblichen Ertragsvorteilen bzw. Komplementaritäten (z. B. Foss & Iversen 1997, Kinzler 2005) können insofern

- horizontale,
- vertikale und
- zeitliche Synergien

unterschieden werden. Übertragen auf die NHWSP-Thematik lässt sich das wie folgt darstellen:

1. Horizontale Synergien stehen für räumliche und inhaltlich-funktionale Synergien von NHWSP-Maßnahmen zu anderen Handlungsfeldern (insbesondere potenzielle naturschutzfachliche, gewässerökologische und klimapolitische Wirkungen).
2. Vertikale Synergien bilden Synergien, die durch Parallelität, Überlagerung und ggf. sogar organisatorische Bündelung von Aktivitäten (Konzeption, Planung, Akzeptanzvermittlung, Umsetzung) genutzt werden können.
3. Zeitliche Synergien drücken aus, dass durch die Wahl der einzelnen Zeitabläufe und/oder die zeitliche Synchronisation von Aktivitäten erhebliches Synergiepotenzial erschlossen werden kann.

Während die horizontalen Synergien damit zunächst den Umfang der Synergien zu anderen Handlungsfeldern bestimmen, stehen die vertikalen und die zeitlichen Synergien überwiegend für die organisatorischen Möglichkeiten und Chancen, hier geht es um die Nutzung aller

gesellschaftlichen Möglichkeiten optimaler Zusammenarbeit: Legislative, Exekutive, Verbandsarbeit, privates Engagement usw.

3.3 Umfang der umweltfachlichen Synergien

Der Umfang der umweltfachlichen Synergien, der zugleich die horizontalen Synergien determiniert, bestimmt sich aus dem umweltpolitischen und -rechtlichen Hintergrund (Kapitel 2.1). Dabei spielen die bereits in LAWA (2014) definierten drei Kriterien

- „Gewässerentwicklung/WRRL“
- „Auswirkungen auf den Auenzustand“
- „Stabilität gegenüber Klimaveränderung (Resilienz)“

eine grundlegende Rolle für die die Ableitung der fachlichen (horizontalen) Synergien nach Handlungsfeldern. Definiert werden vor diesem Hintergrund insgesamt sechs umweltfachliche bzw. horizontale Synergien. In Abbildung 2 ist dies dargestellt, wobei den Synergien nach LAWA (2014) ergänzende und zusätzliche Synergien zugefügt wurden.

Dabei bilden entsprechend der umweltpolitischen und -fachlichen Vorgaben die Synergien 1 bis 3 die bedeutsamsten (deutlich hervorgehoben in der Abbildung). Sehr wichtig erscheint auch die Synergie 4 (abgestuft hervorgehoben), während die Synergien 5 und 6 etwas in der Bedeutung zurücktreten. Die einzelnen Synergien werden in Tabelle 1 und Tabelle 2 einzeln bezüglich der Ziele und Handlungserfordernisse charakterisiert; zudem werden entsprechend ihrer Bedeutung der primäre und sekundäre umweltpolitische und -rechtliche Hintergrund eingeordnet.

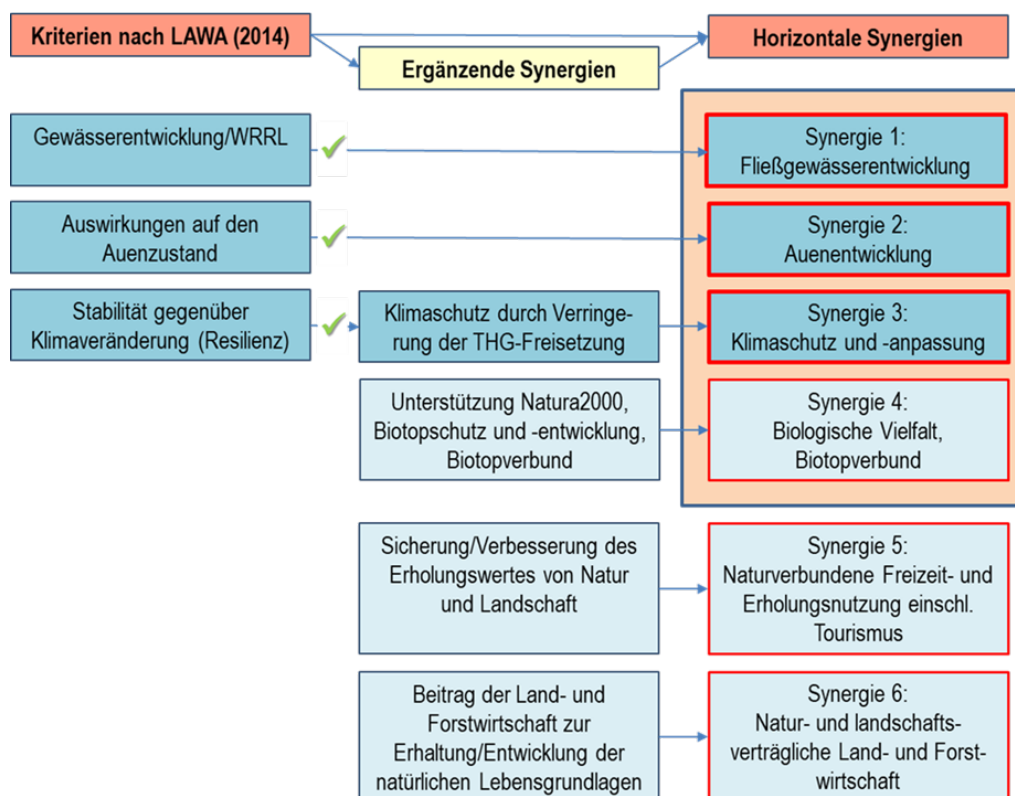


Abb. 2 Ableitung der fachlichen (horizontalen) Synergien nach Handlungsfeldern unter grundlegender Einbeziehung der Kriterien nach LAWA (2014)

Tab. 1 Fachliche und politisch-rechtliche Einordnung der Synergien

Synergie 1: Fließgewässerentwicklung	
Ziel(e)/Handlungserfordernis(se)	Fließgewässerrenaturierung (Reetablierung gewässertypischer Prozesse und Strukturen), allgemeines Ziel: guter ökologischer Zustand/gutes ökologisches Potenzial für Fließgewässerkörper i. S. der Bewirtschaftungsziele entsprechend § 27 WHG, Kriterien nach Anhang V WRRL bzw. OGewV
Primärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	WRRL, HWRM-RL (HWRM-RL fordert die Koordination mit den Umweltzielen nach Art. 4 WRRL), Natura-2000 (FFH-RL, VSchRL), WHG, OGewV, BNatSchG, Blaues Band Deutschland + zugehörige Fachstudie
Sekundärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	Meeresschutz, Seenschutz (MSRL, HELCOM/OSPAR - Gesetz vom 23. August 1994, WRRL, Natura-2000, WHG, OGewV, BNatSchG)
Synergie 2: Auenentwicklung	
Ziel(e)/Handlungserfordernis(se)	Sicherung oder Rückgewinnung von Auen und Auenfunktionen, Auenrenaturierung (Reetablierung auentypischer Prozesse und Strukturen, insbesondere Rückgewinnung von Überschwemmungsflächen)
Primärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	WRRL, HWRM-RL (HWRM-RL fordert die Koordination mit den Umweltzielen nach Art. 4 WRRL), Natura-2000 (FFH-RL, VSchRL), WHG, OGewV, BNatSchG, ROG, Nationales Auenprogramm (BMU, BfN), Blaues Band Deutschland + zugehörige Fachstudie, Auen- und Moorschutzprogramme der Länder
Sekundärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	Seenschutz, Meeresschutz, Feuchtgebietsschutz (MSRL, RAMSAR-Konvention, HELCOM, OSPAR, WRRL, Natura-2000, WHG, OGewV, BNatSchG)
Synergie 3: Klimaschutz und -anpassung	
Ziel(e)/Handlungserfordernis(se)	Berücksichtigung der räumlichen Erfordernisse des Klimaschutzes, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Klimaschutz durch Verhinderung/Verringerung von Treibhausgasemissionen oder Treibhausgasbindung Erhöhung der Klimaresistenz/-resilienz bzw. Verringerung der Vulnerabilität durch Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel Einbeziehung von Folgen des Klimawandels in die integrierte Flussgebietsbewirtschaftung: Synergien nutzen, Konflikte vermeiden
Primärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	WRRL, HWRM-RL, ROG, 5. Sachstandsbericht des IPCC, Klimaübereinkommen von Paris (21. UN-Klimakonferenz), Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung, KSG (Entwurf), LAWA (2017)
Sekundärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	Moorschutz, Bodenschutz, Feuchtgebietsschutz (RAMSAR-Konvention, WRRL, BBodSchG), Boden- und Moorschutzprogramme der Länder, Länder- und regionale Klimaschutzkonzepte

Tab. 2 Fortführung der Tabelle 1: Fachliche und politisch-rechtliche Einordnung der Synergien

Synergie 4: Biologische Vielfalt, Biotopverbund	
Ziel(e)/Handlungserfordernis(se)	Erhaltung bzw. Förderung der biologischen Vielfalt (vor allem auentypische Floren- und Faunenelemente) Mindestens guter Erhaltungszustand von Lebensraumtypen Erhaltung, Erhaltung/Reetablierung der Biotopverbundfunktionen bzw. eines großräumig übergreifenden, ökologisch wirksamen Freiraumverbundsystems Biotopschutz und -entwicklung (vor allem auentypische Biotope)
Primärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	Natura-2000 (FFH-RL, VSchRL), BNatSchG, WRRL, WHG, ROG, Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) bzw. Naturschutzoffensive 2020, Grüne Infrastruktur – EU, Blaues Band Deutschland + zugehörige Fachstudie, Auen- und Moorschutzprogramme der Länder, Biotopverbundkonzepte in Ländern, Großschutzgebieten etc.
Sekundärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	Seenschutz, Meeresschutz, Feuchtgebietsschutz (MSRL, RAMSAR-Konvention, HELCOM, OSPAR, WRRL, Natura-2000, WHG, OGewV, BNatSchG)
Synergie 5: Naturverbundene Freizeit- und Erholungsnutzung einschl. Tourismus	
Ziel(e)/Handlungserfordernis(se)	Sicherung und Verbesserung des Erholungswertes von Natur und Landschaft Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft
Primärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	ROG: Erhaltung und Entwicklung der Umwelt- und Erholungsfunktion ländlicher Räume, Erhaltung und Entwicklung von Kulturlandschaften BNatSchG: Schutz von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft; Schutz und Zugänglichmachen von nach ihrer Beschaffenheit und Lage geeigneten Flächen vor allem im besiedelten und siedlungsnahen Bereich zum Zweck der Erholung in der freien Landschaft
Sekundärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	BNatSchG: Naturkundliche Bildung Umweltbildung, Agenda21, schulische und außerschulische Bildung
Synergie 6: Natur- und landschaftsverträgliche Land- und Forstwirtschaft	
Ziel(e)/Handlungserfordernis(se)	Beitrag der Land- und Forstwirtschaft zur Erhaltung/Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen
Primärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	ROG: Schaffung der räumlichen Voraussetzungen, dass die Land- und Forstwirtschaft ihren Beitrag dazu leisten kann, die natürlichen Lebensgrundlagen in ländlichen Räumen zu schützen sowie Natur und Landschaft zu pflegen und zu gestalten; der Raum ist in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit der Böden, des Wasserhaushalts, der Tier- und Pflanzenwelt sowie des Klimas einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen zu entwickeln, zu sichern oder, soweit erforderlich, möglich und angemessen, wiederherzustellen. BNatSchG: besondere Bedeutung einer natur- und landschaftsverträglichen Land- und Forstwirtschaft für die Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft
Sekundärer rechtlicher/umweltpolitischer Hintergrund	BWaldG: Schutz und Erholungsfunktion des Waldes BBodSchG: Bodenschutz BNatSchG: Naturkundliche Bildung Umweltbildung, Agenda21, schulische und außerschulische Bildung

4 Methodischer Ansatz zur Synergienbewertung

4.1 Grundsätze

Das methodische Konzept hat dem Vorstehenden Rechnung zu tragen. Der räumlich-inhaltliche Fokus liegt auf den "Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes" (Sonderrahmenplan des Bundes), damit den raumgebenden Maßnahmenkategorien des NHWSP (Deichrückverlegungen und gesteuerte Hochwasserrückhaltungen), wohingegen die NHWSP-Maßnahmenkategorie „Beseitigung von Schwachstellen“ keine Rolle spielt.

Bei den methodischen Aspekten sind folgende grundsätzliche Anforderungen relevant:

- a. Allgemeine Grundsätze für eine Verfahrensentwicklung bzw. deren Ergebnisse
 - Verfügbarkeit der erforderlichen Daten und Informationen vor dem Hintergrund der verschiedenen Voraussetzungen in den Bundesländern (ggf. werden teilweise alternative Lösungen und Schritte benötigt)
 - Objektivität und Plausibilität
 - Transparenz und Nachvollziehbarkeit
 - Stabilität bzw. Belastbarkeit („Robustheit“)
 - Eindeutigkeit/Schlüssigkeit der Aussagen
 - Reproduzierbarkeit
 - Angemessenheit des Aufwandes (ohne Notwendigkeit der Nacherhebung von Daten)
- b. Unbedingte rechtliche und fachliche Konformität hinsichtlich Systematik, Kohärenz und Differenzierung
- c. Plausibilisierung kausaler Analysen (Ursache-Wirkung) zur „Stabilisierung“ von Kriterien und Methoden
- d. Einbeziehung und Prüfung aller (brauchbaren) Daten- und Informationsquellen, d. h. (empirische) umweltfachliche Beobachtungsdaten genauso wie (genetische) geo-/biowissenschaftliche Daten zu den Gewässern und Auen
- e. Übernahme bestehender und geeigneter Ansätze bzw. Verfahren und/oder entsprechender Methoden zur Bestimmung und Bewertung der Kriterien (dies wurde in der ersten Projektphase überprüft)
- f. Ausnutzen möglichst vieler Synergien im Sinne von Daten, Verfahren/Methoden aus Wissenschaft und Praxis

Entsprechend der geographischen Realität erfordert das Herangehen vor allem auch

- ganzheitliche, integrative Ansätze unter Beachtung der Dimensions- und Maßstabstufen, damit das „Denken“ in Raum-Zeit-Skalen,
- eine forschungspraktische Ausrichtung auf relevante Systembezüge sowie
- die Anwendung und Kombination „klassischer“ und/oder neuartiger Methoden und Verfahren verschiedener Fachdisziplinen, so dass eine inter- bzw. transdisziplinäre Methodenverknüpfung geboten ist.

Eine Prüfung auf Übernahme bewährter räumlicher Einheiten für Analyse und Bewertung war angeraten, insbesondere im Hinblick auf die bewährten 1-km-Auenabschnitte, die je-weils (in horizontaler Ebene) die Segmente Fluss, rezente und morphologische Aue umfassen (Brunotte et al. 2009, Scholz et al. 2012, Mehl et al. 2013, 2018, Günther-Diringer et al. 2021). In dieser Fachebene liegen mittlerweile viele Daten vor (z. B. Auenzustandsbewertung). Auch neuere Daten, z. B. im Hinblick auf die Ökosystemleistungen, nutzen diese Differenzierung (z. B. RESI – River Ecosystem Service Index, Podschun et al. 2018a, b, Mehl et al. 2018). Generell ist ein „Aufsatteln“ auf die in sich schlüssige Vorgehensweise des Bundesamtes für Naturschutz zur Erzeugung von Grunddaten und Verfahren, die zur Auenzustandsverbesserung erforderlich sind, von fachlichem und strategischem Vorteil.

Bei den Gewässern und den dafür verfügbaren Daten muss man z. T. auf die Ebene der Wasserkörper nach WRRL zurückgreifen, da eine Reihe von Daten nur auf dieser Raum-Ebene vorliegen. Andererseits gibt es auch höher aufgelöste wasserwirtschaftliche Fachdaten, z. B. bei der Fließgewässerstruktur.

Auch eine Berücksichtigung von Leitbildern und damit gewässer- und auentypologischer Aspekte ist wichtig, d. h. verfahrensrelevante „natürliche“ Unterschiede zwischen den einzelnen Gewässern und Auen müssen berücksichtigt werden (Gewässertypen nach WRRL auf Wasserkörperebene entsprechend OGewV, Auentypologie nach Koenzen 2005). Im Mindesten ist der mögliche Einfluss typologischer Gesichtspunkte fachlich im Blick zu behalten und entsprechend seiner Bedeutung ggf. verfahrensseitig zu integrieren.

4.2 Systematik und Struktur

Ausgehend von der Strukturierung in horizontale, vertikale und zeitliche Synergien und damit einer vielschichtigen, komplexen Fragestellung der Bewertung erscheint eine Multikriterienanalyse als Ansatz geeignet. Den matrizenhaften Ansatz zeigt Abbildung 3. Im Vorgriff auf die weiteren methodischen Festlegungen (s. u.) verdeutlicht Abbildung 3 bereits folgende Konventionen und Regeln:

1. Das größte Gewicht erhält die Bewertung der horizontalen Synergien. Den räumlichen und inhaltlich-funktionalen Synergien von NHWSP-Maßnahmen zu den anderen Handlungsfeldern wird damit die größte Bedeutung beigemessen.
2. Vertikale und zeitliche Synergien werden gleichfalls geprüft, können aber im Ergebnis „nur“ zur Vergabe von „Bonuspunkten“ führen („zusätzliche“ Indikatoren für positive Synergieeffekte).
3. Die einzelnen Kriterien erhalten eine Punktbewertung (5-stufig).
4. Die Bewertung der einzelnen Kriterien fußt bei den horizontalen Synergien möglichst auf Berechnungsverfahren (im Regelfall bereits bewährte Verfahren). Liegen für eine inhaltliche Synergie 1 bis 6 ggf. Ergebnisse aus mehreren Kriterienbewertungen vor, dann wird nur das beste Ergebnis gewertet (best-case). Alternativ bzw. ausschließlich für die Synergien 5 (Naturverbundene Freizeit- und Erholungsnutzung einschließlich Tourismus) und 6 (Natur- und landschaftsverträgliche Land- und Forstwirtschaft) ist eine vergleichsweise einfache Expertenbewertung vorgesehen. Allerdings wird empfohlen, möglichst immer zunächst den Weg über Berechnungsverfahren (Synergien 1-4) zu suchen, da dann belastbarere/plausiblere und reproduzierbare Ergebnisse zu erwarten stehen.

- Bei den vertikalen und den zeitlichen Synergien werden die Kriterien nur mittels Expertenbewertung bewertet. Hier sind die im Regelfall vorliegenden Daten und Informationen zu „weich“, um alternative Ansätze nutzen zu können.

Die durch NHWSP-Maßnahmen verursachten (und beabsichtigten) Abflachungen von Hochwasserwellen (im Regelfall Scheitelminderung) im Hinblick auf mögliche umwelterheblich nachteilige Effekte für stromauf und stromab liegende Gewässer- und Auenabschnitte werden bei der Synergienbewertung bewusst außer Betracht gelassen. Hierfür sprechen folgende Gründe:

- Keine gesicherte Prognosemöglichkeit (Raum, Zeit, Andauer) auf dieser Planungs- und Maßstabsebene.
- Ein Zielen der meisten NHWSP-Maßnahmen auf extreme Ereignisse, so dass die häufigeren und ökologisch maßgeblichen Hochwasserereignisse nicht oder kaum beeinflusst werden.

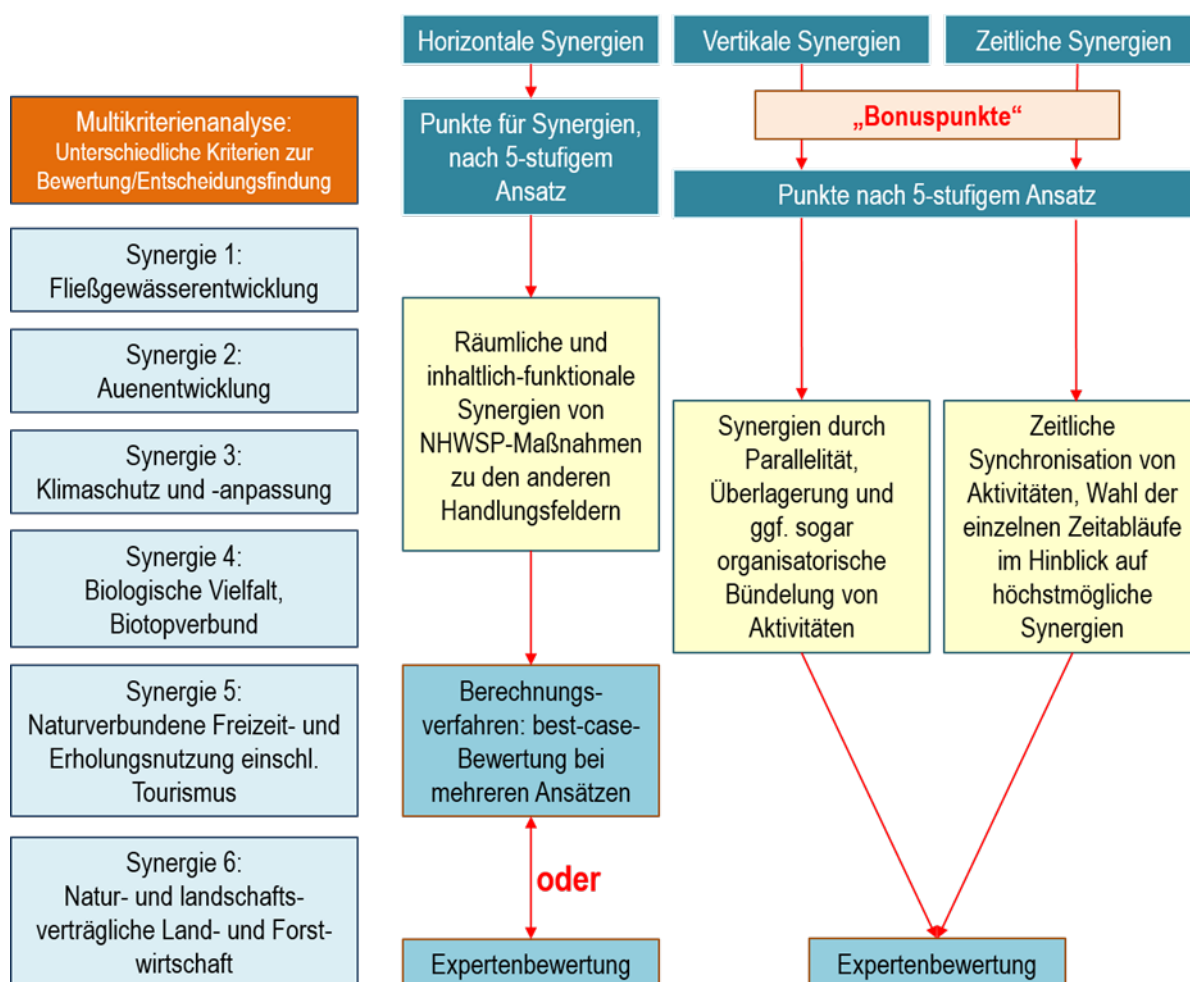


Abb. 3 System und Struktur des Verfahrensansatzes zur Bewertung der Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) mit umweltpolitischen/-fachlichen Zielsetzungen

4.3 Bewertungsabstufung

Für die konkrete Synergienbewertung wird auf ein einfaches, aber gewichtetes Punktsystem zurückgegriffen. Hierzu werden folgende Festlegungen getroffen:

- a. Bedeutungsadäquate Gewichtung der fachlichen Synergien bei der Bewertung der horizontalen Synergien (Abbildung 4):
 - 1-fache Gewichtung der Synergien 5 und 6
 - 2-fache Gewichtung der Synergie 4 (höhere Bedeutung)
 - 3-fache Gewichtung der Synergien 1 bis 3 (zentrale Bedeutung, vgl. LAWA 2014)
- b. Aufbau einer 5-stufigen Bewertung (negative, keine und positive Synergien) (Tabelle 3), dabei Bewertung negativer Effekte aber nur bei den horizontalen Synergien (Abbildung 5)
- c. Abstufung der Punkte in der 1-fachen Gewichtung: -10, -5, 0, +5, + 10 (Abbildung 5)
- d. Maximale Punktzahl der horizontalen Synergien: 130, der vertikalen Synergien: 20, der zeitlichen Synergien: 10 (Letztere in Summe: 30), vgl. Abbildung 4
- e. Zugrundelegung von Schwellenwerten für das Berechnungsverfahren zur Bewertung horizontaler Synergien und „Klassengrenzen“ (Tabelle 4):
 - $\pm 5 \%$ als häufig verwendeter „Grenzwert“ oder Signifikanzwert (Statistik) für leichte Synergie bzw. Dyssynergie
 - $\pm 15 \%$ als Wert für deutliche Synergie bzw. Dyssynergie (Ansatz im Ergebnis von fallbeispielhaften Sensitivitätsbetrachtungen ausgewählter Synergien); das entspricht dem 3-fachen Schwellenwert für leichte Synergie (pragmatische Festlegung)

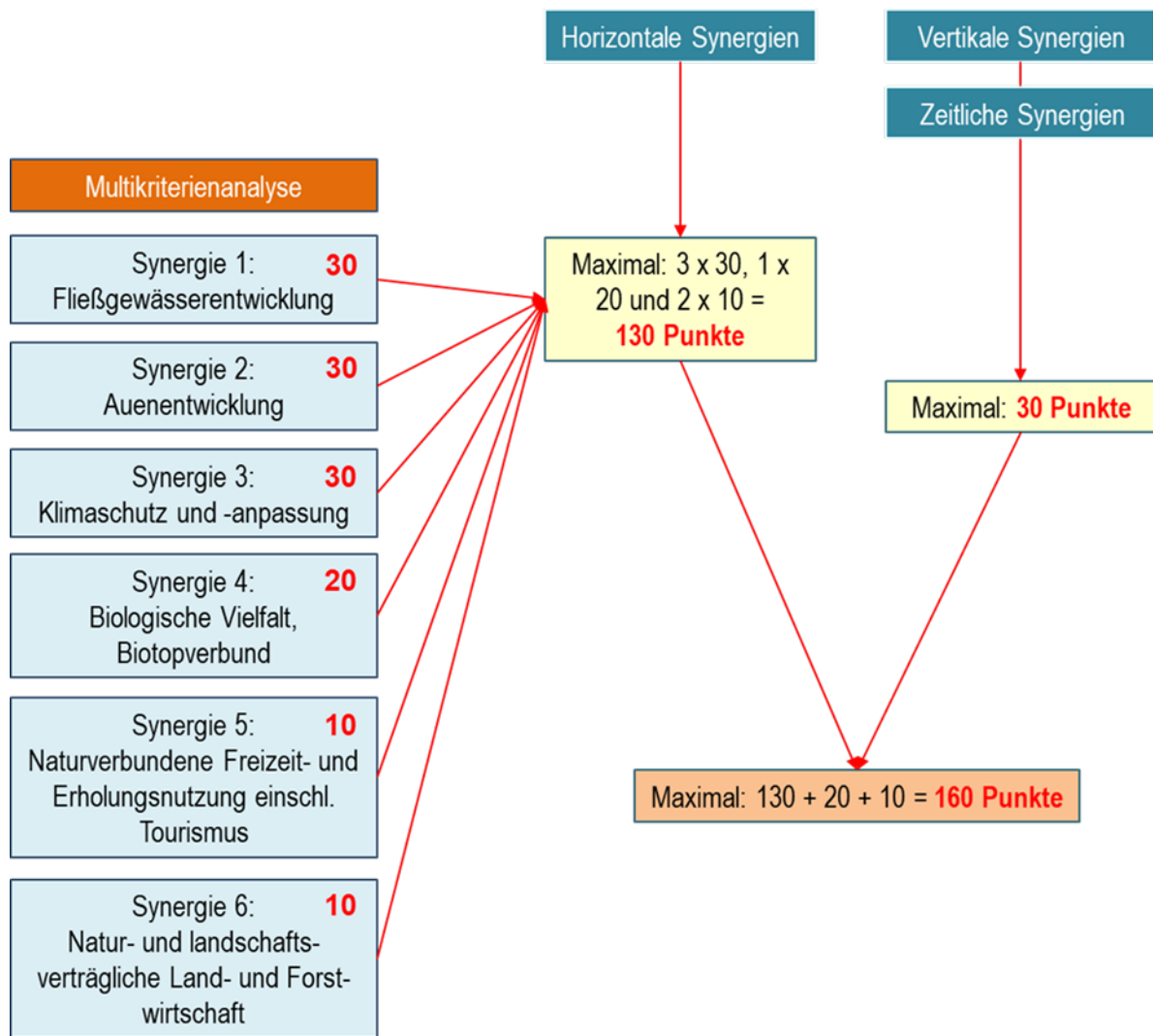


Abb. 4 Gewichtung der einzelnen Synergiefelder im Hinblick auf horizontale, vertikale und zeitliche Synergien und die maximal erreichbare Punktsumme (positive Synergien)

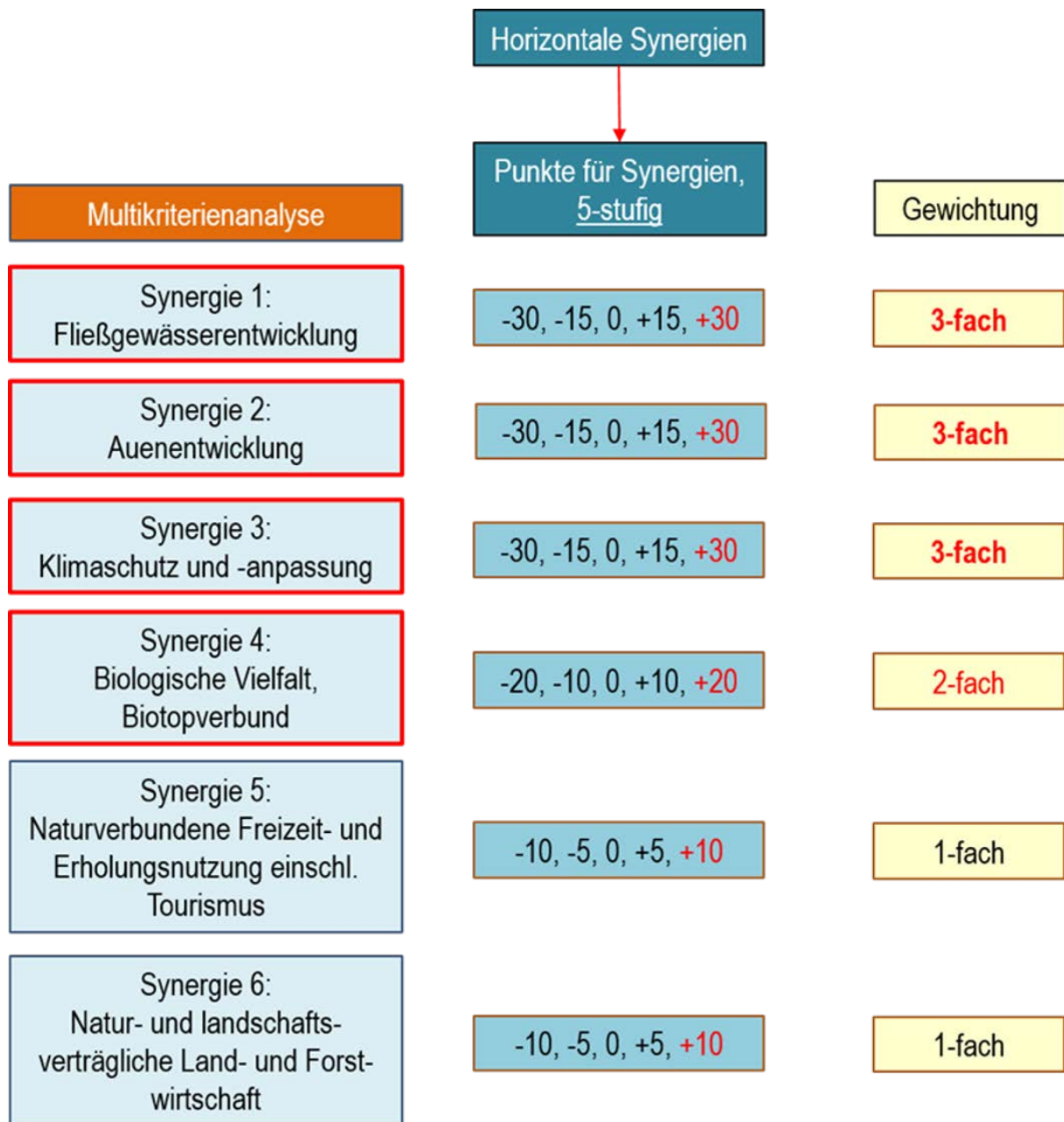


Abb. 5 Punktansätze für die 5-stufige Bewertung horizontaler Synergien unter Berücksichtigung der Gewichtungsansätze

Tab. 3 Fünfstufige Bewertungsskala zur Synergienbewertung der einzelnen Kriterien

Skala	Punkte	NHWSP-Maßnahme wirkt	Synergieeffekt
+2	+30/+20/+10	deutlich positiv (deutlich verstärkend, stark steigernd)	starke Synergie
+1	+15/+10/+5	leicht positiv (leicht unterstützend, leicht fördernd)	leichte Synergie
0	0	neutral	keine Synergie

-1	-15/-10/-5	leicht negativ (leicht hemmend, leicht störend)	leichte Dyssynergie
-2	-30/-20/-10	deutlich negativ (deutlich beeinträchtigend, stark schädigend)	starke Dyssynergie

Tab. 4 Erläuterung/Bedeutung der Bewertungsabstufungen bzw. Punkte im Hinblick auf Berechnungsverfahren sowie Expertenbewertung

Punkte	Expertenbewertung	Berechnungsverfahren
+30/+20/+10	NHWSP-Maßnahme wirkt deutlich positiv (deutlich verstärkend, stark steigernd)	NHWSP-Maßnahme bewirkt deutliche Verbesserung gegenüber Status quo ($\geq 15\%$ des Ausgangswertes entsprechender Größen)
+15/+10/+5	NHWSP-Maßnahme wirkt leicht positiv (leicht unterstützend, leicht fördernd)	NHWSP-Maßnahme bewirkt leichte Verbesserung gegenüber Status quo ($\geq 5\% \dots < 15\%$ des Ausgangswertes entsprechender Größen)
0	NHWSP-Maßnahme wirkt neutral	NHWSP-Maßnahme bewirkt keine Veränderung gegenüber Status quo ($< 5\% \dots > -5\%$ des Ausgangswertes entsprechender Größen)
-15/-10/-5	NHWSP-Maßnahme wirkt leicht negativ (leicht hemmend, leicht störend)	NHWSP-Maßnahme bewirkt leichte Verschlechterung gegenüber Status quo ($\leq -5\% \dots > -15\%$ des Ausgangswertes entsprechender Größen)
-30/-20/-10	NHWSP-Maßnahme wirkt deutlich negativ (deutlich hemmend, stark störend)	NHWSP-Maßnahme bewirkt deutliche Verschlechterung gegenüber Status quo ($\leq -15\%$ des Ausgangswertes entsprechender Größen)

4.4 Bewertung der horizontalen Synergien

4.4.1 Überblick

Entsprechend des Grundansatzes erfolgt die Bewertung der sechs umweltfachlichen Synergien vorzugsweise mit Hilfe von Berechnungs-/GIS-Analyseverfahren (Analyseverfahren mit Hilfe Geographischer Informationssysteme bzw. auf der Basis bestehender Verfahren). Ergänzend oder alternativ kann eine Expertenbewertung durchgeführt werden. Das Prinzip sowie abzuprüfende Fragen oder anzuwendende Verfahren zeigen überblicksweise Abbildung 6 (Synergien 1 bis 3) und Abbildung 7 (Synergien 4 bis 6).

Für die Synergien 1 bis 3 werden Details zu den Berechnungsverfahren sowie zur Expertenbewertung genannt.

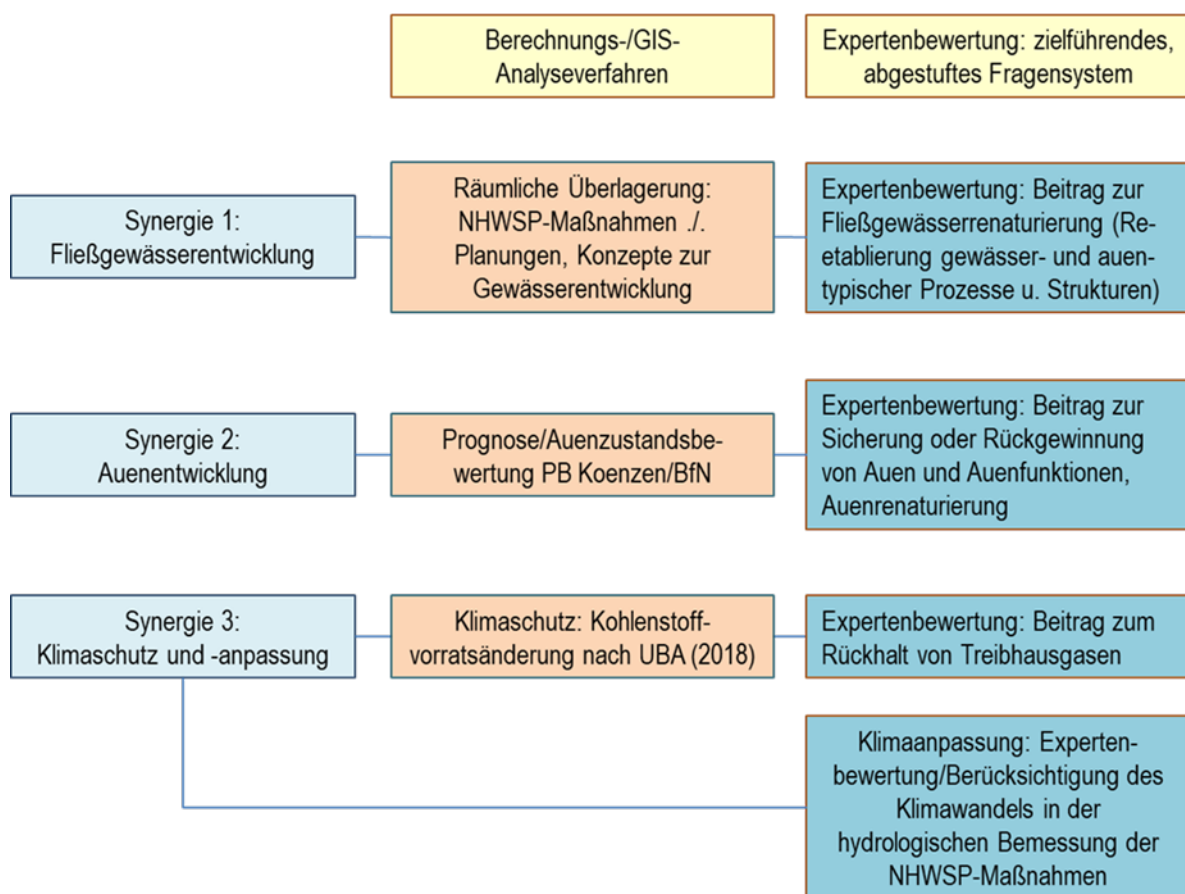


Abb. 6 Berechnungs- und Expertenbewertungsansätze für die umweltfachlichen Synergien 1 bis 3 im Überblick

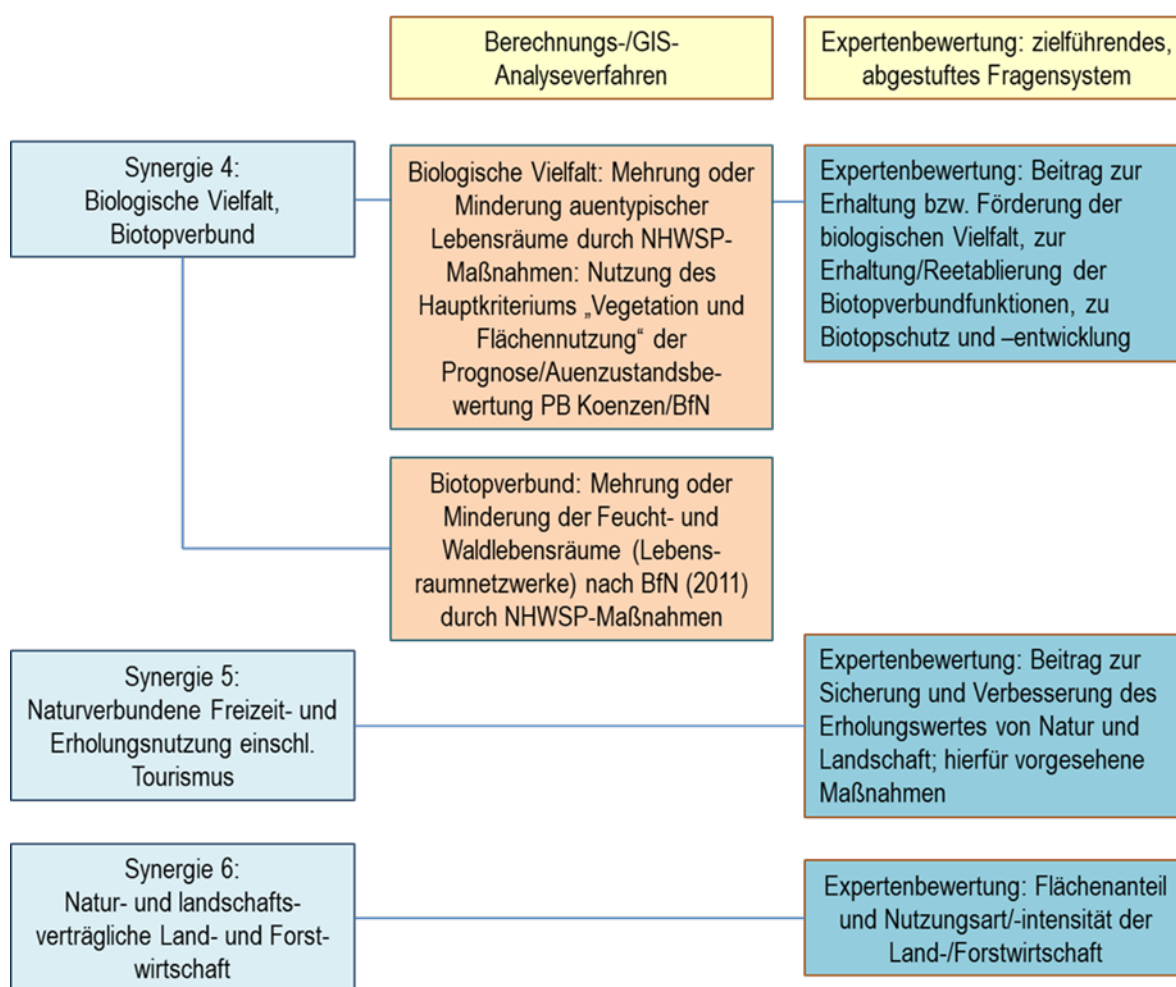


Abb. 7 Berechnungs- und Expertenbewertungsansätze für die umweltfachlichen Synergien 4 bis 6 im Überblick

4.4.2 Raumbezug

Für die räumliche Analyse wird auf die Kulisse und deren räumliche Struktur des Fachdatensatzes „Flussauen in Deutschland“ (Brunotte et al. 2009, Günther-Diringer et al. 2021) zurückgegriffen. In dem bestehenden Fachdatensatz des Bundesamtes für Naturschutz sind die bundesweiten Auen der großen Flüsse und Ströme enthalten (Flüsse > 1.000 km² Einzugsgebietsfläche). Die morphologischen Auen sind dabei orthogonal zum Talweg in 1-km-Auenabschnitte/-segmente unterteilt, die aus Bilanzierungs- und Bewertungsgründen in der Querzonierung (Hauptelemente bzw. Auenkompartimente) in „Fluss“ sowie „linke/rechte Altaue“ und „linke/rechte rezente Aue“ differenziert wurden; links/rechts ergibt sich durch die Fließrichtung des Flusses. Diese Raumstruktur veranschaulicht das Beispiel in Abbildung 8.

An kleineren Flüssen, an denen der Fachdatensatz nicht vorliegt, müssen die Auenflächen (morphologisch und rezent), soweit noch nicht vorliegend, bestimmt werden und die 1-km-Abschnittseinteilung nachgeführt werden. Der entsprechende Arbeitsaufwand ist überschaubar. Aktualisierte methodische Hinweise zur räumlichen Abgrenzung der Auen sind bei Günther-Diringer et al. (2021) zu finden.

Der räumliche Bezug, d. h. das Maß an Veränderung bzw. die Synergienstärke, ist bei den NHWSP-Maßnahmen im Regelfall nur auf eine Auenseite und damit auf die jeweils linke oder

rechte Seite bezogen (vgl. auch Abbildung 8). Sollten im Einzelfall mal beide Auenseiten betroffen sein, dann ist der Flächenbezug über beide Seiten summarisch herzustellen.

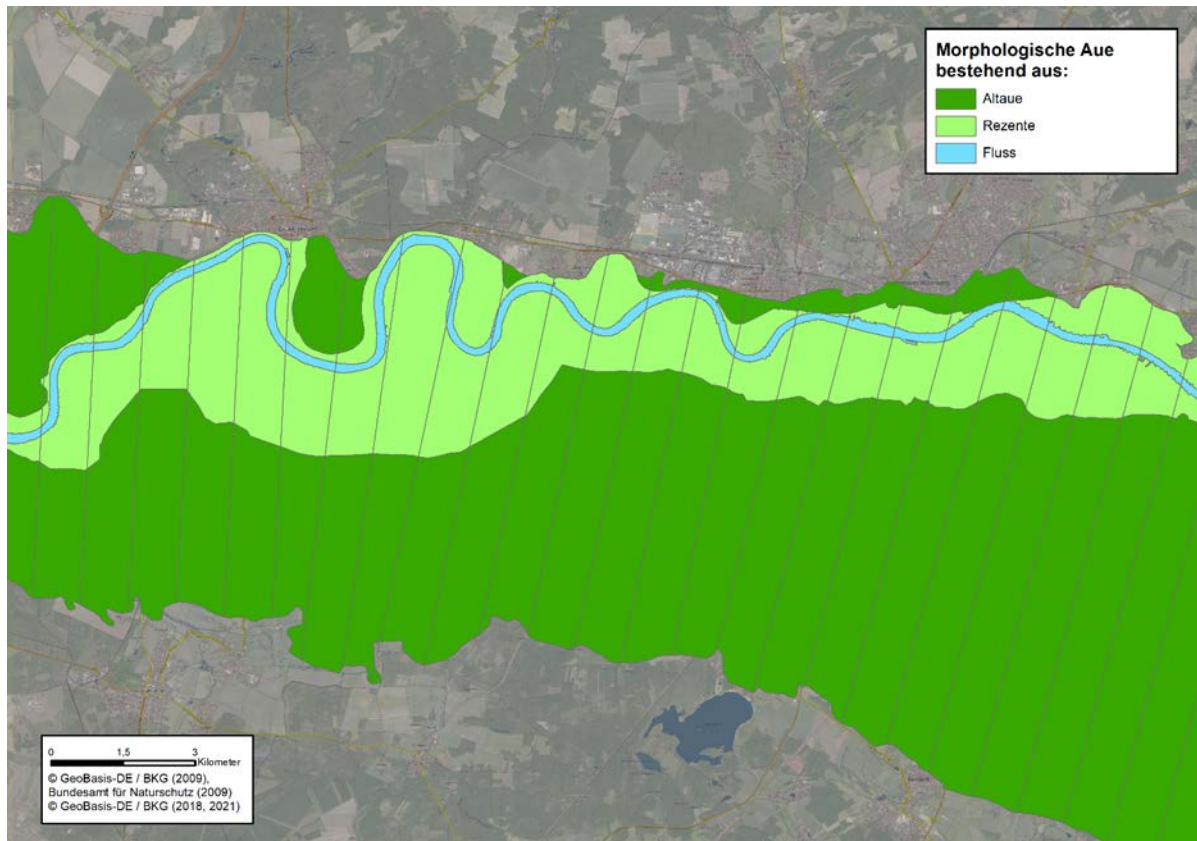


Abb. 8 Raumstruktur: 1-km-Auenabschnitte und Differenzierung in Fluss, Altaue und rezente Aue (jeweils links/rechts) an einem räumlichen Fallbeispiel entsprechend Fachdatensatz des Bundesamtes für Naturschutz

4.4.3 Zeitlicher Bezug

Zur Bewertung der horizontalen Synergien wird der Planzustand immer als Zustand 20 Jahre nach Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen einheitlich angesetzt. Damit wird zum einen dem Umstand Rechnung getragen, dass eine gewisse Entwicklungszeit (Prozesse) und Entwicklungsreife (Strukturen) erforderlich sind, um die jeweiligen Ökosystemfunktionen als Grundlage der Ökosystemleistungen erfüllen zu können. Zum anderen wird damit ein noch überschaubarer und „nachprüfbarer“ Zeithorizont aus Sicht der Projektumsetzung in den Fokus genommen (Maßgaben des öffentlichen Haushaltsrechts). Zudem wird diese Zeitspanne u. a. beim Nationalen Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar (UBA 2019) angesetzt, in welchem auch Prozesse der Treibhausgasfreisetzung über einen 20-Jahres-Zeitraum betrachtet werden. Auch einige Studien zur Bewertung des Erfolges von durchgeführten Fließgewässerrenaturierungen nutzen einen ähnlichen Zeitsprung, z. B. 25 Jahre bei Mehl et al. (2018) oder 20 Jahre bei Steenken et al. (2021).

Der Ist- oder Ausgangszustand sollte dagegen pragmatisch als derjenige zeitliche Zustand interpretiert werden, welchen die jüngsten und qualitativ hochwertigsten Fach- bzw. Geodaten repräsentieren, denn im Regelfall handelt es dabei auch bereits um „historische Daten“.

4.4.4 Synergienbewertung

4.4.4.1 Synergie 1: Fließgewässerentwicklung

4.4.4.1.1 Berechnungs-/GIS-Analyseverfahren

Mittels GIS-Analyse wird analysiert, ob Ziele und/oder Maßnahmen der WRRL-Bewirtschaftungsplanung für den oder die von der NHWSP-Maßnahme betroffenen WRRL-Wasserkörper vorliegen. Alternativ können auch entsprechende raumrelevante Datensätze zu Gewässerentwicklungskonzepten, Pflege- und Entwicklungsplänen, Natura-2000-Managementplänen, Raumentwicklungskonzepten, Naturschutzgroßprojekten o. ä., ggf. auch bereits vorliegende Konzepte, Planungen für Ausgleichs-/Ersatzmaßnahmen (nach Naturschutzrecht) herangezogen werden.

Egal welcher Datensatz, entscheidend ist, dass die relevanten Vorhaben/Planungen/Konzepte in hohem Umfang auf fließgewässerentwickelnde und damit hydromorphologische Maßnahmen ausgerichtet sind (im Regelfall Gewässerstruktur, im Einzel-fall auch Wasserhaushalt/Hydrologie). Wichtig ist aber der räumliche Informationsgehalt der jeweiligen Planungsaussage. Lässt dieser bereits erkennen, dass Maßnahmen gar nicht raumkonkret in den relevanten Auenabschnitten durchgeführt werden sollen, dann sollte diese Information nicht gewertet werden (kein räumliches Zutreffen). Auch etwaig bereits vorgesehene Ausgleichs-/Ersatzmaßnahmen (nach Naturschutzrecht), die eine hydromorphologische Wirksamkeit entfalten sollen oder können, müssen ortsnahe (im gleichen oder einem benachbarten betroffenen Auenabschnitt) angesiedelt sein, um als Synergie bewertet werden zu können.

Bei mehreren potenziell betroffenen Wasserkörpern oder nur teilweise betroffenem Maßnahmenraum sollte entsprechend der Wasserkörpereinteilung bzw. der Planungsgrenzen die Bedeutung für die jeweiligen Auenabschnitte bzw. für den Fluss ermittelt werden. Mit Hilfe der Ansätze 5 % räumliche Überschneidung (leichte Synergie) und 15 % (deutliche Synergie), vgl. Kapitel 4.3, kann das GIS-technisch ermittelt oder alternativ abgeschätzt werden (ggf. visuell auf den Karten).

Der Synergieeffekt paralleler Maßnahmen für die Fließgewässerentwicklung bei Poldern wird als maximal leicht eingeschätzt (maximale Punktzahl: 15), weil man in Poldern im Regelfall keine explizite „Entwicklung“ zulassen würde (Gefahr des Retentionsraumverlustes durch Vegetationsentwicklung, ggf. hydraulische Nachteile bei Ein-/Ausstrom usw.). Bei Deichrückverlegungen und Hochwasserrückhaltebecken kann dagegen ein deutlicher Effekt erreicht werden (maximal 30 Punkte).

Im Bereich von Bundeswasserstraßen, Kategorie Hauptwasserstraße, sind fließgewässerentwickelnde, strukturverbessernde Maßnahmen im Regelfall realistisch nicht oder nur sehr bedingt durchführbar (maximal 15 Punkte, auch bei Deichrückverlegungen). Im Falle von Deichrückverlegungen kann in der Regel von Verbesserungen der hydromorphologischen Bedingung (mindestens) im leichten Maße (15 Punkte) ausgegangen werden. Demgegenüber sollten die Möglichkeiten an den Nebenwasserstraßen optimistischer eingeschätzt werden können (Bundesprogramm Blaues Band); hier maximal 30 Punkte, aber nicht bei Poldern, s. o.

4.4.4.1.2 Alternative Expertenbewertung auf der Basis aller verfügbaren Daten/Informationen

Die alternative Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 5 durchgeführt. Dabei wird das Ergebnis aus Expertenentscheidung I gewertet. Nur wenn keine positive Synergie zu attestieren ist (0 Punkte), dann ist zusätzlich Expertenentscheidung II heranzuziehen und das Ergebnis der Expertenentscheidung II insgesamt zu werten.

Tab. 5 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 1: Fließgewässerentwicklung

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme auch zu Verbesserungen im Hinblick auf den Fließgewässerzustand? Werden Maßnahmen der Fließgewässerrenaturierung (Reetablierung gewässer- und auentypischer Prozesse und Strukturen) unterstützt?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zu Verschlechterungen im Hinblick auf den Fließgewässerzustand?
Kriterien, u. a.		Ausuferungsvermögen Gewässerstruktur Vorgesehene oder potenzielle Ausgleichs-/Ersatzmaßnahmen im Bereich der Gewässerstruktur		Ausuferungsvermögen Gewässerstruktur Zusätzliche Bauwerke im Gewässer mit möglichen negativen hydromorphologischen Folgen
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+30	Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		
leichte Synergie	+15	Ja, teilweise zutreffend		
keine Synergie	0	Nein, unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		
leichte Dyssynergie	-15			Ja, teilweise zutreffend
starke Dyssynergie	-30			Ja, deutlich/überwiegend zutreffend

4.4.4.2 Synergie 2: Auenentwicklung

4.4.4.2.1 Berechnungs-/GIS-Analyseverfahren

Für die Auenzustandsbewertung existiert ein bewährtes bundesweites Verfahren (Brunotte et al. 2009), das nun in einer aktualisierten und weiterentwickelten Form vorliegt:

- Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Band 1: Grundlagen und Vorgehensweise. – Koenzen et al. (2020a)
- Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Band 2: Benutzerhandbuch zur Software-Anwendung AuenZEB 1.0. – Koenzen et al. (2020b)

Die Bewertung erfolgt im Verfahren zunächst in drei funktionalen Einheiten, die später zusammengeführt werden:

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

Das Verfahren ist auch gut geeignet, Vergleiche von prognostizierten Planvarianten mit dem Ist-Zustand durchzuführen. Es gliedert sich in ein Übersichts- und ein Detailverfahren, deren Anwendungen in den o. g. Bänden erläutert werden:

- Band 1 beschreibt die fachlichen Grundlagen und die Vorgehensweise bei der Auenzustandsbewertung. Er liefert dem Anwender die notwendigen Hintergründe zur selbständigen Bewertung von Auen.
- Band 2 erläutert die Anwendung des Bewertungsverfahrens mit der Software AuenZEB 1.0 (AuenZustandErfassenBewerten). Es gibt Hilfestellungen zur Nutzung des Excel-basierten Verfahrens, erläutert die Bewertungsmethodik und Rechenregeln und ermöglicht somit, die Zwischen- und Endergebnisse der Bewertung nachzuvollziehen.
- Download der Skripten, der Excel-basierten Software-Anwendung AuenZEB 1.0 sowie weiterer Materialien zur Auenzustandsbewertung unter: <https://ffalle.bfn.de:443/ssf/s/readFile/share/1968/-7085697817114327122/publicLink/Auenzustandsbewertung.zip>

Bei der Bewertung der Synergie 2 „Auenentwicklung“ wird auf das enthaltene Detailverfahren (großer Maßstab) zurückgegriffen, da eine bereits sehr raumkonkrete Ebene erreicht werden soll. Es wird so angewendet, dass die Veränderungen der rezenten Aue (Deichrückverlegungen, Hochwasserrückhaltebecken, Polder mit ökologischen Flutungen) oder aber die Veränderungen der morphologischen Aue (Polder ohne ökologische Flutungen) bewertet werden.

Im Ergebnis des Verfahrens ergeben sich zunächst (Komma-)Zahlen zwischen 1 und 5, anhand derer durch Auf- und Abrundung eine Zuordnung zu den Auenzustandsklassen nach den Auenkompartimenten und dem Auenabschnitt (-segment) in folgenden Abstufungen (entsprechend als numerische Werte) erfolgt:

- 1: sehr gering verändert
- 2: gering verändert
- 3: deutlich verändert
- 4: stark verändert
- 5: sehr stark verändert

Bei der Synergienbewertung wird grundsätzlich nur das interessierende linke oder rechte Auenkompartiment „rezente Aue“ des jeweiligen 1-km Auenabschnitts (-segments) betrachtet. Unter Ansatz der oben dargestellten Regeln ($\pm 5\%$ für leichte Synergie/Dyssynergie, $\pm 15\%$ für deutliche leichte Synergie/Dyssynergie) wird dann die erhaltene Bewertungszahl eines Szenarios (Verwendung der Kommazahlen, nicht der Auenzustandsklassen) mit dem Ausgangswert verglichen und so die Synergie bewertet.

4.4.4.2.2 Alternative Expertenbewertung auf der Basis aller verfügbaren Daten/Informationen

Die alternative Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 5 durchgeführt. Dabei wird das Ergebnis aus Expertenentscheidung I gewertet. Nur wenn keine positive Synergie zu attestieren ist (0 Punkte), dann ist zusätzlich Expertenentscheidung II heranzuziehen und das Ergebnis der Expertenentscheidung II insgesamt zu werten.

Tab. 6 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 2: Auenentwicklung

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme auch zu Verbesserungen im Hinblick auf den Auenzustand? Werden Maßnahmen der Auenrenaturierung (Beitrag zur Sicherung oder Rückgewinnung von Auen und Auenfunktionen) unterstützt?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zu Verschlechterungen im Hinblick auf den Auenzustand?
Kriterien, u. a.		Auenanbindung, Ausuferung bei Hochwasser Auennutzung, vor allem im Maßnahmenraum Vorgesehene oder potenzielle Ausgleichs-/Ersatzmaßnahmen im Bereich der Auenstruktur (Hochflutrinnen, Auengewässer usw.)		Zusätzliche Bauwerke in der Aue mit möglichen negativen hydromorphologischen Folgen Veränderungen in der Flächennutzung im Sinne ökologischer Verschlechterung
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+30	Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		
leichte Synergie	+15	Ja, teilweise zutreffend		
keine Synergie	0	Nein, unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		
leichte Dyssynergie	-15			Ja, teilweise zutreffend
starke Dyssynergie	-30			Ja, deutlich/überwiegend zutreffend

4.4.4.3 Synergie 3: Klimaschutz und -anpassung

4.4.4.3.1 Berechnungs-/GIS-Analyseverfahren

Bei der komplexen Synergie Klimaschutz und -anpassung sind beide Aspekte differenziert zu betrachten:

- der Klimaschutz (Mitigation) und
- die Klimaanpassung (Adaption und Resilienz).

Weil es zwar strategisch gleichgerichtet, aber inhaltlich völlig verschieden ist, wird es als Synergie aufgesplittet und letztlich kumulativ bewertet. Von daher wird die Synergie insgesamt mit maximal ± 30 Punkten bewertet, aber zusammengesetzt aus:

- 15...+15 Punkte für Klimaschutz (Berechnungs-/GIS-Analyseverfahren oder Expertenbewertung)
- 15...+15 Punkte für Klimaanpassung (nur Expertenbewertung)

Für den Klimaschutz als Entgegenwirken von Treibhausgasfreisetzung und/oder als Verstärkung von Treibhausgasquellen wird methodisch auf die Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018, den Nationalen Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2017 des Umweltbundesamtes (UBA 2019) zurückgegriffen, soweit Methoden und Werte für wesentliche Landnutzungsänderungen greifbar sind.

Die im NIR-Bericht enthaltenen Berichtstabellen im Common Reporting Format (CRF) wurden gemäß der UNFCCC Richtlinie zur Berichterstattung über jährliche Inventare (FCCC/CP/2013/10/Add.3) und in Übereinstimmung mit den 2006 IPCC Guidelines for national Greenhouse Gas Inventories (IPCC Guidelines, 2006) und dem IPCC Good Practice Guidance (IPCC-GPG, 2000) erstellt (alles zitiert in UBA 2019).

Von daher können für den Vergleich zwischen Ist-Zustand und Planungsszenarien genutzt werden (GIS-Analyse in Bezug auf die Landnutzungsänderungen):

a. Kohlenstoff- und Lachgasemissionen aus Mineralböden

Die Veränderungen der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden wurden in UBA (2019) als Differenz zwischen den jeweiligen Vorräten vor und nach den entsprechenden Landnutzungsänderungen berechnet (Bezugsjahr 2016).

Zusätzlich können die Lachgasemissionen als N₂O-N (Tabelle 7) mit einbezogen werden, indem sie zunächst auf N₂O, dann einheitlich auf Kohlendioxid (CO₂) und schließlich auf CO₂-C über die Atommassen umgerechnet werden, s. u.

Die Gesamtänderung bei allen Treibhausgasvorräten wurde gemäß IPCC-Default (IPCC 2006, zitiert in UBA 2019) auf einen Zeitraum von 20 Jahren linear verteilt. Damit können die Emissionsfaktoren für Kohlenstoff- und Lachgasemissionen als (äquivalente) Kohlenstoffvorratsänderungen bewertet werden (Tabelle 10).

b. Kohlenstoff-, Methan- und Lachgasemissionen aus organischen Böden

Bei UBA (2019) werden landnutzungsseitig die CO₂-, N₂O- und CH₄-Emissionen aus organischen Böden auf die Landnutzungskategorien Wald, Ackerland, Grünland, Gehölze, terrestrische Feuchtgebiete, industrieller Torfabbau und Siedlungen bezogen. Die Daten sind ausgewiesen für organische Böden mit einem Jahresmittelwasserstand von 0 cm oder tiefer unter Flur (kein Überstau).

Die Emissionsberechnung erfolgt durch Multiplikation der Moorflächen pro Subkategorie mit einem nutzungsspezifischen Emissionsfaktor.

Die für alle drei Treibhausgase bei UBA (2019) tabellierten Emissionsfaktoren (Tabelle 8) weisen einen unterschiedlichen inhaltlichen Bezug auf: CO₂-C, CH₄ und N₂O-N. Sie müssen zunächst auf die Gase CO₂ und N₂O umgerechnet werden, was durch Umrechnung über die Atommassen unkompliziert möglich ist. Da Methan 25-mal und Lachgas 298-mal so klimawirksam ist wie Kohlendioxid (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>), kann man es dann auf CO₂ (in seiner Wirksamkeit) normieren und als „äquivalente“ CO₂-C-Emissionsfaktoren, Tabelle 9, letzte Spalte) zusammenziehen und auf den Zeitraum von 20 Jahren beziehen. So können die Emissionsfaktoren für organische Böden vergleichbar zum Ansatz für die mineralischen Böden gestaltet werden (Tabelle 10, Tabelle 11).

c. Kohlenstoffemissionen aus der Biomasse

Zusätzlich zu den Emissionen aus den Böden müssen auch die Emissionen aus der Biomasse Berücksichtigung finden. Für die Kohlenstoffemissionen aus der Biomasse kann auf die von der Änderung der Landnutzung abhängigen Werte nach Tabelle 12 zurückgegriffen werden (Biomasseveränderung als Einmaleffekt/Jahreswert).

d./e. Kumulativer Ansatz: Kohlenstoffemissionen aus Mineralböden und äquivalente Kohlenstoff-emissionen aus organischen Böden sowie Kohlenstoffemissionen aus der Biomasse

Sowohl für die Kohlenstoffemissionen aus Mineralböden als auch für die aus organischen Böden wird die ebenfalls nutzungsänderungsabhängige Veränderung der Kohlenstoffemissionen aus der Biomasse zugeschlagen (kumulativer Wert), um die GIS-Berechnungen zu vereinfachen und praktikabel zu gestalten (Tabelle 13 und Tabelle 14). Bei mehreren auftretenden Landnutzungen bzw. Landnutzungsänderung und/oder bei Auftreten heterogener Bodenverhältnisse (organische und mineralische Böden im Wechsel), müssen entsprechende Teilflächen gebildet werden (GIS-Verschneidung/-Intersect).

Im Ergebnis wird dann der von der Änderung der Landnutzung abhängige Emissionsfaktor jeder Teilfläche mit dem maximal erreichbaren Emissionsfaktor verglichen (in den Tabellen rot/fett hervorgehoben). Die Ergebnisse jeder Teilfläche werden flächengewichtet zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt und so die Synergie bewertet. Dabei kommen wiederum die oben dargestellten Regeln zum Ansatz ($\pm 5\%$ für leichte Synergie/Dyssynergie, $\pm 15\%$ für deutliche leichte Synergie/Dyssynergie).

Tabelle 7 Normierung der impliziten Emissionsfaktoren für direkte (2017) und indirekte (2016) Lachgasemissionen [$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] infolge von Verlusten an organischer Substanz aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung als „normierte“ Klimawirksamkeit in $\text{t CO}_2\text{-C}$, zusammengestellt/berechnet nach UBA (2019)

Initial/Final	Wald		Acker		Grünland		Gehölze		Terrestrische Feuchtgebiete		Gewässer		Siedlungen	
	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$	$\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{t CO}_2\text{-C (20 a)}^{-1}$
Wald	-	-	0,065	0,106	0	0	0	0	0	0	0	0	0,184	0,299
Acker	0,026	0,042	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,172
Grünland	1,089	1,770	1,321	2,147	-	-	0,322	0,523	0,261	0,424	0	0	1,423	2,313
Gehölze	0,848	1,378	1,035	1,682	0	0	-	-	0	0	0	0	1,142	1,856
Terrestrische Feuchtgebiete	0,796	1,294	0,871	1,416	0	0	0,051	0,083	-	-	0	0	0,955	1,552
Gewässer	0	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0
Siedlungen	0,0012	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-

Tab. 8 Übersicht der Emissionsfaktoren für CO₂-C_{total_organic_drained}, CH₄_organic und N₂O-N aus drainierten organischen Böden in Abhängigkeit von der Landnutzung (leicht geändert nach UBA 2019)

Landnutzung	CO ₂ -C _{total_organic_drained} t CO ₂ -C ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ _organic(land + ditch) kg CH ₄ ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹
Wald, Gehölze	2,9 (2,3 - 3,6)	6 (0,3 - 72)	1,8 (0,1 - 5,3)
Ackerland	8,1 (4,4 - 9,5)	26 (8,8 - 88)	10,7 (1,6 - 41,4)
Grünland, Siedlung	7,4 (3,3 - 9,5)	23 (12 - 81)	2,7 (0 - 8,9)
Terrestrische Feuchtgebiete	6,5 (2,5 - 9,5)	20 (4,1 - 151)	0,4 (-0,1 - 1,6)
Torfabbauf Flächen	1,6 (1,5 - 1,8)	11 (3,9 - 22)	0,9 (0,3 - 1,4)

Tab. 9 Normierung für CO₂-C_{total_organic_drained}, CH₄_organic und N₂O-N aus drainierten organischen Böden auf die jeweilige Klimawirksamkeit (als adäquate CO₂-Werte) und anschließende Summation und Umrechnung als „äquivalente“ CO₂-C-Emissionsfaktoren (bezogen auf den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren) in Abhängigkeit von der Landnutzung (Datengrundlage: UBA 2019)

Landnutzung	CO ₂ _total_organic_drained kg CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ _organic(land + ditch) kg CH ₄ ha ⁻¹ a ⁻¹	kg N ₂ O ha ⁻¹ a ⁻¹	t CO ₂ -C-Äquivalente (20 a) ⁻¹ ha ⁻¹
	Werte als „normierte“ Klimawirksamkeit in kg CO₂-Äquivalente ha⁻¹ a⁻¹			
Wald, Gehölze	10.633	150	1.686	68,0
Ackerland	29.700	650	10.021	220,2
Grünland, Siedlung	27.133	575	2.529	164,9
Terrestrische Feuchtgebiete	23.833	500	375	134,8
Torfabbauf Flächen	5.867	275	843	38,1

Tabelle 10 Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [t C ha⁻¹]
(aus IIR 2019): negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsenkungen; jeweils inklusive C-Äquivalenten

a) Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [t C ha ⁻¹ (20 a) ⁻¹] für mineralische Böden							
Initial/Final	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen
Wald		-6,39	11,12	6,87	7,69	0	-7,94
Acker	6,24		17,40	13,15	13,97	0	-1,52
Grünland	-12,89	-19,55		-4,77	-3,85	0	-21,07
Gehölze	-8,25	-14,83	4,25		0,82	0	-16,37
Terrestrische Feuchtgebiete	-8,98	-15,39	3,43	-0,90		0	-16,87
Gewässer	0	0	0	0	0		0
Siedlungen	7,64	1,35	18,76	14,51	15,32	0	

Tabelle 11: Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung in organischen Böden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [t C ha^{-1}] (aus UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten

b) Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [$\text{t C ha}^{-1} (20 \text{ a})^{-1}$] für organische Böden					
Initial/Final	Wald, Gehölze	Ackerland	Grünland, Siedlung	Terrestrische Feuchtgebiete	Torfabbauflächen
Wald, Gehölze		-152,19	-96,92	-66,76	29,92
Ackerland	152,19		55,28	85,44	182,11
Grünland, Siedlung	96,92	-55,28		30,16	126,83
Terrestrische Feuchtgebiete	66,76	-85,44	-30,16		96,67
Torfabbauflächen	-29,92	-182,11	-126,83	-96,67	

Tabelle 12: Emissionsfaktoren [t C ha⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung (leicht geändert nach UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten

c) Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [t C ha ⁻¹ (20 a) ⁻¹] in der ober- und unterirdischen Biomasse							
Initial/Final	Wald ¹	Acker ²	Grünland ²	Gehölze ²	Terrestrische Feuchtgebiete ²	Gewässer ²	Siedlungen ²
Wald		-47,96	-47,85	-11,5	-35,73	-54,66	-42,17
Acker	69		0,11	36,46	12,23	-6,7	5,79
Grünland	64,8	-0,11		36,35	12,12	-6,81	5,68
Gehölze	38,2	-36,46	-36,35		-24,23	-43,16	-30,67
Terrestrische Feuchtgebiete	69,6	-12,23	-12,12	24,23		-18,93	-6,44
Gewässer	72,8	6,7	6,81	43,16	18,93		12,49
Siedlungen	67,8	-5,79	-5,68	30,67	6,44	-12,49	

Tabelle 13: Emissionsfaktoren [t C ha^{-1}] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede in mineralischen Böden und in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung (Datengrundlage: UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung, jeweils inklusive C-Äquivalenten, Maximalwert rot/fett hervorgehoben

c) Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [$\text{t C ha}^{-1} (20 \text{ a})^{-1}$] in der ober- und unterirdischen Biomasse						
Initial/Final	Wald ¹	Acker ²	Grünland ²	Gehölze ²	Terrestrische Feuchtgebiete ²	Gewässer ² Siedlungen ²
Wald		-47,96	-47,85	-11,5	-35,73	-54,66 -42,17
Acker	69		0,11	36,46	12,23	-6,7 5,79
Grünland	64,8	-0,11		36,35	12,12	-6,81 5,68
Gehölze	38,2	-36,46	-36,35		-24,23	-43,16 -30,67
Terrestrische Feuchtgebiete	69,6	-12,23	-12,12	24,23		-18,93 -6,44
Gewässer	72,8	6,7	6,81	43,16	18,93	12,49
Siedlungen	67,8	-5,79	-5,68	30,67	6,44	-12,49

Tabelle 14 Emissionsfaktoren [t C ha⁻¹] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede in organischen Böden und in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung (Datengrundlage: UBA 2019); negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung; jeweils inklusive C-Äquivalenten, Maximalwert rot/fett hervorgehoben

e) Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [t C ha ⁻¹ (20 a) ⁻¹] in organischen Böden sowie in der ober- und unterirdischen Biomasse								
Initial/Final	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Torfabbauflächen
Wald		-200,15	-144,77	-11,50	-102,49	-54,66	-139,09	29,92
Acker	221,19		55,39	188,65	97,67	-6,70	61,07	182,11
Grünland	161,72	-55,39		133,27	42,28	-6,81	5,68	126,83
Gehölze	38,20	-188,65	-133,27		-90,99	-43,16	-127,59	29,92
Terrestrische Feuchtgebiete	136,36	-97,67	-42,28	90,99		-18,93	-36,60	96,67
Gewässer	72,80	6,70	6,81	43,16	18,93		12,49	-
Siedlungen	164,72	-61,07	-5,68	127,59	36,60	-12,49		126,83
Torfabbauflächen	-29,92	-182,11	-126,83	-29,92	-96,67	-	-126,83	

4.4.4.3.2 Alternative Expertenbewertung auf der Basis aller verfügbaren Daten/Informationen (Klimaschutz)

Die alternative Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 5 durchgeführt. Dabei wird das Ergebnis aus Expertenentscheidung I gewertet. Nur wenn keine positive Synergie zu attestieren ist (0 Punkte), dann ist zusätzlich Expertenentscheidung II heranzuziehen und das Ergebnis der Expertenentscheidung II insgesamt zu werten.

Tab. 15 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 3: Klimaschutz und -anpassung (nur Aspekt Klimaschutz)

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Verhinderung/Verringerung von Treibhausgasemissionen oder zu einer Treibhausgasbindung?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Vergrößerung von Treibhausgasemissionen?
Kriterien, u. a.		Verbesserung der Wasserversorgung von Auenböden, insbesondere humus-/kohlenstoffreiche Böden, durch Überflutung nach Stärke und Häufigkeit		Ggf. Verschlechterung der Wasserversorgung von Auenböden, insbesondere humus-/kohlenstoffreiche Böden, durch Überflutung nach Stärke und Häufigkeit
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+15	Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		
leichte Synergie	+10	Ja, teilweise zutreffend		
keine Synergie	0	Nein, unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		
leichte Dyssynergie	-10			Ja, teilweise zutreffend
starke Dyssynergie	-15			Ja, deutlich/überwiegend zutreffend

4.4.4.3 Expertenbewertung auf der Basis aller verfügbaren Daten/Informationen (Klimaanpassung und Resilienz)

Für die Klimaanpassung wird nur eine Expertenbewertung entsprechend Tabelle 16 durchgeführt. Damit wird darauf abgestellt, inwieweit der Klimawandel in der hydrologischen Bemessung der NHWSP-Maßnahmen berücksichtigt ist. Hierbei wird das Maximum aus Expertenentscheidung I oder II als Ergebnis genommen („best case“). Dyssynergien sind grundsätzlich ausschließbar. Jede NHWSP-Maßnahme ist grundsätzlich positiv synergienbehaftet (d. h. minimal „0“).

Tab. 16 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 3: Klimaschutz und -anpassung (Klimaanpassung und Resilienz)

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Ist die relevante NHWSP-Maßnahme ausdrücklich auf die hydrologischen Folgen des Klimawandels ausgerichtet?		Berücksichtigt die hydrologische Konzeption/(Vor-)Bemessung für die relevante NHWSP-Maßnahme ausdrücklich Klimaa-/Sicherheitszuschläge oder hydrologische Ergebnisse von Klimaprognosen (Stabilität gegenüber Klimaveränderungen?)
Kriterien, u. a.		Begründung für die Maßnahme ist auch eine befürchtete Zunahme von Zahl und Stärke von Hochwasserereignissen infolge Klimawandel		Angesetzte Klima-/Sicherheitszuschläge entsprechend Klimaprognosen
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+15	Ja, vollständig/überwiegend zutreffend		Ja, vollständig/überwiegend zutreffend
leichte Synergie	+10	Ja, teilweise zutreffend		Ja, teilweise zutreffend
keine Synergie	0	Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant

4.4.4.3.4 Zusammenführung und Bewertungsabstufung

Da bei der komplexen Synergie Klimaschutz und -anpassung die Aspekte Klimaschutz und Klimaanpassung differenziert betrachtet und parallel Punkte vergeben werden, kann es bei der Anwendung passieren, dass als Punktsomme der Synergie 3 auch -25 oder +25 Punkte oder -20 oder +20 Punkte entstehen (jeweils in Summe eine starke und eine leichte Dyssynergie oder Synergie oder zwei leichte Dyssynergien/Synergien).

Um dieses „aus dem Rahmen fallen“ zu verhindern, werden die Punkte pragmatisch für die Gesamtbewertung wie folgt angepasst:

- Im Fall von -25 oder +25 Punkte wird die Punktsomme für die weitere Auswertung auf -30 oder +30 erniedrigt/erhöht (stärkere Synergie oder Dyssynergie ist entscheidend).
- Im Fall von -20 oder +20 Punkte wird die Punktsomme für die weitere Auswertung auf -15 oder +15 erniedrigt/erhöht (Umstellung auf ansonsten verwendeten Wert für leichte Dyssynergie/Synergie).

Die Kohärenz des gesamten Bewertungssystems und damit das adäquate Gewicht im System der Synergien kann damit erhalten werden.

4.4.4.4 Synergie 4: Biologische Vielfalt, Biotopverbund

4.4.4.4.1 Berechnungs-/GIS-Analyseverfahren

Mittels GIS wird analysiert, ob

- a. eine Mehrung oder Minderung auentypischer Lebensräume durch die NHWSP-Maßnahmen bewirkt wird; dabei wird auf das Hauptkriterium „Vegetation und Flächen-nutzung“ der Auenzustandsbewertung (Vergleich Ist-Zustand/Planungsszenario) nach dem Detailverfahren der Auenzustandsbewertung entsprechend Koenzen et al. (2021a, b) direkt zurückgegriffen (s. o.) und
- b. eine relative Mehrung oder Minderung der Feucht- und Waldlebensräume (Lebensraumnetzwerke) nach BfN (2011) durch NHWSP-Maßnahmen bewirkt wird.

Dabei kommen ebenfalls die oben dargestellten Regeln zum Ansatz ($\pm 5\%$ für leichte Synergie/Dyssynergie, $\pm 15\%$ für deutliche leichte Synergie/Dyssynergie). Die Bewertung erfolgt als bester Wert aus a) und b) (best-case-Ansatz).

Kann b) nicht berechnet werden, weil im Ist-Zustand keine Feucht- und Waldlebensräume (Lebensraumnetzwerke) nach BfN (2011) vorkommen (fehlende Vergleichsgröße), dann wird nur a) bewertet. Fehlt auch a), dann ist auf die alternative Expertenbewertung zurück-zugreifen.

4.4.4.4.2 Alternative Expertenbewertung auf der Basis aller verfügbaren Daten/Informationen

Die alternative Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 5 durchgeführt. Dabei wird das Ergebnis aus Expertenentscheidung I gewertet. Nur wenn keine positive Synergie zu attestieren ist (0 Punkte), dann ist zusätzlich Expertenentscheidung II heranzuziehen und das Ergebnis der Expertenentscheidung II insgesamt zu werten.

Tab. 17 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 4: Biologische Vielfalt, Biotopverbund

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Erhaltung bzw. Förderung der biologischen Vielfalt, zur Verbesserung von Biotopschutz und -entwicklung und/oder zur Optimierung von Biotopverbundfunktionen (vor allem im Hinblick auf auentypische Arten und Lebensräume)?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Verminderung der biologischen Vielfalt, zur Verschlechterung von Biotopschutz und -entwicklung und/oder zum Verlust von Biotopverbundfunktionen (vor allem im Hinblick auf auentypische Arten und Lebensräume)?
Kriterien, u. a.		Auennutzung, vor allem im Maßnahmenraum Vorgesehene oder potenzielle Ausgleichs-/Ersatzmaßnahmen im Bereich der Gewässer- und/oder Auenstruktur (Hochflutrinnen, Auengewässer, Ufergestaltung usw.)		Zusätzliche Bauwerke in der Aue mit möglichen negativen hydromorphologischen Folgen Veränderungen in der Flächennutzung im Sinne ökologischer Verschlechterung Neue, zusätzliche Unterbrechungen der ökologischen Durchgängigkeit/des Biotopverbundes
Synergieeffekt	Punkte			

starke Synergie	+20	Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		
leichte Synergie	+10	Ja, teilweise zutreffend		
keine Synergie	0	Nein, unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		
leichte Dyssynergie	-10			Ja, teilweise zutreffend
starke Dyssynergie	-20			Ja, deutlich/überwiegend zutreffend

4.4.4.5 Synergie 5: Naturverbundene Freizeit- und Erholungsnutzung einschließlich Tourismus

Die alternative Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 5 durchgeführt. Dabei wird das Ergebnis aus Expertenentscheidung I gewertet. Nur wenn keine positive Synergie zu attestieren ist (0 Punkte), dann ist zusätzlich Expertenentscheidung II heranzuziehen und das Ergebnis der Expertenentscheidung II insgesamt zu werten.

Tab. 18 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 5: Naturverbundene Freizeit- und Erholungsnutzung einschließlich Tourismus

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Ermöglicht die relevante NHWSP-Maßnahme auch eine Verbesserung des Erholungswertes von Natur und Landschaft?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Verringerung des Erholungswertes von Natur und Landschaft?
Kriterien, u. a.		Zusätzliche Infrastruktur und/oder attraktivere Lenkung (Wege, Landschaftsbild, Schauobjekte, Information etc.)		Wegfall von Infrastruktur und/oder unattraktivere Lenkung (uninteressantere Wege, weniger oder keine Schauobjekte, schlechteres Landschaftsbild, keine oder geringere Information etc.)
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+10	Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		
leichte Synergie	+5	Ja, teilweise zutreffend		
keine Synergie	0	Nein, unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		
leichte Dyssynergie	-5			Ja, teilweise zutreffend
starke Dyssynergie	-10			Ja, deutlich/überwiegend zutreffend

4.4.4.6 Synergie 6: Natur- und landschaftsverträgliche Land- und Forstwirtschaft

Die alternative Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 5 durchgeführt. Dabei wird das Ergebnis aus Expertenentscheidung I gewertet. Nur wenn keine positive Synergie zu attestieren ist (0 Punkte), dann ist zusätzlich Expertenentscheidung II heranzuziehen und das Ergebnis der Expertenentscheidung II insgesamt zu werten.

Tab. 19 Fragen der Expertenentscheidung bei der Synergie 6: Natur- und landschaftsverträgliche Land- und Forstwirtschaft

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme auch zu einem Beitrag der Land- und Forstwirtschaft zur Erhaltung/Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme ggf. im Bereich der Land- und Forstwirtschaft zur Verschlechterung der natürlichen Lebensgrundlagen?
Kriterien, u. a.		Umwandlung Acker in Grünland, Verringerung der Nutzungsintensität - Extensivierung, Ökolandbau, Bewaldung/Aufforstung oder Sukzession, Naturwaldbau		Nutzungsintensivierung, Entwaldung, Verschlechterung der standörtlichen Bedingungen, z. B. im Hinblick auf den Bodenwasserhaushalt
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+10	Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		
leichte Synergie	+5	Ja, teilweise zutreffend		
keine Synergie	0	Nein, unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		
leichte Dyssynergie	-5			Ja, teilweise zutreffend
starke Dyssynergie	-10			Ja, deutlich/überwiegend zutreffend

4.5 Bewertung der vertikalen Synergien

Die vertikalen Synergien werden nur per Expertenentscheidung bewertet. Da diese Synergien eher schwierig zu bewerten ist, sind hier möglichst viele Informationen (auch „Hintergrundwissen“) in die Bewertung einzubeziehen.

Dyssynergien sind dabei grundsätzlich ausschließbar. Jede NHWSP-Maßnahme kann nur keinen oder positiven vertikalen Synergien unterliegen. Die Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 20 durchgeführt. Dabei wird eine best-case-Bewertung vorgenommen, d. h. das Maximum aus Expertenentscheidung I, II und III entscheidet über das Ergebnis.

Tab. 20 Fragen der Expertenentscheidung bei den vertikalen Synergien

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II	oder	Expertenentscheidung III
		Sind bei der Umsetzung der relevanten NHWSP-Maßnahme organisatorische und zeitlich abgestimmte Überlagerungen oder Komplexmaßnahmen mit Umsetzungen in den Synergiefeldern 1-4 vereinbart oder angedacht?		Ist die relevante NHWSP-Maßnahme organisatorisch/inhaltlich-konzeptionell in eine größere, räumliche Entwicklungsplanung eingebunden (Gewässerentwicklungskonzept, Pflege- und Entwicklungsplan, Managementplan, Raumentwicklungskonzept, Naturschutzgroßprojekt o. ä.), welche die Synergiefelder 1-6 möglichst umfassend integriert und eine annähernde zeitliche Abgleichung der Prozesse vorsieht?		Sind infolge der NHWSP-Maßnahme notwendige Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen auf Umsetzungen im Sinne der Synergiefelder 1-4 im Fließgewässer- und/oder Auenraum ausgerichtet (zeitnahe Umsetzung wird vorausgesetzt)?
Kriterien, u. a.		Kombinationen NHWSP/HWRM-RL und WRRL, NHWSP und Auenentwicklung, Blaues Band, NHWSP und Natura2000-Maßnahmen		Einbindung in Gewässerentwicklungskonzept, Pflege- und Entwicklungsplan, Managementplan, Raumentwicklungskonzept, Naturschutzgroßprojekt o. ä.		Entsprechende Ausrichtung von Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen
Synergieeffekt	Punkte					
starke Synergie	+20	Ja, vollständig/überwiegend zutreffend		Ja, vollständig/überwiegend zutreffend		Ja, vollständig/überwiegend zutreffend
leichte Synergie	+10	Ja, teilweise zutreffend		Ja, teilweise zutreffend		Ja, teilweise zutreffend
keine Synergie	0	Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant

4.6 Bewertung der zeitlichen Synergien

Auch die zeitlichen Synergien werden nur per Expertenentscheidung bewertet. Da auch diese Synergien eher schwierig zu bewerten sind, sind hier ebenfalls möglichst viele Informationen (auch „Hintergrundwissen“) in die Bewertung einzubeziehen.

Dyssynergien sind dabei grundsätzlich ausschließbar. Jede NHWSP-Maßnahme kann nur keinen oder positiven zeitlichen Synergien unterliegen. Die Expertenbewertung wird entsprechend Tabelle 21 durchgeführt. Dabei wird eine best-case-Bewertung vorgenommen, d. h. das Maximum aus Expertenentscheidung I und II entscheidet über das Ergebnis.

Tab. 21 Fragen der Expertenentscheidung bei den zeitlichen Synergien

		Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
		Sind bei der Umsetzung der relevanten NHWSP-Maßnahme zeitliche Synergien (annähernd zeitparallele und inhaltlich abgestimmte Aktivitäten) mit räumlich zutreffenden/relevanten Umsetzungen in den Synergiefeldern 1-4 wahrscheinlich (z. B. WRRL-Maßnahmen, Auenentwicklungsmaßnahmen, Aktivitäten Blaues Band, Natura-2000-Maßnahmen)?		Ist die relevante NHWSP-Maßnahme zeitlich mit anderen relevanten räumlichen Entwicklungsmaßnahmen abgestimmt (Gewässerentwicklungskonzept, Pflege- und Entwicklungsplan, Managementplan, Raumentwicklungskonzept, Naturschutzgroßprojekt o. ä.), welche die Synergiefelder 1-6 möglichst umfassend integrieren?
Kriterien, u. a.		Zeitparallelität oder geringer Zeitversatz		Zeitparallelität oder geringer Zeitversatz
Synergieeffekt	Punkte			
starke Synergie	+10	Ja, vollständig/überwiegend zutreffend		Ja, vollständig/überwiegend zutreffend
leichte Synergie	+5	Ja, teilweise zutreffend		Ja, teilweise zutreffend
keine Synergie	0	Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant		Unzutreffend; keine Angabe oder nicht relevant

4.7 Teil- und Gesamtbewertung

Der Verfahrensansatz zielt auf eine differenzierte und damit auch kausal nachvollziehbare Bewertung der Synergien. Er ermöglicht sowohl Schlüsse auf der Ebene der einzelnen umweltfachlichen Synergien, ggf. getrennt nach horizontalen, vertikalen und zeitlichen Synergien, als auch die Zusammenschau. So können zum einen einzeln horizontale, vertikale oder zeitliche Synergien ausgewertet werden. Zum anderen ist die Gesamtbewertung der Synergien durch einfache Addition aller Punkte unkompliziert möglich.

Allerdings ist der nochmalige Hinweis angebracht, dass nicht immer alle Synergien positiv gekoppelt sind. Es bestehen zum Teil gegenläufige Abhängigkeiten, so dass eine Maximierung auch der Punktsummen nur selten möglich ist und daher auch nicht zielführend sein kann. Voneinander abhängige und fachlich-inhaltlich positiv korrelierte Synergien sind aber durchaus als gruppenhaft aufzufassen und zeigen einen einheitlichen Trend im Hinblick auf die (hypothetischen) Veränderungen der Milieubedingungen. Ähnliche Effekte findet man auch bei der Analyse und Bewertung von Ökosystemleistungen in Flussauen (Podschun et al. 2018a, b).

Entsprechend bedarf die Interpretation der Ergebnisse einer besonderen Sorgfalt. Es empfiehlt sich, die Synergiefelder zunächst einzeln zu betrachten und in der Gesamtschau auf die Abhängigkeiten und räumlichen Zusammenhänge zu achten.

Damit ist das Verfahren äußerst flexibel einsetzbar und lässt sich bedarfsgerecht zum Variantenvergleich von Maßnahmen handhaben. Zur Verbesserung des praktischen Einsatzes wurde zudem eine Excel-Anwendung für den Weg der Expertenbewertung in Tabellenform programmiert, die durch das Eingeben von Teildaten eine schnelle und anschauliche Auswertung ermöglicht: Expertenbewertung_NHWSP_Maßnahmen.xlsx. Die Datei wird rechte-frei für die Anwendung in den Ländern übergeben. Abbildung 9 und Abbildung 10 geben Hinweise auf den Aufbau und die Handhabung der Datei.

Expertenbewertung: Bewertung der Synergien von nationalen Hochwasserschutzprogramm-Maßnahmen (NHWSP-Maßnahmen)

Stammdaten	NHWSP-Maßnahme			Bundesland	
	Gewässername				
	Oberflächenwasserkörper-ID				
	Auensegment		Erfasser		
	Auenseite		Bewertungsdatum		

1. Horizontale Synergien		
1.1 Synergie 1: Fließgewässerentwicklung		
Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
Führt die relevante NHWSP-Maßnahme auch zu Verbesserungen im Hinblick auf den Fließgewässerzustand? Werden Maßnahmen der Fließgewässerrenaturierung (Reetablierung gewässer- und auentypischer Prozesse und Strukturen) unterstützt?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zu Verschlechterungen im Hinblick auf den Fließgewässerzustand?
Bewertung Synergie 1: Fließgewässerentwicklung	fehlende Eingabe	
1.2 Synergie 2: Auenentwicklung		
Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
Führt die relevante NHWSP-Maßnahme auch zu Verbesserungen im Hinblick auf den Auenzustand? Werden Maßnahmen der Auenrenaturierung (Beitrag zur Sicherung oder Rückgewinnung von Auen und Auenfunktionen) unterstützt?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zu Verschlechterungen im Hinblick auf den Auenzustand?
Bewertung Synergie 2: Auenentwicklung	fehlende Eingabe	
1.3 Synergie 3: Klimaschutz und Anpassung		
a) Klimaschutz		
Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Verhinderung/Verringerung von Treibhausgasemissionen oder zu einer Treibhausgasbindung?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zur Vergrößerung von Treibhausgasemissionen?

Abb. 9 Ansicht der Excel-Tabellenanwendung Expertenbewertung_NHWSP_Maßnahmen.xlsx: Eingabemaske für zwei horizontale Synergien

1. Horizontale Synergien		
1.1 Synergie 1: Fließgewässerentwicklung		
Expertenentscheidung I	oder	Expertenentscheidung II
Führt die relevante NHWSP-Maßnahme auch zu Verbesserungen im Hinblick auf den Fließgewässerzustand? Werden Maßnahmen der Fließgewässerrenaturierung (Reetablierung gewässer- und auentypischer Prozesse und Strukturen) unterstützt?		Führt die relevante NHWSP-Maßnahme zu Verschlechterungen im Hinblick auf den Fließgewässerzustand?
Ja, deutlich/überwiegend zutreffend		Nein, unzutreffend, keine Angabe oder nicht relevant
Bewertung Synergie 1: Fließgewässerentwicklung	starke Synergie	

Abb. 10 Ansicht der Excel-Tabellenanwendung Expertenbewertung_NHWSP_Maßnahmen.xlsx: Ergebnis für eine horizontale Synergie

4.8 Weitere Grundsätze für die Anwendung des Ansatzes

4.8.1 Vergleichszustände/-maßstäbe für die Synergiebewertung

Für die Bewertung wird jeweils der Ausgangs- bzw. Ist-Zustand der einzelnen Synergiefelder mit einem Zielzustand verglichen. Bei Letzterem sollten als mögliche Varianten angesetzt werden:

- a. der entsprechend der vorliegenden Daten/Informationen angestrebte Plan-Zustand (bzw. bei Vorliegen mehrerer Planungsvarianten die angestrebten Plan-Zustände), hier als „Plan-Szenario“ bezeichnet sowie
- b. ein (hypothetisches) „synergieoptimiertes Szenario“, das in seinen Merkmalen möglichst hohe und dabei grundsätzlich technisch mögliche bzw. prinzipiell realisierbare Synergie-effekte abbildet; es zeigt damit auch die Synergiepotenziale jeder Maßnahme auf und kann im weiteren Planungsprozess damit beitragen, verstärkt auch auf Synergieeffekte zu setzen.

4.8.2 Konventionen für das Plan-Szenario

Für eine Interpretation der Daten/Planungen eines Plan-Szenarios bedarf es gewisser Konventionen in der Interpretation potenzieller Umsetzungen und darauf basierender ökologischer Wirkungen. Diese werden wie folgt festgelegt:

- Bei vorgesehener Etablierung eines (Flut)Polders, der nur bei mittleren und extremen Hochwassern geflutet wird ($\geq \text{HQ}_{100}$), wird die relevante Fläche ökologisch als „Altaue“ interpretiert.
- Bei vorgesehener Etablierung eines (Flut)Polders, der ökologisch geflutet wird ($\leq \text{MHQ}$), wird die relevante Fläche ökologisch als „rezente Aue“ interpretiert, weil folgende Nutzungen unterstellt werden: bewirtschaftetes Feucht-Grünland, ggf. volumen-/rückhaltneutrale Etablierung von Auenkleingewässern, ggf. volumen-/rückhaltneutrale Einbindung vorhandener Altarme, in Randbereichen kleinflächig ggf. sogar Waldentwicklung.
- Bei vorgesehener Etablierung eines Hochwasserrückhaltebeckens wird trotzdem eine gewisse strukturelle Entwicklungsmöglichkeit für das querende, potenziell hochwasserführende Fließgewässer angesetzt: naturnahe Linienführung und naturnahe Ufer sind prinzipiell möglich, aber kein Entwicklungskorridor (wegen hydraulischem Widerstand des Gehölzaufwuchses). Auch eine Umwandlung ggf. vorhandenen Ackers in Grünland ist möglich. Daher wird als Ansatz für die Fließgewässerstrukturgüte Klasse 2 (5-stufig) für Sohle und Ufer) und Klasse 3 für Land bei der Synergiebewertung gewertet. WRRL-relevante Verbesserungen könnten ggf. auch als Ausgleichs-/Ersatzmaßnahmen durchgeführt werden (möglicher Vorschlag an zuständige Naturschutzbehörde in einem Verfahren).

4.8.3 Anwendung eines synergieoptimierten Szenarios

Zusätzlich zum Planungsszenario sollte ein optimistisches bzw. „synergieoptimiertes“ Szenario abgebildet werden.

Bei der Anwendung eines synergieoptimierten Szenarios handelt es sich um eine reine „Potenzialabschätzung“ im Hinblick auf mögliche positive umweltfachliche Synergien, was im konkreten Fall einer NHWSP-Maßnahme keinerlei Vorfestlegung/„Präjudizierung“ in Bezug auf mögliche parallele Maßnahmen bedeutet.

Der Grad bzw. die Wirksamkeit des durch eine NHWSP-Maßnahme vorgesehenen Hochwasserschutzes darf auf Grund einer Synergieoptimierung grundsätzlich nicht reduziert werden.

Auch wird empfohlen, dezidierte und frühzeitige Abstimmungen mit den Verantwortlichen in den Ländern durchzuführen, um realitätsnahe synergieoptimierte Szenarien zu entwickeln.

Dies hat den Vorteil, dass mögliche Synergien frühzeitig erkannt werden können, so dass die Chancen einer Berücksichtigung für nachfolgende, konkretere Planungsschritte und -stufen verbessert werden.

Für das synergieoptimierte Szenario empfehlen sich die Konventionen entsprechend Tabelle 22. Bei der Fließgewässerentwicklung ist darauf zu achten, dass nur dann Maßnahmen in einem synergieoptimierten Szenario in Ansatz zu bringen sind, wenn in betreffenden Wasserkörpern nicht bereits ein guter ökologischer Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial gemäß Anhang V WRRL bzw. OGewV vorliegt bzw. erreicht ist.

Im Hinblick auf ökologische Flutungen in Poldern ist der Hinweis angezeigt, dass diese grundsätzlich nicht nur gewässer- und auenökologische Verbesserungen mit sich bringen, sondern dass diese je nach Randkonstellation auch naturschutzrechtlich zwingend erforderlich sein können als zentrale, großflächig wirksame Vermeidungs- und Minderungsmaßnahme, um wiederkehrende erhebliche Beeinträchtigungen des Naturraums infolge von Hochwassereinsätzen zu vermeiden (BVerwG 2014).

Tab. 22 Empfehlungen für die inhaltliche Ausgestaltung eines synergieoptimierten Szenarios für Polder, Hochwasserrückhaltebecken und Deichrückverlegungen

Im Maßnahmenraum	Polder	Hochwasserrückhaltebecken	Deichrückverlegung
Künftiges Überschwemmungsregime	Ökologische Flutungen im Polder, d. h. Zulassen jährlicher oder unterjährlicher Überflutungen (soweit nicht durch die Höhenlage des Polders limitiert) Wenn der Polder in der Altaue liegt (Regelfall), dann wird er (unter den o. g. Voraussetzungen) auch zu rezentener Aue	Beibehaltung des „normalen“ Überflutungsregimes, Retentionswirkung oberhalb des Bemessungsansatzes für die Drosselung, Verbesserung des Ausuferungsvermögens bei Hochwassern unterhalb Drosselansatz, z. B. durch Uferabflachungen, Schaffung von Hochflutrinnen	Verbesserung des Ausuferungsvermögens, z. B. durch Uferabflachungen, Schaffung von Hochflutrinnen
Künftige Flächennutzung	Umwandlung Acker in bewirtschaftetes, feuchtes Grünland	Umwandlung Acker in Grünland	Umwandlung eines hohen Anteils an Vorlandflächen in Auwald; angesetzt wird ein Flächenanteil in Höhe von 30 % (vgl. Harms et al. 2018), Umwandlung Acker in Grünland
Künftige Auenmorphologie	Schaffung von Auenkleingewässern (neutral für Poldervolumen)	Schaffung von Auenkleingewässern und auentypischem Relief (neutral für Poldervolumen), ggf. Fluchthügel für terrestrische Tiere	Schaffung von Auenkleingewässern und auentypischem Relief einschließlich Hochflutrinnen, Anschluss oder Reetablierung von Altarmen und Altgewässern
Künftige Fließgewässermorphologie	Ergänzende strukturverbessernde Maßnahmen (insbesondere Uferstruktur)	Anlage Gewässerentwicklungskorridor, Entwicklung des Gewässers bezüglich Sohle, Ufer in Richtung guter Gewässerstruktur (Linieneinführung, Uferform/-struktur, mindestens schmaler Gehölzsaum usw.)	Ergänzende strukturverbessernde Maßnahmen (insbesondere Uferstruktur)
Künftige Freizeit- und Erholungsnutzung	Primäre Landschaftsbildverschlechterung, ggf. aber verbessernde bzw. kompensierende Maßnahmen definieren	Primäre Landschaftsbildverschlechterung, ggf. aber verbessernde bzw. kompensierende Maßnahmen definieren	Rad- und Wanderwege liegen auf dem neuen Deich, Schautafeln (Umweltbildung) und Aussichtsplattformen sind vorhanden, Landschaftsbildverbesserung

5 Praxistest und abstrakte Veranschaulichung

Zentrale Bedeutung hatte der iterative Prozess nach Erstellung der (vorläufigen) Kriterien und dafür geeigneten Methoden im Hinblick auf die vorgesehene Testungs- und Validierungsphase („Praxistest“). Hier wurde unter Umsetzungs- und Planungsaspekten die Wirksamkeit der methodischen Vorschläge getestet. Dazu konnte dankenswerterweise mit den Bundesländern Baden-Württemberg, Brandenburg und Sachsen-Anhalt eine konkrete Zusammenarbeit im Hinblick auf Fallbeispielbearbeitungen vereinbart werden. Neben den zu-ständigen Landesministerien waren die jeweiligen Landesämter/-betriebe beteiligt.

In Absprache mit den Ländern werden die konkreten Ergebnisse des Praxistests nicht veröffentlicht. Keineswegs sollen bei bereits laufenden oder beabsichtigten Planverfahren durch hypothetische Annahmen synergieoptimierter Ansätze Irritationen ausgelöst werden.

Die ausgewählten Fallbeispiele/Vorhaben umfassten insgesamt 18 konzipierte/geplante Vorhaben (Abbildung 11):

- a. in Baden-Württemberg
1 x Hochwasserrückhalteraum/Flutpolderanlage
- b. in Brandenburg
7 x Deichrückverlegung
- c. in Sachsen-Anhalt
6 x Deichrückverlegung
2 x Flutpolderanlage
1 x Deichrückverlegung in Kombination mit Polderanlage
1 x Anlage eines Hochwasserrückhaltebeckens

Dabei liegen die Vorhaben an den Fließgewässern Rhein, Elbe, Mulde, Saale, Schwarze Elster, Selke und Weiße Elster.

Der Praxistest erbrachte folgende Ergebnisse:

- Der methodische Ansatz greift nicht in die hydrologische/wasserwirtschaftliche Priorisierung ein; er ergänzt NHWSP-fachliche Grundlagen um die Bewertung umwelt-erheblicher Synergien und unterstützt damit die Nachhaltigkeitsziele, trägt dem Koordinations-gebot WRRL/HWRM-RL Rechnung und ermöglicht eine zielgerichtete Anwendung des Sparsamkeits- und des Ergiebigkeitsprinzips (öffentliche Haushalte)
- Das Punkt-Bewertungssystem für (bedeutungsgewichtete) horizontale, vertikale und zeitliche Synergien erbringt als abschätzendes Verfahren fachlich plausible Ergebnisse und ermöglicht
 - das Erkennen und das Bewerten der einzelnen Vorhaben-Synergien für 1-km-Auensegmente und Projekträume,
 - den Vergleich von Planungsvarianten einer NHWSP-Maßnahme im Hinblick auf Synergien sowie

- den Vergleich von Projekten untereinander im Hinblick auf Synergien (auch im Sinne einer möglichen Priorisierung).
- Deichrückverlegungen erreichen bereits im „normalen“ Planzustand größere positive umweltfachliche Synergien, aber deutlichere bei einer gezielt synergieoptimierten Umsetzung.
- Polder sind ohne zusätzliche Maßnahmen nur in geringem Umfang durch positive Synergieeffekte gekennzeichnet. Eine möglichst synergieoptimierte Umsetzung eröffnet hier große Chancen und sollte in den Fokus genommen werden.
- Negative Synergien treten selbst im Planzustand bei den untersuchten Fallbeispielen nur vereinzelt und in schwacher Ausprägung auf.
- Der konzeptionelle Ansatz einer synergieoptimierten Planungsvariante kann helfen, Synergiechancen zu entdecken und auch wahrzunehmen (bei der weiteren Planung und Umsetzung).

Zur Verdeutlichung entsprechender Synergieeffekte auf der Basis der beiden Ansätze (1) Plan-Szenario (entsprechend Kenntnisstand zu den konzipierten/geplanten NHWSP-Maßnahmen) sowie (2) Synergieoptimiertes Szenario („Potenzialabschätzung“ im Sinne höchstmöglicher Synergieeffekte), vgl. Kapitel 4.8, sind abstrakte Darstellungen entwickelt worden (Abbildung 12 bis 14). Diese sollen für die relevanten Vorhabentypen „Deichrückverlegung“, „Flutpolder“ und „Hochwasserrückhaltebecken“ verdeutlichen, welche Unterschiede zwischen dem „Plan-Szenario“ und dem „Synergieoptimierten Szenario“ im Hinblick auf die Maßnahmenansätze und umweltfachlichen Synergieeffekte zu konstatieren sind. Dies beinhaltet eine Übertragung der getroffenen Konventionen für das Plan-Szenario und für das synergieoptimierte Szenario (Kapitel 4.8) sowie eine vereinfachte Darstellung der mit Letzterem verbundenen Landnutzungsänderungen.

Zudem sollen die abstrakten Fallbeispiele bildhaft verständlich machen, wie die Ansätze sich auswirken. Die Abbildung 15 zeigt ferner, wie die Bewertungen auf der Auenabschnittsebene kartographisch dargestellt werden können. Dabei wird nur die jeweils betroffene Auenseite (linke oder rechte Auenseite) dargestellt, soweit nicht Maßnahmen beide Auenseiten betreffen sollten (vgl. auch Kapitel 4.4.2). Die Farbgebung im Sinne der Bewertungsstufen entspricht den in Kapitel 4.3 getroffenen Konventionen (Tabelle 3 und Tabelle 4).



Abb. 11 Anzahl der im Rahmen des Praxistests bewerteten NHWSP-Maßnahmen in den drei ausgewählten Bundesländern

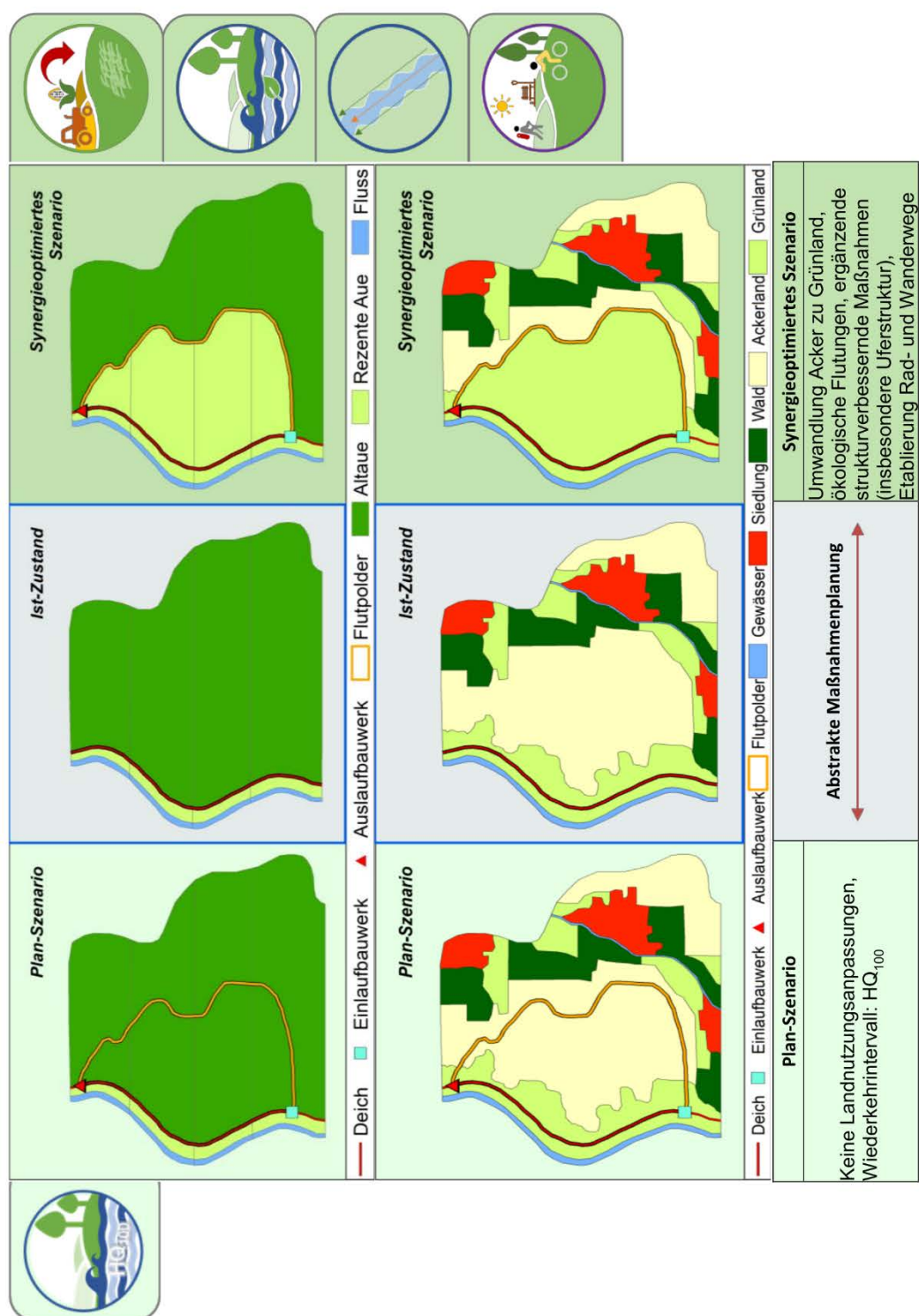


Abbildung 12: Abstrakte Darstellung des Vorhabentyps „Deichrückverlegung

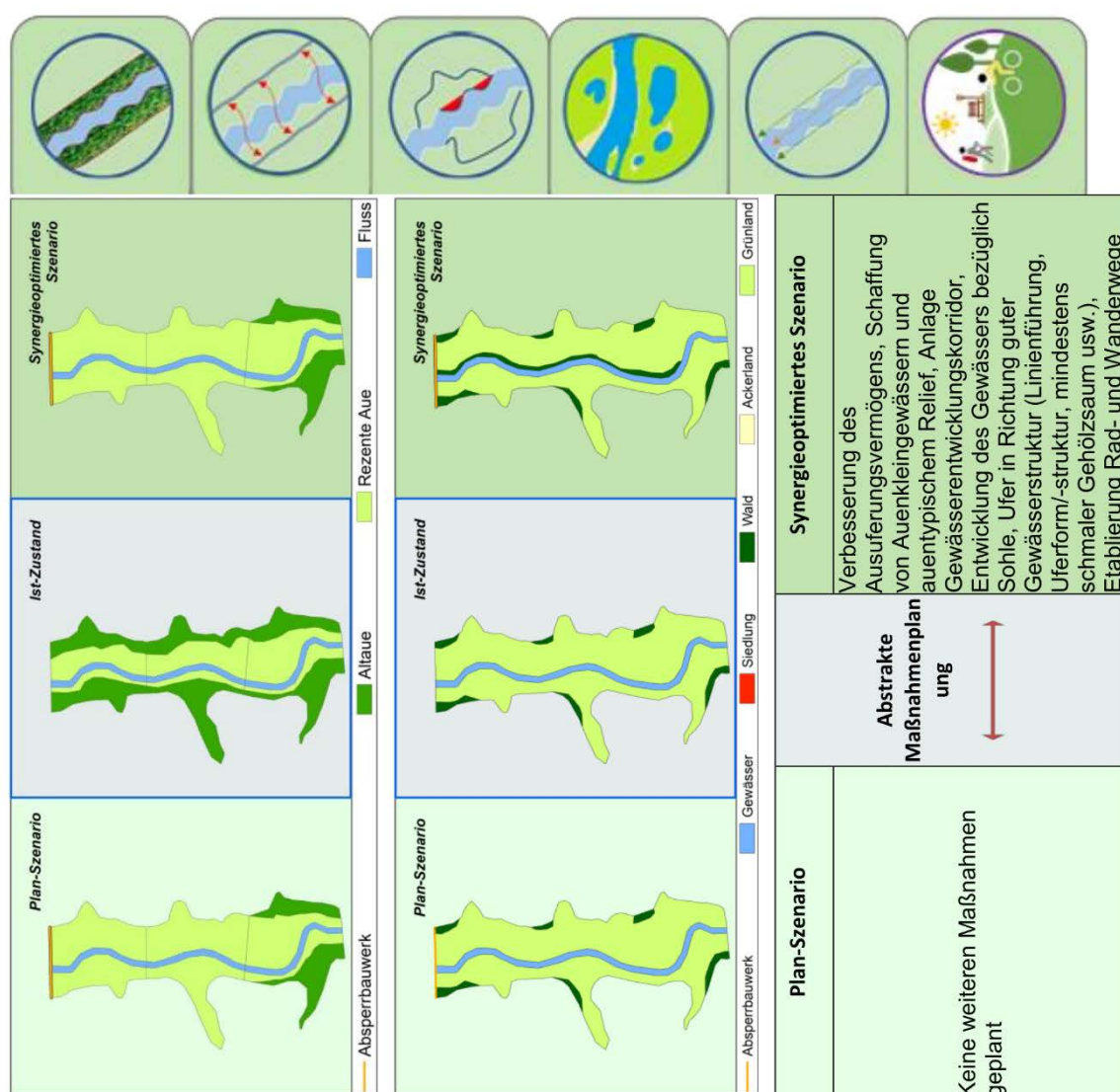


Abbildung 14 Abstrakte Darstellung des Vorhabentyps „Hochwasserrückhaltebecken“

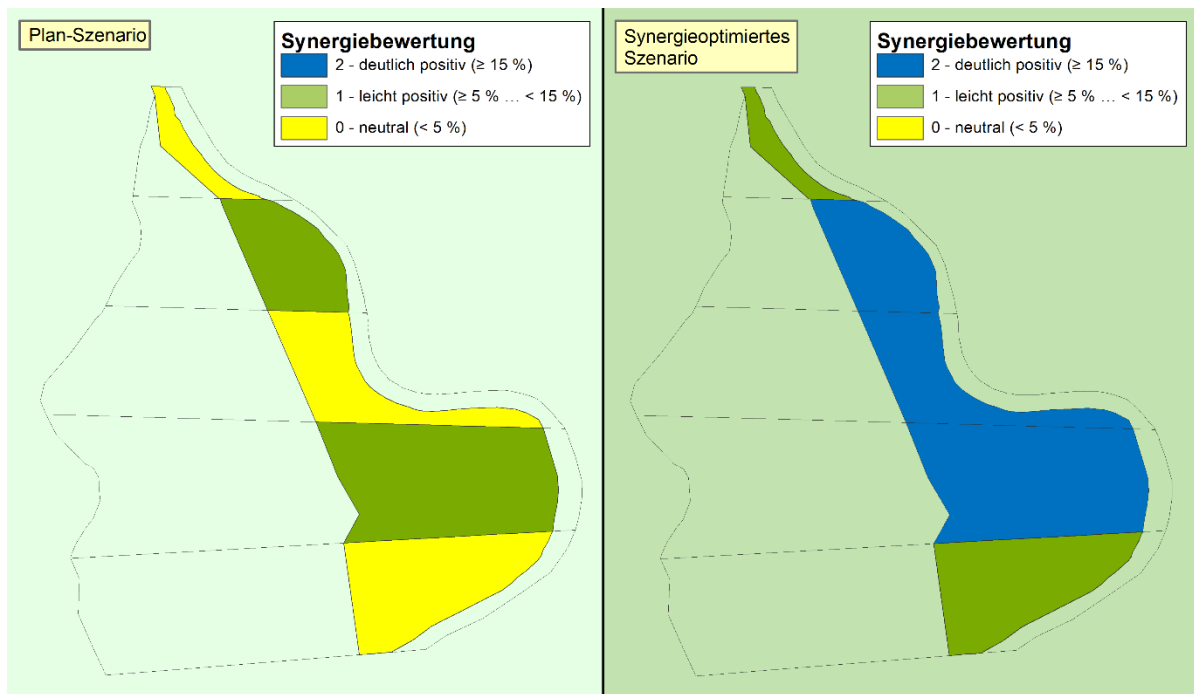


Abb. 15 Beispielhafte Ergebnisdarstellung der Szenarien (auenabschnittsbezogen)

6 Abschließende Empfehlungen

6.1 Empfehlungen zur Bewertungsabstufung/-skala für Vergleichszwecke

In Auswertung des durchgeführten Praxistests können folgende Empfehlungen zur Bewertungsabstufung/-skala für Vergleichszwecke gegeben werden:

- Zielführend ist es, sowohl für jedes von einer NHWSP-Maßnahme betroffene Auen-segment (= Auenabschnitt) eine differenzierte Auswertung für alle horizontalen Synergien, die vertikalen und die zeitlichen Synergien durchzuführen, als auch eine Punktschme zu bilden (Tabelle 23).
- Punktschmen können dabei sowohl über jedes einzelne Auensegment gebildet werden, als auch als räumliche Summe einer NHWSP-Maßnahme (Summe über alle betroffenen Auensegmente), vgl. Tabelle 23.
- Damit werden räumliche Vergleiche je nach Umsetzungsvariante im Hinblick auf die Synergiestärke möglich; natürlich werden größere NHWSP-Maßnahmen wegen der höheren Betroffenheit von Auensegmenten tendenziell auch höhere Summen haben. Hier bietet sich deshalb der größenunabhängige Vergleich über den Mittelwert an.
- Als Grenzen für eine Gesamtbewertung einzelner Auensegmente empfehlen sich Punktschmen (adäquat auch als Mittelwert für NHWSP-Maßnahmen) entsprechend Tabelle 24

Tab. 23 Möglichkeit einer Punktbewertung und einer Summenbildung auf der Ebene einzelner Auen-segmente und kumulativ für alle betroffenen Auensegmente – Vergleichsmöglichkeit zwischen Plan-Szenario und synergieoptimiertem Szenario

	Auen-segment	Horizontale Synergien						Summe	Vertikale Synergien	Zeitliche Synergien	Gesamt NHWSP-Maßnahme
		1	2	3	4	5	6				
Plan-Szenario	AS-210000	0	0	15	0	5	0	20	10	0	30
	AS-220000	0	0	15	0	5	0	20	10	0	30
	AS-230000	0	0	15	0	5	0	20	10	0	30
	Summe	0	0	45	0	15	0	60	30	0	90
	Mittelwert	0	0	15	0	5	0	20	10	0	30,0
Synergieoptimiertes Szenario	AS-210000	30	15	15	10	10	0	80	20	10	110
	AS-220000	30	15	15	10	10	5	85	20	10	115
	AS-230000	30	15	15	10	10	0	80	20	10	110
	Summe	90	45	45	30	30	5	245	60	30	335
	Mittelwert	30	15	15	10	10	1,7	81,7	20	10	111,7

Tab. 24 Vorschlag für eine Gesamtbewertung einzelner Auensegmente nach Punktsommen und im Hinblick auf den positiven Synergieeffekt (Abstufung)

Punktsomme	Bewertungsabstufung: Synergieeffekt
< 50	nicht vorhandene oder geringe Synergieeffekte
≥ 50 ... < 100	leichte Synergieeffekte
≥ 100	deutliche Synergieeffekte

6.2 Empfehlungen zur Erzielung von Synergieeffekten

Synergieeffekte dürfen nicht zu Lasten des angestrebten Hochwasserschutzniveaus gehen, aber sie bieten hohe umweltfachliche Potenziale. Entsprechende Potenziale für NHWSP-Maßnahmen können unter folgenden Voraussetzungen bestmöglich erschlossen werden:

1. Stärkeres „in den Blick nehmen“ des Themenfeldes „umweltfachliche Synergien“ durch die Aufgabenträger des Hochwasserschutzes, insbesondere in Bezug auf das NHWSP; hierfür bietet die vorliegende abschätzende Methodik einen konkreten Verfahrensansatz an.
2. Inter- bzw. transfachliche Kooperation bereits bei der Konzeption und der Planung von NHWSP-Maßnahmen, d. h. möglichst zielführende Abstimmung im Hinblick auf höchstmögliche Synergieeffekte (Projekträger, Fachbehörden)
3. Bessere organisatorische Verzahnung räumlicher Planung in den Bereichen Hochwasserschutz, Gewässer- und Naturschutz, Klimaschutz, Bodenschutz usw. zur Ermöglichung frühzeitiger Abstimmung und Lösungs- oder auch Variantenfindung im Hinblick auf Synergien.
4. Möglichst zeitparalleles Agieren (Strategie, Konzeption, Planung) verschiedener Aufgabenträger in dem von einer NHWSP-Maßnahme betroffenen Raum, um die Voraussetzung einer optimalen Synergiefindung zu schaffen.
5. Fokussieren rechtlich notwendigen umweltfachlichen Ausgleichs und Ersatz (insbesondere nach Naturschutzrecht) auch im Hinblick auf bestmögliche Synergien, vor allem zum Ausgleich auenökologischer Beeinträchtigungen.
6. Erschließen von Finanzierungsquellen anderer Fachbereiche zur Erzielung umweltfachlicher Synergien, z. B. Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen im Rahmen des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“ (Förderprogramm Auen), BAnz AT 20.02.2019 B4
7. Sinnvoll könnte sein, ggf. eine umfassendere Finanzierung der NHWSP-Maßnahmen zu erwägen, um nicht nur für die eigentliche NHWSP-Maßnahme und die notwendigen Begleitkosten Finanzmittel bereit zu stellen, sondern auch für gezielte Maßnahmen zur Förderung umweltfachlicher Synergien im betreffenden Landschafts-/Auenraum.
8. Fokussierung auf wesentliche horizontale (fachliche) Synergieeffekte; hierzu können die Empfehlungen entsprechend Tabelle 25 gegeben werden (vgl. auch Kapitel 4.8.3).

Die in Tabelle 25 explizit aufgeführten ökologischen Flutungen stellen grundsätzlich gewässer- und auenökologische Verbesserungen dar. Sie können je nach Fall-/Randkonstellation aber auch naturschutzrechtlich als zentrale, großflächig wirksame Vermeidungs- und Minderungsmaßnahme zwingend erforderlich sein, um wiederkehrende erhebliche Beeinträchtigungen des Naturraums infolge von Hochwassereinsätzen zu vermeiden (BVerwG 2014).

Tab. 25 Empfehlungen zur Erzielung hoher horizontaler/fachlicher Synergieeffekte

NHWSP-Maßnah- mentyp	Handlungsempfehlung	Wesentliche Synergien nach Fachbe- reichen
a) <i>Deichrück- verlegung</i>	Umwandlung von Acker in Grünland	Gewässerschutz, Bodenschutz, Klima- schutz, Naturschutz, Erholung/Touris- mus, Landwirtschaft
b)	Umwandlung eines hohen Anteils an Vor- landflächen in Auwald	Gewässerschutz, Bodenschutz, Klima- schutz, Naturschutz, Erholung/Touris- mus, Forstwirtschaft
c)	Verbesserung des Ausuferungsvermö- gens des Gewässers, z. B. durch Uferab- flachungen, Schaffung von Hochflutrin- nen	Gewässerschutz, Naturschutz
d)	Schaffung von Auenkleingewässern und autentischem Relief einschließlich Hochflutrinnen, Anschluss oder Reetab- lierung von Altarmen und Altgewässern	Gewässerschutz, Naturschutz
e)	Ergänzende strukturverbessernde Maß- nahmen am Fließgewässer (insbeson- dere Uferstruktur)	Gewässerschutz, Naturschutz
f)	Rad- und Wanderwege auf den neuen Deich legen, Schautafeln und Aussichts- plattformen etablieren	Erholung/Tourismus, Umweltbildung
g) <i>Flutpolder</i>	Ökologische Flutungen im Polder, d. h. Zulassen jährlicher oder unterjährlicher Überflutungen (soweit nicht durch die Hö- henlage des Polders limitiert)	Gewässerschutz, Naturschutz, Klima- schutz
h)	Umwandlung Acker in bewirtschaftetes, feuchtes Grünland	Gewässerschutz, Bodenschutz, Klima- schutz, Biodiversität, Erholung/Touris- mus, Landwirtschaft
i)	Schaffung von Auenkleingewässern (neutral für Poldervolumen)	Gewässerschutz, Naturschutz
j)	Ergänzende strukturverbessernde Maß- nahmen (insbesondere Uferstruktur)	Gewässerschutz, Naturschutz
k) <i>Hochwas- serrückhaltebecken</i>	Beibehaltung des „normalen“ Überflu- tungsregimes, Retentionswirkung ober- halb des Bemessungsansatzes für die Drosselung, Verbesserung des Ausufe- rungsvermögens bei Hochwassern unter- halb Drosselansatz, z. B. durch Uferab- flachungen, Schaffung von Hochflutrin- nen am querenden Fließgewässer	Gewässerschutz, Naturschutz, Klima- schutz

NHWSP-Maßnah- mentyp	Handlungsempfehlung	Wesentliche Synergien nach Fachbe- reichen
<i>l)</i>	Umwandlung von Acker in Grünland	Gewässerschutz, Bodenschutz, Klima- schutz, Biodiversität, Erholung/Touris- mus, Landwirtschaft
<i>m)</i>	Schaffung von Auenkleingewässern und autentischem Relief (neutral für HRB- Volumen)	Gewässerschutz, Naturschutz
<i>n)</i>	Anlage Gewässerentwicklungskorridor am querenden Fließgewässer, Entwick- lung des Gewässers bezüglich Sohle, Ufer in Richtung guter Gewässerstruktur (Linienführung, Uferform/-struktur, min- destens schmaler Gehölzsaum usw.)	Gewässerschutz, Naturschutz, Klima- schutz

Literatur

- BAnz AT 20.02.2019 B4: Bundesanzeiger, Ausgabetag 20.02.2019, Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen im Rahmen des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“ (Förderprogramm Auen) vom 1. Februar 2019
- BBodSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.
- BfN (2011): Interpretations- und Anwendungshilfen zu den Daten der Lebensraumnetzwerke. Stand: 01.11.2011. – Bundesamt für Naturschutz, Fachgebiet II 4.2 - Eingriffsregelung, Verkehrswegeplanung, 14 S.
- BHO: Bundeshaushaltsordnung vom 19. August 1969 (BGBl. I S. 1284), die zuletzt durch Artikel 212 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
- BMVI & BMUB (2017): Bundesprogramm Blaues Band Deutschland. Eine Zukunftsperspektive für die Wasserstraßen – beschlossen vom Bundeskabinett am 1. Februar 2017. – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur & Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 31 S.
- BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.
- Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & Mehl, D. [Hrsg.] unter Mitarbeit von: Amberge, P., Bonn, R., Döpke, M., Kischka, J., Kurth, A., Langer, S., Linden, J., Lübker, T., Mach, S., Quick, I., Steinhäuser, A., Schott, M., van de Weyer, K. & U. Zellmer (2009): Flussauen in Deutschland. Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt [Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz] 87, 141 S. + Anhang und Kartenband.
- Buschhüter, E., von Dillen, A., Menn, K. & Paas, R. (2018): Das Nationale Hochwasserschutzprogramm. – Natur und Landschaft 93 (2): 50-53.
- BVerwG (2014): Bundesverwaltungsgericht, Beschluss des 7. Senats vom 19. September 2014 – BVerwG 7 B 6.14: Planfeststellung für Bau und Betrieb eines Hochwasserrückhalteraums: 14 S., <http://www.bverwg.de/entscheidungen/entscheidung.php?lang=de&ent=190914B7B6.14.0>
- BWaldG: Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Januar 2017 (BGBl. I S. 75) geändert worden ist.
- Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis, D., Wichtmann, W. & Joosten, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Endbericht. – Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE) e.V. und Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 33 S.
- Ehlert, T., Neukirchen, B. & Hausmann, B. (2018): Perspektiven einer nachhaltigen Auen-entwicklung. – Natur und Landschaft 93 (2): 59-63.
- FFH-RL: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Pflanzen und Tiere (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). - (Abl. EG Nr. L 206 S. 7), zuletzt geändert durch Akte vom 23.09.2003 (Abl. EG Nr. L 236 S. 33).
- Foss, N. J. & Iversen, M. (1997): Promoting Synergies in Multiproduct Firms: Toward a Resource-based View. – Working Paper 97 - 12, Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy.

- Geist, J. & Auerswald, K. (2019): Synergien im Gewässer-, Boden-, Arten- und Klimaschutz am Beispiel von Flussauen. – WasserWirtschaft 11/2019: 12-17.
- Gesetz vom 23. August 1994 zu Internationalen Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes und des Nordostatlantiks (BGBl. 1994 II S. 1355, 1397).
- Günther-Diringer, D., Berner, K., Koenzen, U., Kurth, A., Modrak, P., Ackermann, W., Ehlert, T. & Heyden, J. (2021): Methodische Grundlagen zum Auenzustandsbericht 2021: Erfassung, Bilanzierung und Bewertung von Flussauen. – BfN-Skripten 591, 57 S.
- Harms, O., Dister, E., Gerstner, L., Damm, C., Egger, G., Heim, D., Günter-Diringer, D., Koenzen, U., Kurth, A. & Modrak, P. (2018). Potenziale zur naturnahen Auenentwicklung - Bundesweiter Überblick und methodische Empfehlungen für die Herleitung von Entwicklungszielen. – BfN-Skripten 489, 77 S.
- Hausmann, B., Mehl, D. & Iwanowski, J. (2021): Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundesamtes für Naturschutz: Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms mit naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klimapolitischen Zielsetzungen. - Auenmagazin 19/2021, Magazin des Auenzentrums Neuburg a. d. Donau in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt: 5-8.
- HGrG: Gesetz über die Grundsätze des Haushaltsrechts des Bundes und der Länder (Haushaltsgrundsätzegesetz - HGrG) vom 19. August 1969 (BGBl. I S. 1273), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 14. August 2017 (BGBl. I S. 3122).
- https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/biologischevielfalt/Dokumente/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf, Abruf am 16.10.2019.
- <https://www.blaues-band.bund.de>, Abruf am 16.10.2019.
- https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf, Abruf am 16.10.2019.
- <https://www.bmu.de/naturschutz-offensive-2020/>, Abruf am 16.10.2019.
- <https://www.lfu.bayern.de/natur/auenprogramm/index.htm>, Abruf am 27.10.2018.
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>, Abruf am 24.10.2019.
- HWRM-RL (Europäische Hochwasserrichtlinie): Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasser-risiken, Amtsblatt der EG Nr. L 288 vom 06.11.2007.
- Kinzler, P. (2005): Das Management strategischer Kerne. Wettbewerbsvorteile durch kohärente Geschäftssysteme. – Wiesbaden (Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH), 408 S.
- Koenzen, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland. Typologie und Leitbilder. – Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Naturschutz, FKZ: 803 82 100. – Angewandte Landschaftsökologie 65, 327 S.
- Koenzen, U. (2018): F+E-Vorhaben Fachkonzept „Nationaler Biotopverbund Gewässer und Auen“. Vorstellung von Zielstellung, Aufbau und aktuellem Bearbeitungsstand. – Präsentation Dr. Uwe Koenzen bei der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe, Bundesamt für Naturschutz, 12. April 2018.
- Koenzen, U., Kurth, A., Mach, S., Modrak, P., Gohrbandt, S., Ackermann, W., Ruff, A. & Günther-Diringer, D. (2020): Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Band 1: Grundlagen und Vorgehensweise. – BfN-Skripten 548, 124 S.

- Koenzen, U., Kurth, A., Mach, S., Modrak, P., Gohrbandt, S., Ackermann, W., Ruff, A. & Günther-Diringer, D. (2020): Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Band 2: Benutzerhandbuch zur Software-Anwendung AuenZEB 1.0. – BfN-Skripten 549, 100 S.
- KSG: Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513).
- LAWA (1998): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LAWA (2014): Nationales Hochwasserschutzprogramm. Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen sowie ein Vorschlag für die Liste der prioritären Maßnahmen zur Verbesserung des präventiven Hochwasserschutzes. – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – Ständiger Ausschuss der LAWA "Hochwasserschutz und Hydrologie (AH)", beschlossen auf der Sonderkonferenz der LAWA-VV am 29. September 2014 in Berlin, Stand 20.10.2014, 9 S.
- LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder. - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), LAWA-Expertengruppe „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“, beschlossen auf der LAWA-Sondersitzung am 07. Dezember 2017 in Berlin, 313 S.
- LHO: Landeshaushaltsordnung Mecklenburg-Vorpommern in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. April 2000 (GVOBl. M-V S. 159), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12. Juli 2018 (GVOBl. M-V S. 242, 244).
- LHW (2017): Mehr Raum für unsere Flüsse: Mögliche Standorte zum Wasserrückhalt in der Fläche. – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, 12 S. + Anhang.
- Mehl, D., Hoffmann, T. G., Iwanowski, J., Lüdecke, K. & Thiele, V. (2018): 25 Jahre Fließgewässerrenaturierung an der mecklenburgischen Nebel: Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und auf regulative Ökosystemleistungen. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 62 (1): 6-24.
- Mehl, D., Iwanowski, J. & Hausmann, B. (2019): Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms mit naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klimapolitischen Zielsetzungen. – Wasser und Abfall 07/08-2019: 59-61.
- Mehl, D., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H. D., Born, W. & Ehlert, T. (2013): Analyse und Bewertung von Ökosystemfunktionen und -leistungen großer Flussauen. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 6 (9): 493-499.
- Mejia, C. V. (2017): Integrated assessment of alternative land and water management in a flooding polder in Saxony-anhalt, Gernay. – Master Thesis, Technische Universität Berlin, 97 S.
- MLU LSA (2015): Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020. – Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt, 162 S.
- MSRL: Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie), Amtsblatt der EG Nr. L 164/19 vom 25.06.2008.
- MU (2012): Niedersächsisches Auenprogramm. Programm zum Schutz und zur Entwicklung seltener Lebensräume und Arten sowie zur Wiedervernetzung von Lebensräumen. – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz [Hrsg.], 25 S.
- OGewV: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).
- PB Koenzen (2019a): Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Band 1. Grundlagen und Vorgehensweise. Entwurf. – Planungsbüro Koenzen im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, 117 S.

- PB Koenzen (2019b): Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Band 2. Benutzerhandbuch zur Software-Anwendung AuenZEB 1.0. Entwurf. – Planungsbüro Koenzen im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, 104 S.
- Podschun, S. A., Albert, C., Costea, G., Damm, C., Dehnhardt, A., Fischer, C., Fischer, H. Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Hartje, V., Hoffmann, T. G., Hornung, L., I-wanowski, J., Kasperidus, H., Linnemann, K., Mehl, D., Rayanov, M., Ritz, S., Rumm, A., Sander, A., Schmidt, M., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Stammel, B., Thiele, J., Venohr, M., von Haaren, C., Wildner, M., Pusch, M. (2018a): RESI-Anwendungshandbuch: Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten. – IGB-Schriftenreihe Heft 31/2018, 187 S., online verfügbar unter www.resi-project.info/handbuch.
- Podschun, S. A., Thiele, J., Dehnhardt, A., Mehl, D., Hoffmann, T. G., Albert, C., von Haaren, C., Deutschmann, K., Costea, G. & Pusch, M. (2018b): Das Konzept der Ökosystemleistungen - eine Chance für integratives Gewässermanagement. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 62 (6): 453-468.
- RAMSAR-Konvention: Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, von internationaler Bedeutung, Original: Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat, vom 02.02.1971, UN Treaty Series No. 14583. As amended by the Paris Protocol, 3 December 1982, and Regina Amendments, 28 May 1987, Ratifikation in Deutschland am 26.02.1976.
- RK IRP (1996): Rahmenkonzept des Landes Baden-Württemberg zur Umsetzung des Integrierten Rheinprogramms. Teil I Wiederherstellung des Hochwasserschutzes. Teil II Erhaltung und Renaturierung der Auelandschaft am Oberrhein. – Materialien zum Integrierten Rheinprogramm Bd. 7, 94 S.
- RL Hochwasserschutz im Binnenland — HWS: Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Vorhaben des Hochwasserschutzes im Binnenland im Land Niedersachsen und in der Freien Hansestadt Bremen. - RdErl. d. MU 22-62619, 62626/2/200 v. 15. 4. 2016, Nds. MBL. Nr. 18/2016 S. 536 ff.
- ROG: Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 15 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.
- Schäfer, A. (2009): Moore und Euros - die vergessenen Millionen. – Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 43 (4): 156-160.
- Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H. D., Born, W. & Henle, K. (2012): Ökosystemfunktionen in Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion. – Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt 124, 257 S.
- Schulz-Zunkel, C., Scholz, M., Kasperidus, H.D., Krüger, F., Natho. S. & Venohr, M. (2012): Nährstoffrückhalt, in: Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H. D., Born, W. & Henle, K.: Ökosystemfunktionen in Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion. – Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt [Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz] 124: 48-72.
- SRU (2020): Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten 2020. – Sachverständigenrat für Umweltfragen [Hrsg.], 556 S.
- Steenken, S., Kleinschmidt, M. & Remy, D. (2021): Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben zur Auenrenaturierung – Erfolgskontrollen 20 Jahre später. – BfN-Skripten 588, 442 S.

- TEEB (2010): Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren. (TEEB (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature), Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB – eine Synthese. – Münster (Land-wirtschaftsverlag), 48 S.
- Toepel, K. (2000): Analyse von Synergieeffekten zur Verbesserung der Evaluationsqualität hochkomplexer Förderprogramme – Das Ziel-1- und Ziel-2-Programm in Berlin. – Papier für die 4. Konferenz zur Evaluation der Strukturfonds: Bewertung für Qualität, Edinburgh, 17.-19. September 2000, http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/sources/docconf/edimbourg/pdf/toepel.pdf, Abruf am 20.10.2018.
- UBA (2019): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2019. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016. – Umweltbundesamt– UNFCCC-Submission [Hrsg.], Climate Change 23/2019, 947 S.
- VSchRL: Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung) (Vogelschutzrichtlinie – VSchRL), Amtsblatt der EG Nr. L 20/7 vom 26.1.2010.
- VV-LHO: Verwaltungsvorschriften zur Landeshaushaltsordnung vom 22. September 2005 (AmtsBl. M-V S. 1121), zuletzt geändert durch Verwaltungsvorschrift des Finanzministeriums vom 14. Dezember 2016 (AmtsBl. M-V S. 19).
- WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1408) geändert worden ist.
- WRRL (Europäische Wasserrahmenrichtlinie): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.

Die „BfN-Schriften“ sind eine seit 1998 unperiodisch erscheinende Schriftenreihe in der institutionellen Herausgeberschaft des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in Bonn. Sie sind kurzfristig erstellbar und enthalten u.a. Abschlussberichte von Forschungsvorhaben, Workshop- und Tagungsberichte, Arbeitspapiere oder Bibliographien. Viele der BfN-Schriften sind digital verfügbar. Printausgaben sind auch in kleiner Auflage möglich.

DOI 10.19217/skr638



Bundesamt für
Naturschutz