

Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der Landschaft

Durch den Klimawandel bekommt der Wasserrückhalt in der Landschaft neben dem Hochwasserschutz zunehmende Relevanz. Es kommt eine Vielzahl unterschiedlicher Maßnahmen in Frage, die den Landschaftswasserhaushalt verbessern oder die Resilienz der Landökosysteme gegenüber hochwasser- und trockenheitsbedingten Extremwetterereignissen stärken können. Die Autoren haben im UBA-Projekt WADKlim einen Katalog mit 69 Maßnahmen zusammengestellt. Die Maßnahmen stammen größtenteils aus der guten fachlichen Praxis von Wasserwirtschaft, Landwirtschaft sowie Forstwirtschaft in Deutschland und wurden hinsichtlich ihrer lokalen Wirkungen am Standort und ihren umsetzungsrelevanten Rahmenbedingungen bewertet.

Ulf Stein, Hannes Schritt, Thorben Uschan und Johanna Reineke

1 Einleitung

Die Wasserverfügbarkeit unter Einfluss des Klimawandels gehört zu den wichtigsten aktuellen und zukünftigen wasserwirtschaftlichen Herausforderungen. Bedingt durch den Klimawandel verändern sich Wasserressourcen in vielen Regionen der Erde, was sowohl globale als auch regionale Wasserkreisläufe stark beeinflusst und zu häufigeren sowie schweren Dürren und Überschwemmungen führt [1], [2]. Auch in Deutschland ist mit vermehrt auftretenden Überschwemmungen infolge von Extremniederschlägen sowie mit temporärer Wasserknappheit und Nutzungskonflikten infolge von Dürren zu rechnen [3].

In diesem Kontext kommt Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens eine besondere Bedeutung zu. Überschwemmungen werden abgemildert und die Wasserverfügbarkeit in Trockenperioden erhöht (u. a. [4], [5], [6]). Häufig werden Maßnahmen zum Wasserrückhalt nur aus sektoraler Perspektive betrachtet (z. B. in der Landwirtschaft) oder unter bestimmten Eigenschaften zusammengefasst, beispielsweise: Nature-based Solutions (NbS), Natural Water Retention Measures (NWRM) oder blau-grüne Infrastruktur (BGI). Bisher fehlt ein systematischer Überblick über die Wirkungsweisen und Eigenschaften der verschiedenen Maßnahmen in Deutschland. Um diesen systematischen Überblick zu schaffen, wurde im Rahmen des Projektes WADKlim ein Maßnahmenkatalog zum Wasserrückhalt in der Landschaft entwickelt (www.umwelt

bundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/niedrigwasser-trockenheit). Der Maßnahmenkatalog soll Akteuren eine Entscheidungsgrundlage zur Umsetzung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche bieten. In diesem Artikel werden die Wirkungen und weitere relevante Aspekte der untersuchten Maßnahmen - aus den Bereichen Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Naturschutz - zusammengetragen. Dieser Überblick zeigt, welche potenziellen Wirkungen diese Maßnahmen haben, sofern sie optimal eingesetzt werden.

2 Stand der Forschung

2.1 Elemente des Landschaftswasserhaushalts

Der natürliche Landschaftswasserhaushalt eines Einzugsgebiets wird durch die Prozesse Aufteilung, Speicherung und Freisetzung des in Form von Niederschlag gesammelten Wassers beschrieben. Zur Aufteilung des gesammelten Wassers gehören Prozesse wie Interzeption, Infiltration und Abflussbildung. Die Speicherung von Wasser in der Landschaft findet z. B. in Form von Bodenfeuchte, Schnee, Grundwasser oder Seen statt. Durch Evapotranspiration und den Transport von Wasser in Fließgewässern, Kanälen oder im Grundwasser wird dieses aus dem Einzugsgebiet wieder freigesetzt [7]. Diese Prozesse werden durch klimatische Bedingungen und durch die Ausprägung verschiedener Landschaftselemente und deren Bewirtschaftung maßgeblich beeinflusst. Im ländlichen Raum führen insbesondere begradigte Flüsse und Bäche sowie die Entwässerung von landwirtschaftlichen Flächen zu einem beschleunigten Wasserabfluss. Dabei hat Wasser aus qualitativer und quantitativer Perspektive einen elementaren Stellenwert in Hinblick auf die komplexen Vorgänge des landschaftlichen Stoff- und Energieumsatzes [8]. Ein Überblick zu den in diesem Artikel betrachteten Komponenten des Landschaftswasserhaushalts ist in **Bild 1** wiedergegeben. Dabei ergeben sich die hydrologischen Fließgrößen Versickerung bzw. Grundwasseranreicherung und Abfluss aus der Niederschlagsmenge, welche nicht verdunstet [9].

Kompakt

- Viele der 69 ausgewählten Maßnahmen stärken den Landschaftswasserhaushalt gleichzeitig gegenüber hochwasser- und trockenheitsbedingten Extremwetterereignissen sowie weiteren Schutzzielen.
- Einige Maßnahmen erzielen gute Effekte trotz geringen finanziellen Aufwands und sind schnell wirksam.

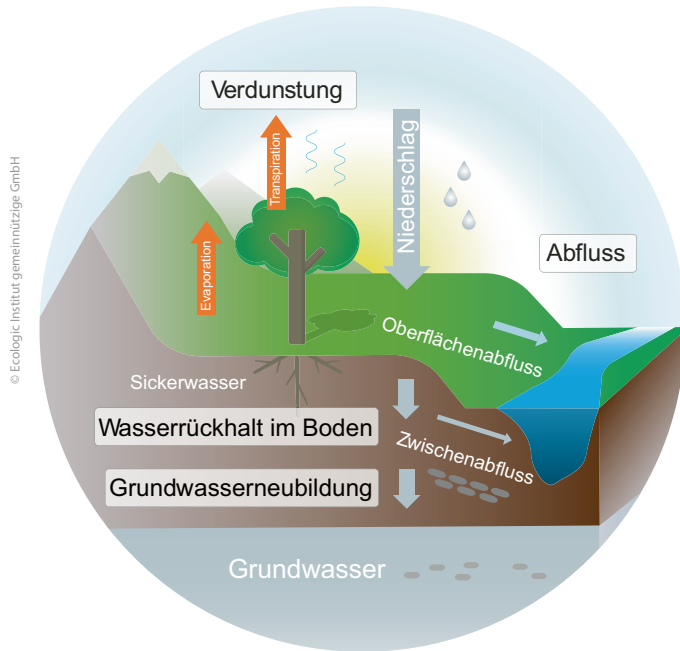


Bild 1: Modell der wichtigsten hydrologischen Parameter des Wasserrückhalts

2.2 Einordnung der Maßnahmen zum Wasserrückhalt

In der Literatur wird häufig zwischen technischen Infrastrukturlösungen und NbS unterschieden. Technische Infrastrukturlösungen, d. h. bauliche Maßnahmen, wie beispielsweise Dämme und Deiche, werden mit grauer Infrastruktur assoziiert und kommen überwiegend in urbanen Räumen zum Einsatz [4], [10], [11]. Dagegen sind NbS nach UN-Definition „Maßnahmen zum Schutz, zur Erhaltung, Wiederherstellung, zur nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung natürlicher oder veränderter Land-, Süßwasser-, Küsten- und Meeresökosysteme, die [...] das menschliche Wohlergehen, Ökosystemleistungen, die Widerstandsfähigkeit und die biologische Vielfalt fördern“ [12].

NbS können als Überbegriff für verschiedene Konzepte verstanden werden, die Ökosystemleistungen nutzen, um auf Umweltprobleme zu reagieren. Dazu gehören z. B. ökosystembasierte Klimaanpassung, die Katastrophenminderung und infrastrukturbezogene Ansätze, wie grüne und blau-grüne Infrastruktur [13], [14]. NbS können sowohl im urbanen als auch im ruralen Raum implementiert werden. Grundsätzlich sind die Grenzen zwischen technischen Infrastrukturlösungen und NbS fließend, wie Hybridlösungen, z. B. Gründächer und Rückhaltebecken, zeigen [10], [11]. Naturbasierte Lösungen bedienen häufig mehrere Ökosystemleistungen gleichzeitig, wodurch einzelne Maßnahmen multiple Wirkungen, z. B. bezüglich Überschwemmungen, Dürren, Wasserqualität und Biodiversität, aufweisen [4]. Um den Landschaftswasserhaushalt unter Klimawandelauswirkungen zu stabilisieren, ist eine Kombination aus technischen Maßnahmen sowie NbS in verschiedenen Sektoren notwendig [4]. Im landwirtschaftlichen Bereich handelt es sich dabei insbesondere um Maßnahmen des konservierenden Bodenschutzes zur Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes, eines

intelligenten und reduzierten Entwässerungssystems, Agroforstwirtschaft oder Paludikultur. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen zielen häufig auf die weiträumige Renaturierung von Oberflächengewässern und anderen wasserabhängigen Ökosystemen ab. In der Forstwirtschaft ist eine Aufforstung auf Hangflächen und die Rückkehr zur naturnahen Waldwirtschaft als Alternative zu Monokulturen nutzbar [15].

3 Methodik zur Erstellung eines Katalogs für Maßnahmen zum Wasserrückhalt

Der im Rahmen von WADKlim entwickelte Maßnahmenkatalog enthält sowohl NbS als auch technische Maßnahmen und Hybridlösungen zum Rückhalt von Wasser in der Landschaft. Unter Maßnahmen zum Wasserrückhalt verstehen die Autoren Maßnahmen der Landschaftsgestaltung, des Bodenschutzes und technische Maßnahmen, die die Wasserspeicher- und Rückhaltefähigkeit in der Fläche nachhaltig, also nicht nur einmalig verbessern und lokal oder in einem kleinen Einzugsgebiet das Wasserdargebot in Trockenzeiten erhöhen. Maßnahmen in urbanen Räumen und Konzepte zur wassersensiblen Stadtentwicklung, die auch den Landschaftswasserhaushalt verbessern können, wurden ausgeklammert.

Der räumliche Fokus bei der Auswahl der Art der Maßnahmen lag auf dem ländlichen Raum. Die Maßnahmen sollen in Bezug auf Hochwasser, Dürre oder für beide Ereignisse wirksam sein. Eine Differenzierung in Hochwasser- und Dürremaßnahmen wurde nicht vorgenommen.

Folgende fünf Arbeitsschritte wurden zur Erstellung des Maßnahmenkatalogs durchgeführt:

1. Recherche und Auswahl der Wirkungen und Kriterien: Auswahl der betrachteten lokalen Wirkungen der Maßnahmen auf den Wasserhaushalt (Wasserdargebot in Trockenzeiten, Grundwasserneubildung, Wasserrückhalt in Böden, Verzögerung des Abflusses, reduzierte Verdunstung). Weitere Kriterien sind Synergien mit anderen Schutzzielen sowie umsetzungsrelevante Aspekte.
2. Literaturrecherche zu den einzelnen Maßnahmen: Anhand wissenschaftlicher als auch praxisorientierter Quellen wurden insgesamt 69 Maßnahmen für die Bereiche Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft zu Wasserrückhalt in der Landschaft recherchiert. Der Detailierungsgrad der Maßnahmen orientierte sich am LAWA-BLANO-Maßnahmenkatalog [18] und wurde mithilfe weiterer Literatur, u. a. [15], [16], [17], [19] ergänzt und verfeinert.
3. Aggregation von redundanten Maßnahmen: Ähnliche oder gleichartige Maßnahmen wurden zusammengefasst, um Redundanzen zu vermeiden und die Übersichtlichkeit zu erhöhen.
4. Bewertung der Maßnahmenwirkungen und umsetzungsorientierter Kriterien: Die Erstbewertung der Wirkungen der Maßnahmen basiert auf einer Literaturrecherche sowie auf Experteneinschätzung des Projektteams. Die Bewertung erfolgte auf einer Vierpunktskala von „++“ große vorteilhafte Wirkung bis „-“ nachteilige Wirkung. Die Bewertungen dieses Katalogs fokussieren lokale Wirkungen der Maß-

nahmen. Neben den Wirkungen wurden für alle Maßnahmen umsetzungsrelevante Aspekte abgeschätzt.

5. Evaluierung der Bewertungen: In zwei Schritten wurden die Maßnahmenbewertungen evaluiert. Zunächst wurde eine Expertenbefragung zur Schließung von Wissenslücken und Validierung der Bewertungen durchgeführt. Die Experten stammten aus den Bereichen Wasserwirtschaft, Naturschutz, Landwirtschaft und Forstwirtschaft. Anschließend wurde der Katalog in einem Interessensvertreter-Workshop mit weiteren Experten diskutiert.

4 Auswertung des Maßnahmenkatalogs

4.1 Wirkungen auf den Wasserhaushalt

Von den insgesamt 69 aufgenommenen Maßnahmen im Katalog haben 53 gleichzeitig eine vorteilhafte Wirkung (++) und +) auf den Hochwasserschutz und das Wasserdargebot in Trockenzeiten. Dies weist auf den multifunktionalen Charakter vieler der Maßnahmen hin. Lediglich 16 Maßnahmen wirken nur auf eines der beiden Ziele positiv.

Zu den Maßnahmen mit großen vorteilhaften Wirkungen (++) sowohl auf den Hochwasserschutz als auch auf das Wasserdargebot in Trockenzeiten zählen:

- 1) Reaktivierung von Bruch-, Moor- und Feuchtgebieten durch Rückbau von Meliorationsmaßnahmen,
- 2) Agroforstsysteme pflanzen,
- 3) Wiedervernässung von Feuchtgebieten,
- 4) Erhalt von Feuchtgebieten,
- 5) Auenentwicklung und flächige Verbesserung von Auenhabitaten und
- 6) Reaktivierung von Binneneinzugsgebieten.

Dieses Ergebnis zeigt, dass Maßnahmen zum Erhalt und zur Entwicklung wasserabhängiger Biotope einen großen Beitrag zum naturnahen Landschaftswasserhaushalt leisten können.

4.2 Schutzziele und Multifunktionalität

Bild 2 illustriert die Wirksamkeit der Maßnahmen bezogen auf die hydrologischen Parameter im Wasserhaushalt. Es zeigt sich, dass viele Maßnahmen multifunktional wirken. Negative Wirkungen sind vor allem für Verdunstung zu finden, was damit zusammenhängt, dass viele der Maßnahmen auf eine Erhöhung des Gehölzbestands und der Fläche für Oberflächengewässer abzielen, was die Verdunstung fördert. Nur eine einzige Maßnahme im Katalog, künstliche Grundwasseranreicherung, wirkt entgegengesetzt.

Hinsichtlich der Wirksamkeit der Maßnahmen lässt sich festhalten, dass viele der Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserrückhalts positive Wirkungen auf mehrere Elemente des Landschaftswasserhaushalts haben und gleichzeitig synergetische Effekte mit anderen Schutzziele mit sich bringen (**Bild 3**). Das hohe Maß an Synergieeffekten durch die Maßnahmen deckt sich mit Ergebnissen aus anderen Studien zum Wasserrückhalt, insbesondere im Zusammenhang mit Nbs (z. B. [20]).

4.3 Kosten und Zeitrahmen bis zur Wirkung

Neben der Wirkung auf den Landschaftswasserhaushalt wurden auch umsetzungsrelevante Aspekte der Maßnahmen abgeschätzt. Dazu zählen folgende Aspekte: Aufwand für Planung und Bau sowie Transaktionskosten, Kosten für Flächenbereitstellung, Zeitrahmen bis zur Wirkung, Zielkonflikte, qualitative Abschätzung von Hindernissen und Herausforderungen für die Umsetzung und die Flexibilität bzw. Reversibilität der Maßnahmen.

Bei der Betrachtung der Kostenschätzung für die Maßnahmen (**Bild 4**) zeigt sich, dass die Kosten für Planung und Bau bei etwas mehr als der Hälfte der Maßnahmen als gering eingeschätzt wurden. Die Transaktionskosten, welche Kosten umfassen, die zusätzlich zum Bau oder der Flächenbereitstellung/-kauf entstehen, wurden für 31 von 69 Maßnahmen als gering eingeschätzt. Der Begriff Kosten beschränkt sich in diesem Fall nicht nur auf finanzielle, sondern auch auf organisatorische, zeitliche

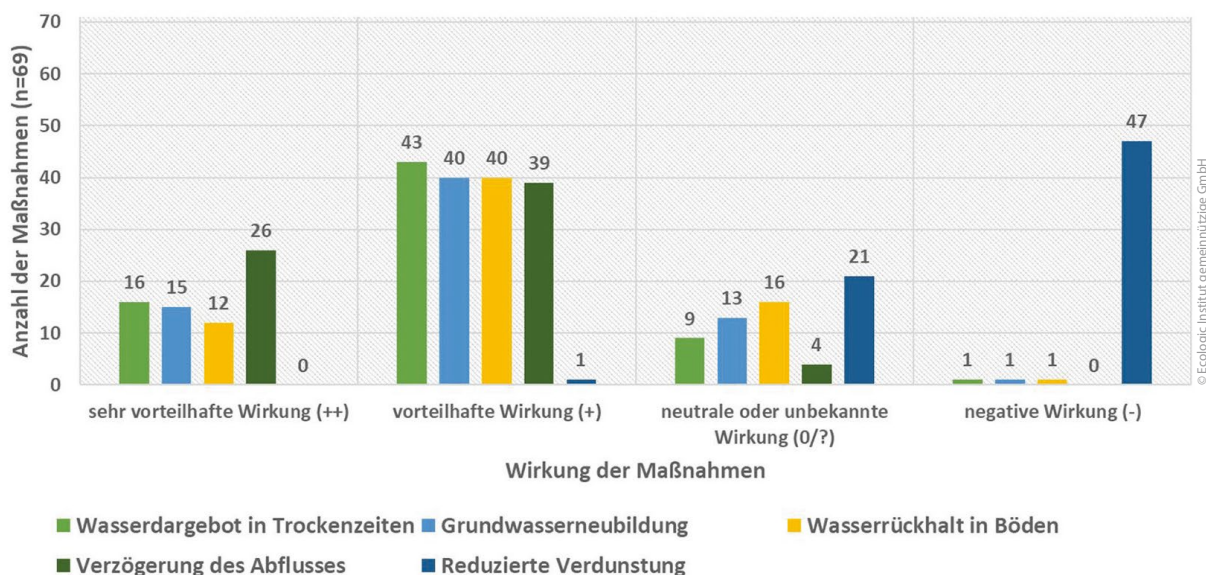


Bild 2: Überblick über die Anzahl der im Katalog enthaltenen Maßnahmen mit Wirksamkeit auf den Wasserhaushalt, sortiert nach Stärke der Wirkung ($n = 69$)

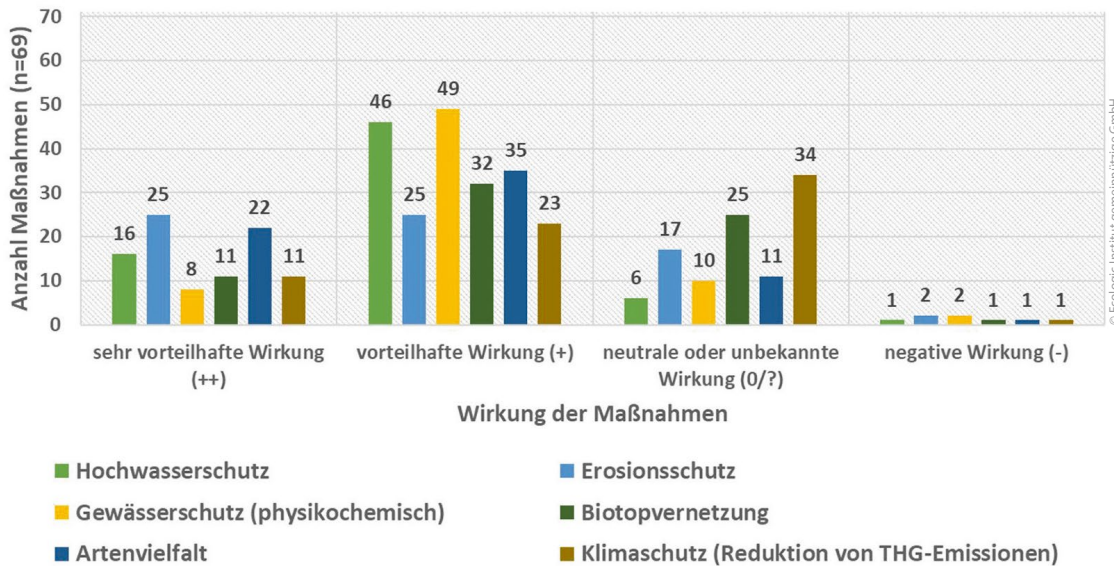


Bild 3: Überblick über die Anzahl der im Katalog enthaltenen Maßnahmen mit Wirkung auf die verschiedenen Schutzziele, sortiert nach Stärke der Wirkung ($n = 69$)

und personelle Kosten. Darüber hinaus wurde für 46 der 69 Maßnahmen eingeschätzt, dass keine Kosten für die Flächenbereitstellung zu erwarten sind, d. h. dass kein Kauf von Flächen notwendig ist. Eigentümer können über Förderprogramme für die (zeitweilige) Nutzungsänderung Kompensationsleistungen erhalten, bspw. bei der Umsetzung von Puffer- oder Ackerrandstreifen. Insgesamt wurden für 17 Maßnahmen die Kosten in allen drei Kategorien als gering bzw. nicht vorhanden eingestuft. Dies zeigt, dass einige Maßnahmen bei geringem finanziellem Aufwand gute Effekte zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts erzielen können.

Bei der Einschätzung des Zeitrahmens von der Umsetzung bis zur Wirkung der Maßnahmen zeigte sich, dass die meisten Maßnahmen eine sehr kurze (33 %, weniger als 6 Monate) oder

kurze (29 %, weniger als 2 Jahre) Zeitspanne bis zur Wirksamkeit nach dem Bau aufweisen. Nur wenige Maßnahmen erfordern eine mittlere (19 %, 2 bis 5 Jahre) oder lange (17 %, länger als 5 Jahre) Zeitspanne bis zur Wirksamkeit (Rest: 2 % = k. A.). Bei mehr als der Hälfte der insgesamt 69 Maßnahmen ist also mit schnellen Effekten auf den Landschaftswasserhaushalt und die übrigen Schutzziele zu rechnen.

5 Diskussion

Der Katalog enthält sehr viele wirksame Maßnahmen, welche gleichzeitig leicht, schnell und kostengünstig umsetzbar sind. Beispielsweise haben sieben Maßnahmen einen positiven Effekt

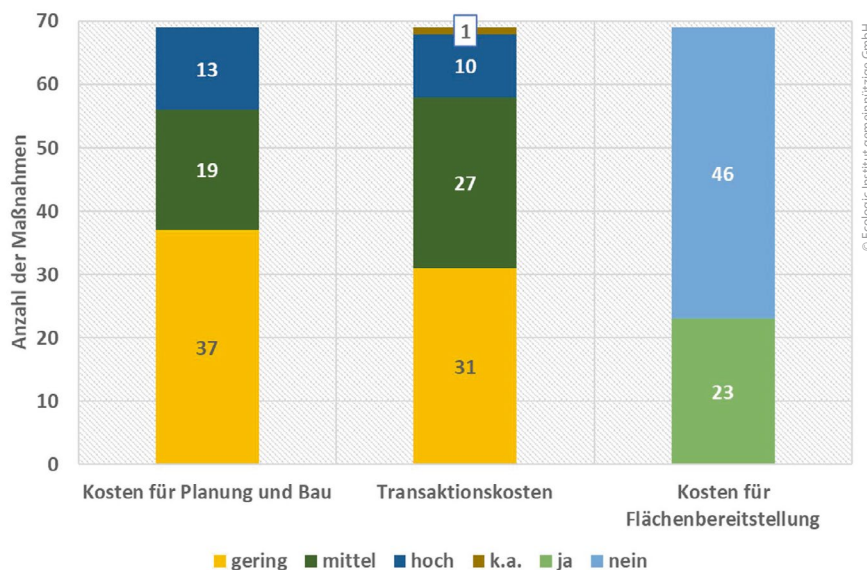


Bild 4: Überblick über die Kosten für Planung und Bau, Transaktionen und Flächenbereitstellung der im Katalog enthaltenen Maßnahmen ($n = 69$)

Tabelle 1: Beispiele für empfehlenswerte Maßnahmen: Wirkung für Hochwasserschutz: + oder ++; Wirkung für das Wasserdargebot in Trockenzeiten: + oder ++; Kosten für Planung und Bau: gering; Kosten für Flächenbereitstellung: nein; Transaktionskosten: gering; Zeitrahmen bis zur Wirkung: kurzfristig oder sehr kurzfristig; LW = Landwirtschaft, FW = Forstwirtschaft, WW = Wasserwirtschaft (Quelle: Ecologic Institut gemeinnützige GmbH)

Maßnahme	Sektor	Art der Maßnahme (NBS/technisch/Bewirtschaftung)	Wasserdargebot in Trockenzeiten	Hochwasserschutz	Kosten für Planung und Bau	Kosten für Flächenbereitstellung	Transaktionskosten	Zeitrahmen bis zur Wirkung
Anlage von Sedimentauffangteichen	FW	NBS	+	+	gering	nein	gering	kurzfristig
Angepasste Auswahl der Kulturen und der Fruchtfolge zum besseren Wasserrückhalt	LW	Bewirtschaftung	++	+	gering	nein	gering	kurzfristig
Flächen hangparallel bewirtschaften	LW	Bewirtschaftung	+	+	gering	nein	gering	sehr kurzfristig
Etablierung von Pufferstreifen/Ackerrandstreifen	LW, WW	NBS	+	+	gering	nein	gering	kurzfristig
Minderung der Flächenversiegelung	WW	NBS	+	+	gering	nein	gering	sehr kurzfristig
Verschluss, Rückbau oder Steuerung von Drainagen oder Entwässerungsgräben	WW, LW	Bewirtschaftung	+	+	gering	nein	gering	sehr kurzfristig
Reaktivierung von Binneneinzugsgebieten	LW	NBS	++	++	gering	nein	gering	sehr kurzfristig

sowohl auf den Hochwasserschutz als auch auf das Wasserdargebot in Trockenzeiten, geringe Kosten für Bau und Planung, Transaktionen und Flächenbereitstellung sowie eine (sehr) kurzfristige Wirkung (**Tabelle 1**). Es zeigt sich, dass es für alle drei Sektoren Maßnahmen gibt, die in allen Kategorien gut bewertet werden können.

Bei der Bewertung der Wirkungen der verschiedenen Maßnahmen haben sich einige methodische Herausforderungen ergeben. Zum einen war es schwierig, die Maßnahmen immer exakt voneinander zu trennen, da einige von ihnen mehrere Elemente umfassen (z. B. freie Gewässerentwicklung beinhaltet die Entfernung von Ufersicherungen, Uferstreifen und die Erhöhung der Profilrauheit). Zum anderen war es eine Herausforderung, die Maßnahmenwirkungen auf einer Skala von ++ bis - zu bewerten, ohne die Unterschiede zwischen den Maßnahmen zu verwischen. Dies hing vor allem von der Skalierung der Maßnahmengruppen ab. Die Wissensbasis hinsichtlich der räumlichen Dimension der Wirksamkeit der Maßnahmen ist derzeit noch uneinheitlich. Gerade die Frage, auf welcher chorischen, also räumlichen Dimension (z. B. Mikrochore, Mesochore), die Maßnahmen ihre Wirkung entfalten, ist bisher, wenn überhaupt, nur für Einzelmaßnahmen, aber nicht einheitlich untersucht. Dabei spielt gerade für die Wirkungsabschätzung die betrachtete Systemgrenze eine wichtige Rolle.

Beispielsweise ist die Verdunstung ein wichtiger Faktor für den Wasserrückhalt in der Landschaft, der je nach gewählter Systemgrenze unterschiedlich bewertet werden kann. In diesem Katalog wird die Verdunstung als eine negative Wirkung angesehen, die den Wasserrückhalt verringert und trockenheitsför-

dernd am Standort der Maßnahme wirkt. Aus (über-) regionaler oder urbaner Perspektive ist es durchaus zulässig, zunehmende Verdunstung als positiv zu bewerten, da sich eine Steigerung der Verdunstung positiv auf die überregionale Entstehung von Niederschlägen sowie auf Kühlungseffekte im urbanen Raum auswirkt. Aufgrund dieser Ambivalenz sollte die Bewertung der Verdunstung nicht übergewichtet werden, sondern im Kontext des gesamten Systems und seiner Ziele betrachtet werden.

Das Projektteam hat Maßnahmen unterschiedlicher Skalen gemeinsam in den Katalog aufgenommen und bewertet, um die Vielfalt zu erfassen. Teiche anzulegen oder Fruchtfolgen zu ändern, haben beispielsweise kleinskaligere Wirkungen als der Bau von Rückhaltebecken oder Deichrückverlegung. Einzelne Maßnahmen, auch wenn sie mengenmäßig weniger Wasser zurückhalten, wurden als gut bewertet, wenn sie im Vergleich zu ihrer Fläche hohe Wirkungen erzielten.

Darüber hinaus gibt es regionale und lokale Abweichungen von den vorgenommenen Einstufungen. So sind insbesondere die Effekte von Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft stark von den individuellen Standortbedingungen abhängig (z. B. Boden, Topografie, Klima, aktuelle Nutzung etc.). Die vorgenommene kontextunabhängige Beurteilung sollte daher mit Vorsicht und unter dieser Einschränkung betrachtet werden. Ein weiterer Aspekt, den es zu berücksichtigen gilt, ist die unterschiedliche Wirkung der Maßnahmen auf den Wasserhaushalt in Trocken- und Niedrigwassersituationen. Während der Wasserrückhalt in der Fläche in Trockensituationen eine positive Wirkung auf die lokale Wasserverfügbarkeit hat, kann er sich in Niedrigwassersituationen negativ auf den Abfluss in Fließgewässern auswirken.

Der Maßnahmenkatalog kann bei der Umsetzung verschiedener Programme und Strategien zur Wasserwirtschafts-, Klimaanpassungs-, Naturschutz-, Landwirtschafts- und Forstpolitik Orientierung bieten. Für die Wasserwirtschaft sind insbesondere Synergien mit der Vision „Naturnaher Wasserhaushalt im Jahr 2050“ der Nationalen Wasserstrategie relevant, wie z. B. die Wiederherstellung von Auenlebensräumen und Ausweitung von naturnahen Retentionsflächen [3]. Auch die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel empfiehlt, dass dem Erhalt und der Entwicklung der natürlichen Anpassungsfähigkeit von Oberflächengewässern Vorrang einzuräumen ist [21]. Darüber hinaus stellt der WADKlim-Maßnahmenkatalog einen nützlichen Werkzeugkasten für die Umsetzung des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz (ANK) dar. Viele der im Katalog enthaltenen Maßnahmen behandeln im ANK angestrebte Ziele, wie beispielsweise die Wiedervernässung von Feuchtgebieten und dem Schutz intakter Moore [3].

Für den landwirtschaftlichen Sektor ist auf europäischer Ebene die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU ein zentrales Rahmenwerk, das die Bedeutung des natürlichen Wasserrückhalts auf landwirtschaftlich genutzten Flächen hervorhebt [22]. Hier kann der erarbeitete Maßnahmenkatalog einen Überblick über geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhalts im Agrarsektor darstellen. Es kann zusätzlich geprüft werden, welche Maßnahmen sich im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) fördern lassen [23], [24].

Weitere Impulse zur Umsetzung sind durch das vom EU-Parlament verabschiedete EU-Renaturierungsgesetz [25] zu erwarten. Maßnahmen zur Wiederherstellung von Natur, wie beispielsweise die Wiedervernässung von Mooren und die Wiederherstellung von Auenökosystemen, werden hiermit für die EU-Mitgliedstaaten verpflichtend [26], [27].

6 Fazit

Der Artikel zeigt, dass es eine Vielzahl unterschiedlicher Maßnahmen gibt, die den Landschaftswasserhaushalt verbessern oder die Resilienz von Landökosystemen gegenüber gegenüber hydrologischen Extremereignissen stärken können. Diese Maßnahmen wurden erstmals übersichtlich in einem Katalog zusammengefasst und bieten einen guten Ausgangspunkt für weitere Arbeiten. Dabei sollten im Weiteren die Schnittstellen zu bereits existierenden Planwerken nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWMRL) oder der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) aufgezeigt und mögliche Umsetzungshemmnisse herausgestellt werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die detaillierte Ausarbeitung des gesamtwirtschaftlichen Nutzens der Einzelmaßnahmen. Um das Wirkpotenzial von Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserrückhaltefähigkeit zu erhöhen, sollten Maßnahmen so naturbasiert wie möglich ausgelegt sein und die Bewirtschaftung entsprechend angepasst werden. Dort, wo diese Maßnahmen an ihre Wirkungsgrenzen kommen, können ergänzend auch technische Maßnahmen zum Zuge kommen. Dabei sind Maßnahmen zum Wasserrückhalt als

Bestandteil größerer landschaftsweiter Bewirtschaftungsansätze zu sehen. Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Landschaft sollten zukünftig hinsichtlich ihrer großräumigen Relation von Kosten und Wirkung auf den gesamten Wasserhaushalt auf Einzugsgebietsebene überprüft werden (s. a. [28], [22]). Dazu können Modellansätze unterstützend eingesetzt werden.

Die sachgerechte Auswahl der geeigneten Maßnahmen und Bewirtschaftungsformen hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. der naturräumlichen Ausstattung eines Standorts, der sozioökonomischen Machbarkeit und der Leistungsfähigkeit der Governance sowie der Bewirtschaftungs- und Managementsysteme. Diesbezügliche Entscheidungen können nur vor Ort getroffen werden und erfordern die Zusammenarbeit aller Beteiligten und den Einsatz geeigneter politischer Maßnahmen, Rechtsvorschriften und Dialogprozesse. Für die letztgenannten Aspekte werden staatliche Behörden und Institutionen sowie finanzielle Anreize und Förderprogramme, wie beispielsweise das ANK, eine zentrale Rolle spielen. Die betrachteten Einzelmaßnahmen sollten im Optimalfall immer in ein räumliches Gesamtkonzept, wie beispielsweise beim „sponge landscaping“ [6], integriert werden.

Hinweis

Der Gesamtkatalog ist unter www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/niedrigwassertrockenheit zu finden.

Autoren

Dr. Ulf Stein
Hannes Schmitt
 Ecologic Institut
 Pfalzbürger Straße 43/44
 10717 Berlin
ulf.stein@ecologic.eu
hannes.schmitt@ecologic.eu

Thorben Uschan
 Lehrstuhl für Ingenieurhydrologie, und Wasserwirtschaft
 Ruhr-Universität Bochum
 Universitätsstraße 150
 44801 Bochum
thorben.uschan@ruhr-uni-bochum.de

Johanna Reineke
 Bundesanstalt für Gewässerkunde
 Am Mainzer Tor 1
 56068 Koblenz
reineke@bafg.de

Literatur

- [1] Zhai, R.; Tao, F.; Lall, U.; Fu, B.; Elliott, J.; Jägermeyr, J.: Larger Drought and Flood Hazards and Adverse Impacts on Population and Economic Productivity Under 2.0 than 1.5°C Warming. In: *Earth's Future* 8 (2020), Nr. 7, S. e2019EF001398.

- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6). 2023.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.): Nationale Wasserstrategie. Berlin, 2023.
- [4] Collentine, D.; Futter, M. N.: Realising the potential of natural water retention measures in catchment flood management: trade-offs and matching interests. In: *Journal of Flood Risk Management* 11 (2018), Nr. 1, S. 76-84.
- [5] Commission of the European Union, Directorate General for the Environment (Hrsg.): Ein Leitfaden zur Unterstützung der Auswahl, Ausgestaltung und Umsetzung von natürlichen Wasserrückhaltmaßnahmen in Europa: Einblick in die vielfältigen Vorteile naturnaher Lösungen. 2015 (<https://data.europa.eu/doi/10.2779/286954>; Abruf 24.02.2024).
- [6] Pavesi, F.; Pezzagno, M.: From Sponge Cities to Sponge Landscapes with Nature-Based Solutions: A Multidimensional Approach to Map Suitable Rural Areas for Flood Mitigation and Landscaping. In: Barceló, D.; Kostianoy, A. G. (Hrsg.): *The Handbook of Environmental Chemistry* (2021). Bd. 107 (doi.org/10.1007/978-90-481-7671-7_67).
- [7] Wagener, T.; Sivapalan, M.; Troch, P.; Woods, R.: Catchment Classification and Hydrologic Similarity: Catchment classification and hydrologic similarity. In: *Geography Compass* 1 (2007), Nr. 4, S. 901-931.
- [8] Finke, L.: *Landschaftsökologie*. 2. A. Braunschweig: Westermann, 1994.
- [9] Schneider-Sliwa, R.; Gerold, G.; Schaub, D. (Hrsg.): *Angewandte Landschaftsökologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 1999.
- [10] Jongman, B.: Effective adaptation to rising flood risk. In: *Nature Communications* 9 (2018), Nr. 1, S. 1 986.
- [11] Jones, L.; Anderson, S.; Læssøe, J. et al.: A typology for urban Green Infrastructure to guide multifunctional planning of nature-based solutions. In: *Nature-Based Solutions* 2 (2022), S. 100 041.
- [12] UNEP (Hrsg.): Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022 5/5. Nature-based solutions for supporting sustainable development (<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/39744>; Abruf 24.02.2024).
- [13] EEA (Hrsg.): LULUCF sector emissions and removals in the EU, by main land use category. (www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/eu-emissions-and-removals-off/tab-chart_2; Abruf 26.09.2023).
- [14] Calliari, E.; Castellari, S.; Davis, M. et al.: Building climate resilience through nature-based solutions in Europe: A review of enabling knowledge, finance and governance frameworks. In: *Climate Risk Management* 37 (2022), S. 100 450.
- [15] Office International de l'Eau (Hrsg.): Natural water retention measures. (<http://nwrn.eu>; Abruf 26.10.2023).
- [16] Deutscher Verband für Landschaftspflege e. V. (Hrsg.): Verbesserung des natürlichen Wasserrückhaltes in der Agrarlandschaft. In: *DVL-Schriftenreihe Landschaft als Lebensraum* (2021), Nr. 29.
- [17] DWA (Hrsg.): Wasserrückhalt in der Fläche durch Maßnahmen in der Landwirtschaft - Bewertung und Folgerungen für die Praxis. In: *DWA-Themen* 2015.
- [18] LAWA (Hrsg.): LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog (WRRL, HWRMRL, MSRL). 2020.
- [19] LAWA (Hrsg.): Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel. 2022.
- [20] Reise, J.; Siemons, A.; Böttcher, H. et al.: Nature-based solutions and global climate protection. In: *Umweltbundesamt-Reihe Climate Change* (2022), Nr. 01.
- [21] Deutsche Bundesregierung (Hrsg.): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. 2008.
- [22] European Commission, Directorate General for Environment (Hrsg.): Strengthening the synergies between agriculture and flood risk management in the European Union. 2021.
- [23] Planungsausschuss für Agrarstruktur und Küstenschutz (Hrsg.): Beschluss des Planungsausschusses für Agrarstruktur und Küstenschutz - Sonderrahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“: „Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes“. 2023.
- [24] Planungsausschuss für Agrarstruktur und Küstenschutz (Hrsg.): Beschluss des Planungsausschusses für Agrarstruktur und Küstenschutz - Förderbereich 7: Wasserwirtschaftliche Maßnahmen. 2023.
- [25] COM (Hrsg.): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Wiederherstellung der Natur. 2022.
- [26] EPRS (Hrsg.): EU nature restoration regulation - Setting binding targets for healthy ecosystems. 2023.
- [27] European Union (Hrsg.): Voting session on Nature Restoration Law. 2023. (https://multimedia.europarl.europa.eu/en/video/voting-session-on-nature-restoration-law_1243906; Abruf 26.20.2023).
- [28] Sušník, J.; Masia, S.; Kravčík, M.; Pokorný, J.; Hesslerová, P.: Costs and benefits of landscape-based water retention measures as nature-based solutions to mitigating climate impacts in eastern Germany, Czech Republic and Slovakia. In: *Land Degradation & Development* 33 (2022), Nr. 16, S. 3 074-3 087.

Ulf Stein, Hannes Schmitt, Thorben Uschan and Johanna Reineke

Landscape-based water retention measures

Due to climate change, water retention in the landscape or the retardation of surface runoff and near-surface runoff is becoming increasingly relevant in addition to flood protection. There are many different measures that can improve the landscape water balance or strengthen the resilience of landscapes to extreme events such as droughts and floods. Within the WADKlim project commissioned by the German EPA the authors have compiled a catalogue of 69 measures based on a literature review. These measures originate from good practice in water management, agriculture and forestry in Germany and should be promoted by environmental management and planning. The measures were evaluated by experts in their field regarding their local effects and required implementation-relevant context conditions. Subsequently, the assessments were reviewed bilaterally and in technical workshops. The following measures were rated as particularly recommendable, as they have positive effects on drought and flooding as well as being cost-effective: Adapted selection of crops and crop rotation for better water retention, cultivation of land parallel to the slope, reactivation of inland catchment areas, creation of buffer strips/field margins, closure or regulation of drainages or drainage ditches, no further soil sealing, construction of sediment retention ponds.

DOI dieses Beitrags: <http://doi.org/10.1007/s35147-024-2335-7>



Wasserrückhalt



Rudolf, A.; Schimroszyk, J.: Umgang mit gesellschaftlichen Widerständen bei Planung eines Hochwasserrückhaltebeckens. In: *Wasser, Energie und Umwelt*, Band III. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023. <https://sn.pub/5ULIVI>

Haas, L.: Integrierte Regenwasserbewirtschaftung für eine wassersensible Freiraumgestaltung. In: *Wasser, Energie und Umwelt*, Band III. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023. <https://sn.pub/YdRd4V>