



Forschen für die Zukunft unserer Gewässer

IGB DOSSIER

Kleine Stillgewässer: Hotspots der Biodiversität – besonders wertvoll, aber stark bedroht

Handlungsoptionen für Schutz und Wiederherstellung



IGB

Leibniz-Institut für Gewässerökologie
und Binnenfischerei



Inhalt

Kleine Stillgewässer: Bedrohte Hotspots der Biodiversität	3
1. Kleine Stillgewässer: Ihr Beitrag zur biologischen Vielfalt und zu Ökosystemleistungen	4
2. Landnutzung und Klimawandel bestimmen das Vorkommen und den ökologischen Zustand von kleinen Stillgewässern	5
3. Sozialer Nutzungsdruck verschärft die Belastungen	9
4. Rückwirkungen auf das Klima	9
5. Kleingewässer als naturbasierte Lösungen (NBS)	9
6. Handlungsoptionen: Erhalten, Wiederherstellen und Entwickeln von Kleingewässern ...	11
7. Quellenverzeichnis	14

Kleine Stillgewässer: Bedrohte Hotspots der Biodiversität

Kleine Stillgewässer¹ wie natürliche oder künstliche Teiche, Sölle, Pfuhle, Parkgewässer oder Regenrückhaltebecken machen mehr als 30 Prozent der weltweiten Fläche von Binnengewässern aus. Aufgrund ihrer Häufigkeit, ihrer biologischen Vielfalt² und Einbindung in den Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt ihrer jeweiligen Einzugsgebiete sind Kleingewässer wichtige Ökosysteme. Sie erbringen in ihrer Gesamtheit wertvolle Ökosystemleistungen, unter anderem in Bezug auf den Wasserrückhalt, die Nährstoffdynamik und das Bereitstellen von Erholungsräumen für Menschen und Lebensraum für Wildtiere und Pflanzen. Aufgrund ihrer geringen Größe wird ihre ökologische und gesellschaftliche Bedeutung jedoch häufig unterschätzt. Kleingewässer haben oft keinen Schutzstatus und werden in rechtlichen Bestimmungen und praktischen Regelungen kaum berücksichtigt.

Es wird geschätzt, dass 50 bis 90 Prozent der europäischen Kleingewässer im letzten Jahrhundert verschwunden sind. Zudem stellt der fortschreitende Klimawandel mit zunehmender Wasserknappheit und längeren Dürreperioden eine besondere Bedrohung für kleine Gewässer dar und lässt immer mehr von ihnen verschwinden. Die Wasserstände der Kleingewässer erreichen in ganz Europa historische Tiefstände und viele fallen, manchmal über Jahre hinweg, vollständig trocken. Dies hat schwerwiegende Folgen für die aquatischen Ökosysteme und alle Pflanzen- und Tierarten, die auf sie angewiesen sind – und bedroht auch die Ökosystemleistungen, die kleine Gewässer für den Menschen erbringen. Gleichzeitig sind Kleingewässer aufgrund ihrer geringen Größe und ihres wichtigen Beitrags zur biologischen Vielfalt und zu den Ökosystemleistungen ideal für naturbasierte Lösungen (nature-based solutions, NBS) geeignet.

Aus diesen Gründen veröffentlicht das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Deutschlands größtes Forschungszentrum für Binnengewässer, dieses *IGB Dossier*, das Zusammenhänge erläutert und Handlungsoptionen für Politik und Behörden aufzeigt.

1 Die Definition von „kleinen Stillgewässern“ variiert, aber sie werden oft als Gewässer mit einer Größe von weniger als 10.000 m² (1 ha) und im Allgemeinen als eher flach (maximale Tiefe 3-5 m) definiert. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit verwenden wir in diesem *IGB Dossier* auch den Begriff „Teiche“ als Oberbegriff.

2 Der Begriff „biologische Vielfalt“ bzw. „Biodiversität“ bezieht sich auf die Vielfalt der Arten, die genetische Vielfalt, die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften, die Wechselwirkungen innerhalb und zwischen Lebensgemeinschaften sowie die Vielfalt von Lebensräumen und Ökosystemen. Die Definition stützt sich auf das UN-Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD).

1. Kleine Stillgewässer: Ihr Beitrag zur biologischen Vielfalt und ihre Ökosystemleistungen

Natürliche und naturnahe Kleingewässer sind häufig Hotspots der biologischen Vielfalt in der sie umgebenden Landschaft und können daher als "kleine Oasen" betrachtet werden. Ihr Beitrag zur regionalen Süßwasservielfalt ist nachweislich der höchste aller Binnengewässer, da sie 70 Prozent des regionalen Süßwasserartenpools in europäischen Landschaften beherbergen (Williams et al. 2004; Davies et al. 2008).

Hotspots der biologischen Vielfalt

Teiche sind für den Erhalt der biologischen Vielfalt von entscheidender Bedeutung, da sie einen größeren Anteil seltener, endemischer und bedrohter Süßwasserarten beherbergen als größere Gewässersysteme wie Seen oder Flüsse. Ein wichtiger Grund für diesen hohen Beitrag zur biologischen Vielfalt ist, dass kleine Stillgewässer zahlreich und oft sehr unterschiedlich sind, da sie (halb-)isoliert voneinander liegen und hauptsächlich von den jeweiligen lokalen Bedingungen beeinflusst werden (Scheffer et al. 2006). Darüber hinaus zieht die gut entwickelte Uferzone mit Unterwasser- und Feuchtgebietspflanzen (z.B. Schilfgürtel) vielfältige Lebensgemeinschaften an. Kleingewässer sind auch wichtige Trittsteinbiotope, über die sich wassergebundene Arten ausbreiten und neu oder wieder in Landschaften etablieren können. Neben ihrem Beitrag zur Süßwasserbiodiversität sind Kleingewässer auch eine wichtige Wasser- und Nahrungsquelle (z.B. für Vögel und Fledermäuse, die sich von wassergebundenen Insekten ernähren) und ihre Umgebung auch ein Lebensraum für viele Landtiere und Pflanzen.

Vielfältige Ökosystemleistungen für die Gesellschaft

Kleine Stillgewässer erbringen eine Vielzahl von Ökosystemleistungen für unsere Gesellschaft. Sie dienen dem Wasserrückhalt in der Landschaft und stehen in enger Wechselwirkung mit dem Grundwasser. Vor allem in städtischen Gebieten können sich Teiche und andere Kleingewässer positiv auf das lokale Mikroklima auswirken und die lokale Temperatur senken. Darüber hinaus können sie zur Kohlenstoffspeicherung beitragen (Biggs et al. 2017) und eine wichtige Rolle bei der Nährstoffdynamik und beim Hochwasserschutz spielen. Kürzlich wurde auch gezeigt, dass ökologisch intakte Teiche in Agrarlandschaften den Reichtum und die Häufigkeit von Bestäubern erhöhen (Walton et al. 2021a, 2021b). Sie können auch als Wasserquellen zum Tränken von Vieh, zur Bewässerung und zur Brandbekämpfung dienen. Außerdem bieten Kleingewässer kulturelle Vorteile wie z.B. Erholungsmöglichkeiten. Teiche und ihre Natur können beim Stressabbau helfen, die menschliche Gesundheit und Lebensqualität fördern, Raum für Freizeitaktivitäten wie Spazierengehen, Joggen, Radfahren und landschaftspflegerische Arbeiten bieten, ästhetische und inspirierende Erfahrungen ermöglichen und pädagogische Aktivitäten unterstützen, insbesondere in städtischen Gebieten.

Wenn Kleingewässer als "Teichlandschaft" bestehen oder solche neu entwickelt werden (siehe Abschnitte 3 und 6), können die genannten Ökosystemleistungen in noch größerem Umfang erbracht werden. Die Abschwächung von und Anpassung an Klimawandelfolgen kann so unterstützt werden.

2. Landnutzung und Klimawandel bestimmen das Vorkommen und den ökologischen Zustand von kleinen Stillgewässern

Weniger Wasser – weniger Kleingewässer

Kleine Stillgewässer sind meist flach und vom Grund- oder Stauwasser abhängig, was sie anfällig für geringere Niederschläge und sinkende Grundwasserspiegel in der umgebenden Landschaft macht. Darüber hinaus ist in unseren urbanisierten Landschaften der Boden stark versiegelt und das Niederschlagswasser wird meist über die Kanalisation abgeleitet. Infolgedessen ist der Boden oft nicht mehr in der Lage, Schichten- und Grundwasser wieder aufzufüllen. Ebenso wurden landwirtschaftliche Flächen jahrzehntelang mit Drainagen und Gräben entwässert – eine kontinuierliche Grundwasserneubildung war so vielerorts nicht möglich. Aus diesem Grund waren kleine Gewässer in den letzten Jahren besonders stark von Dürre und Wasserknappheit betroffen. Viele von ihnen sind vollständig verschwunden, sowohl in städtischen als auch in ländlichen Gebieten.

Neben klimawandelbedingten Dürreperioden und einer verringerten Grundwasserneubildung durch veränderte Landnutzung kann letztere auch direkt zum Verlust von kleinen Stillgewässern führen. In städtischen Gebieten sowie in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft werden kleine Stillgewässer häufig mit Erdaushub aufgefüllt und überbaut oder die Flächen dann für den Pflanzenanbau genutzt. Dies hat die Anzahl der Teiche in unseren Landschaften drastisch reduziert. Eine historische Analyse im Vereinigten Königreich ergab beispielsweise, dass dort 80 Prozent der Kleingewässer in den letzten 100 Jahren verschwunden sind (Wood et al. 2003).

Ökologische Verschlechterung aufgrund von Nähr- und Schadstoffen

Sowohl die Landnutzung als auch der Klima-

wandel wirken sich auf den ökologischen Zustand der verbliebenen Kleingewässer in der Landschaft aus, die in der Regel kleine Einzugsgebiete haben. Es hat sich gezeigt, dass ihre Wasserqualität und ökologische Intaktheit häufig von der Landnutzung in den ersten paar hundert Metern der umgebenden Landschaft bestimmt wird (Declerck et al. 2005).

Stehende Gewässer befinden sich in der Regel in Landschaftssenken und sind daher „Sammelbecken“ für Stoffströme. Aufgrund ihrer geringen Größe haben Kleingewässer eine wesentlich geringere ökologische Pufferkapazität als größere Gewässer wie z.B. große Seen. Die Verschmutzung mit anorganischen und organischen Stoffen wie Düngemitteln, Pestiziden, Reifenabrieb, Reinigungsmitteln, Rückständen von Farben, Flammschutzmitteln, Streusalzen etc., die durch die Landnutzung in unmittelbarer Nachbarschaft von kleinen stehenden Gewässern verursacht wird, hat daher direkte Auswirkungen auf deren Funktionsfähigkeit und Artenvielfalt. Infolgedessen führen Verstädterung (Piano et al. 2019) und intensive Landwirtschaft (De Bie et al. 2012; Ionescu et al. 2022; Bizic et al. 2022; Musseau et al. 2022) häufig zu einer Verschlechterung der biologischen Qualität und Vielfalt von Kleingewässern. In Agrarlandschaften ist eine hohe Nährstoffbelastung, die das Algenwachstum anregt, eine besonders starke Triebkraft für die Verschlechterung von Ökosystemen und veränderte Ökosystemfunktionen (De Bie et al. 2012; Kazanjian et al. 2018). Im Allgemeinen weisen „Klarwassersysteme“ mit Unterwasservegetation eine viel höhere Vielfalt auf als nährstoffreiche, trübe Systeme, die von Algenblüten dominiert werden (Declerck et al. 2005; Usio et al. 2017; Hilt et al. 2017).

Verstärkte Auswirkungen durch Dürre und extreme Wetterereignisse

Durch den Klimawandel verursachte Extremwetterereignisse können diese Auswirkungen noch verschärfen. Ausgedehnte Dürreperioden können zu erhöhten Konzentrationen von Nähr- und Schadstoffen im Gewässer führen, was das Verschwinden schadstoffempfindlicher Arten zur Folge hat. Niedrige Wasserstände führen zu einem verringerten Verdünnungseffekt, sodass die gleichen Schadstoffbelastungen dann zu stärkeren negativen Auswirkungen auf das Ökosystem führen können. Ein Anstieg der Nährstoffkonzentrationen in Verbindung mit der Tatsache, dass sich das reduzierte Wasservolumen auch schneller erwärmt, führt häufig zur Bildung von (giftigen) Algenblüten.

Durch die Erwärmung erhöht sich auch der Sauerstoffstress, da einerseits weniger Sauerstoff zur Verfügung steht und andererseits die Stoffwechselaktivität der Organismen bei höheren Temperaturen gesteigert werden muss. Der Sauerstoff wird daher schneller verbraucht, insbesondere bei einer Kombination aus Erwärmung und hohen Nährstoffkonzentrationen. Dies kann die Überlebenschancen aller Wasserlebewesen drastisch verringern. Es besteht also eine starke Wechselwirkung zwischen der Verschmutzung mit Nähr- und Giftstoffen und der Klimaerwärmung: Selbst wenn diese Stressoren für sich nur begrenzte negative Auswirkungen haben würden, kann ihre kombinierte negative Wirkung sehr stark sein.

Zudem führt der Klimawandel mit seinen längeren Dürreperioden auch zum mindestens vorübergehenden Austrocknen von kleinen Stillgewässern. Dies hat weitreichende Auswirkungen, da viele Organismen auf dieses Wasser angewiesen sind. Für einige, wie z.B. Amphibien und Insekten, deren Larven sich im Wasser entwickeln, ist die Dauer der feuchten Periode von entscheidender Bedeutung zur Vollendung ihres Lebenszyklus.

Das bedeutet jedoch nicht, dass temporäres Trockenfallen von Kleingewässern grundsätzlich negativ ist – zeitweise austrocknende Gewässer beherbergen oft seltene und spezialisierte Arten. Daher ist es wichtig, Teiche mit unterschiedlich langer Wasserführung (von Teichen, die nur wenige Monate Wasser führen, bis hin zu Dauergewässern) in der Landschaft zu erhalten (Parra et al. 2021).

Neben Dürreperioden kann auch das Gegenteil – Starkregen – zu einem massiven Anstieg der Schadstoffbelastung durch Oberflächenabfluss und Überlaufen der Kanalisation führen. Wenn große Regenmengen in kurzer Zeit fallen, können die ausgedörrten Böden oder versiegelten städtischen Flächen diese nicht aufnehmen. Starker Oberflächenabfluss führt zu Erosion und Mobilisierung großer Mengen von Nährstoffen, Metallen, organischen Verunreinigungen, Sedimenten und Partikeln (z.B. Kunststoffe oder Reifenabrieb), die in kurzer Zeit in die Kleingewässer eingetragen werden.

Das aus städtischen Gebieten bekannte Problem der Flächenversiegelung betrifft auch ländliche Gebiete: 20 Prozent der neu versiegelten Flächen in Deutschland liegen auf dem Land, wie neue Forschungsergebnisse zeigen (Nguyen et al. 2022). Bei den Berechnungen der Nährstoffeinträge in die Gewässer wurde diese Neuversiegelung im ländlichen Raum bisher nicht berücksichtigt. Infolgedessen wird die Gesamtbelastung mit Nähr- und Schadstoffen systematisch unterschätzt. In ländlichen Gebieten ist ein Großteil der Nähr- und Schadstoffeinträge mit der intensiven Landwirtschaft verbunden, die durch Monokulturen gekennzeichnet ist. Die Felder erstrecken sich oft bis in die unmittelbaren Uferbereiche von Gewässern. Es fehlt dann an Pufferzonen, die vor dem Eintrag von Ackersedimenten, Düngemitteln (Nitrat und Phosphor) sowie Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden schützen. Zusätzlich zum

Oberflächenabfluss können schwere Niederschlagsereignisse zum Überlaufen der Kanalisation führen, was die Nährstoff- und Schmutzbelastung unserer Binnengewässer drastisch erhöht.

Die Bedeutung der Anzahl und der landschaftlichen Vernetzung: Teichlandschaften

Der durch Klima- und Landnutzungsänderungen verursachte Rückgang der Anzahl und ökologischen Qualität kleiner Stillgewässer hat erhebliche Auswirkungen auf ihre Funktionsweise und biologische Vielfalt. Dies liegt daran, dass dadurch ihre große Anzahl und ihre individuelle ökologische Vielfalt untergraben werden – zwei Kernfaktoren für ihre Bedeutung. Durch verringerte Zahl und ökologische Qualität können kleine Stillgewässer nicht mehr als Trittsteine fungieren und kein Netzwerk bilden, das die (Wieder-)Besiedlung von Lebensräumen und den Austausch von genetischem Material unterstützt (Karnatak & Wollrab 2020). Je weniger Kleingewässer es gibt und je größer die Entfernung zwischen ihnen ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Arten diese Gewässer erreichen. Vor allem für Arten, die sich passiv ausbreiten, wie z.B. Planktonorganismen und Makrophyten, ist die Gewässerdichte ein entscheidender Faktor. Bestehende Popula-

tionen können sonst isoliert werden und ihre genetische Vielfalt verlieren.

Ein Vergleich historischer und aktueller Daten hat z.B. kürzlich gezeigt, dass der Verlust von temporären salinen Gewässern in Österreich in den letzten 70 Jahren zu einem Verlust von 25 Prozent der Arten geführt hat (Horvath et al. 2019). Diese Verluste betrafen vor allem die selteneren und bedrohten Arten und äußerten sich auch in einer geringeren Artenzahl in den verbleibenden lokalen Lebensräumen. Das zeigt, dass der Verlust der Artenvielfalt auf eine Verringerung der Vernetzung und nicht nur auf die Anzahl der Lebensräume an sich zurückzuführen ist. Die Vernetzung wird demnach vor allem durch die Anzahl und Qualität der kleinen Standgewässer in der Landschaft bestimmt, weshalb nicht nur einzelne kleine Standgewässer betrachtet werden sollten, sondern auch die „Landschaft“ der kleinen Standgewässer, im Sinne von „Teichlandschaften“ (Englisch: „pondscapes“). Für wirksame Schutzmaßnahmen ist es von entscheidender Bedeutung, den Schwerpunkt auf eine große Anzahl von kleinen Stillgewässern in einer Landschaft zu legen, anstatt nur einzelne Standorte zu schützen, die von der größten Anzahl von Arten bewohnt werden (Musseau et al. 2022).



Die Wechselkröte (*Bufo viridis*) ist eine Amphibienart, die typisch für kleinere oder ephemere Gewässer ist.

FOTO: AMAËL BORZÉE

Amphibien sind besonders bedroht

Viele Amphibien sind in besonderem Maße von kleinen stehenden Gewässern abhängig. Ihre Populationsentwicklung zeigt daher eindrücklich, wie sich Landnutzung und Klimawandel auf die Artenvielfalt in diesen Systemen auswirken. Das Verschwinden von Kleingewässern hat eindeutig zum Zusammenbruch von Amphibienpopulationen wie Fröschen, Kröten, Molchen und Salamandern in Deutschland und Europa beigetragen, wie z.B. die aktuelle Rote Liste der Amphibien in Deutschland zeigt (Rote Liste 2020). Die meisten europäischen Amphibien pflanzen sich in kleinen Gewässern fort, während sie den Rest des Jahres in mehr oder weniger feuchten Landlebensräumen verbringen. Die Kaulquappen und Molcharten mehrerer Arten sind auf temporäre Gewässer angewiesen, da diese frei von typischen Fressfeinden wie z.B. Fischen oder Libellenlarven sind. Wichtig ist jedoch die Dauer der Wasserführung des Teiches – wenn sie zu kurz ist, können die Amphibien ihren Lebenszyklus nicht vollenden. Der Verlust von kleinen stehenden Gewässern aufgrund von Landnutzungs- und Klimawandel kommt zu bereits bestehenden Risiken für Amphibien hinzu, wie z.B. Umweltverschmutzung einschließlich hormonell wirksamer Chemikalien (Tamschick et al. 2016) oder invasive Arten. Die meisten Amphibien sind nur begrenzt in der Lage, sich von einem Lebensraum zum anderen zu bewegen. Teichlandschaften mit einer ausreichenden Anzahl kleiner und flacher Stillgewässer in der Landschaft sind daher

für viele Amphibienarten von entscheidender Bedeutung – darunter auch gefährdete Arten wie z.B. die Rotbauchunke (*Bombina orientalis*), die Wechselkröte (*Bufo viridis*) oder der Laubfrosch (*Hyla arborea*) (Dolgener et al. 2013).

Wasserpflanzen unterstützen die Biodiversität

Neben Amphibien und anderen Tieren beherbergen Teiche zudem spezialisierte Wasserpflanzen (Pätzig et al. 2012), z.B. die seltene und geschützte Krebschere (*Stratiotes aloides*) (Turner et al. 2021). Wasserpflanzen (Makrophyten) sind wichtige Akteure in kleinen Stillgewässern: Während ihres Wachstums binden sie Kohlendioxid, das dadurch längerfristig ins Sediment eingelagert werden kann. Makrophyten nehmen Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff aus dem Gewässer auf und können damit das Algenwachstum limitieren. Außerdem geben sie während des Wachstums Sauerstoff ab, wodurch die Gewässer und deren Sedimente besser belüftet werden. Aufgrund ihrer vielfältigen Struktur fördern sie auch selbst die Biodiversität: Auf ihrer Oberfläche kann sich ein artenreicher Aufwuchs aus Algen und Bakterien entwickeln, der wiederum Lebensraum und Futtergrundlage von Kleintieren (Zoobenthos) ist. Makrophyten bieten Kleintieren Schutz vor Räubern und sind selbst Nahrungsgrundlage für verschiedene Tierarten. Der Wassermangel führt dazu, dass sich ihr Lebensraum weiter einschränkt oder ganz verschwindet.



Die seltene Krebschere (*Stratiotes aloides*) wächst ebenfalls in kleinen Stillgewässern.

FOTO: LUC DE MEESTER/IGB

3. Sozialer Nutzungsdruck verschärft die Belastungen

Zu den Bedrohungen durch Flächenumwandlung, Lebensraumzerstörung und Klimawandel kommt ein zunehmender gesellschaftlicher Nutzungsdruck, insbesondere in städtischen Gebieten. Inmitten vieler versiegelter Flächen und naturferner Räume sind Kleingewässer Anziehungspunkte für Erholungssuchende. Für viele Menschen sind Kleingewässer der erste oder sogar der zentrale Punkt der Begegnung und Erfahrung mit der Natur.

Eine hoher Nutzungsdruck hat jedoch Folgen: Die Ufervegetation leidet und die Böden können durch die starke Begehung verdichtet werden. Wenn Wasservögel wie Enten und

Blässhühner mit Brot und Getreide gefüttert werden, gelangen zu viele Nährstoffe ins Wasser, das dadurch stark überdüngt wird. Außerdem fallen Insekten, Amphibien, Fische und deren Laich illegal eingeschleppten Fischarten und Krebstieren zum Opfer. Aufgrund ihrer geringen Größe geraten Teiche ökologisch leicht aus dem Gleichgewicht. Der Mensch verursacht auch indirekte Auswirkungen, indem er die Folgen von Dürren verstärkt: Wenn das Wasser knapp wird, steigt das Risiko, dass es aus dem Grundwasser oder Oberflächengewässern entnommen wird, was die Verfügbarkeit von Wasser für die Ökosysteme und ihre Lebensgemeinschaften weiter verringert.

4. Rückwirkungen auf das Klima

Eine Reihe der zahlreichen Ökosystemleistungen, die von den Kleingewässern erbracht werden, stehen in Wechselwirkung mit dem Klimawandel – etwa ihre Fähigkeit, Regenwasser zu speichern und mit dem Grundwasser zu interagieren, ihr Beitrag zur Regulierung des Mikroklimas und ihre Fähigkeit, Kohlenstoff zu speichern, da sie Sedimente anreichern. Diese Ökosystemleistungen hängen jedoch von der Qualität des Ökosystems ab und werden daher neben anderen Bedrohungen auch durch den Klimawandel selbst beeinträchtigt. Außerdem

können diese Störungen zu ökologischen Veränderungen führen, durch die kleine Gewässer selbst zur weiteren Erwärmung beitragen: Verschmutzte, nährstoffreiche Gewässer produzieren deutlich mehr der Treibhausgase Methan und Kohlendioxid als nährstoffärmere, klare Systeme. Wenn kleine Standgewässer während längerer Dürreperioden austrocknen, oxidieren die freigelegten Sedimente und setzen so Treibhausgase frei. Häufiges Austrocknen verringert die Speicherkapazität für organischen Kohlenstoff in kleinen Gewässern.

5. Kleingewässer als naturbasierte Lösungen (NBS)

NBS sind ein vielversprechender Ansatz, da sie Synergien zwischen Umwelt- und menschlichen Nutzungszielen bieten. NBS werden von der Weltnaturschutzunion (International Union for the Conservation of Nature, IUCN) definiert als: „Maßnahmen zum Schutz, zur nachhaltigen Bewirtschaftung und zur Wiederherstellung natürlicher oder veränderter Ökosysteme, mit denen gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem

Klimawandel wirksam und anpassungsfähig begegnet werden können und die gleichzeitig dem menschlichen Wohlergehen und der biologischen Vielfalt dienen“ (IUCN 2020).

Kleine Stillgewässer haben ein besonders hohes Potenzial als NBS, unter anderem im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel und der Abschwächung seiner Folgen, da sie einen wichtigen Beitrag zum

Erhalt der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen erbringen (siehe Abschnitt 1; Cuenca-Cambronera et al. 2023). Die Wirksamkeit von Teichen als NBS wird auch durch ihre geringe Größe und die Tatsache begünstigt, dass ihre ökologische Intaktheit weitgehend durch die Landnutzung in ihrer unmittelbaren Umgebung bestimmt wird. Dies macht es einfacher und kostengünstiger, kleine stehende Gewässer anzulegen, zu verbessern oder wiederherzustellen.

Angesichts des dramatischen Rückgangs der Zahl der kleinen Stillgewässer im letzten Jahrhundert und der Herausforderungen, denen sich die verbleibenden Systeme aufgrund von Landnutzungsänderungen und des Klimawandels gegenübersehen, sind solche Maßnahmen zur Schaffung und Wiederherstellung dringend erforderlich.

Berücksichtigung von Netzwerken aus kleinen Stillgewässern

Während kleine stehende Gewässer zwar als einzelne Einheiten betrachtet, angelegt oder wiederhergestellt werden können, ist auf die hohe Relevanz von Teichlandschaften bereits hingewiesen worden (siehe Abschnitt 3). Ihr größtes Potenzial für den Erhalt der biologischen Vielfalt entfalten sie als Netzwerk, wobei die Dichte des Netzwerks entscheidend dafür ist, in welchem Umfang die Teichlandschaft seltene und spezialisierte Arten beherbergen kann. Das Schaffen und Wiederherstellen von Teichen sollte daher am besten unter dem Gesichtspunkt der Teichlandschaft betrachtet werden, wobei sowohl eine große Anzahl von Kleingewässern in der Landschaft wiederhergestellt als auch ihre Vielfalt gewährleistet werden sollte. Eine wichtige Dimension dieser Vielfalt ist die Bandbreite, in dem sich Teiche in der Dauer der „nassen“ Phase unterscheiden können – wichtig ist eine gute Mischung aus permanenten und temporären Systemen sowie solchen mit einer relativ kurzen oder

relativ langen nassen Phase für die Förderung der regionalen biologischen Vielfalt.

Sicherstellung des ökologischen Mindestwasserbedarfs

Damit Teiche und Teichlandschaften als NBS erfolgreich sein können, muss der ökologische Mindestwasserbedarf dieser Kleingewässer auch im Falle von Wasserknappheit gewährleistet sein. Der ökologische Mindestwasserbedarf beschreibt die Menge, den Zeitpunkt und die Qualität der Süßwasserströme und -pegel, die für die Erhaltung aquatischer Ökosysteme erforderlich sind (Arthington et al. 2018). Nur Wasser in ausreichender Menge und Qualität sichert die Artenvielfalt, die wiederum für widerstandsfähige Ökosysteme unerlässlich ist. Denn vielfältige Lebensräume und Artengemeinschaften bilden eine Art „Versicherung“ gegen externe Stressfaktoren, Umweltveränderungen und Schwankungen, einschließlich vom Menschen verursachter Veränderungen wie dem Klimawandel. Die biologische Vielfalt erhöht die Überlebenswahrscheinlichkeit von Arten und Artengemeinschaften und das Funktionieren der Ökosysteme, von denen wir Menschen abhängen.

Da Teiche selbst zur Wasserreinigung und Wasseranreicherung beitragen, führt dies zu der interessanten Situation, dass das Anlegen und Wiederherstellen von Kleingewässern zusammen mit dem Landnutzungsmanagement und der Entsiegelung zu besseren Bedingungen für die erfolgreiche Umsetzung von NBS unter Verwendung von Teichlandschaften beitragen. Die höhere Zahl kleiner Standgewässer kann somit indirekt deren Funktionsweise und Ökosystemleistungen durch eine bessere Vernetzung und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt verbessern. Das Erhalten, Wiederherstellen und Entwickeln von Kleingewässern und ihrer biologischen Vielfalt – und von Süßwasserökosystemen im Allgemeinen – ist eine der wichtigen Überlebensfragen für Tiere und Menschen.

6. Handlungsoptionen: Erhalten, Wiederherstellen und Entwickeln von Kleingewässern

Konsistente Auslegung des Rechtsrahmens:

Kleine Stillgewässer finden in der Wasser- und Gewässerpolitik sowie der Wasserwirtschaft relativ wenig Beachtung, was zum Teil auf ihren geringen rechtlichen Status zurückzuführen ist. Sie fallen bisher nicht unter die Berichtspflicht der Europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL), die für stehende Gewässer nur ab einer Fläche von mehr als 50 Hektar gilt. Daher wird ihr ökologischer Zustand nur unzureichend erfasst, und es gibt kaum politische Bestrebungen, die Situation zu verbessern. Diese Interpretation des Rechtsrahmens übersieht jedoch, dass die WRRL auch dem Schutz und der Entwicklung kleinerer Gewässer dienen soll. Spanien z.B. hat in der staatlichen WRRL-Umsetzung ein Monitoring des ökologischen Zustands von Teichen eingeführt.

Die WRRL als europäische Gesetzgebung wird in Deutschland durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) umgesetzt, in dem §39 die Unterhaltung und Entwicklung eines Oberflächengewässers als öffentliche Aufgabe festlegt ist. Dies dient explizit dem Erhalten und Fördern der ökologischen Funktionsfähigkeit, insbesondere jener als Lebensraum für Tiere und Pflanzen – mit positiven Auswirkungen auf die oben beschriebenen Ökosystemleistungen. Darüber hinaus sind Kleingewässer nach dem Bundesnaturschutzgesetz §§28-32 grundsätzlich gesetzlich geschützte Biotope. Es gibt also eine rechtliche Grundlage für die nachhaltige Bewirtschaftung von Kleingewässern, die angewandt werden kann.

Der Schutz von kleinen Stillgewässern kann auch im Zusammenhang mit dem Schutz von Zielarten wie seltenen Amphibien, Libellen und Kiemenfußkrebse erfolgen. Im Zusammenhang mit dem jüngsten Beschluss des Übereinkommens über die biologische

Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD), 30 Prozent der Landflächen zu schützen, sollten Landschaften, die viele Teiche und Teichlandschaften beherbergen, dabei ein wichtiges Ziel darstellen. Auf internationaler Ebene hat zudem die Ramsar-Konvention beschlossen, kleine Gewässer als Schutzziele aufzunehmen.

Unabhängig vom rechtlichen Kontext besteht ein praktisches Umsetzungsdefizit. Die lokalen Behörden sind sich mitunter der Bedeutung kleiner Wasserkörper nicht bewusst – was zum Teil an mangelnden Informationen liegt. Häufig fehlt es jedoch an öffentlichen Mitteln.

Zuständigkeiten klären und Verantwortlichkeiten festlegen:

Aufgrund des oben beschriebenen, oft unklaren oder uneinheitlich ausgelegten Rechtsrahmens sind die behördlichen Zuständigkeiten für kleine Standgewässer nicht ausreichend geregelt, was auch zu einem Mangel an nachhaltiger praktischer Gewässerbewirtschaftung und -unterhaltung führt. Wenn nötig und möglich, kann die Verantwortung auch auf zivilgesellschaftliche Akteure wie Verbände, Vereine, Stiftungen und Initiativen übertragen werden, z.B. durch Patenschaften oder ähnliche Modelle. Aber auch bei ehrenamtlichem Engagement müssen ausreichende Ressourcen und eine gute fachliche Praxis in der Gewässerbewirtschaftung und -pflege gewährleistet sein. Die Stakeholder-Einbindung ist entscheidend für die Berücksichtigung aller relevanten Interessen und Bedürfnisse in Gebieten, in denen Teiche oder Teichlandschaften angelegt, wiederhergestellt oder bewirtschaftet werden.

Gewährleistung des ökologischen Mindestwasserbedarfs: Mit dem fortschreitenden Klimawandel wird die Wasserknappheit

weiter zunehmen. Es ist daher wichtig, den ökologischen Mindestwasserbedarf für kleine Gewässer zu gewährleisten. Sowohl in ländlichen als auch in städtischen Gebieten müssen Konzepte entwickelt werden, die eine ausreichende Quantität und Qualität der Wasserversorgung sicherstellen, um den Fortbestand von Kleingewässern als wertvolle Lebensräume zu sichern. Die Entwicklung von Teichlandschaften als NBS kann dazu beitragen, günstige Bedingungen dafür zu schaffen. Dazu muss die ökohydrologische Funktionsweise von Einzugsgebieten berücksichtigt werden, d.h. wie und wie lange Wasser in Landschaften gespeichert und abgegeben wird. Die Bewertung, wie sich die unterschiedliche Landnutzung auf die Aufteilung von „grünem“ (Verdunstung und Transpiration) und „blauem“ (Grundwasseranreicherung und Abfluss) Wasser auswirkt, bietet eine entscheidende Grundlage, wie die Wasserspeicherung und Dynamik der Wasser- und Schadstoffflüsse durch Landbewirtschaftungsstrategien gesteuert werden können, um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen und die Wasserressourcen vor den Klimawandelfolgen zu schützen.

Entwicklung von Bewirtschaftungsleitlinien für Kleingewässer: Kleingewässer in Deutschland und Europa können je nach Typ, Region und Lage sehr unterschiedliche Eigenschaften und Bewirtschaftungserfordernisse aufweisen. Daher sollten für die verschiedenen Kleingewässertypen Leitbilder entwickelt werden, die als Grundlage für die Gewässerbewirtschaftung genutzt werden können. Diese Leitbilder sollten durch einen entsprechenden Katalog von Unterhaltungsmaßnahmen ergänzt werden. Dazu gehören Informationen über die sachgerechte Bewirtschaftung zum Erhalten sowohl der artenreichen Vegetation als auch der Freiwasserzone von Kleingewässern. Wichtig ist die Sicherung strukturreicher Uferbereiche oder Übergangs- und Verlandungszonen.

Diese dienen auch als Pufferzonen gegen den Eintrag von Sedimenten, Nährstoffen und Schadstoffen. Solche Pufferzonen sind vorzugsweise recht groß (50-100 m), um wirksam zu sein, tragen aber auch zur landwirtschaftlichen Produktivität bei, da sie sich positiv auf Vorkommen und Reichtum von Bestäubern auswirken. Wo immer es möglich ist, sollten künstliche Uferbefestigungen entfernt und die Ufer abgeflacht werden, um die Entwicklung von Feuchtgebieten mit großer biologischer Vielfalt zu fördern.

Förderung der Wiederherstellung und Schaffung von Kleingewässern: Das Schaffen neuer kleiner Stillgewässer ist wichtig, da so die regionale Vielfalt erhöht wird und seltene Arten erhalten werden; auch die allgemeine Trittsteinfunktion kleiner Gewässer wird gestärkt. Zudem ist es zur Verbesserung der ökologischen Funktion, der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen kleiner Standgewässer notwendig, deren Wasserqualität und Struktur (z.B. Vorhandensein von Unterwasser- und Ufervegetation) zu verbessern. Die Umsetzung solcher NBS ist relativ kostengünstig, da sie auf sehr lokaler Ebene durchgeführt werden kann. Der Erfolg der Maßnahmen sollte überwacht werden, verbunden mit einer kontinuierlichen und qualifizierten Biotoppflege. Darüber hinaus sollten Kleingewässer bei der Entwicklung und Förderung durch öffentliche Programme einen höheren Stellenwert erhalten. Eine Maßnahme, die die Entwicklung von Kleingewässern ökologisch – auch im Sinne der NBS – fördern kann, ist die verstärkte Berücksichtigung bei Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Eingriffe in den Naturhaushalt, wie sie im Naturschutzrecht vorgeschrieben sind. Insgesamt sollte für wirksame Schutzmaßnahmen das Erreichen einer großen Anzahl unterschiedlicher Kleingewässer in einer Landschaft – als Teichlandschaft – ebenso im Vordergrund stehen wie der Schutz einzelner, möglichst artenreicher Standorte.

Emissionen reduzieren, Uferstreifen und Pufferzonen schaffen: Politische Entscheidungsstragende sollten prüfen, ob Stoffemissionen strenger reguliert werden sollten, da die Wasserknappheit zunimmt und die Schadstoff- und Nährstoffbelastungen mit den Auswirkungen der Erwärmung und der geringeren Verdünnung negativ wechselwirken können. Angesichts der Bedeutung der Wasserqualität für die biologische Vielfalt und die Ökosystemleistungen ist es von entscheidender Bedeutung, dass der Eintrag von Nährstoffen, Sedimenten und Schadstoffen in Kleingewässer so weit wie möglich reduziert wird. Dies kann durch das Steuern der Landnutzung in der unmittelbaren Umgebung der Kleingewässer erreicht werden. In der Praxis kann dies oft bedeuten, dass ausreichend große Pufferzonen (50-100 m) eingerichtet werden sollten – in diesen Pufferzonen wird entweder die Vegetation geschützt oder die Landwirtschaft sehr extensiv betrieben, ohne dass Düngemittel oder Pestizide eingesetzt werden. Sowohl in ländlichen als auch in städtischen Gebieten müssen ausreichend dimensionierte Uferstreifen angelegt werden, die als stoffliche Barriere dienen und den Eintrag von Schadstoffen in die Gewässer durch Rückhalt oder chemische Umwandlung verringern. Die Anlage und Einhaltung dieser Gewässerrandstreifen sollten in ausreichend kurzen Abständen behördlich kontrolliert werden.

Kleingewässer in der Stadt- und Siedlungsplanung stärker berücksichtigen: Das Konzept der sogenannten „Schwammstadt“ bietet viel Potenzial für Kleingewässer, bei dem das Niederschlagswasser nicht direkt über die Kanalisation abgeleitet wird, sondern in den städtischen Böden versickert und im besten Fall durch biogeochemische Prozesse gereinigt wird. So kann das Niederschlagswasser zur Anreicherung von Stau- und Grundwasser beitragen, die wiederum die Kleingewässer stützen. Die Stadt- und Siedlungsplanung sollte daher verstärkt den

Rückbau versiegelter Flächen im Einzugsgebiet fördern und u.a. vorschreiben, dass die Dachentwässerung bei Neu- und Bestandsbauten direkt vor Ort versickert werden muss. Darüber hinaus sind aufgrund des sozialen Drucks auf städtische Kleingewässer oft Konzepte für Zugangsregelungen und Besucherlenkung notwendig.

Besserer Schutz von Kleingewässern in ländlichen Gebieten: Viele der derzeitigen landwirtschaftlichen Verfahren und Produkte sind unter den Bedingungen des fortschreitenden Klimawandels nicht nachhaltig. Daher müssen Landschaften und Böden so gestaltet und bewirtschaftet werden, dass sie Wasser gut aufnehmen und speichern können – und es langsamer abgeben. Mehr Wasserrückhalt in der Fläche kann dann gleichzeitig der Landwirtschaft und den Kleingewässern zugutekommen. Auch hier kann das Schaffen und der Schutz von kleinen stehenden Gewässern und Feuchtgebieten dazu beitragen. In landwirtschaftlich genutzten Gebieten ist das Schaffen ausreichend großer Pufferzonen um kleine stehende Gewässer für deren Qualität und Funktion von wesentlicher Bedeutung.

Informationen und Daten für Expert*innen öffentlich zugänglich machen: Alle vorhandenen Kleingewässer sollten aktuell und vollständig in zugänglichen Umweltdatenbanken erfasst werden und über gespeicherte Geodaten leicht identifizierbar und auffindbar sein. Ebenso sollten ihre jeweiligen Unterarten, Merkmale und ggf. der bestehende Schutzstatus und behördliche Zuständigkeiten dort hinterlegt sein. Damit wird auch die organisierte Zivilgesellschaft, wie z.B. fachkundige NGOs, in die Lage versetzt, zum Schutz von Kleingewässern beizutragen. Der wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Nutzen von Teichen und Teichlandschaften kann nur durch ein langfristiges und systematisches Monitoring bewertet werden, das sowohl Ressourcen als auch Engagement erfordert.

7. Quellenverzeichnis

- Arthington A. H., Bhaduri A., Bunn S. E., Jackson S. E., Tharme R. E., Tickner D., Young B., Acreman M., Baker N., Capon S., Horne A. C., Kendy E., McClain M. E., LeRoy Poff R., Richter B. D., & Ward S. 2018. The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows (2018). *Frontiers in Environmental Science*, 6:45. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00045>
- Biggs J., von Fumetti S., & Kelly-Quinn M. 2017. The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: Implications for policy makers. *Hydrobiologia*, 793, 3– 39. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3007-0>
- Bizic M.*, Ionescu D.*, Karnatak R., Musseau C. L., Onandia G., Berger S. A., Netjstgaard J. C., Lischeid G., Gessner M. O., Wollrab S., & Grossart H-P. 2022. Land-use type temporarily affects active pond community structure but not gene expression patterns. *Molecular Ecology*, 31, 1716–1734. <https://doi.org/10.1111/mec.16348>
- Cuenca-Cambronero M., Blicharska M., Perrin J-A., Davidson T. A., Oertli B., Lago M., Beklioglu M., Meerhoff M., Arim M., Teixeira J., De Meester L., Biggs J., Robin J., Martin B., Greaves H. M., Sayer C. D., Lemmens P., Boix D., Mehner T., Bartrons M., & Brucet S. 2023. Challenges and opportunities in the use of ponds and pondscapes as Nature-based Solutions. *Hydrobiologia*, 850, 3257–3271. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05149-y>
- Davies B.R., Biggs J., Williams P., Whitfield M., Nicolet P., Sear D., Bray S., & Maund S. 2008. Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 125, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.10.006>
- De Bie T., De Meester L., Brendonck L., Martens K., Goddeeris B., Ercken D., Hampel H., Denys L., Vanhecke L., Van der Gucht K., Van Wichelen J., Vyverman W., & Declerck S.A.J. 2012. Body size and dispersal mode as key traits determining metacommunity structure of aquatic organisms. *Ecology Letters*, 15, 740-747. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01794.x>
- Declerck S., Vandekerckhove J., Johansson L., Muylaert K., Conde-Porcuna J.M., Van der Gucht K., Perez-Martinez C., Lauridsen T., Schwenk K., Zwart G., Rommens W., Lopez-Ramos J., Jeppesen E., Vyverman W., Brendonck L., & De Meester L. 2005. Multi-group biodiversity in shallow lakes along gradients of phosphorus and water plant cover. *Ecology*, 86, 1905-1915. <https://doi.org/10.1890/04-0373>
- Dolgener N., Freudenberger L., Schneeweiss N., Ibisch P. L., & Tiedemann R. 2014. Projecting current and potential future distribution of the fire-bellied toad *Bombina orientalis* under climate change in north-eastern Germany. *Regional Environmental Change*, 14, 1063– 1072. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0468-9>
- Hilt S., Brothers S., Jeppesen E., Veraart A. & Kosten S. 2017. Translating regime shifts in shallow lakes into changes in ecosystem functions and services. *BioScience*, 67, 928-936. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix106>
- Horváth Z., Ptacnik R., Vad C. F., & Chase J. M. 2019. Habitat loss over six decades accelerates regional and local biodiversity loss via changing landscape connectance. *Ecology Letters*, 22, 1019-1027. <https://doi.org/10.1111/ele.13260>
- Ionescu D.*, Bizic M.*, Karnatak R., Musseau C. L., Kasada M., Onandia G., Berger S.A., Netjstgaard J. C., Ryo M., Lischeid G., Gessner M. O., Wollrab S., & Grossart H-P. 2022. From microbes to mammals: Pond biodiversity homogenization across different land-use types in an agricultural landscape. *Ecological Monographs*, 92, e1523. <https://doi.org/10.1002/ecm.1523>
- Karnatak R., & Wollrab S. 2020. A probabilistic approach to dispersal in spatially explicit meta-populations. *Scientific Reports*, 10, 22234. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79162-9>
- Kazanjian G., Flury S., Attermeyer K., Kalettka T., Kleeberg A., Premke K., Köhler J., & Hilt S. (2018) Primary production in nutrient-rich kettle holes and consequences for sediment deposition and carbon mineralization. *Hydrobiologia*, 806, 77-93. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3337-6>
- Musseau C. L., Onandia G., Petermann J. S., Sagouis A., Lischeid G., & Jeschke J. M. 2022. Nonlinear effects of environmental drivers shape macroinvertebrate biodiversity in an agricultural landscape. *Ecology & Evolution*, 12: e9458. <https://doi.org/10.1002/ece3.9458>
- Nguyen H. H., Venohr M., Gericke A., Sundermann A., Welti E. A. R., & Haase P. 2023. Dynamics in impervious urban and non-urban areas and their effects on run-off, nutrient emissions, and macroinvertebrate communities. *Landscape and Urban Planning*, 231, 104639. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104639>
- Parra G., Guerrero F., Armengol J., Brendonck L., Brucet S., Finlayson C. M., Gomes-Barbosa L., Grillas P., Jeppesen E., Ortega F., Vega R., & Zohary T. 2021. The future of temporary wetlands in drylands under global change. *Inland Waters*, 4, 445-456. <https://doi.org/10.1080/20442041.2021.1936865>
- Pätzig, M., Kalettka, T., Glemnitz, M., & Berger, G. 2012. What governs macrophyte species richness in kettle hole types? A case study from Northeast Germany. *Limnologica*, 42, 340– 354. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2012.07.004>
- Piano, E., Souffreau C., Merckx T., Baardens L.F., Backeljau T., Bonte D., Brans K.I., Cours M., Dahirel M., Debortoli N., Decaestecker E., De Wolf K., Engelen J.M.T., Fontaneto D., Gianuca A.T., Govaert L., Hanashiro F.T., Higuiri J., Lens L., Martens K., Matheve H., Matthysen E., Pinseel E., Sablon R., Schön I., Stoks R., Van Doninck K., Van Dyck H., Vanormelingen P., Van Wichelen J., Vyverman W., De Meester L., & Hendrickx F. 2020. Urbanization drives cross-taxon declines in abundance and diversity at multiple spatial scales. *Global Change Biology*, 26, 1196-1211. <https://doi.org/10.1111/gcb.14934>
- Redlist (2020): Rote Liste und Gesamtartenliste der Amphibien (Amphibia) Deutschlands / eds: Rohde-Fingerle K., Matzke-Hajek G., Broghammer T., Bunte J., Binot-Hafke M. Bonn, Bad Godesberg, 2020. Naturschutz und biologische Vielfalt; 170, Heft 4: pp. 1-86.
- Scheffer, M., G.J. van Geest, K. Zimmer, E. Jeppesen, M. Sondergaard, M.G. Butler, M.A. Hanson, S. Declerck & De Meester L. 2006. Small habitat size and isolation can promote species richness: second-order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. *Oikos*, 112, 227-231. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2006.14145.x>
- Tamschick S., Rozenblut-Kościsty B., Ogielska M., Lehmann A., Lymberakis P., Hoffmann F., Lutz I., Kloas W., & Stöck M. 2016. Sex reversal assessments reveal different vulnerability to endocrine disruption between deeply diverged anuran lineages. *Scientific Reports* 6: 23825. <https://doi.org/10.1038/srep23825>
- Turner B., Hameister S., Hudler A., & Bernhardt K.-G. 2021. Genetic Diversity of Stratiotes aloides L. (Hydrocharitaceae) Stands across Europe. *Plants*, 10, 863. <https://doi.org/10.3390/plants10050863>
- Usio N., Nakagawa M., Aoki T., Higuchi S., Kadono Y., Akasata M., & Takamura N. 2017. Effects of land use on trophic states and multi-taxonomic diversity in Japanese farm ponds. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 247, 205– 215. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.043>

Walton R.E., Sayer C.D., Bennion H., & Axmacher J.C. 2021a. Improving the pollinator pantry: Restoration and management of open farmland ponds enhances the complexity of plant-pollinator-networks. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 320, 107611. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107611>

Walton R.E., Sayer C.D., Bennion H., & Axmacher J.C. 2021b. Open-canopy ponds benefit diurnal pollinator communities in an agricultural landscape: implications for farmland pond management. *Insect Conservation and Diversity*, 25, 307-324. <https://doi.org/10.1111/icad.12452>

Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P., & Sear D. 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, 115, 329– 341. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00153-8)

Wood P.J., Greenwood M.T., & Agnew M.D. 2003. Pond biodiversity and habitat loss in the UK. *Area*, 35, 206-216. <https://doi.org/10.1111/1475-4762.00249>

Herausgeber

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und
Binnenfischerei (IGB)
im Forschungsverbund Berlin e.V.
Müggelseedamm 310
12587 Berlin
Telefon: +49 30 64181-500
E-Mail: info@igb-berlin.de
Internet: www.igb-berlin.de
X: <https://twitter.com/LeibnizIGB>
Newsletter: www.igb-berlin.de/newsletter

Verantwortliche Autoren*innen (in alphabetischer Reihenfolge)

Hans-Peter Grossart, Sabine Hilt, Luc De Meester, Thomas Mehner, Michael Monaghan, Camille Musseau,
Stephanie Spahr, Matthias Stöck, Sabine Wollrab

Koordination

Johannes Graupner

Layout

unicom-berlin.de

Titelbild

© Shutterstock/Jasper Suijten

Über diese Publikation

„Forschen für die Zukunft unserer Gewässer“ ist das Leitmotiv des IGB. Dazu gehören die objektive und evidenzbasierte Information und Beratung von Politik, Behörden, Verbänden, Wirtschaft, Bildungseinrichtungen und der Öffentlichkeit. Im Rahmen seiner eigenen Schriftenreihe IGB Outlines, zu denen auch das IGB Dossier gehört, macht das Institut forschungsbasiertes Wissen kostenfrei für die Öffentlichkeit zugänglich. Für die Inhalte der Beiträge sind die jeweiligen Autor*innen verantwortlich. Eine Weiterverbreitung des zusammenhängenden Gesamtdokuments ist grundsätzlich gestattet. Sollten Sie aus dem Dokument im Rahmen anderer Publikationen und Formate zitieren, bitten wir um einen Hinweis.

Zitationsvorschlag

IGB (2023): Kleine Stillgewässer: Hotspots der Biodiversität – besonders wertvoll, aber stark bedroht. Handlungsoptionen für Schutz und Wiederherstellung. IGB Dossier, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin.

DOI

10.4126/FRL01-006453532

Copyright: IGB, August 2023

Mit Ausnahme von Fotos ist der Inhalt dieses Dokuments lizenziert unter CC BY-NC 4.0 Germany