



Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

Tümpel und Tümpellandschaften

EIN TECHNISCHER LEITFADEN FÜR DIE NUTZUNG VON TÜMPELN UND
TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURBASIERTE LÖSUNGEN ZUR ABSCHWÄCHUNG
UND ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL





Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

Tümpel und Tümpellandschaften

EIN TECHNISCHER LEITFADEN FÜR DIE NUTZUNG VON TÜMPELN UND
TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURBASIERTE LÖSUNGEN ZUR ABSCHWÄCHUNG
UND ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

PONDERFUL PARTNERS



University of Vic – Central University of Catalonia (UVic, Spanien) – Sandra Brucet (PI, Project coordinator), Diana van Gent (Project Manager)

IGB im Forschungsverbund Berlin (Deutschland) – Thomas Mehner (PI)

Katholieke Universiteit Leuven (KUL, Belgien) – Luc De Meester (PI)

Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO, Schweiz) – Beat Oertli (PI)

Universitat de Girona (UdG, Spanien) – Dani Boix (PI)

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH (Deutschland) – Manuel Lago (PI)

University College London (Großbritannien) – Carl Sayer (PI)

CIIMAR - Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (Portugal) – José Teixeira (PI)

Aarhus University (AU, Dänemark) – Thomas A. Davidson (PI)

Uppsala Universitet (UU, Schweden) – Malgorzata Blicharska (PI)

Bangor University (BU, Großbritannien) – Sopan Patil (PI)

Technische Universität München (TUM, Deutschland) – Johannes Sauer (PI)

ISARA (Frankreich) – Joël Robin (PI)

Middle East Technical University (METU, Türkei) – Meryem Beklioğlu (PI)

Freshwater Habitats Trust (FHT, Großbritannien) – Jeremy Biggs (PI)

Universidad de la República (UdelaR, Uruguay) – Mariana Meerhoff (PI)

Randbee Consultants SL (Spanien) – Juan Arevalo Torres (PI)

Amphi International APS (Dänemark) – Lars Briggs (PI)

Tümpel und Tümpellandschaften

EIN TECHNISCHER LEITFADEN FÜR DIE NUTZUNG VON TÜMPELN UND TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURBASIERTE LÖSUNGEN ZUR ABSCHWÄCHUNG UND ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDELS

CREDITS

Herausgeber

Jeremy Biggs (FHT), Sarah Hoyle (FHT), Inês Matos (CIIMAR), Beat Oertli (HES-SO), José Teixeira (CIIMAR)

Autoren

Jeremy Biggs (FHT), Hugh McDonald (Ecologic), Pascale Nicolet (FHT), Beat Oertli (HES-SO)

Mitwirkende

Meryem Beklioğlu (METU), Malgorzata Blicharska (UU), Dani Boix (UdG), Lars Briggs (Amphi), Sandra Brucet (UVic-UCC and ICREA), Thomas A. Davidson (AU), Nairomi Eriksson (UU), Alex Harcourt (FHT), Manuel Lago (Ecologic), Pieter Lemmens (KUL and IGB), Ewa Livmar (UU), Beatriz Martin (Randbee), Sílvia Martins (CIIMAR), Mariana Meerhoff (UdelaR), Thomas Mehner (IGB), Rebecca Miller (FHT), Ewa Orlikowska (Karlstad University), Jacques-Aristide Perrin (ISARA), Joël Robin (ISARA), Ditte Rens (KUL), Simon Ryfisch (UU), Carl Sayer (UCL), Levin Scholl (Ecologic), José Teixeira (CIIMAR), Irene Tornero (UdG), Penny Williams (FHT)

Kapitel 6 Erfolgsgeschichten

UK: Williams P., Biggs J.

Switzerland: Boissezon A., Sordet A., Fahy J., Demierre E., Hornung J., Oertli B.

Belgium: Tommelen - Lemmens P., von Plüskow L-M., Wijns R., De Meester L.

Denmark: Rasmussen M., Briggs L. Levi E. E., Davidson T. A.

Turkey: Acet D., Avcı F., Kıran H., Akpınar M. B., Dolcerocca A., Akyürek Z., Beklioğlu M.

Uruguay: Passadore-Romero C., Gobel N., Colina M., Calvo C., Canavero A., Carballo C., Cuassolo F., Gallo L., Guerra E.G., Heber E., Lacerot G., Laufer G., López-Rodríguez A., Pais J., Rodríguez-Tricot L., Sosa-Panzer L., Teixeira-de-Mello F., Arim M., González-Bergonzoni I., Meerhoff M.

Catalonia, Spain: Benejam L., Brucet S., Quintana, X.D., Boix, D., Gamero J., Lindoso D., Ribas A.

Germany: Mehner T., Mehner P., Lemmens P., von Plüskow L.M.

Zitat: Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., McDonald, H., Nicolet, P., Oertli, B., Teixeira, J. (2024). Tümpel und Tümpellandschaften: Ein technischer leitfaden für die nutzung von tümpeln und tümpellandschaften als naturbasierte lösungen zur abschwächung und anpassung an den klimawandels, EU Horizon 2020

PONDERFUL project, CIIMAR. www.doi.org/10.5281/zenodo.14140620

ISBN: 978-989-35922-0-5



Dieses Projekt wurde mit Mitteln aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarung Nr. ID869296 gefördert.

Haftungsausschluss: Weder die Europäische Kommission noch irgendeine Person, die im Namen der Kommission handelt, sind verantwortlich für die Verwendung der folgenden Informationen. Die in dieser Veröffentlichung zum Ausdruck gebrachten Ansichten liegen in der alleinigen Verantwortung der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Kommission wider.



Kurzfassung

Dieses technische Handbuch bietet praktische Ratschläge für den Schutz, die Bewirtschaftung, die Wiederherstellung und die Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften, um die Auswirkungen des Klimawandels abzumildern und sich an sie anzupassen. Es wurde im Rahmen des von der EU durch Horizont 2020 finanzierten Projekts **PONDERFUL** erstellt, das von Dezember 2021 bis 2024 lief.

Tümpel sind kleine stehende Gewässer mit einer Oberfläche von 1 m² bis 5 ha, die dauerhaft oder vorübergehend, vom Menschen angelegt oder natürlich geschaffen sein können. In Gruppen zusammengefasst bilden sie Tümpellandschaften, die aus Tümpeln unterschiedlicher Größe, Form und Tiefe bestehen. Tümpel liefern eine Reihe von Beiträgen der Natur für den Menschen, die von der Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) als positive und negative Auswirkungen der Natur auf die Lebensqualität der Menschen definiert werden. Zusammengenommen sind sie von entscheidender Bedeutung, um uns bei der Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu helfen.

Vielleicht wegen ihrer geringen Größe wurden Tümpel in der Süßwasserwissenschaft, -politik und -praxis lange Zeit übersehen. Trotzdem sind sie in vielen Teilen der Welt der reichhaltigste Teil der Wassermwelt und bieten vielen bedrohten Arten ein Refugium. Sie sind zahlenmäßig der am häufigsten vorkommende Süßwasserlebensraum, der sich von den Gipfeln der Berge bis in die Tiefen der Wälder erstreckt, die Überschwemmungsgebiete unserer größten natürlichen Flüsse säumt und Wasseroasen in den trockensten Gebieten bietet. Sie machen schätzungsweise 30 % des weltweit vorhandenen Wassers aus, aber da sie auf Satellitenbildern oft nicht zu erkennen sind, ist es schwierig, ihre Häufigkeit mit Sicherheit zu bestimmen.

Da Tümpel individuell klein sind, sind sie leicht zu bearbeiten und haben ein immenses Potenzial als naturnahe Lösungen: Lebensräume, deren Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Schaffung sowohl der Natur als auch den Menschen zugute kommt. Von einzelnen winzigen Tümpeln, die seltene Amphibien und gefährdete wirbellose Tiere beherbergen, bis hin zu Tümpeln, die Wasser für die Viehzucht liefern und Hochwasser zurückhalten, und einschließlich der riesigen Tümpelnetzwerke in einigen der größten Feuchtgebiete der Welt, sind Tümpel allgegenwärtig und lebenswichtig. Der natürliche biologische Reichtum von Tümpeln bedeutet, dass sie eine überproportional große Rolle bei der Erhaltung der Zukunftsoptionen der Menschheit spielen.

Tümpel sind ein natürlicher Lebensraum, der seit Milliarden von Jahren existiert, aber in der modernen, vom Menschen beherrschten Welt werden sie oft von Menschen angelegt. Obwohl sie lange Zeit von der Süßwasserforschung vernachlässigt wurden, profitiert dieses Handbuch in hohem Maße von der Erweiterung unseres Wissens über Tümpel in den letzten 20 Jahren. Dazu gehört auch die Arbeit von **PONDERFUL**, das dieses Wissen zum ersten Mal zusammengetragen hat, um die praktische Landschaftspflege in ganz Europa - und darüber hinaus - zu unterstützen.

Die Bedrohungen für Tümpel und Tümpellandschaften sind bekannt: Lebensraumverlust, Verschmutzung, invasive Arten und die übergreifenden Auswirkungen des Klimawandels. Die von vielen Tümpeln erbrachten Ökosystemleistungen wurden durch Landnutzungsänderungen, insbesondere die Verstädterung und die Intensivierung der Landwirtschaft, beeinträchtigt oder beseitigt und sind durch den Klimawandel weiter gefährdet. In diesem Handbuch beschreiben wir praktische Ansätze, um diese Auswirkungen zu stoppen, sich an sie anzupassen oder sie abzumildern.

Tümpel und Tümpellandschaften existieren nicht isoliert, sondern bilden ein Netz von Süßwasserlebensräumen mit anderen Gewässertypen. Obwohl viele Arten nur in Tümpeln vorkommen, sind andere auch in Flüssen, Seen und Feuchtgebieten zu finden. In **PONDERFUL** haben wir neue Modellierungsinstrumente, Landschaftsszenarien und ein multikriterielles Entscheidungsfindungsinstrument entwickelt, um politischen Entscheidungsträgern und Managern zu helfen, diese Netzwerke zu nutzen und die Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften zu planen, um die Beiträge der Natur für den Menschen so effektiv wie möglich zu gestalten.

In den Kapiteln 1 und 2 des Handbuchs werden die Rolle und das Wesen von Tümpeln und Tümpellandschaften sowie die von ihnen erbrachten Ökosystemleistungen, naturbasierte Lösungen und die Beiträge der Natur für den Menschen vorgestellt. In Kapitel 3 fassen wir zusammen, wie Tümpel und Tümpellandschaften sechs breite Klassen von Ökosystemleistungen erbringen, die 11 der von der IUCN identifizierten gesellschaftlichen Herausforderungen angehen, einschließlich der Notwendigkeit, die biologische Vielfalt zu erhöhen, das Katastrophenrisiko zu verringern, die menschliche Gesundheit zu verbessern, den Klimawandel abzuschwächen und sich anzupassen, das Wassermanagement zu verbessern, die Ernährungssicherheit zu erhöhen und die soziale und wirtschaftliche Entwicklung zu fördern. Auf den ersten Blick mag es unwahrscheinlich erscheinen, dass diese kleinen Süßwassergewässer so große Probleme beeinflussen können, aber in diesem Handbuch zeigen wir, wie Tümpel und Tümpellandschaften viele verschiedene Beiträge der Natur für den Menschen leisten können.

Wir haben die Beiträge der Natur für den Menschen, die von Tümpeln geliefert werden, in die folgenden Kategorien eingeteilt, um eine praktische Anleitung zu geben, wie diese effektiv umgesetzt werden können:



- **Anpassung an und Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels.** Tümpel sind wichtige Quellen und Senken von Treibhausgasen und Kohlenstoff. Aufgrund ihres großen Vorkommens und ihrer hohen biogeochemischen Aktivität spielen sie eine wichtige Rolle bei der Steuerung des Kohlenstoffkreislaufs. **PONDERFUL** und andere Daten zeigen, dass wir die Treibhausgasemissionen von Tümpeln und Tümpellandschaften so weit wie möglich reduzieren können, indem wir sicherstellen, dass sie so wenig wie möglich verschmutzt werden und gleichzeitig ihr Potenzial zur Speicherung von Kohlenstoff nutzen.
- **Regulierung von Gefahren (einschließlich Hochwasser und Hitzewellen).** Tümpel tragen seit langem zur Regulierung von Überschwemmungsgefahren bei, können aber auch dafür sorgen, dass das Wasser bei den immer häufiger auftretenden heißen und trockenen Wetterlagen länger in der Landschaft verbleibt. Tümpel und Tümpellandschaften können auch zur Abkühlung der Landschaft beitragen, insbesondere in städtischen Gebieten.
- **Regulierung von Süßwasserqualität und -quantität.** Tümpel werden häufig dazu verwendet, verschmutztes Wasser, das in andere Süßwasserlebensräume fließt, zu "säubern", indem das Wasser zurückgehalten und gereinigt wird, während es durch die Einzugsgebiete fließt. Wir geben praktische Ratschläge, um sicherzustellen, dass diese Reinigungsleistung nicht den grundlegenden biologischen Beitrag beeinträchtigt, der von naturbasierten Lösungen geleistet werden muss. Wir zeigen auch, wie die Anlage neuer Tümpel für sauberes Wasser, die vor Schadstoffquellen geschützt sind, ein schneller und einfacher Weg ist, um mehr sauberes Wasser in die Landschaft zu bringen, anstatt sich nur auf Tümpel zur Beseitigung von Verschmutzungen zu verlassen. Durch die Stärkung des Netzes von Süßwasserlebensräumen können Tümpel ihrerseits die Artenvielfalt an Land erhöhen, insbesondere in Trockengebieten. Neue Erkenntnisse aus den **PONDERFUL**-Projekten zeigen einfache Wege auf, dies durch eine Kombination von Tümpelbewirtschaftung, Restaurierung und Neuanlage zu erreichen.
- **Unterstützung der Bestäubung.** Tümpel unterstützen Populationen von Organismen, die Nutzpflanzen bestäuben. Die Bewirtschaftung oder Wiederherstellung zugewachsener und vernachlässigter Tümpel kann die Zahl der Bestäuber erheblich steigern, und landwirtschaftlich genutzte Landschaften sollten von dieser Leistung erheblich profitieren.
- **Lernen und Inspiration, menschliche Gesundheit und Wohlbefinden.** Tümpel sind dafür bekannt, dass sie das Bewusstsein der Menschen für die Natur inspirieren und ihr Wohlbefinden steigern. Das Handbuch bietet eine Anleitung zu praktischen Techniken für die Tümpelbewirtschaftung, -restaurierung und -gestaltung, die zur Unterstützung dieser gesundheitlichen und psychologischen Aspekte eingesetzt werden können, als Beiträge der Natur zum Menschen.
- **Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen.** Von zentraler Bedeutung für den Wert von Tümpeln ist ihre Bedeutung als Lebensraum und für die Erhaltung der Süßwasser-Biodiversität. Wir fassen die wichtigsten praktischen Maßnahmen zusammen, die erforderlich sind, um Tümpel und Tümpellandschaften zu schützen, zu bewirtschaften, zu restaurieren und anzulegen, um die Vorteile der Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen zu maximieren, die sie bieten.

Von zentraler Bedeutung für die Umsetzung aller Beiträge der Natur für den Menschen, die Tümpel und Tümpellandschaften leisten, sind die praktischen Methoden zum Schutz, zur Bewirtschaftung, zur Wiederherstellung und zur Schaffung von Tümpeln und Tümpellandschaften. In Kapitel 4 finden Sie ausführliche Informationen für Standortmanager über Maßnahmen, um dies zu erreichen. Dazu gehören Anleitungen zur Planung und Priorisierung von Tümpelprojekten und zur Risikobewertung der verschiedenen Optionen für das Management, die Wiederherstellung oder die Anlage von Tümpeln. Es gibt Ratschläge, wie sichergestellt werden kann, dass sich die Arbeit mit Tümpeln in die "Hierarchie der Schadensbegrenzung" einfügt, damit Schäden an Ökosystemen bei Infrastruktur- und anderen Bauprojekten so weit wie möglich vermieden werden. Wir fassen die Schlüsselkonzepte für ein effektives Tümpel- und Tümpellandschafts-Management zusammen, einschließlich des Verständnisses des Tümpelinzugsgebiets, der Bedeutung von "sauberem Wasser", der Rolle verschiedener Wasserquellen für Tümpel und wie dies die Erbringung verschiedener Beiträge der Natur für den Menschen beeinflusst. Außerdem gehen wir auf die praktische Frage der langfristigen Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften ein.

Wir beschreiben die praktischen Techniken sowie die Vor- und Nachteile von Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Neuanlage, einschließlich des Konzepts der Wiederbelebung so genannter "Geistertümpel".

Die Veränderung von Tümpeln und Tümpellandschaften durch Bewirtschaftung oder Renaturierung reicht von der häufigen Bewirtschaftung mit geringen Auswirkungen am einen Ende des Spektrums bis hin zur seltenen Renaturierung von Tümpeln mit starken Auswirkungen am anderen Ende des Spektrums. Die Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften ahmt oft natürliche Formen der Störung nach, die in der modernen Landschaft nicht mehr vorkommen dürfen. Im Gegensatz dazu ist die Renaturierung in der Regel mit einem hohen Maß an Störungen verbunden, wie z. B. dem Ausbaggern zur Entfernung von Sedimenten und Vegetation oder dem Entfernen von Bäumen und Sträuchern, einschließlich des Fällens großer Bäume.

Viele der Probleme, die das Potenzial bestehender Tümpel, einen Beitrag der Natur für den Menschen zu leisten, einschränken, haben mit der Verschmutzung zu tun, und wir beschreiben die Methoden, mit denen verhindert werden kann, dass die



Tümpel durch Landbewirtschaftungsmethoden verschmutzt werden. Jeder Eingriff, der für die Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften erforderlich ist, wird wahrscheinlich sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben. Wir geben daher auch detaillierte praktische Hinweise zur Risikobewertung von Arbeiten an Tümpeln und Tümpellandschaften.

Der Wert neuer Tümpel wird beschrieben, ebenso wie die Methode zur Anlage neuer Tümpel, die den Nutzen für die biologische Vielfalt und die Bereitstellung anderer Ökosystemleistungen optimieren. Das Anlegen neuer Tümpel simuliert uralte und natürliche Prozesse, die seit Millionen von Jahren ablaufen, und liefert auf die natürlichste Art und Weise die Beiträge der Natur für den Menschen. Neue Tümpel können an einem optimalen Ort angelegt werden, um diese Ökosystemleistungen zu erbringen, während bestehende Tümpel häufig durch ihre Lage und Umgebung eingeschränkt sind. Das Anlegen neuer, unverschmutzter Tümpel mit sauberem Wasser ist ein wichtiger Beitrag zur Schaffung von Süßwasserlebensräumen. Wir bieten eine detaillierte Anleitung zum Anlegen von Tümpeln, um sicherzustellen, dass die Nutzung neuer Tümpel als naturnahe Lösungen den größten Nutzen für die biologische Vielfalt bringt. Wir bieten detaillierte Anleitungen, wie man Quellen für sauberes Wasser für hochwertige Tümpel findet, wie man Tümpel vor Verschmutzung schützt und eine einfache praktische Checkliste für die Planungsphasen.

Wir stellen das Konzept der CLIMA-Tümpel vor, das von **PONDERFUL** entwickelt wurde. Dabei handelt es sich um Tümpel, die speziell zur Abschwächung der durch den Klimawandel verursachten Probleme konzipiert wurden. Dabei geht es um die drei Hauptprobleme, mit denen wir konfrontiert sind: den Verlust der biologischen Vielfalt, den Überschuss an Treibhausgasen in der Atmosphäre und die Erhaltung einer Vielzahl von Beiträgen der Natur für den Menschen und Ökosystemleistungen.

Um sicherzustellen, dass die Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen sowohl den Menschen als auch der Natur zugute kommt, ist ein Monitoring wichtig. Wir fassen die Überwachungsmethoden für Tümpel und Tümpellandschaften und die von ihnen erbrachten Ökosystemleistungen zusammen. Bei der Überwachung von Tümpeln geht es in der Regel um die Beurteilung des ökologischen Zustands. Dies ist von grundlegender Bedeutung, um sicherzustellen, dass sie ihre Rolle als naturnahe Lösungen in vollem Umfang erfüllen, und beinhaltet im Allgemeinen eine Kombination aus physikalisch-chemischen Methoden und biologischen Untersuchungen. Um die Wirksamkeit anderer Beiträge der Natur für den Menschen zu bewerten, müssen in der Regel Methoden angewandt werden, die breiter angelegt und nicht spezifisch für Tümpel sind (z. B. Abflussmodellierung und -überwachung zur Bewertung der Wirksamkeit des Hochwasserschutzes; Fragebogenerhebungen zur Bewertung des Ausmaßes, in dem Tümpel psychologische oder physische Vorteile für den Menschen bieten). Wir stellen fest, dass neue Methoden zur Bewertung der Beiträge der Natur für den Menschen noch entwickelt werden und empfehlen, dass Standortmanager und Praktiker mit Forschern zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass neue Methoden ihren Bedürfnissen entsprechen.

Wir legen besonderen Wert auf die Gestaltung von Tümpeln zum Schutz, zur Erhaltung und zur Wiederherstellung der biologischen Vielfalt angesichts des Klimawandels, denn es ist eine Grundvoraussetzung für alle naturnahen Lösungen, dass sie der Natur zugute kommen. Wir sind in der glücklichen Lage, dass es gute Belege dafür gibt, was einen Unterschied für die biologische Vielfalt macht und was nicht, was uns erlaubt, mit Zuversicht vorauszusagen, wie Tümpel und Tümpellandschaften gestaltet werden können, die wirklich sowohl den Menschen als auch der Natur zugutekommen.

In Kapitel 5 finden Sie einen kurzen Abschnitt über die Finanzierung und Förderung von Tümpelanlagen. Die Beschaffung von Finanzmitteln für Tümpel kann eine Herausforderung sein, da ihre Rolle und ihr Wert bisher nicht ausreichend gewürdigt wurden. Mit dem wachsenden Verständnis für die Bedeutung von Tümpeln und Tümpellandschaften - und der Dringlichkeit der Süßwasser- und Klimakrise - erwarten wir jedoch, dass sich diese "Ressourcenknappheit" allmählich lockern könnte. Zu den wichtigsten Triebkräften in der lokalen, nationalen und internationalen Politik, die den Wert von Tümpeln hervorheben, gehören das kürzlich verabschiedete EU-Gesetz zur Wiederherstellung der Natur und die Entschließung des Übereinkommens über Feuchtgebiete über die Erhaltung und Bewirtschaftung von kleinen Feuchtgebieten.

Kapitel 6 enthält Erfolgsgeschichten von **PONDERFUL**-Demonstrationsstandorten. Diese Fallstudien zeigen, auf welch vielfältige Weise Tümpel und Tümpellandschaften einen Beitrag der Natur für den Menschen leisten.



Vorwort



In allen Teilen der Welt waren Menschen und Wildtiere schon immer auf Feuchtgebiete angewiesen. Jetzt, da der Klimawandel unser tägliches Leben und unsere natürlichen Landschaften verändert, sind diese Süßwassergebiete noch wichtiger für die biologische Vielfalt und die menschliche Gesundheit geworden.

Tümpel - kleine, aber bemerkenswert wichtige Süßwasserfeuchtgebiete - sind Hotspots der biologischen Vielfalt und beherbergen eine reiche Vielfalt von Pflanzen und Tieren. Während eines kürzlichen Besuchs im Vereinigten Königreich Anfang 2024 erfuhr ich, wie Tümpel, die in landwirtschaftlich genutzten Landschaften verschwunden waren, wiederhergestellt wurden und dabei überraschend verschwundenen geglaubte Pflanzen- und Insektenarten zurückkehrten. Diese kleinen, aber lebenswichtigen Ökosysteme bieten uns auch eine Vielzahl von Ökosystemleistungen: von der Filterung von Schadstoffen bis zum Schutz vor Überschwemmungen, und sie spielen eine zentrale Rolle für unser Wohlbefinden.

Leider sind Tümpel, wie viele kleine Feuchtgebiete, durch Verschmutzung und veränderte Landnutzung bedroht. Der Klimawandel setzt diese Lebensräume weiter unter Druck, während gleichzeitig unser Bedarf an qualitativ hochwertigen, sauberen Süßgewässern steigt. Die jüngste Anerkennung ihrer Bedeutung durch das Übereinkommen über Feuchtgebiete mit der Verabschiedung der Entschließung XIII.21: Erhaltung und Bewirtschaftung kleiner Feuchtgebiete ist daher ein wichtiger Schritt zum Schutz und zur sinnvollen Bewirtschaftung dieser lebenswichtigen Systeme.

Tümpel gibt es in allen Ländern unseres "blauen Planeten", und ihre Wiederherstellung sollte eine Priorität für Regierungen und andere Interessengruppen sein. Um die künftige Gesundheit unserer Tümpel und Feuchtgebiete zu gewährleisten, müssen auch die Landbesitzer wissen, wie sie Tümpel und Tümpellandschaften von hoher Qualität wiederherstellen, verwalten und anlegen können. Dieses Wissen und die Zusammenarbeit werden für unsere gemeinsamen Anstrengungen zur Anpassung an den Klimawandel von entscheidender Bedeutung sein.

Wenn wir gemeinsam an der Wiederherstellung, Bewirtschaftung und Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften arbeiten, können wir weiterhin von den enormen Vorteilen dieser kleinen, aber mächtigen Ökosysteme profitieren.

Dr. Musonda Mumba, Generalsekretär des Übereinkommens über Feuchtgebiete



Es gibt kaum einen Tag ohne Nachrichten über extreme Wetterereignisse, Hitzewellen oder Erdbeben. Wir stehen vor einem planetarischen Notfall, der durch die gegenseitige Abhängigkeit von Klimawandel und Verlust der biologischen Vielfalt verursacht wird. Wir müssen dringend die Umsetzung technologischer UND naturbasierter UND gesellschaftlicher Lösungen beschleunigen. Dies erfordert interdisziplinäre Teams und Wissen. Wir müssen die fruchtbare Zusammenarbeit fortsetzen und ausbauen und die Umsetzung naturbasierter Lösungen im kleinen wie im großen Maßstab in ländlichen und städtischen Gebieten fördern und gleichzeitig unser Wissen weiter ausbauen.

Derzeit befinden wir uns jedoch immer noch in einem Teufelskreis, in dem die Emissionsziele immer noch zu schwach sind, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen, und der zunehmende Verlust an biologischer Vielfalt und die Verarmung der Ökosysteme deren Klimakapazität schwächt. Wir können dies ändern, indem wir unsere Klimaschutz- und Biodiversitätsziele aufeinander abstimmen und verstärken. So können wir einen positiven Kreislauf in Gang setzen, in dem eine starke Emissionsreduzierung dazu beiträgt, die Klimaauswirkungen auf die Ökosysteme zu verringern, die ihrerseits die wesentlichen Dienstleistungen erbringen, von denen Gesellschaften und Volkswirtschaften abhängen. Gleichzeitig müssen wir den übermäßigen Druck des Menschen auf unsere Ökosysteme und die biologische Vielfalt beenden, damit sie und wir die Auswirkungen des Klimawandels besser bewältigen können.

Die Begrenzung der globalen Erwärmung, um ein bewohnbares Klima zu gewährleisten, und der Schutz der biologischen Vielfalt sind Ziele, die sich gegenseitig unterstützen und deren Verwirklichung für eine nachhaltige und gerechte Versorgung der Menschen mit Vorteilen unerlässlich ist. Klima, Biodiversität und menschliche Gesellschaft als gekoppelte Systeme zu behandeln, ist der Schlüssel zu erfolgreichen Ergebnissen politischer Interventionen.

Das Projekt **PONDERFUL** hat gezeigt, wie Tümpel und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen soziale, wirtschaftliche und ökologische Herausforderungen angehen können. Dieses benutzerfreundliche Handbuch für alle, die sich mit dem Schutz, der Bewirtschaftung, der Wiederherstellung oder der Anlage von Tümpeln befassen, soll dazu anregen, Tümpel anzulegen, wiederherzustellen und zu schützen.



Die praktischen Überlegungen zur Umsetzung naturnaher Lösungen sind zeitgemäß und höchst relevant. Als politischer Entscheidungsträger kann ich die Kurzanleitung zur Nutzung von Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen wärmstens empfehlen.

Wir wissen, was getan werden muss, wir haben das Wissen, wir haben die Mittel, wir haben das Engagement, das auf höchster politischer Ebene zum Ausdruck kommt. Meiner Meinung nach ist die größte Herausforderung die Zeit. Die Frage ist nicht mehr, was und wie. Die Frage ist, ob es uns gelingen wird, in der kurzen Zeit, die uns zur Verfügung steht, das zu tun, was getan werden muss.

Wir haben immer noch die Wahl, ob wir unseren Kindern und Enkeln durch die Fortsetzung nicht nachhaltiger Entwicklungs-, Konsum- und Produktionsmuster die Zukunft stehlen oder ob wir die Zukunft für sie durch Schutz, Erhaltung, Wiederherstellung, nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung von Ökosystemen durch eine gerechte und dekarbonisierte Wirtschaft, in der Mensch und Natur im Mittelpunkt stehen, heilen werden. Als Mutter und Großmutter ist aus meiner Sicht nur die zweite Option akzeptabel.

Karin Zaunberger, Referentin für internationale Beziehungen, Europäische Kommission, GD Umwelt

Für wen die Beratung gedacht ist

Dieser Leitfaden richtet sich an Personen, die an der Planung, Gestaltung und Umsetzung praktischer Projekte beteiligt sind, die Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Bewältigung sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Herausforderungen nutzen. Für politische Entscheidungsträger und Gesetzgeber bietet das **Dokument Ponderful Policy Guidance** einen schnellen Leitfaden für die Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen. Wenn Sie detaillierte wissenschaftliche Informationen über die Rolle und den Einsatz von Tümpeln und Tümpellandschaften benötigen, werfen Sie einen Blick auf die Referenzen und weiterführende Literatur am Ende des Dokuments. Für technischere Einführungen in die Ökologie von Tümpeln, lesen Sie 'Ponds, Pools and Puddles' (Englisch) und 'Mares et Étangs: Ecologie, conservation, gestion, valorisation' (Französisch).

WAS SIE IN DIESEM LEITFADEN FINDEN UND WAS SIE NICHT FINDEN WERDEN.

Der Leitfaden bietet eine Einführung in die Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen zur Bewältigung von sieben gesellschaftlichen Herausforderungen, die von der IUCN identifiziert wurden: Anpassung an den Klimawandel und Schadensbegrenzung, Verringerung des Katastrophenrisikos, Umweltzerstörung und Verlust der biologischen Vielfalt, menschliche Gesundheit, sozioökonomische Entwicklung, Ernährungssicherheit und Wassersicherheit.

GLIEDERUNG DES DOKUMENTS.

Der Text ist in fünf Hauptkapitel gegliedert:

- Überblick über die Problematik und Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen
- Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen: eine ausführliche Einführung
- Praktische Techniken für die Verwaltung, Wiederherstellung und Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen
- Kosten und praktische Zwänge
- Erfolgsgeschichten: Beispiele für den Einsatz von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen.

WIE MAN DAS DOKUMENT LIEST.

Wir empfehlen den Lesern, zunächst die Zusammenfassung zu lesen, um sich einen schnellen Überblick über den Kontext zu verschaffen, gefolgt von Kapitel 2. Wir schlagen dann vor, in Kapitel 6 Erfolgsgeschichten auszuwählen, die Ihren Interessen entsprechen, und schließlich die detaillierten Anleitungen in den Kapiteln 3, 4 und 5 zu lesen.

Um schnell herauszufinden, wie Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen genutzt werden können, finden Sie im gesamten Handbuch **Tipps zu bewährten Praktiken**.





INHALT

1. Einleitung - der schauplatz	15
1.1 Was sind naturbasierte lösungen?	15
1.2 Was sind ökosystemleistungen und der beitrag der natur für den menschen?	16
1.3 Für wen ist dieses technische handbuch gedacht und wie sollte es verwendet werden?	19
2. Tümpel und tümpellandschaften - ein überblick	23
2.1 Was ist ein tümpel?	23
2.2 Was sind tümpellandschaften?	23
2.3 Bedrohungen für tümpel und tümpellandschaften	24
2.4 Bewirtschaftung, restaurierung und anlage von tümpeln	27
3. Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen	29
3.1 Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen (ISARA, 1 Seite)	29
3.2 Tümpel und Tümpellandschaften als Anbieter von Ökosystemleistungen und Beiträge der Natur für den Menschen: Überblick	32
3.3 Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für die Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung (HESSO 2 SEITEN)	33
3.4 Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Schaffung und Pflege von Lebensräumen	36
3.5 Beste Strategien und Tipps zur Verbesserung der Ökosystemleistungen und der Beiträge der Natur für den Menschen durch Tümpel	41
4. Praktische Techniken zur Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften zur Anpassung an den Klimawandel	53
4.1 Die Grundsätze der Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Gestaltung von Tümpeln und Tümpellandschaften	53
4.2 Bewertung und Überwachung von Tümpeln und Tümpellandschaften	72
4.3 Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Tümpeln und Tümpellandschaften	79
4.4 Tümpel und Tümpellandschaften anlegen	86
4.5 Praktische Überlegungen zur Vorbereitung von Tümpelwirtschaft, -sanierung und -anlage	93
4.6 Tümpelgestaltung für Tümpel und Tümpellandschaften: mit CLIMA-ponds (AMPHI)	93
5. Kosten und praktische Zwänge: Finanzierung und Förderung von Tümpellandschaftsprojekten	99
5.1 Praktische Herausforderungen und Kosten der Umsetzung von Tümpeln	99
5.2 Förderung von naturnahen Lösungen für Tümpel und Tümpellandschaften	103
6. Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen: Erfolgsgeschichten aus den PONDERFUL DEMO-Standorten	105
6.1 Tümpellandschaften für die biologische Vielfalt	106
6.2 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Verringerung des Hochwasserrisikos	112
6.3 Tümpellandschaften als Klärungssysteme	114
6.4 Tümpellandschaften mit einer optimierten Kohlenstoffbilanz	115
6.5 Tümpellandschaften für die Nahrungsmittelproduktion	116
6.6 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für Tourismus und Gesundheit	117
6.7 Tümpellandschaften für die Bildung	119
6.8 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Unterstützung von Identitäten	121
6.9 Landnutzungsmanagement in der Tümpellandschaft als naturnahe Lösung zur Verbesserung der Lebensraumqualität	122
6.10 Eine Tümpellandschaft unter Schutz stellen	124
6.11 Multifunktionalität auf der Ebene der Tümpellandschaft	125
7. Weiterführende Literatur und praktische Ressourcen	127
8. Hinweis	131





1. Einleitung - Die Ausgangslage

PONDERFUL (POND Ecosystems for Resilient Future Landscapes in a changing climate) war ein Projekt des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizont 2020. Es untersuchte, wie Tümpel und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen für die Anpassung an den Klimawandel und für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen und Beiträgen der Natur für den Menschen (einschließlich der Erhaltung der biologischen Vielfalt) genutzt werden können. Tümpel sind kleine stehende Gewässer mit einer Fläche von bis zu 5 Hektar, die dauerhaft oder saisonal sein können und auf natürliche oder vom Menschen geschaffene Weise entstanden sind. Eine Tümpellandschaft ist ein über die Landschaft verteiltes Netz von Tümpeln, das Lebensräume für Süßwasserbiota und vielfältige Ökosystemleistungen für den Menschen bietet.

Die im englischen Original verwendete Bezeichnung ‚pond‘ wird hier durch ‚Tümpel‘ übersetzt, um die in Deutschland häufigen natürlichen Kleingewässer, z.B. Feldsölle, zu benennen. Für künstliche und/oder ablassbare Kleingewässer (z.B. Fischteiche) ist das Handbuch aber ebenfalls anwendbar. Das Projekt **PONDERFUL** lief von 2020 bis 2024 und wurde durch das Programm Horizont 2020 der Europäischen Union unter dem Thema "Wechselbeziehungen zwischen Klimawandel, Biodiversität und Ökosystemleistungen" finanziert.

Tümpel sind die zahlreichste Art von Gewässern auf der Erde und machen etwa 30 % der gesamten stehenden Wasserfläche aus. In Europa leben rund 70 % der Süßwasserarten in Tümpeln. Sie beherbergen auch einen größeren Anteil an seltenen, endemischen und bedrohten Arten als Seen oder Flüsse. Trotzdem wurden Tümpel traditionell unterbewertet.

Unter der Leitung der Universität Vic (Spanien) lieferte **PONDERFUL** neue Daten und Anleitungen für eine stärkere und bessere Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für die Herausforderungen der Gesellschaft.



1.1 WAS SIND NATURBASIERTE LÖSUNGEN?

Im Mittelpunkt dieses Handbuchs steht die Frage, wie Tümpel und Tümpellandschaften geschützt, bewirtschaftet, wiederhergestellt und angelegt werden können, um naturnahe Lösungen zu bieten, die dazu beitragen, die Auswirkungen des globalen Wandels zu verringern. Aber was bedeutet das? Einfach ausgedrückt sind naturnahe Lösungen Maßnahmen, die ergriffen werden, um einige der gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen. Sie nutzen die natürlichen Funktionen gesunder Ökosysteme, um die Umwelt zu schützen und wirtschaftliche und soziale Vorteile zu schaffen. Diese reichen von Umweltproblemen wie dem Klimawandel und dem Verlust der biologischen Vielfalt bis hin zur Lebensmittel- und Wassersicherheit, der menschlichen Gesundheit und dem Wohlergehen der Menschen. In diesem Leitfaden werden die Definitionen der IUCN, der EU und der Vereinten Nationen miteinander verknüpft, indem naturbasierte Lösungen als Maßnahmen betrachtet werden, die sowohl für die biologische Vielfalt als auch für das menschliche Wohlergehen von Nutzen sein müssen.

- Vereinte Nationen: Naturbasierte Lösungen sind: Maßnahmen zum Schutz, zur Erhaltung, zur Wiederherstellung, zur nachhaltigen Nutzung und zur Bewirtschaftung natürlicher oder veränderter Land-, Süßwasser-, Küsten- und Meeresökosysteme, mit denen soziale, wirtschaftliche und ökologische Herausforderungen wirksam und anpassungsfähig angegangen werden können und die gleichzeitig dem menschlichen Wohlbefinden, den Ökosystemleistungen und der Widerstandsfähigkeit sowie der biologischen Vielfalt zugutekommen.¹
- Europäische Kommission: Naturbasierte Lösungen sind: Lösungen, die von der Natur inspiriert sind und von ihr unterstützt werden, die kosteneffizient sind, gleichzeitig ökologische, soziale und wirtschaftliche Vorteile bieten und zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit beitragen. Solche Lösungen bringen durch lokal angepasste, ressourceneffiziente und systemische Interventionen mehr und vielfältigere Natur und natürliche Merkmale und Prozesse in Städte, Landschaften und Meeresgebiete.^[1]



- IUCN: Naturbasierte Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen durch Maßnahmen zum Schutz, zur nachhaltigen Bewirtschaftung und zur Wiederherstellung natürlicher und veränderter Ökosysteme, die gleichzeitig Mensch und Natur zugutekommen.

In diesem Leitfaden verwenden wir diese Definitionen der von naturbasierten Lösungen erbrachten Leistungen synonym mit den von der Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) definierten "Nature's Contributions to People".

Natürlich kann ein einzelner Tümpel nicht alle Herausforderungen der Gesellschaft bewältigen. Ein Netzwerk von Tümpeln - oder eine "Tümpellandschaft" - kann jedoch vielfältige Vorteile bieten. In diesem Handbuch konzentrieren wir uns auf Tümpel im Landschaftsmaßstab - die Tümpellandschaft - und führen Sie durch die Festlegung klarer und realistischer Ziele für jeden einzelnen Tümpel in dieser Tümpellandschaft.

Dieses Handbuch zeigt, wie Sie durch den Schutz, die Bewirtschaftung, die Wiederherstellung und die Anlage von Tümpeln naturnahe Lösungen anbieten können und wie Sie mit Hilfe von Tümpeln einen Beitrag der Natur für den Menschen leisten können. In den Kapiteln 2 und 3 werfen wir einen detaillierten Blick darauf, wie Tümpel uns bei der Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen helfen können. Kapitel 4 beschreibt im Detail praktische Methoden für die Arbeit mit Tümpeln und Tümpellandschaften, um Ökosystemleistungen und Beiträge der Natur für den Menschen zu erbringen. Kapitel 5 gibt einen kurzen Überblick über Politik- und Finanzierungsfragen, die sich auf die Nutzung von Tümpeln als naturbasierte Lösungen auswirken, und in Kapitel 6 finden Sie Erfolgsgeschichten über die Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen.

Box 1. Gesellschaftliche Herausforderungen, naturbasierte Lösungen, Ökosystemleistungen und der Beitrag der Natur für den Menschen

Die enorme Dringlichkeit der Biodiversitäts- und Klimakrise hat einen oft verwirrenden Fachjargon hervorgebracht, mit dem Fachleute die Vorteile und "Dienstleistungen" beschreiben, die wir von der Natur erhalten. In diesem Handbuch haben wir diese Terminologie so korrekt wie möglich verwendet und sie gleichzeitig für Praktiker zugänglich gemacht.

KURZ GEFASST:

Gesellschaftliche Herausforderungen sind die Bedrohungen, mit denen wir alle konfrontiert sind (Dürre, Nahrungsmittelmangel, Wassermangel, Verlust der biologischen Vielfalt); wir verwenden eine Definition der IUCN, um diese Herausforderungen zu definieren. Viele dieser Bedrohungen können mit naturbasierten Lösungen verringert und kontrolliert werden. Dabei handelt es sich um praktische Techniken, die auf Lebensräumen und Arten basieren und die wesentlichen Eigenschaften von Ökosystemen nutzen, um gesellschaftliche Herausforderungen zu bewältigen und sowohl den Menschen als auch der Natur zu helfen (wir verwenden die Definition der IUCN und berücksichtigen auch die Definitionen der EU und der UN für naturbasierte Lösungen, die ähnlich sind). Beispiele für naturbasierte Lösungen sind das Anlegen neuer Tümpel oder die Renaturierung von Flüssen zur Verringerung von Überschwemmungen.

1.2 WAS SIND ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN UND DER BEITRAG DER NATUR FÜR DEN MENSCHEN?

Ökosystemleistungen sind die vielen Vorteile, die die natürliche Umwelt für den Menschen bereitstellt, und können in versorgende, regulierende, unterstützende und kulturelle Leistungen unterteilt werden (siehe Abbildung 1). Einige sind direkte Beiträge, wie Wasser, saubere Luft, Nahrungsmittel und Rohstoffe. Andere bieten indirekte Vorteile für den Menschen, wie körperliche und geistige Gesundheit, Tourismus, Wissen und Lernen. Zu den von Tümpeln erbrachten Ökosystemleistungen gehören auch Umweltleistungen wie gesunde Böden und Lebensräume für Wildtiere.

Diese Vorteile werden wahrscheinlich zunehmend als "Beiträge der Natur zum Menschen" bezeichnet, ein Begriff, der von IPBES eingeführt wurde. Dazu gehören sowohl die positiven als auch die negativen Auswirkungen der Natur auf die Lebensqualität der Menschen. Die positiven Beiträge ähneln denen, die als Ökosystemleistungen beschrieben werden, während zu den negativen Beiträgen auch die Übertragung von Krankheiten oder Raubtiere gehören können, die den Menschen oder ihr Vermögen schädigen. In diesem Leitfaden haben wir in erster Linie die IPBES-Terminologie verwendet, aber gelegentlich auch auf "Ökosystemleistungen" verwiesen, um dem Leser das Verständnis des Kontextes zu erleichtern.

Die Beiträge der Natur für den Menschen werden nicht von der Natur allein erzeugt, sondern durch eine Reihe von sozial-ökologischen Funktionen und Interaktionen. Naturbasierte Lösungen sind Teil oder erleichtern viele oder alle Phasen dieses Koproduktionsprozesses, um die Versorgung der Menschen mit den Beiträgen der Natur zu sichern. In diesem Handbuch



haben wir uns auf 11 Beiträge der Natur für den Menschen konzentriert, die für Tümpel und Tümpellandschaften am relevantesten sind: Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen, Bestäubung, Regulierung der Süßwasserqualität, Regulierung der Süßwassermenge, Regulierung von Gefahren und Extremereignissen, Regulierung des Klimas, physische und psychologische Erfahrungen, Lernen und Inspiration, Unterstützung von Identitäten, Erhaltung von Optionen sowie Nahrung und Futter.

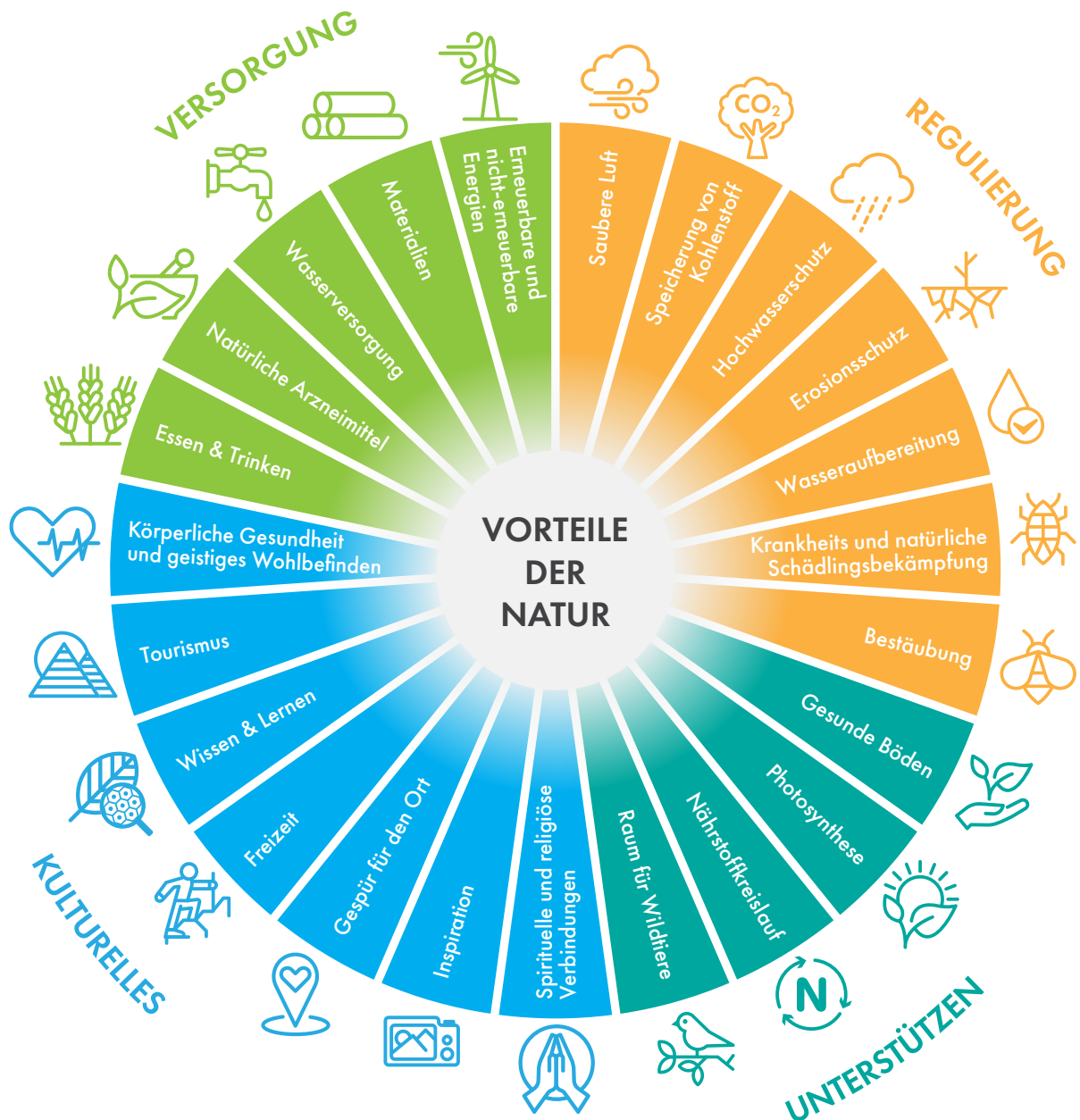


Abb. 1 - Ökosystemleistungen sind der Nutzen, den die Menschen aus gesunden Ökosystemen, einschließlich Tümpeln und Tümpellandschaften, ziehen.



Tabelle 1 - Der Beitrag der Natur für den Menschen durch Tümpel und Tümpellandschaften



REGULIERUNG VON GEFAHREN UND EXTREMEREIGNISSEN

Definition: Verringerung der Auswirkungen von Überschwemmungen, Wind, Stürmen, Wirbelstürmen, Hitzewellen, Tsunamis, hohen Lärmpegeln und Bränden auf den Menschen oder seine Infrastruktur durch Ökosysteme..

Beitrag: Tümpel und Tümpellandschaften können zur Regulierung von Überschwemmungsgefahren, zur Speicherung von Wasser in der Landschaft bei Trockenheit und zur Kühlung bei hohen Temperaturen (insbesondere in Städten) eingesetzt werden.



REGULIERUNG DER SÜSSWASSERMENGE

Definition: Regulierung der Menge, des Ortes und des Zeitpunkts des Abflusses von Oberflächen- und Grundwasser durch Ökosysteme, die zum Trinken, zur Bewässerung, zum Transport, zur Stromerzeugung aus Wasserkraft und zur Unterstützung von immateriellen Leistungen genutzt werden.

Beitrag: Tümpel speichern Wasser und sind daher wertvoll für das Abflussmanagement und den natürlichen Hochwasserschutz.



REGULIERUNG DER SÜSSWASSERQUALITÄT

Definition: Regulierung der Qualität des direkt oder indirekt genutzten Wassers durch Filtration von Partikeln, Krankheitserregern, überschüssigen Nährstoffen und anderen Chemikalien durch Ökosysteme oder bestimmte Organismen.

Beitrag: Jeder Tümpel hat ein Klärungspotenzial, das mit der Größe und Tiefe zunimmt. Daher kann die kumulative Wirkung vieler Tümpel bedeuten, dass eine große Tümpellandschaft mit hoher Tümpeldichte ein erhebliches Potenzial zur Wasserreinigung hat.



REGULIERUNG DES KLIMAS

Definition: Klimaregulierung durch Ökosysteme (einschließlich Regulierung der globalen Erwärmung) durch positive oder negative Auswirkungen auf die Emission von Treibhausgasen (z. B. biologische Kohlenstoffbindung, Methanemissionen aus Feuchtgebieten).

Beitrag: Tümpel und Tümpellandschaften spielen eine wesentliche Rolle bei der Speicherung von Kohlenstoff und der Regulierung von Treibhausgasen; die Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften ist für das Management des Kohlenstoffkreislaufs von wesentlicher Bedeutung.



LEBENSMITTEL UND FUTTERMITTEL

Definition: Erzeugung von Lebensmitteln aus wilden, bewirtschafteten oder domestizierten Organismen, wie Fisch, Rindfleisch, Milchprodukte, essbare Pflanzen, Wildpflanzen, Pilze und Honig.

Beitrag: Die Wasserspeicherung zur Unterstützung von Wild- und Haustieren sowie von Nutzpflanzen ist wahrscheinlich eine der ältesten naturbasierten Lösungen, die mit Tümpeln in Agrarlandschaften verbunden sind.



BESTÄUBUNG

Definition: Erleichterung des Pollenflugs zwischen den Blüten und der Verbreitung von Samen, Larven oder Sporen von für den Menschen nützlichen oder schädlichen Organismen durch Tiere.

Beitrag: Eine große Anzahl von Bestäubern um und in der Nähe von Tümpeln und in Tümpellandschaften erleichtert die Bestäubung.



PHYSISCHE UND PSYCHOLOGISCHE ERFAHRUNGEN

Definition: Durch Landschaften, Meereslandschaften, Lebensräume oder Organismen geschaffene Möglichkeiten für physisch und psychisch wohltuende Aktivitäten, Heilung, Entspannung, Erholung, Freizeit und Tourismus sowie ästhetischen Genuss auf der Grundlage eines engen Kontakts mit der Natur.

Beitrag: Tümpel bieten eine Reihe von Erlebnissen, darunter den Kontakt mit Wasser (z. B. Schwimmen) und Natur (Tourismus und Freizeit).





LERNEN UND INSPIRATION

Definition: Bereitstellung - durch Landschaften, Meereslandschaften, Lebensräume oder Organismen - von Möglichkeiten für die Entwicklung der Fähigkeiten, die es dem Menschen ermöglichen, durch Bildung und Wissen zu Wohlstand zu gelangen.

Beitrag: Tümpel und Tümpellandschaften sind wichtige Ressourcen, um etwas über die natürliche Welt zu lernen und sich von ihr inspirieren zu lassen.



UNTERSTÜTZENDE IDENTITÄTEN

Definition: Landschaften, Meereslandschaften, Lebensräume oder Organismen, die die Grundlage für religiöse, spirituelle und soziale Kohäsionserfahrungen bilden.

Beitrag: Tümpel fördern den sozialen Zusammenhalt (z. B. Kröten auf Straßen, UK), die regionale Identität (z. B. Fischteiche, CZ) und "Fêtes des Mares", bei denen Tümpel gefeiert werden (FR).



SCHAFFUNG UND PFLEGE VON LEBENSÄUMEN

Definition: Die Entstehung und fortgesetzte Erzeugung von ökologischen Bedingungen durch Ökosysteme oder Organismen in ihnen, die für Lebewesen von direkter oder indirekter Bedeutung für den Menschen notwendig oder günstig sind.

Beitrag: Tümpel leisten einen wesentlichen Beitrag zur Süßwasser- und Landbiodiversität auf der Ebene der Wasserkörper und der gesamten Landschaft.



BEIBEHALTUNG DER OPTIONEN

Definition: Fähigkeit von Ökosystemen, Lebensräumen, Arten oder Genotypen, sich Optionen offen zu halten, um eine gute Lebensqualität zu gewährleisten.

Beitrag: Durch die Erhaltung der biologischen Vielfalt können Tümpel und Tümpellandschaften eine wichtige Rolle bei der Erhaltung von Optionen für die künftige Bewirtschaftung der Umwelt spielen.

1.3 FÜR WEN IST DIESES TECHNISCHE HANDBUCH GEDACHT UND WIE SOLLTE ES VERWENDET WERDEN?

Dieses technische Handbuch richtet sich an alle, die sich mit dem Schutz, der Bewirtschaftung, der Sanierung oder der Anlage von Tümpeln befassen:

- Grundeigentümer
- Land-, Wasser- und Biodiversitätsmanager
- Ingenieure und Landschaftsarchitekten, die sich mit Wasserwirtschaft beschäftigen
- NROs und Organisationen der Zivilgesellschaft
- Politische Entscheidungsträger und Gesetzgeber
- Unternehmen, die in die natürliche Umwelt investieren
- Erziehende, Lehrende, Studierende und Forschende
- Lokale, regionale und nationale Regierungen.

In diesem Buch geben wir das Wissen des gesamten **PONDERFUL**-Konsortiums weiter, um allen, die Tümpel und Tümpellandschaften zum Nutzen der biologischen Vielfalt und der Menschen schützen, verwalten, wiederherstellen oder anlegen wollen, einen Leitfaden an die Hand zu geben. Dieses Handbuch basiert auf den neuesten Erkenntnissen und enthält Ergebnisse aus der innovativen Forschung, die im Rahmen des **PONDERFUL**-Projekts durchgeführt wurde, sowie die umfangreichen Erfahrungen des **PONDERFUL**-Teams, das seit über 30 Jahren mit Tümpeln arbeitet. Im gesamten Handbuch haben wir uns bemüht, sicherzustellen, dass alle Ratschläge wissenschaftlich fundiert und auf dem neuesten Stand sind, indem wir die zahlreichen neuen Daten nutzen, die durch **PONDERFUL** gewonnen wurden. Das Handbuch berücksichtigt die wachsende Anerkennung der entscheidenden Rolle von Tümpeln und Tümpellandschaften bei der Bereitstellung von Ökosystemleistungen, den Beiträgen der Natur für den Menschen und nicht zuletzt bei der Bewältigung der Krise der Süßwasser-Biodiversität.

Wir helfen Ihnen, die Ziele für den Schutz, die Bewirtschaftung, die Wiederherstellung und/oder die Schaffung Ihres Tümpels oder Ihrer Tümpellandschaft zu bestimmen. Darüber hinaus legen wir die wichtigsten Grundsätze für die Gestaltung und das



Management eines Tümpels oder eines Netzwerks von Tümpeln - bekannt als "Tümpellandschaft" - dar. Wichtig ist, dass wir Beispiele aus den **PONDERFUL**-Demonstrationsgebieten aufgenommen haben - ein vielfältiges Spektrum an Tümpellandschaften in ganz Europa, mit zusätzlichen Beispielen aus dem Nahen Osten und Südamerika.

Wir hoffen, dass dieses technische Handbuch Sie inspiriert, Tümpel und Tümpellandschaften von hoher Qualität für die biologische Vielfalt und die Menschen zu schützen, zu verwalten, wiederherzustellen und zu schaffen.



© Ross Birnie







2. Tümpel und Tümpellandschaften - ein Überblick

Es besteht inzwischen ein breiter Konsens darüber, dass Tümpel und andere kleine Gewässer ein wichtiger, aber empfindlicher Teil der Süßwasserlandschaft sind und dass ihr Schutz und ihre Bewirtschaftung vollständig in den bestehenden Rechtsrahmen integriert werden müssen. Ein Hauptziel des **PONDERFUL**-Projekts war es, die Bedeutung dieser kleinen Ökosysteme in gleicher Weise wie die von Flüssen und Seen anzuerkennen.

Die Bedeutung von Tümpeln für die biologische Vielfalt und die Ökosystemleistungen wurde lange Zeit unterschätzt, und sie wurden von Wissenschaftlern und politischen Entscheidungsträgern weitgehend ignoriert. Trotz ihrer geringen Größe spielen Tümpel jedoch eine entscheidende Rolle bei der Förderung der biologischen Vielfalt und bei der Bereitstellung vieler anderer Ökosystemleistungen. Wir gehen davon aus, dass dieses Handbuch dazu beitragen wird, die Einführung von Tümpeln als gängige Umweltlösung zu beschleunigen.

2.1 WAS IST EIN TÜMPEL?

In diesem Handbuch stellen wir Ihnen eine Vielzahl von Gewässern vor, die als Tümpel eingestuft werden. Sie reichen von Wasserkörpern, die als blauer Raum für Erholung oder Bildung angelegt wurden, über die Bereitstellung von Wasser für viele verschiedene Zwecke (u. a. Verringerung des Hochwasserrisikos, Verschmutzungskontrolle, Fischzucht) bis hin zu natürlichen Tümpeln in der Landschaft an Orten, die selten von Menschen besucht werden, aber reich an biologischer Vielfalt sind.

In diesem technischen Handbuch werden Tümpel definiert als:

Kleine stehende Gewässer mit einer Fläche von 1 m² bis 5 ha, die dauerhaft oder vorübergehend, von Menschenhand geschaffen oder natürlich entstanden sein können. ^[2, 3]

Diese Definition umfasst semi-permanente und temporäre Tümpel. Diese in ganz Europa verbreiteten, aber vor allem im Süden bekannten Tümpeltypen trocknen im Sommer oft aus, können aber auch spezialisierte Tümpelgemeinschaften beherbergen, darunter viele seltene und bedrohte Arten. In unserer Definition schließen wir auch Tümpel mit Brackwasser ein. Tümpel sind in der Regel flach (bis zu 5 m tief), gelegentlich kommen aber auch tiefere Exemplare vor.

2.2 WAS SIND TÜMPELLANDSCHAFTEN?

Eine Tümpellandschaft ist eine Gruppe von Tümpeln, oft von unterschiedlicher Größe, Form und Tiefe, die über die Landschaft verteilt sind und ein Netzwerk bilden, das mehr Arten Lebensraum bietet als ein einzelnes Gewässer gleicher Größe und mehrere Ökosystemleistungen für den Menschen. Die Tümpellandschaft kann aus einer Handvoll bis zu Hunderten von Tümpeln bestehen. Biologisch gesehen bilden die Tümpel ein Lebensraumnetzwerk, auch wenn sie nicht physisch miteinander verbunden sind, da Süßwasserpflanzen und -tiere daran angepasst sind, sich zwischen ihnen auszubreiten.

Die Tümpel sind auch Teil des Netzes anderer Süßgewässer in der Landschaft, wie Bäche, Flüsse und Feuchtgebiete: Obwohl einige Süßwasserarten von einem bestimmten Gewässertyp abhängen, können viele von ihnen in allen diesen Lebensräumen leben. Dieses Netz ist nicht nur für die biologische Vielfalt und die Erhaltung von Artenpopulationen von entscheidender Bedeutung, sondern auch für die Erbringung einer Vielzahl von Ökosystemleistungen in der Landschaft. Tümpellandschaften umfassen sowohl die aquatischen Lebensräume, aus denen die Tümpel selbst bestehen, als auch die terrestrischen Lebensräume, in denen sich diese Gewässer befinden.

Wenn man über Tümpel als naturnahe Lösungen nachdenkt, die sowohl der biologischen Vielfalt als auch dem menschlichen Wohlbefinden zugutekommen, ist es wichtig, die gesamte Tümpellandschaft zu berücksichtigen. Das bedeutet zum Beispiel, dass Sie einige Tümpel als Freizeitziele für Menschen oder zum Abfangen von Verschmutzungen gestalten oder bewirtschaften könnten und sie daher für empfindliche Pflanzen und Tiere zu sehr gestört oder verschmutzt sind, während Sie andere Tümpel ausschließlich für die biologische Vielfalt ausweisen.



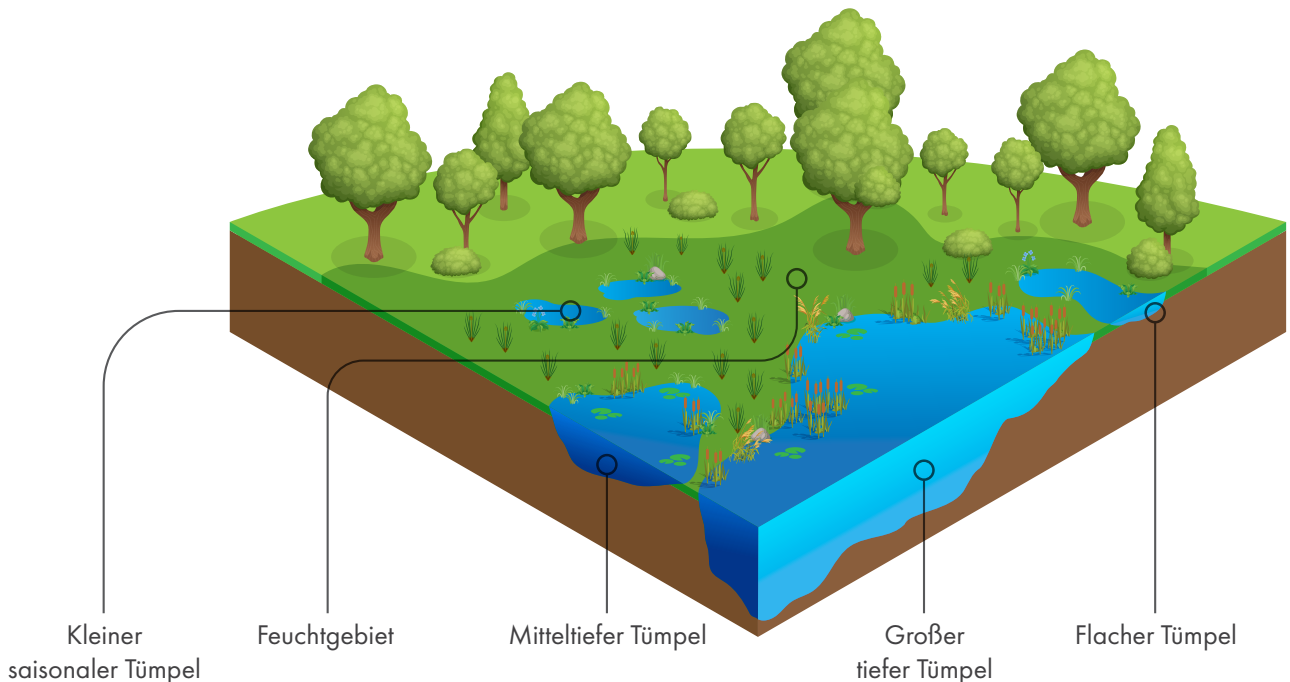


Abb. 2 - Eine Tümpellandschaft besteht aus einer Vielzahl von Tümpeln unterschiedlichen Alters, unterschiedlicher Größe, Form und Tiefe.

2.3 BEDROHUNGEN FÜR TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Schätzungen gehen davon aus, dass wir im letzten Jahrhundert zwischen 50 % und 90 % der Tümpel in Europa verloren haben, hauptsächlich aufgrund der Zerstörung von Lebensräumen durch die Intensivierung der Landwirtschaft und die Verstädterung. Einfach ausgedrückt: Unsere Umwelt war in der Vergangenheit viel feuchter als heute, und es gab viel mehr Tümpel. Hinzu kommt, dass die meisten der verbliebenen Tümpel heute durch Verschmutzung beeinträchtigt sind. In diesem Abschnitt werden wir die Auswirkungen des Verlusts von Tümpeln und die wichtigsten Bedrohungen für Tümpel und Tümpellandschaften untersuchen.

Verlust von Lebensraum

Der Verlust von Süßwasserlebensräumen hat verheerende Auswirkungen auf unsere Tierwelt. Der vom WWF veröffentlichte Living Planet Report 2022^[4] stellt fest, dass die überwachten Süßwasserpopulationen seit 1970 weltweit um 83 % zurückgegangen sind. Dieser Verlust ist größer als bei Land- oder Meeresarten. Viele Arten, die früher in Europas Tümpeln verbreitet waren, sind heute bedroht oder vom Aussterben bedroht. Durch den Verlust von Tümpeln verringert sich auch die Dichte der Tümpel, so dass die Glieder des Lebensraumnetzes, das die Tümpellandschaften bilden, verschwinden. Dies erhöht das Risiko des lokalen, regionalen oder nationalen Artensterbens und verringert die Anzahl der Tümpel, die Ökosystemleistungen erbringen.

Auch wenn es vielleicht schwieriger zu messen ist, hat der Verlust von Lebensräumen auch Auswirkungen auf die Gesellschaft. Viele der Tümpel und Tümpellandschaften, die wir verloren haben, waren einst das Herzstück von Gemeinschaften. Sie lieferten nicht nur Wasser für Menschen, Landwirtschaft und Viehzucht, sondern waren auch Orte für kulturelle Aktivitäten. Da die Forschung nun auf die Bedeutung von "blauen Räumen" für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen hinweist, beginnen wir zu verstehen, welche Auswirkungen der Verlust von Tümpeln und Tümpellandschaften auf Menschen und Kulturen hat.

Verschmutzung

Die Verschmutzung ist eine der größten Bedrohungen für Tümpel, die Artenvielfalt, die sie unterstützen, und für andere Ökosystemleistungen, die sie erbringen (z. B. durch die Erhöhung der Treibhausgasemissionen). Die Artenvielfalt in Süßwasser braucht sauberes Wasser, um zu überleben, und es bedarf nur einer winzigen Menge an Verschmutzung, um Lebensräume zu schädigen und die empfindlichsten Pflanzen und Tiere zu verletzen. Obwohl sich der Nettoverlust der Tümpel verlangsamt oder umgekehrt hat, ist die Verschmutzung nach wie vor allgegenwärtig, und es gibt Belege für einen anhaltenden Verlust der biologischen Vielfalt in der gesamten Landschaft, selbst wenn die Anzahl der Tümpel konstant bleibt.

Die Wasserqualität wird durch die Verschmutzung durch menschliche Aktivitäten wie Landwirtschaft, Viehzucht, Tourismus, Wohnungsbau und den Bau von Infrastrukturen (Straßen, Eisenbahnen usw.) beeinträchtigt. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur sind 22 % der Flüsse und größeren Seen in Europa und 28 % des Grundwassers in erheblichem Maße von der



diffusen Verschmutzung durch die konventionelle Landwirtschaft betroffen, sowohl durch Nährstoffe (Nitrate und Phosphate) als auch durch Pestizide. Obwohl es keine EU-weiten Statistiken über die Verschmutzung von Tümpeln gibt, ist die Situation für Tümpel wahrscheinlich mindestens genauso schlimm. Etwa 80 % der von **PONDERFUL** untersuchten Standorte wiesen hohe Nährstoffkonzentrationen auf, was darauf schließen lässt, dass die Verschmutzung durch Stickstoff und Phosphor weit verbreitet ist.

Schlechte Wasserqualität schadet der gesamten Süßwasserumwelt, aber Tümpel sind besonders anfällig; aufgrund ihrer geringen Größe und ihrer geringen Tiefe haben sie nur ein geringes Wasservolumen, um Schadstoffe zu verdünnen. Erschwerend kommt hinzu, dass ein Großteil ihrer Artenvielfalt sehr empfindlich auf Wasserverschmutzung reagiert (z. B. Amphibien, Libellen, Eintagsfliegen usw.). Tümpel, die mit Bächen und Gräben verbunden sind, sind sogar noch stärker gefährdet, da diese Wasserläufe oft verschmutztes Wasser einleiten.



Die Zerstörung von Lebensräumen und die Wasserverschmutzung stellen eine Bedrohung für Tümpel und Tümpellandschaften dar.



© Unreal

Der Klimawandel

Wir sehen bereits die Auswirkungen des Klimawandels auf die Süßwasserumwelt. So wird der steigende Meeresspiegel wahrscheinlich Feuchtgebiete an der Küste, einschließlich Tümpel, und die dort lebenden spezialisierten Pflanzen- und Tiergemeinschaften schädigen^[5]. Höhere Durchschnittstemperaturen und eine Verschiebung der Jahreszeiten führen zu Veränderungen im Brutverhalten und in den Lebenszyklen von Arten, die mit Tümpeln in Verbindung stehen, und zu Verschiebungen in ihren geografischen Verbreitungsgebieten.

Auch extreme Wetterereignisse stellen eine Gefahr für Tümpel und Tümpellandschaften dar. Zum Beispiel können starke Regenfälle und Überschwemmungen den Schadstoffeintrag in alle Arten von Tümpeln erhöhen. Andererseits erleben temporäre Tümpel, die auf regelmäßiges Austrocknen angewiesen sind, bereits längere Trockenperioden, die durch den Klimawandel verursacht werden^[6], sowohl in Südeuropa als auch in höheren Breitengraden. Es wird erwartet, dass schwere Dürreperioden die Zeit, in der temporäre Tümpel Wasser führen, verkürzt werden, was die Pflanzen- und Tiergemeinschaften, die sie beherbergen, schädigen wird, insbesondere in den Mittelmeerregionen, wo einige Tümpellandschaften bereits vollständig ausgetrocknet sind. Selbst dort, wo sie nicht vollständig austrocknen, können semipermanente und temporäre Tümpel infolge geringerer Niederschläge und höherer Verdunstungsraten flacher werden, was zu einer verstärkten Eutrophierung führen kann, da sich gelöste Chemikalien stärker konzentrieren.

Die durch den Klimawandel verursachten funktionalen Veränderungen der Tümpelgemeinschaften (mehr trockenheitstolerante Arten, weniger Sammler- und Zerkleinerer-Funktionsgruppen) werden wahrscheinlich die Funktionsweise von Tümpelökosystemen auf subtile Weise verändern. Dies wird wahrscheinlich zu schwerwiegenden Verlusten an Süßwasser-Biodiversität führen und die von temporären Tümpeln erbrachten Ökosystemleistungen einschränken (z. B. verringerte Wasserversorgung für die Viehzucht und erhöhte Kohlenstoffemissionen, da die Tümpel häufiger austrocknen).

Invasive Arten

Invasive Arten bedrohen weltweit Süßwasserökosysteme, einschließlich einzelner Tümpel und ganzer Tümpellandschaften. Tümpel sind sowohl von nicht heimischen Pflanzen als auch von nicht heimischen Tieren betroffen, die einheimische Arten um Platz und Ressourcen verdrängen können.

Invasive Wasserpflanzen wie *Crassula helmsii* konkurrieren mit einheimischen Pflanzen um Platz und Ressourcen. Nicht einheimische Fische wie *Carassius auratus*, die sich sehr schnell vermehren können, können zum Rückgang von Fischen und



anderen Wasserpflanzenarten führen. Feuchtgebietspflanzengemeinschaften in vorübergehend angelegten Tümpeln im Mittelmeerraum können auch durch den invasiven, nicht einheimischen Roten Sumpfkrebs *Procambarus clarkii* geschädigt werden. Durch invasive Arten können Krankheiten oder Parasiten eingeschleppt werden, was vor allem für einheimische Arten, insbesondere für Amphibienpopulationen, eine Gefahr darstellt. Nicht einheimische Krebse sind auch in anderen Gebieten Europas ein Problem, obwohl Tümpel weniger betroffen sind, da sie im Allgemeinen stärker vom Flussnetz isoliert sind. Nicht einheimische Sumpfschildkröten (z. B. *Trachemys scripta*) sind in europäischen Tümpeln ebenfalls weit verbreitet.

Die Bekämpfung etablierter invasiver Arten in Tümpeln ist oft sehr schwierig oder unmöglich. Das bedeutet, dass die Verhinderung der Einführung nicht heimischer Arten von entscheidender Bedeutung ist. Schnelles Handeln, um invasive Arten so schnell wie möglich zu beseitigen, nachdem sie Tümpel besiedelt haben, kann manchmal erfolgreich sein, um die Ansiedlung und Ausbreitung zu verhindern.



Beispiele für teichinvasive Arten: *Trachemys scripta* (oben), *Crassula helmsii* (links), *Carassius auratus* (rechts).

Änderungen der Landnutzung und der Bewirtschaftungsmethoden

Tümpel und Tümpellandschaften wurden traditionell für eine Vielzahl von Zwecken in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Industrie genutzt. Die Gewässer wurden entsprechend aktiv bewirtschaftet. Seit der Intensivierung der Landnutzung und der Industrie wurde die Tümpelbewirtschaftung in vielen Gebieten aufgegeben, was zur Verlandung, Verschlammung und Übersattung sowie zum Verlust der biologischen Vielfalt sowohl auf der Ebene der Tümpel als auch der Tümpellandschaft geführt hat. Dies ist insbesondere in Regionen der Fall, in denen die Beweidung durch intensiven Ackerbau ersetzt wurde, was zum Verlust von Tümpeln und zur fehlenden oder schlechten Bewirtschaftung der verbleibenden Tümpel führte. Fehlende Störungen (z. B. Zäune, die das Vieh ausschließen) oder zu starke Störungen (z. B. Überweidung) können den Wert der biologischen Vielfalt von Tümpeln verringern. Mangelnde Bewirtschaftung kann auch die Funktionalität der Tümpel für die Wasserbewirtschaftung oder den Verschmutzungsschutz beeinträchtigen.

2.4 BEWIRTSCHAFTUNG, RESTAURIERUNG UND ANLAGE VON TÜMPELN

Bestehende Tümpel müssen oft bewirtschaftet oder wiederhergestellt werden, entweder um ihren Wert als naturnahe Lösung zu erhalten oder um Funktionen in der Landschaft wiederherzustellen, sofern dies technisch und praktisch machbar ist (siehe Abschnitt 4.1 für Definitionen von Tümpelbewirtschaftung und Wiederherstellung, einschließlich der Wiederbelebung von "Geister-Tümpeln"). Gute Bewirtschaftungspraktiken, Schutz vor Verschmutzung und, wo nötig, die Anlage von Tümpeln sind wesentliche Maßnahmen auf der Ebene der Tümpellandschaft, um sicherzustellen, dass die Vielfalt der Tümpeltypen und die Bandbreite der Tümpelsukzessionsstadien in der Landschaft erhalten bleibt.

Tümpel und Tümpellandschaften in der Politik

Tümpel sind in der Umweltgesetzgebung nach wie vor unzureichend vertreten, obwohl einige Fortschritte erzielt wurden. In Europa gibt es drei wichtige Rechtsvorschriften, die den Schutz und das Management von Tümpeln und Tümpellandschaften in unterschiedlichem Maße unterstützen:

- Gesetz zur Wiederherstellung der Natur
- Wasserrahmenrichtlinie
- Habitat-Richtlinie

Einzelne EU-Mitgliedstaaten und außereuropäische Länder haben ebenfalls nationale und regionale Gesetze zum Schutz kleiner Gewässer.

Das Übereinkommen über Feuchtgebiete hat vor kurzem eine Resolution über die Erhaltung und Bewirtschaftung kleiner Feuchtgebiete, einschließlich Tümpel, verabschiedet (Resolution XIV.15 "Enhancing the conservation and management of small wetlands"). Tümpel sind auch im Global Wetland Outlook 2018 und im Global Wetland Outlook 2021 vertreten, wo die Konvention Tümpel in ihre Definition von Feuchtgebieten einbezieht.

Das Thema Tümpel und Tümpellandschaften in der Politik wird in dem Leitfaden **PONDERFUL** ausführlich behandelt: Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen.





3. Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen

3.1 EINFÜHRUNG IN TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURNAHE LÖSUNGEN

Tümpel und Tümpellandschaften können Lösungen für eine Reihe gesellschaftlicher Herausforderungen bieten. Dazu gehören der Schutz und die Förderung der biologischen Vielfalt, die Verringerung des Katastrophenrisikos (z. B. Verringerung von Überschwemmungen, Brandbekämpfung), der Schutz der menschlichen Gesundheit (z. B. Verbesserung der körperlichen Gesundheit und des geistigen Wohlbefindens), die Abschwächung des Klimawandels und die Anpassung an den Klimawandel, die Bereitstellung von Wasserressourcen für die Viehzucht oder die Bewässerung sowie die soziale und wirtschaftliche Entwicklung, einschließlich Freizeitaktivitäten (Wandern, Wassersport), Naturerlebnisse (Beobachtung von Wildtieren) und Nahrungsmittelproduktion (Fisch, Viehzucht). Wie in diesem Handbuch ausführlich dargelegt, eignen sich diese naturbasierten Lösungen besonders gut für die Bewältigung mehrerer wichtiger Probleme im Zusammenhang mit dem Klimawandel.

In diesem Handbuch wenden wir den von der IUCN entwickelten Rahmen an, der den wachsenden wissenschaftlichen Konsens anerkennt, dass "die Natur für die menschliche Existenz und eine gute Lebensqualität wesentlich ist". Wird diese Tatsache nicht anerkannt, führt dies nicht nur zu einem Modell des Wirtschaftswachstums, das künftige Volkswirtschaften untergräbt und erheblich zum Verlust der biologischen Vielfalt beiträgt, sondern es wird auch die Chance verpasst, die Natur zur Lösung wichtiger gesellschaftlicher Herausforderungen wie Klimawandel, menschliche Gesundheit, Ernährungssicherheit und Katastrophenvorsorge zu nutzen. Hier erklären wir, wie Tümpel und Tümpellandschaften in vielen verschiedenen Zusammenhängen einen vielfältigen Nutzen bieten und gleichzeitig den Schutz der natürlichen Süßwasserressourcen unterstützen können. Das bedeutet, dass der Schutz und die Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen und zur Sicherung der Rolle der biologischen Vielfalt im "Business as usual" in anderen Sektoren leisten kann.

Die gesellschaftlichen Herausforderungen, die mit Tümpeln angegangen werden können, werden durch den Charakter des Tümpels (die einzigartige Kombination von Boden und Geologie, Hydrologie und Klima des Gebietes, in dem er sich befindet) und den lokalen kulturellen, wirtschaftlichen und soziopolitischen Kontext bestimmt. Viele Tümpel und Tümpellandschaften sind attraktive Freizeitziele und werden häufig für die Erholung genutzt und können eine wichtige Rolle bei der Umwelterziehung spielen. Sie können aufgrund ihrer Biologie (Tümpel in Naturschutzgebieten), ihrer Archäologie (z. B. mittelalterliche Fisch-Tümpel in England und Steingräber in Katalonien^[7]) oder ihrer jüngeren Geschichte (Bombenkrater-Tümpel, die während des Zweiten Weltkriegs entstanden sind) wichtige lokale Merkmale sein. Die Verwalter sollten sich über die spezifischen lokalen Informationen zu diesen Merkmalen der Tümpel im Klaren sein. So gibt es beispielsweise Leitfäden für die Bewirtschaftung von Fisch-Tümpeln in der Aquakultur^[8] und für den Schutz von Tümpeln, die von archäologischem Interesse sind.

Dank der Bemühungen von Landbewirtschaftern und Wissenschaftlern erkennen wir zunehmend die vielfältigen Vorteile von Tümpeln und Tümpellandschaften. Neben der traditionellen Nutzung von Tümpeln (Gartenteiche, Tümpel in der Landwirtschaft und Fischteiche) werden Tümpel nach und nach für neue Zwecke angelegt oder gepflegt. Dazu gehören die Förderung des Wohlbefindens und der Erholung der Menschen in Städten und deren Umgebung, das Management der Wasserverschmutzung (z. B. nachhaltige Stadtentwässerung) und die Erhaltung der Artenvielfalt. Diese neuen Nutzungen veranschaulichen die dynamischen Beziehungen zwischen Gesellschaften und Tümpeln im 21. Jahrhundert.

Jeder, der sich mit der Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften befasst, muss eine Reihe von Aspekten berücksichtigen, darunter den sozialen, ökologischen, politischen (lokalen, regionalen und nationalen), kulturellen und wirtschaftlichen Kontext für die Erbringung von "Beiträgen der Natur für den Menschen" oder Ökosystemleistungen, sowohl jetzt als auch in Zukunft. Deshalb ist es notwendig, so viele Interessengruppen und Nutzer aus den relevanten Sektoren wie möglich einzubeziehen, einschließlich der Menschen, die auf allen Ebenen der Tümpelwirtschaft tätig sind. Oft sind Verhandlungen erforderlich, um konstruktive und effektive Kompromisse für konkurrierende Nutzungen zu finden - siehe Kapitel 4.

Für den langfristigen Erfolg von naturnahen Lösungen, die Tümpel nutzen, brauchen wir ein breiteres öffentliches Bewusstsein und eine größere Akzeptanz für die Vorteile, die sie bieten. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, besteht darin, die Ansichten und Ideen der Menschen vor Ort in die Planung Ihrer Arbeit an Tümpeln einzubeziehen. Dieses Feedback kann helfen, potenzielle Probleme zu erkennen. Es kann auch dabei helfen, die Ziele für Ihre Projekte zur Pflege, Wiederherstellung oder Schaffung von Tümpellandschaften zu priorisieren. Auf diese Weise ist es wahrscheinlicher, dass Projekte, die Tümpel als naturnahe Lösungen nutzen, die Lebensqualität verbessern und die ökologische Nachhaltigkeit fördern. Ein nützlicher Leitfaden für die Mobilisierung der Zivilgesellschaft ist das "Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation" der EU.^[9]



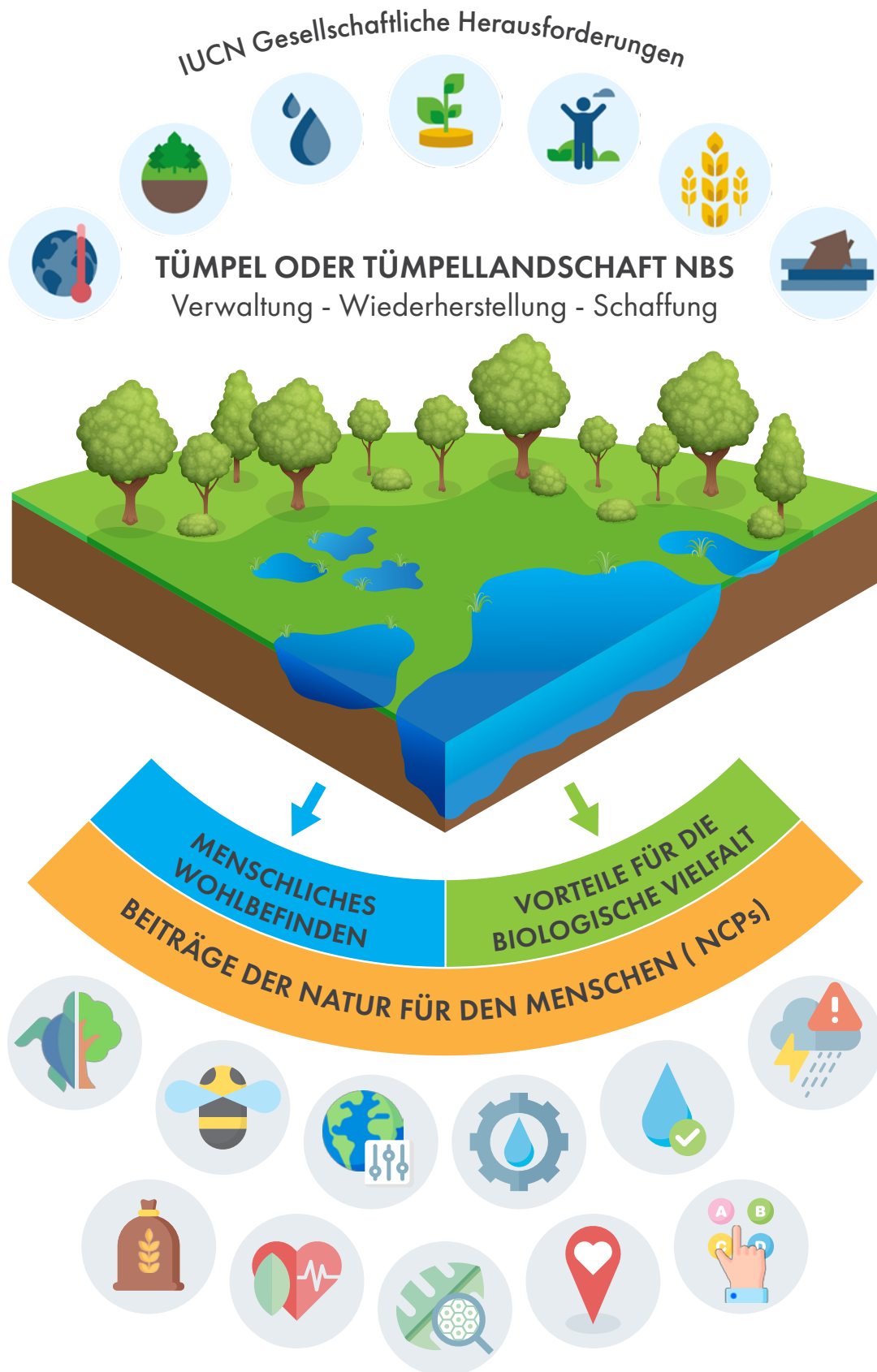


Abb. 3 - Tümpel und Tümpellandschaften sind naturnahe Lösungen für die Anpassung an und Abschwächung des Klimawandels, die viele Vorteile für das menschliche Wohlbefinden und die biologische Vielfalt bieten.



Tabelle 2 - Tümpel und Tümpellandschaften sind effiziente, naturnahe Lösungen zur Bewältigung der sieben von der IUCN identifizierten globalen gesellschaftlichen Herausforderungen.



UMWELT-ZERSTÖRUNG UND VERLUST DER BIOLOGISCHEN VIelfALT

Tümpel sind für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von bemerkenswerter Bedeutung, und Tümpellandschaften stellen Hotspots der biologischen Vielfalt dar. Trotzdem wurden Tümpel bisher weitgehend vernachlässigt und allgemein unterbewertet.



KATASTROPHEN-RISIKOMINDERUNG

Tümpel und Tümpellandschaften spielen eine wichtige Rolle bei der Eindämmung von Überschwemmungen und bilden außerdem eine Wasserreserve zur Brandbekämpfung.



MENSCHLICHE GESUNDHEIT

Tümpel und Tümpellandschaften bieten eine Vielzahl von Vorteilen für die menschliche Gesellschaft, wie z. B. die Förderung der menschlichen Gesundheit und Lebensqualität, Räume für körperliche Aktivitäten oder soziale Interaktion, aber auch ästhetische Erlebnisse sowie Bildungs- und Erholungsaktivitäten.



EINDÄMMUNG DES KLIMAWANDELS UND ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

Aufgrund ihrer Häufigkeit und ihrer hohen Produktivität haben Tümpel einen erheblichen Einfluss auf den Kohlenstoffkreislauf, da sie sowohl als Kohlenstoffsinken als auch als Kohlenstoffquellen fungieren.



WASSER-WIRTSCHAFT

Tümpelanlagen stellen eine Wasserreserve dar, die vor dem Hintergrund der Wasserknappheit besonders wichtig ist. Sie sind besonders nützlich für die Bereitstellung einer Wasserquelle für Tiere und für die Bewässerung.



ERNÄHRUNGS-SICHERHEIT

Tümpel und Tümpellandschaften sind Ökosysteme, die direkt Nahrung produzieren können (z. B. Krebstiere, Fische, Amphibien, Wasservögel). Außerdem dienen sie der Wasserversorgung von Tieren und Wildtieren.



SOZIALE UND WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG

Die meisten Tümpel- und Weiherlandschaften haben eine enge Beziehung zur Gesellschaft. Daher werden viele sozioökonomische Aktivitäten entwickelt, die zum Beispiel mit Freizeitaktivitäten (Wandern, Wassersport), Naturerlebnissen (Wildtierbeobachtung) oder der Nahrungsmittelproduktion (Fisch, Vieh) verbunden sind.



3.2 TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS ANBIETER VON ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN UND BEITRÄGE DER NATUR FÜR DEN MENSCHEN: ÜBERBLICK

Tümpel und Tümpellandschaften kommen der biologischen Vielfalt zugute, da sie insgesamt mehr Arten beherbergen als Flüsse, Bäche oder Seen, und sie können auch eine Vielzahl von Ökosystemleistungen und Beiträgen der Natur für den Menschen erbringen. Zu diesen Leistungen gehören die Wasserversorgung, der Hochwasserschutz, die Grundwasseranreicherung, die Verringerung der Umweltverschmutzung, die Erholung, physische und psychische Erfahrungen und der Tourismus. Das Potenzial eines Tümpels, mehrere Ökosystemleistungen zu erbringen, bedeutet, dass Tümpel und Tümpellandschaften hervorragende naturnahe Lösungen darstellen können. Gesunde Tümpellandschaften sind wahrscheinlich widerstandsfähiger gegen Störungen (z. B. durch Waldbrände oder Dürren). Schäden an Biota oder Ökosystemprozessen in einigen Tümpeln können wiederhergestellt werden, wenn andere gesunde Tümpel in der Tümpellandschaft vorhanden sind.^[10]

Die Ökosystemleistungen, die ein Tümpel erbringen kann, hängen von seinem einzigartigen Charakter und seiner laufenden Bewirtschaftung ab. Ein einzelner Tümpel bietet für sich genommen bereits wertvolle Lebensräume für Wildtiere und kann auch mehrere andere Ökosystemleistungen erbringen. Von den 18 Kategorien der Beiträge der Natur für den Menschen, die von IPBES identifiziert wurden, sind Tümpel besonders effizient, um 11 davon zu erfüllen. Eine an den **PONDERFUL**-Demonstrationsstandorten durchgeführte Umfrage ergab, dass die Menschen vor Ort und die Interessenvertreter von Tümpellandschaften vor allem erwarten, dass sie Lebensräume für die biologische Vielfalt und kulturelle Leistungen (physische und psychologische Erfahrungen, Lernen und Inspiration) bieten. Aus diesem Grund müssen die Manager das Bewusstsein der Menschen für die anderen Vorteile schärfen, die oft unerkannt bleiben.

Kein einzelner Tümpel kann alle gesellschaftlichen Herausforderungen oder die Beiträge der Natur für den Menschen, die in diesem Handbuch behandelt werden, abdecken. Darüber hinaus werden einige der Vorteile, die Tümpel bieten, durch ihre geringe Größe eingeschränkt. Wenn man jedoch die kumulativen Vorteile mehrerer Tümpel, die dieselben Ökosystemleistungen erbringen, oder vieler Tümpel, die unterschiedliche Ökosystemleistungen erbringen (Multifunktionalität), zusammen betrachtet, ist eine Tümpellandschaft besonders wertvoll für die Anpassung an den Klimawandel und seine Abschwächung, die Erhaltung der biologischen Vielfalt und die Bereitstellung anderer Beiträge der Natur für den Menschen und Ökosystemleistungen.

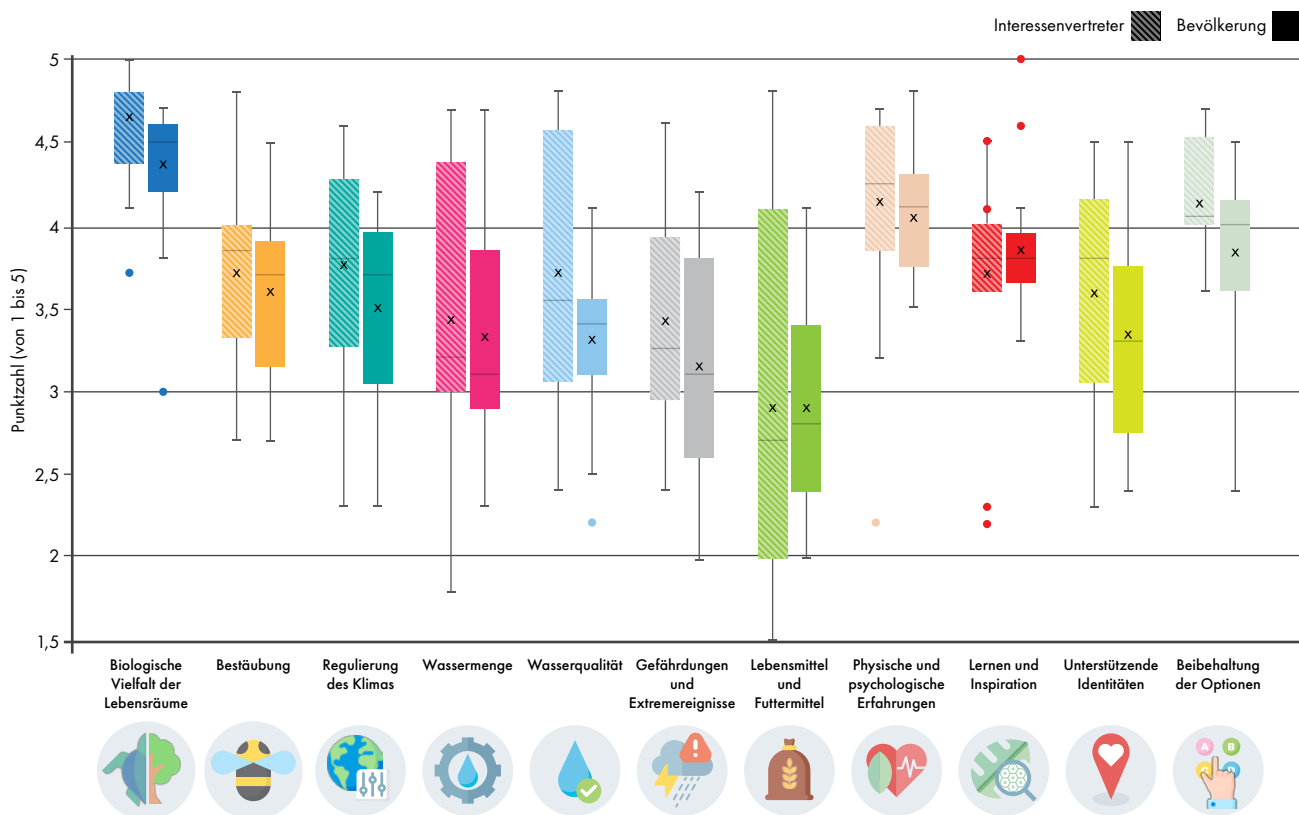


Abb. 4 - Bildunterschrift. Die Interessenvertreter und die Öffentlichkeit äußerten ihre Erwartungen an die Beiträge der Natur für den Menschen durch Tümpel und Tümpellandschaften (**PONDERFUL**-Umfrage). Die Box-Plots stellen die Synthese der Bewertungen (von 1 bis 5 – sehr geringe bis extrem hohe erwartete Beiträge) dar, die von 108 Interessenvertreter und 703 Personen aus der allgemeinen Bevölkerung (aus UK, SP, CH, DK, BE, GE, TR, UY) abgegeben wurden. Das Kreuz stellt den Mittelwert und der horizontale Balken den Median dar.

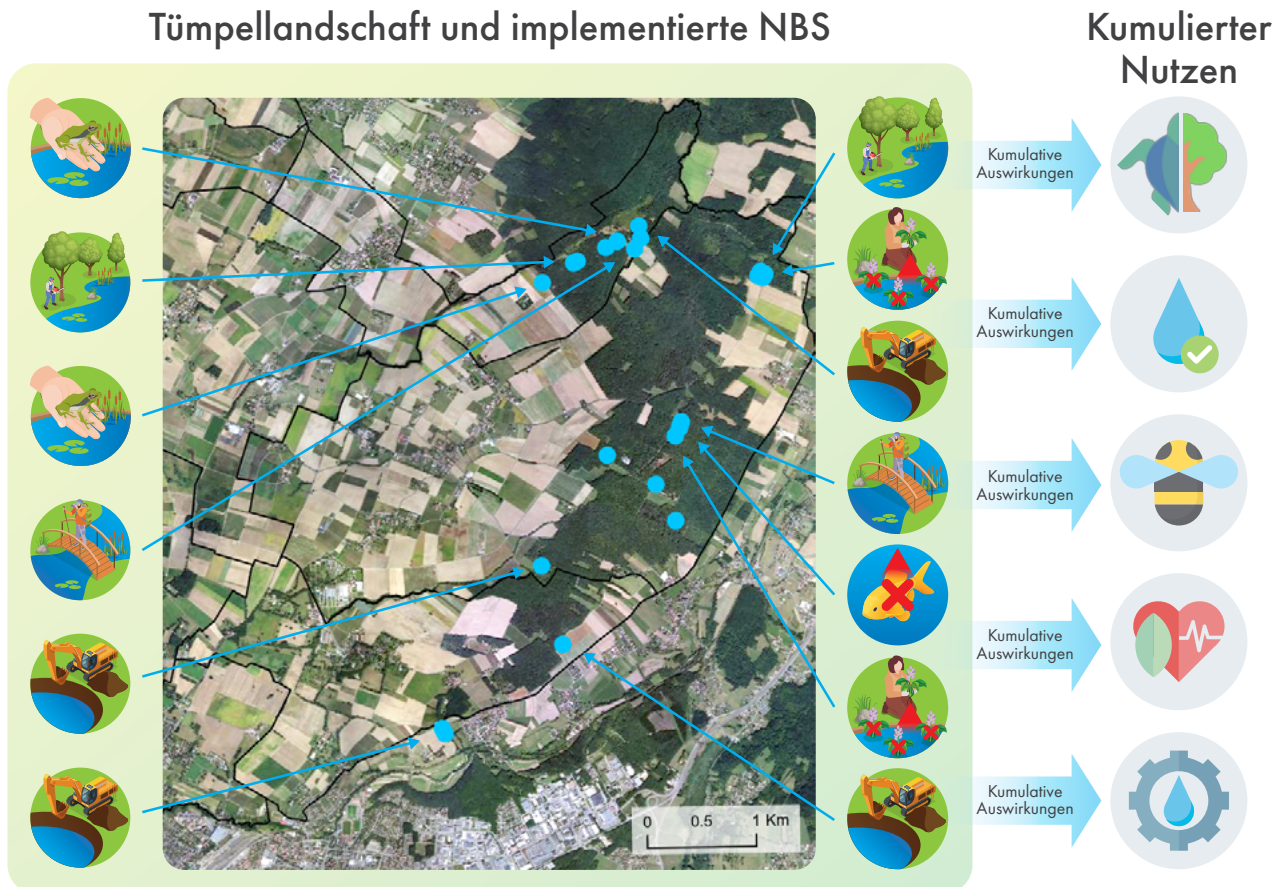


Abb. 5 - Tümpel bieten mehrere Beiträge der Natur für den Menschen (oder Vorteile), die sich aus den umgesetzten naturbasierten Lösungen ergeben, in Bois de Jussy, eine Tümpellandschaft in der Schweiz. Siehe Erfolgsgeschichten 6.1 und 6.3.

3.3 TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURNAHE LÖSUNGEN FÜR DIE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL UND DESSEN ABSCHWÄCHUNG

Tümpel und Tümpellandschaften leisten einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel und zu dessen Eindämmung

Der Klimawandel ist eine der Herausforderungen, vor denen die Gesellschaft heute steht. Mehrere mit dem Klimawandel verbundene Auswirkungen führen zu einer Beeinträchtigung des menschlichen Wohlbefindens:

- Das Katastrophenrisiko steigt mit zunehmender Häufigkeit und Intensität von Hochwasserereignissen und Bränden.
- Die Wassermenge nimmt ab, so dass weniger Wasser für die Ökosysteme oder den menschlichen Bedarf zur Verfügung steht. Dieser Wasserstress wird durch die Verschmutzung des Wassers noch verschärft.
- Die Ernährungssicherheit wird durch eine geringere Wasserverfügbarkeit und eine schlechtere Wasserqualität beeinträchtigt.
- Der Rückgang der biologischen Vielfalt verstärkt sich, da Arten und Lebensräume unter veränderten Temperatur- und Wasserverhältnissen leiden und die veränderte Landnutzung die Lebensräume schädigt.

Mit Tümpeln und Tümpellandschaften lassen sich diese Herausforderungen effizient angehen. Im Einzelnen:

- Der Klimawandel (und der Temperaturanstieg) kann durch die Bewirtschaftung von Tümpeln zur Verringerung ihrer Treibhausgasproduktion (THG) abgemildert werden.
- Abkühlende Freizeitaktivitäten (z.B. Wandern, Schwimmen, Ausruhen) können durch die Anlage von Tümpeln gesteigert und diversifiziert werden.
- Die Wasserqualität wird durch die Anlage von Tümpeln verbessert, die das Wasser reinigen können.
- Die Wassermenge wird von der Schaffung neuer Wasserreserven profitieren.
- Die Überschwemmungsgefahr kann durch die Anlage von Regenwasser-Teichen verringert werden, und Brände können mit in Tümpeln gespeichertem Wasser bekämpft werden.
- Die Nahrungsmittelproduktion (Vieh, Fisch) wird von Tümpeln, die Wasser liefern, und der Anlage von Fischteichen profitieren.
- Die biologische Vielfalt wird durch die Schaffung aller Arten von neuen Tümpeln gefördert, wenn sie angemessen gestaltet und vor Verschmutzung geschützt sind und vielfältige Lebensräume bieten.



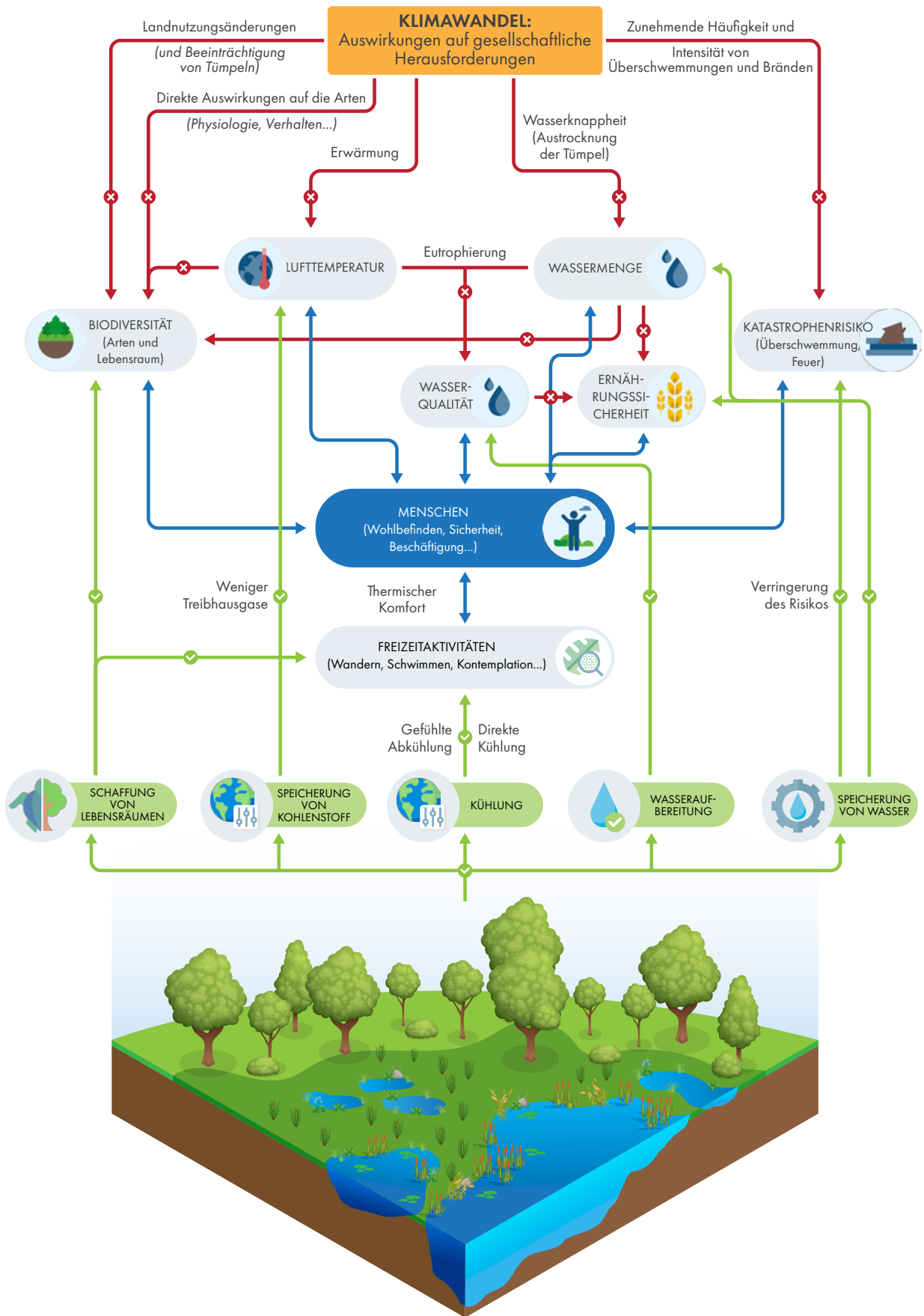


Abb. 6 - Tümpellandschaften können uns dabei helfen, viele der gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen, die sich uns durch den Klimawandel stellen, und sie leisten viele Beiträge der Natur für den Menschen.

Rolle bei der Eindämmung des Rückgangs der biologischen Vielfalt infolge des Klimawandels: Ausbreitung, Refugien, regionaler Artenpool

Die Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Anlage von Tümpeln sind naturnahe Lösungen, die eine entscheidende Rolle dabei spielen, den Rückgang der Artenvielfalt in Süßwasser infolge des Klimawandels aufzuhalten, insbesondere durch:

- Verbesserung des Lebensraumverbundes für aquatische und terrestrische Organismen
- Bereitstellung von Klimarückzugsorten
- Aufrechterhaltung regionaler Artenpools
- Bekämpfung der Auswirkungen des Klimawandels, die zu einer Zunahme von Dürren und der Verschmutzung von Gewässern führen dürften.

Als der vielfältigste Teil der Wassermwelt in vielen Landschaften tragen Tümpel entscheidend dazu bei, die Vielfalt der Süßwasserlebewesen an allen Standorten, an denen sie vorkommen, zu erhalten. Die Erhaltung, Schaffung und nachhaltige Bewirtschaftung von Tümpeln ist daher für die Erhaltung und Verbesserung der Süßwasser-Biodiversität in einem sich verändernden Klima von wesentlicher Bedeutung.

Verbesserung der Vernetzung von Lebensräumen

Tümpel sind wichtige Landschaftselemente, die verschiedene Lebensräume miteinander verbinden. Sie können als Trittsteine oder Korridore dienen, die es Tieren und Pflanzen ermöglichen, sich über fragmentierte Landschaften hinweg zu bewegen und auszubreiten. Sie unterstützen die Ausbreitung, indem sie Wege für die Bewegung von Individuen bereitstellen, und ermöglichen in Szenarien des Klimawandels auch die Migration in kühlere Regionen, was dazu beiträgt, den Genfluss zwischen Populationen zu erhalten oder zu verbessern. Dieser genetische Austausch ist für die Aufrechterhaltung gesunder Populationen von entscheidender Bedeutung, da er das Anpassungspotenzial und die Widerstandsfähigkeit gegenüber sich ändernden Umweltbedingungen, auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel, verbessern kann.

Die Ausbreitung ist besonders wichtig, damit sich die Biota an den Klimawandel anpassen können, da viele Arten ihr geografisches Verbreitungsgebiet verlagern müssen, z. B. in höhere Breiten- oder Höhenlagen. Die Vielfalt des Lebens in Tümpeln bedeutet, dass diese kleinen Gewässer auch dazu beitragen können, nahe gelegene Gebiete, die aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels einen Verlust an biologischer Vielfalt erleiden, wieder zu besiedeln, wodurch die Landschaften widerstandsfähiger gegen den Verlust der biologischen Vielfalt im Süßwasser werden.

Ein gutes Beispiel für die Bedeutung der Ausbreitung ist die Wiederbesiedlung von zwei Seen in Sizilien aus umliegenden Tümpeln. Der Biviere di Gela-See ist von einem dichten Netz aus Hunderten von permanenten und temporären Tümpeln umgeben; der Pergusa-See hat keine. Beide waren infolge der regionalen Überbeanspruchung des Grundwassers ausgetrocknet, was zu einem Absinken des Wasserspiegels führte. Als sie wieder aufgefüllt wurden, entwickelte der See mit dem dichten Netz umliegender Tümpel eine reichere Algenflora als der See ohne angrenzende Tümpel. Es scheint, dass das Phytoplankton in Tümpelnetzen, genau wie viele größere Organismen, in der Lage war, eine vielfältigere Algengemeinschaft zu erhalten als in einem Gebiet mit weniger Tümpeln.^[11]

Bereitstellung von Klimarückzugsorten

Da Tümpel insgesamt eine große Vielfalt an Lebensräumen bieten, sind sie natürlich auch Refugien für eine Vielzahl von Arten. Diese Vielfalt an Lebensräumen kann auf Unterschiede in der Hydrologie von Tümpel zu Tümpel (permanent oder temporär), auf lokale Unterschiede im Substrat (einige sind von Lehm, andere von Sand dominiert) oder auf Unterschiede in der Beschattung und Vegetationsdichte (einige Tümpel mit spärlicher Vegetation, andere mit dichtem Bewuchs) zurückzuführen sein. Angesichts des Klimawandels, bei dem größere, einheitlichere Süßwasserlebensräume (z. B. Seen, Flüsse) für viele Arten ungeeignet werden, bedeutet die Vielfalt der Lebensräume, die in Tümpelgruppen zu finden sind, dass es wahrscheinlicher ist, dass sie weiterhin Bedingungen bieten, die das Überleben einer vielfältigen Flora und Fauna ermöglichen, weil sie von Ort zu Ort so unterschiedlich sind, selbst auf recht kleinen Flächen.

Im Vereinigten Königreich ist ein Beispiel für die Schaffung von Tümpeln als klimatischer Zufluchtsort die Weißgesicht-Libelle (*Leucorrhinia dubia*), die ein kühles Klima benötigt und sich im Vereinigten Königreich derzeit nach Norden zurückzieht. Die Konkurrenz durch andere Libellenarten, die ihr Verbreitungsgebiet aufgrund des Klimawandels ausdehnen, könnte eine Rolle bei ihrem Rückgang gespielt haben, während Laborstudien zeigen, dass die Larven der Weißgesichtigen Heidelibelle unter wärmeren Bedingungen geringere Wachstumsraten aufweisen. Im Nordwesten Englands wird davon ausgegangen, dass die Anlage neuer hochwertiger Tümpel in sauren Mooren in Verbindung mit einer korrekten Bewirtschaftung der terrestrischen Lebensräume das regionale Aussterben der Art aufgrund der Klimaerwärmung verhindert. Durch die Anlage neuer Tümpel wird zusätzlicher Lebensraum geschaffen, der kleine Populationen dieser Art stärkt, solange die klimatischen Rahmenbedingungen für die Art insgesamt geeignet bleiben.^[12]

Eine höhere Dichte der Tümpelnetze vergrößert auch die Größe der Metapopulationen der meisten Arten, die die Tümpel nutzen, und erhöht so ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels. In ganz Europa, vor allem aber im Süden, wird erwartet, dass die Hydroperioden (die Zeitspanne, in der Tümpel mit Wasser gefüllt sind) unvorher-



sehbarer werden und erheblich abnehmen. Aus diesem Grund ist die Erhaltung oder Schaffung einer Vielfalt von Tümpeln in der Landschaft von entscheidender Bedeutung, um weiterhin Bedingungen zu schaffen, die das Überleben einer vielfältigen Wasserflora und -fauna ermöglichen. Tümpel sind auch für die terrestrische Artenvielfalt wichtig, da sie in einigen Trockengebieten eine der wenigen Wasserquellen darstellen.

Aufrechterhaltung regionaler Artenpools

Um die Widerstandsfähigkeit von Süßwasserpöpopulationen zu gewährleisten, ist es wahrscheinlich wichtig, regionale Artenpools zu erhalten. Ein Beispiel für diese Funktion sind in der Schweiz hochgelegene Tümpelkomplexe, die die Ansammlung von an Kaltwasser angepassten Arten aufrechterhalten, obwohl die Wassertemperaturen steigen.^[13] In Mitteleuropa hat die Anlage hochwertiger Reinwasserteiche dazu beigetragen, den regionalen Artenpool zu erhalten, indem sie Lebensraum für bedrohte Amphibien bieten, die in der "normalen" Tümpellandschaft nicht überleben können. Obwohl es in dieser Landschaft bereits viele Tümpel gibt, sind sie nicht von ausreichender Qualität, um seltene Arten zu erhalten, wenn die Tümpellandschaft nicht durch neue hochwertige Tümpel ergänzt wird.

Box 2. Was ist "sauberes Wasser"?

Sauberes Wasser ist definiert als Wasser mit einer chemischen und biologischen Beschaffenheit, die in einem bestimmten Gebiet ohne menschliche Eingriffe normal wäre. Dies wird gemeinhin als "Referenzzustand", "geringfügig beeinträchtigte Wasserqualität" oder "natürliche Hintergrundwerte" bezeichnet. Diese Definition von sauberem Wasser entspricht dem "sehr guten" Zustand der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Bekämpfung der Auswirkungen des Klimawandels, die zu einer Zunahme der Verschmutzung von Gewässern führen dürften

Steigende Temperaturen werden zu einer stärkeren Nährstoffanreicherung führen. Daher ist die Anreicherung der Landschaft mit nährstoffarmem Wasser durch die Anlage neuer Tümpel mit sauberem Wasser wahrscheinlich ein wichtiges Instrument zur Eindämmung des Klimawandels. Ein Beispiel für dieses Phänomen ist die **PONDERFUL**-Demonstrationsanlage Water Friendly Farming. Dies ist ein praktisches Beispiel dafür, wie neue Tümpel der Landschaft sauberes Wasser zuführen, wobei sich die Fläche mit sauberem Wasser in der Landschaft durch die Anlage von Tümpeln ungefähr verdoppelt (siehe Erfolgsgeschichte 6.4).

3.4 Tümpel und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Schaffung und Pflege von Lebensräumen

Tümpel sind reichhaltige und artenreiche Lebensräume. Sie beherbergen insgesamt mehr Süßwasser- und Feuchtgebietsarten als jeder andere Süßwasserlebensraum. Sie beherbergen auch reiche Bestände an Landpflanzen und semiaquatischen Tieren. Tümpel beherbergen insgesamt mehr seltene und gefährdete Arten als andere Süßwasserlebensräume.

Tümpel beherbergen alle wichtigen Gruppen von Süßwasserpflanzen und -tieren, und nur die Fisch- und Vogelgemeinschaften sind in größeren Gewässern noch vielfältiger. Tümpel sind ein lebenswichtiger Lebensraum für Amphibien und eine breite Palette wirbelloser Tiere, sie beherbergen einen großen Teil aller Süßwasser- und Feuchtgebietspflanzen und sind wahrscheinlich konkurrenzlos in der Vielfalt ihrer Algengemeinschaften. Nur Insektengruppen, die besonders an kühle Fließgewässer gebunden sind (z. B. Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen), sind in Tümpeln weniger vielfältig als in Fließgewässern oder Seen. In großen Flussauensystemen sind Tümpel, die ständig oder zeitweise mit dem Hauptgerinne verbunden sind, für Fische wichtig.

Viele seltene und bedrohte Süßwasserarten nutzen Tümpel und sind oft von ihnen abhängig. Zu den Beispielen in Europa gehören bedrohte wirbellose Tiere wie die Urzeitkrebse *Triops baeticus* und *T. vicentinus*, die in temporären Tümpeln im Mittelmeerraum auf der Iberischen Halbinsel vorkommen, die Dunkle Spreizflügellibelle (*Lestes macrostigma*), eine Art, die in brackigen Küsten- und Binnentümpeln und -seen vorkommt, und der Wasserkäfer *Graphoderus bilineatus*, der in nordeuropäischen Tümpeln und kleinen Seen vorkommt. Darüber hinaus beherbergen Tümpel 33 Amphibienarten und 8 Odonata-Arten des Anhangs 4 der Habitat-Richtlinie sowie 29 Wasserpflanzenarten des Anhangs 2 der Habitat-Richtlinie.

Zu den gefährdeten Wasserpflanzen, die in Tümpeln vorkommen, gehören die auf temporäre Tümpel spezialisierten mediterranen Arten wie Zwerg-Pilzkraut (*Pilularia minuta*), *Isoetes setaceum* und Lusitanischer Wasserklee (*Marsilea batardae*). In Mitteleuropa ist die bedrohte Art Sternförmiger Froschlöffel (*Damasonium alisma*) hauptsächlich in Tümpeln zu finden. Weiter nördlich bieten Tümpel Lebensraum für Arten wie Schweinskraut (*Crassula aquatica*), *Lythrum thesioides*, Schwimmende Wasserpflanze (*Luronium natans*) und Schlanke Najade (*Najas flexilis*).



Zu den mit Tümpeln assoziierten Amphibien gehören gefährdete Arten mit sehr begrenztem Verbreitungsgebiet wie die Apennin-Gelbbauchunke (*Bombina pachypus*), der Tyrrhenische Grasfrosch (*Discoglossus sardus*) und der Italienische Springfrosch (*Rana latastei*) sowie mehrere weiter verbreitete bedrohte Arten, die in der Habitat-Richtlinie der EU aufgeführt sind (z.B. Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Kammolch (*Triturus cristatus*) und Kreuzkröte (*Epidalea calamita*)).

Obwohl die Fischgemeinschaften in der Regel weniger vielfältig sind als in größeren Seen, können Tümpel in oder in der Nähe von natürlichen Flussauen immer noch Fischarten beherbergen, die genauso vielfältig sind wie die in den Flusskanälen. Auch Tümpel, die nicht ständig mit dem Hauptflusskanal verbunden sind, können für Fische wichtig sein. Tümpel beherbergen gefährdete Fische (z. B. den Europäischen Aal (*Anguilla anguilla*) und den Iberischen Zahnkarpfen (*Aphanius iberus*)), und seltene Vögel wie der Schwarzhalstaucher (*Podiceps nigricollis*), der in Europa auf der Roten Liste steht, und die Spießente (*Anas acuta*) nutzen Tümpel zum Brüten.

Es gibt immer mehr Belege dafür, dass Tümpellandschaften - die Landflächen um die Tümpel herum - nicht nur reiche aquatische Lebensräume sind, sondern auch eine größere biologische Vielfalt aufweisen als terrestrische Landschaften ohne Tümpel. Tümpellandschaften umfassen alle Arten von terrestrischen Lebensräumen, von den Gipfeln der Berge bis zu den Tiefen der Wälder. Tümpellandschaften können urbanisiert, bewirtschaftet oder unberührte natürliche Umgebungen sein. Die Bewirtschaftung dieser Flächen hat, wie bei allen Süßgewässern, einen wesentlichen Einfluss auf die Tümpel. Ebenso wirken sich die Tümpel auf die Landschaft aus. So nutzen Fledermäuse eher Waldlebensräume mit Tümpeln, Insekten aus Tümpeln bieten Nahrung für insektenfressende Vögel, und Amphibien, die sich an Tümpeln versammeln, bieten Nahrung für Wirbeltiere wie Weißstörche und Wespenbussarde.



▲ Gelbbauchunke (*Bombina variegata*)
© Benny Trapp

Kammolch (*Triturus cristatus*)
© Pieter Jan Alles



▲ Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) © João Manuel Lima

Drei für Tümpel typische Arten, die in Europa bedroht sind (in den Anhängen der EU-Habitat-Richtlinie aufgeführt)



▲ Sternförmiger Froschlöffel (*Damasonium alisma*)[‡] © Beat Oertli

Urzeitkrebis (*Triops baeticus*)
© jmneiva



▲ Tyrrhenischer Lackfrosch (*Discoglossus sardus*) endemisch im Becken des Tyrrhenischen Meeres*. © Benny Trapp

Drei seltene, für temporäre Tümpel im Mittelmeerraum typische Arten, die in Europa bedroht sind (gefährdet oder vom Aussterben bedroht auf der Roten Liste der IUCN für Europa[‡] oder in Anhang IV der Habitat-Richtlinie*).



Mehrere Tümpeltypen erfüllen die Kriterien für Lebensraumtypen nach Anhang 1 der EU-Habitatrichtlinie, die in der EU28, Island, Norwegen, der Schweiz und den Balkanländern in einem günstigen Erhaltungszustand erhalten oder wiederhergestellt werden sollten. Im Vereinigten Königreich sind Tümpel, die ursprünglich im Rahmen der Habitat-Richtlinie als schutzbedürftig eingestuft wurden, nach dem Natural Environment and Rural Communities Act 2006 weiterhin prioritäre Lebensräume. Diese sind:

- 3110 Oligotrophe, sehr mineralarme Gewässer der Sandebenen (*Littorelletalia uniflorae*)
- 3130 Oligotrophe bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der *Littorelletalia uniflorae* und/oder *Isoetes-Nanojuncetea*
- 3140 Harte oligo-mesotrophe Gewässer mit benthischer Vegetation von *Chara* spp.
- 3150 Natürliche eutrophe Seen mit Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition
- 3160 Natürliche dystrophe Seen und Tümpel
- 3170 Vorübergehende mediterrane Tümpel
- 3180 Turloughs (hauptsächlich Irland)
- 2190 Feuchte Dünenhosen
- 21A0 Machairs (in Schottland und Irland).

Obwohl nicht alle Habitatnamen in Anhang 1 das Wort "Tümpel" im Titel enthalten, werden in allen EU-Definitionen für diese Lebensräume Tümpel in den Habitatbeschreibungen aufgeführt. Obwohl eine große Anzahl von Tümpeln in die Kategorien der prioritären Lebensräume fällt, muss eine genaue Kartierung ihrer Standorte noch vorgenommen werden.

Der biologische Reichtum von Tümpeln ist wahrscheinlich auf verschiedene Faktoren zurückzuführen. Sie sind ein alter, reichlich vorhandener und natürlicher Typ von Süßwasserlebensraum, der während der gesamten Evolutionsgeschichte der Süßwasserorganismen existiert hat. Dies hat vielleicht die Diversifizierung der Arten seit der ersten Besiedlung des Süßwassers durch das Leben ermöglicht. In vielen Naturlandschaften dürften Tümpel die zahlreichsten Süßwasserlebensräume gewesen sein. Vor allem temporäre Tümpel haben über Millionen von Jahren Lebensraum geboten.

Die größte Konzentration von Tümpeln findet sich häufig in Gebieten, die als Feuchtgebiete bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um Komplexe aus permanenten und temporären Tümpeln, die eng mit Seen, Fließgewässern und terrestrischen Lebensräumen verflochten sind. Beispiele in Europa sind der Doñana-Nationalpark in Spanien, der Biebrza-Fluss in Polen und der Hortobágy-Nationalpark in Ungarn. In den meisten europäischen Seengebieten sind Tümpel die zahlreichsten Süßwasserlebensräume (obwohl Seen eine größere Fläche und ein größeres Volumen haben). In den ausgedehnten Moorsystemen Nordeuropas gibt es wahrscheinlich Millionen von Tümpeln.

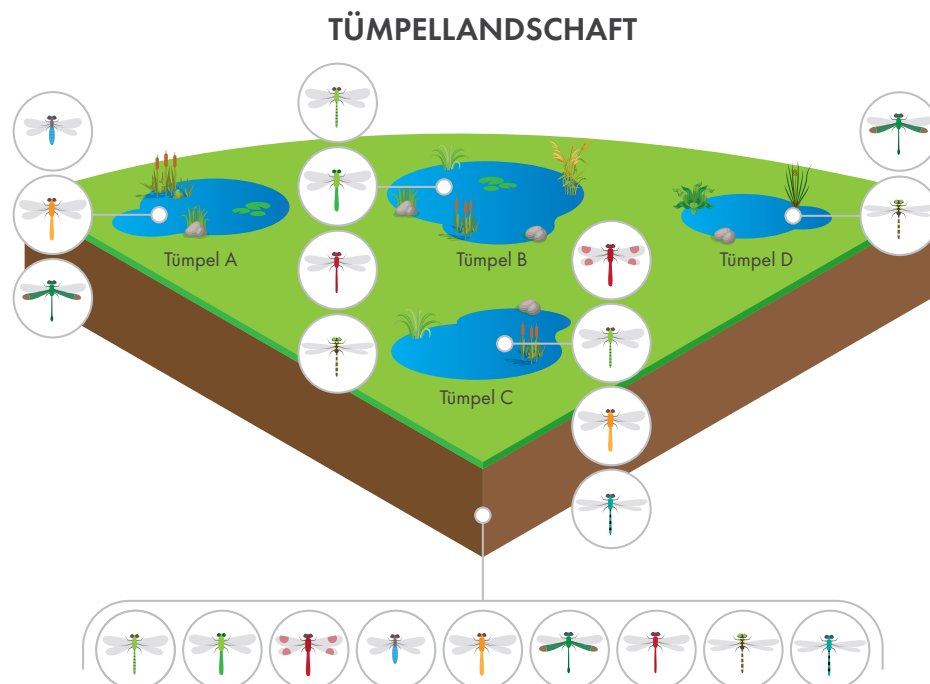


Abb. 7 - Beispiel für die Förderung der Artenvielfalt in einer Tümpellandschaft. Die vier verschiedenen Tümpel (A, B, C, D), die jeweils unterschiedliche physikalische und chemische Merkmale aufweisen, beherbergen jeweils 2 bis 4 Libellenarten (Alpha-Reichtum). Da jede Gemeinschaft unterschiedlich ist, mit leichten Überschneidungen in der Artenzusammensetzung, ist die Beta-Diversität hoch (d. h. der Unterschied zwischen den Tümpeln) und folglich ist der kumulierte Reichtum der Tümpellandschaft (Gamma-Diversität; A+B+C+D) deutlich höher und erreicht insgesamt 9 Arten.

Insgesamt machen Tümpel in vielen Landschaften einen hohen Anteil der verbleibenden naturnahen Gewässer aus, insbesondere in Gebieten, die von umweltbelastenden landwirtschaftlichen oder städtischen Flächen geprägt sind. Da Tümpel in der Regel kleine Einzugsgebiete haben, bestehen diese Einzugsgebiete in der Regel vollständig aus naturnahen Flächen (Heideflächen, Grünland mit geringem Eintrag, Wälder, Moorland und ungedüngte Wiesen), die nur wenig oder gar nicht durch menschliche Einflüsse (z. B. Düngemittel, Pestizide, Abwässer und andere Schadstoffe) belastet sind. Im Gegensatz dazu sind Gewässer mit größeren Einzugsgebieten diesen schädlichen Faktoren viel stärker ausgesetzt.

Dies trägt auch zum Reichtum von Tümpelgruppen bei, da sie Rückzugsgebiete für Arten bieten, die schadstofffreies (sauberes) Wasser benötigen, das in größeren Gewässern heute weitgehend fehlt. Der charakteristische Reichtum von Tümpeln, der Schutz vor Stressfaktoren und die Heterogenität kommen in Tümpellandschaften zusammen und tragen zu ihrem ungewöhnlichen biologischen Reichtum und ihrer Vielfalt bei.

Tümpellandschaften im Vergleich zu anderen Süßwasserlebensräumen.

Im Vergleich zu Fließgewässern sind Tümpel von Natur aus physikalisch und chemisch vielfältig. Dies trägt zur Vielfalt der Süßwasserorganismen bei, die sie beherbergen.

Der Reichtum von Tümpeln wurde erstmals in den frühen 2000er Jahren durch die Arbeit des Freshwater Habitats Trust im Vereinigten Königreich deutlich. ^[14] Entgegen den Erwartungen wurde gezeigt, dass Tümpel in einer typischen europäischen Agrarlandschaft insgesamt mehr Arten von Süßwasserpflanzen und aquatischen Makroinvertebraten beherbergen als Flüsse, Seen, Bäche oder Gräben (Abbildung 8).

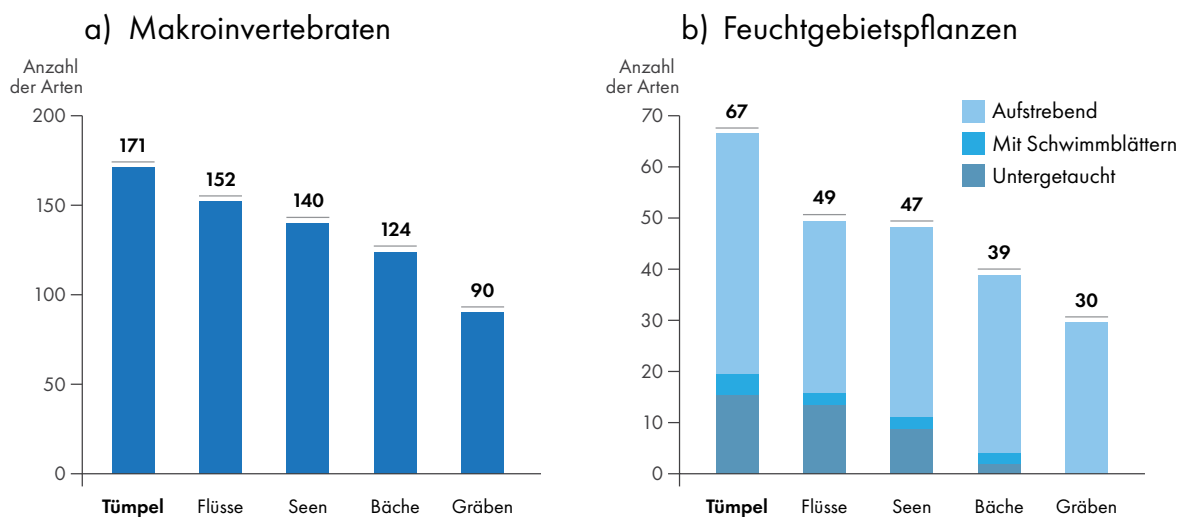


Abb. 8 - Eine Studie des Freshwater Habitats Trust (UK) in einer landwirtschaftlich genutzten Landschaft ergab, dass Tümpel insgesamt mehr Arten von Süßwasserpflanzen und aquatischen Makroinvertebraten beherbergen als andere Wasserkörper.^[14]

Dieses Muster wurde auch in Berg- und Tieflandlandschaften des Vereinigten Königreichs sowie in Dänemark, Deutschland und Frankreich sowie in Polen, China und Bhutan nachgewiesen. Der **PONDERFUL**-Demonstrationsstandort Water Friendly Farming ist vielleicht das bisher beste Beispiel für den hohen Beitrag von Tümpeln zur Süßwasser-Biodiversität einer ganzen Landschaft (siehe Erfolgsgeschichte Water Friendly Farming in Kapitel 6). Es ist noch nicht bekannt, ob dieses Muster auch in der südlichen Hemisphäre oder in den Tropen auftritt.



Möglichkeiten und Hindernisse für die Nutzung von Tümpeln zum Schutz der biologischen Vielfalt von Süßwasser

Tümpel bieten enorme Möglichkeiten für den wirksamen Schutz der biologischen Vielfalt von Süßwasser vor menschlichen Einflüssen, einschließlich der Auswirkungen des Klimawandels. Die wichtigsten praktischen Möglichkeiten, die Tümpel bieten, sind:

- **Der Reichtum der Tümpel:** Tümpel bieten Lebensraum für eine Vielzahl von Süßwasserarten, darunter viele, die lokal, regional, europaweit oder weltweit vom Aussterben bedroht sind.
- **Schutz und Schaffung hochwertiger Lebensräume:** Obwohl sich die Süßwasserbewirtschaftung in der Regel auf die Verbesserung geschädigter Lebensräume konzentriert, sind viele Tümpel noch in gutem Zustand und müssen geschützt werden. Die Anlage neuer Tümpel an strategischen Standorten ist eine gute Möglichkeit, neue hochwertige Süßwasserlebensräume zu schaffen. Bei Flüssen und Seen ist dies schwieriger zu bewerkstelligen.
- **Gute ökologische Ergebnisse:** Es gibt hervorragende Belege für die Wirksamkeit von Tümpeln bei der Verbesserung der biologischen Vielfalt von Süßwasser. Dies steht im Gegensatz zu vielen Arbeiten über die Bewirtschaftung von Flüssen und Seen, bei denen die Belege für die Vorteile für die biologische Vielfalt weniger konsistent sind.
- **Mit Menschen zu tun haben:** Tümpel können an einer Vielzahl von Orten angelegt werden. Dies gibt vielen verschiedenen Menschen die Möglichkeit, die Süßwasser-Biodiversität zu schützen.
- **Geringe Größe kann geringere Kosten bedeuten:** Tümpel sind relativ klein, was bedeutet, dass die Kosten für Schutz (z. B. Mikroreservate), Bewirtschaftung und Schaffung niedriger sind als bei größeren Gewässern. In Verbindung mit ihrer größeren Wirksamkeit bei guter Bewirtschaftung und Anlage sind sie eine sehr attraktive Option für den Schutz und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt von Süßwasser.

Die wichtigsten Hindernisse für die Nutzung von Tümpeln zum Schutz der Süßwasser-Biodiversität und zur Verringerung der Auswirkungen des Klimawandels sind:

- **Geld:** Trotz der geringen Kosten sind die Mittel für die Anlage und Bewirtschaftung von Tümpeln im Vergleich zu den Mitteln, die der öffentliche und private Sektor für den Schutz größerer Gewässer und einiger terrestrischer Lebensräume bereitstellt, sehr begrenzt.
- **Politik und Recht:** Die Wasserpolitik ist immer noch stark gegen kleine Gewässer ausgerichtet, auch wenn sich dies inzwischen ändert. Die meisten Tümpellebensräume werden in den Wasser- und Naturschutzrichtlinien und -gesetzen nicht berücksichtigt, und dieser fehlende Schutz ist eine der Hauptursachen für ihren Rückgang. Geeignete nationale und internationale Gesetze zum Schutz von Tümpeln sowie finanzielle Anreize für die Erhaltung und Schaffung von Tümpeln sind von entscheidender Bedeutung. Es gibt drei wichtige politische Themen, die angegangen werden müssen:
 - Sicherstellung der Einbeziehung von Tümpeln in die Gesetzgebung zum Schutz der Wassermwelt. Derzeit sind Tümpel am besten in der Naturschutzpolitik vertreten (z.B. in Europa, EU-Habitatrichtlinie). Aufgrund der Art und Weise, wie die Wasserrahmenrichtlinie im Allgemeinen umgesetzt wird, gibt es in der EU keinen allgemeinen Schutz für Tümpel als Süßwasser. Dadurch wird die Typologie des Systems B bevorzugt, die Millionen kleiner Seen und Tümpel mit einer Fläche von weniger als 50 ha von einer wirksamen Regulierung ausschließt. Ähnliche Ausschlüsse von der Wasserpolitik in Nordamerika werden durch die Identifizierung von "gefährdeten Gewässern" angegangen. Dazu gehören Feuchtgebiete außerhalb der Auen (vergleichbar mit den europäischen "Tümpeln") und Quellbäche.
 - Sicherstellen, dass die politischen Entscheidungsträger immer sowohl an kleine als auch an größere Gewässer denken. Die seit langem bestehende Tendenz, davon auszugehen, dass große Gewässer wichtiger sind als kleine Gewässer, hat die Politik verzerrt und beeinträchtigt die praktische Unterstützung für die Nutzung von Tümpeln zum Schutz der biologischen Vielfalt von Süßwasser.
 - Sicherstellen, dass Süßwassergewässer in der Politik als Netzwerke von Lebensräumen betrachtet werden. Obwohl seit langem bekannt ist, dass Süßwasserpflanzen und -tiere mehrere Lebensräume in der Landschaft nutzen, hat sich erst in jüngster Zeit der Gedanke der Vernetzung von Lebensräumen durchgesetzt. Zwei Beispiele dafür sind die Konzepte des Süßwassernetzes (Großbritannien) und der Süßwasser-Ökosystem-Mosaik (Nordamerika).
- **Identifizierung von Tümpeln mit hohem Wert:** In der Praxis ist es von entscheidender Bedeutung, den Schwerpunkt der Erhaltungsmaßnahmen auf die Tümpel zu legen, in denen die biologische Vielfalt des Süßwassers am wichtigsten oder am stärksten gefährdet ist. Im Allgemeinen fehlt es jedoch noch immer an landesweit standardisierten Überwachungs- und Bewertungsmethoden, was auf die lange Tradition in der Süßwasserökologie zurückzuführen ist, kleine Gewässer zu übersehen. Nichtsdestotrotz entwickeln sich Strategien zur Erkennung und Kartierung hochwertiger Tümpel, wobei die britische Politik zur Identifizierung von 'Priority Ponds', das Inventar der Tümpel in Niederbelgien, das Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung in der Schweiz und eine Reihe von Initiativen in Frankreich (z. B. die interaktive Tümpelkarte Loir-et-Cher) gute Beispiele darstellen. Im Rahmen dieser Programme werden die wichtigsten Tümpel identifiziert (insgesamt gibt es in Europa wahrscheinlich Hunderttausende von biologisch wichtigen Tümpeln), um sicherzustellen, dass die vorhandenen hochwertigen Lebensräume erhalten bleiben. Dies ist dasselbe Prinzip wie das Konzept des "Verschlechterungsverbots" der Wasserrahmenrichtlinie, bei dem der Schutz von Gewässern, die sich bereits in einem guten Zustand befinden, oberste Priorität hat und die Wiederherstellung geschädigter Lebensräume die zweite Priorität darstellt.

3.5 BESTE STRATEGIEN UND TIPPS ZUR VERBESSERUNG DER ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN UND DER BEITRÄGE DER NATUR FÜR DEN MENSCHEN DURCH TÜMPEL

In diesem Abschnitt fassen wir die Ökosystemleistungen und die Beiträge der Natur für den Menschen zusammen, die von Tümpeln und Tümpellandschaften erbracht werden. Wo immer möglich, stellen wir Daten, hilfreiche Tipps und Erfolgsgeschichten (Kapitel 6) aus dem **PONDERFUL**-Projekt oder aus der Arbeit des **PONDERFUL**-Projektteams an anderer Stelle zur Verfügung.

Regulierung von Gefahren und Extremereignissen: Natürliches Hochwassermanagement

Tümpel und Tümpellandschaften können große Wassermengen speichern, vor allem wenn die Tümpel über große Absenkungszonen, flache Ränder und/oder einen Pufferbereich verfügen, der vorübergehend überflutet werden kann. Dies macht Tümpel und Tümpellandschaften wertvoll für das Abflussmanagement. Das potenzielle Wasservolumen, das in einer Tümpellandschaft gespeichert werden kann, kann sehr groß sein und ist wahrscheinlich kostengünstiger als technische Bauwerke. Durch den kumulativen Nutzen der einzelnen Tümpel können Tümpellandschaften das Hochwasserrisiko erheblich verringern, da die Speicherung die Sturmganglinie verzögert und abflacht und die Abflussspitzen reduziert (siehe Abb. 9).

Durch die Speicherung von Wasser in der Landschaft werden nicht nur Überschwemmungsrisiken gemindert, sondern auch die Auswirkungen extremer Dürreperioden gemildert und Wasser für die Brandbekämpfung bereitgestellt.

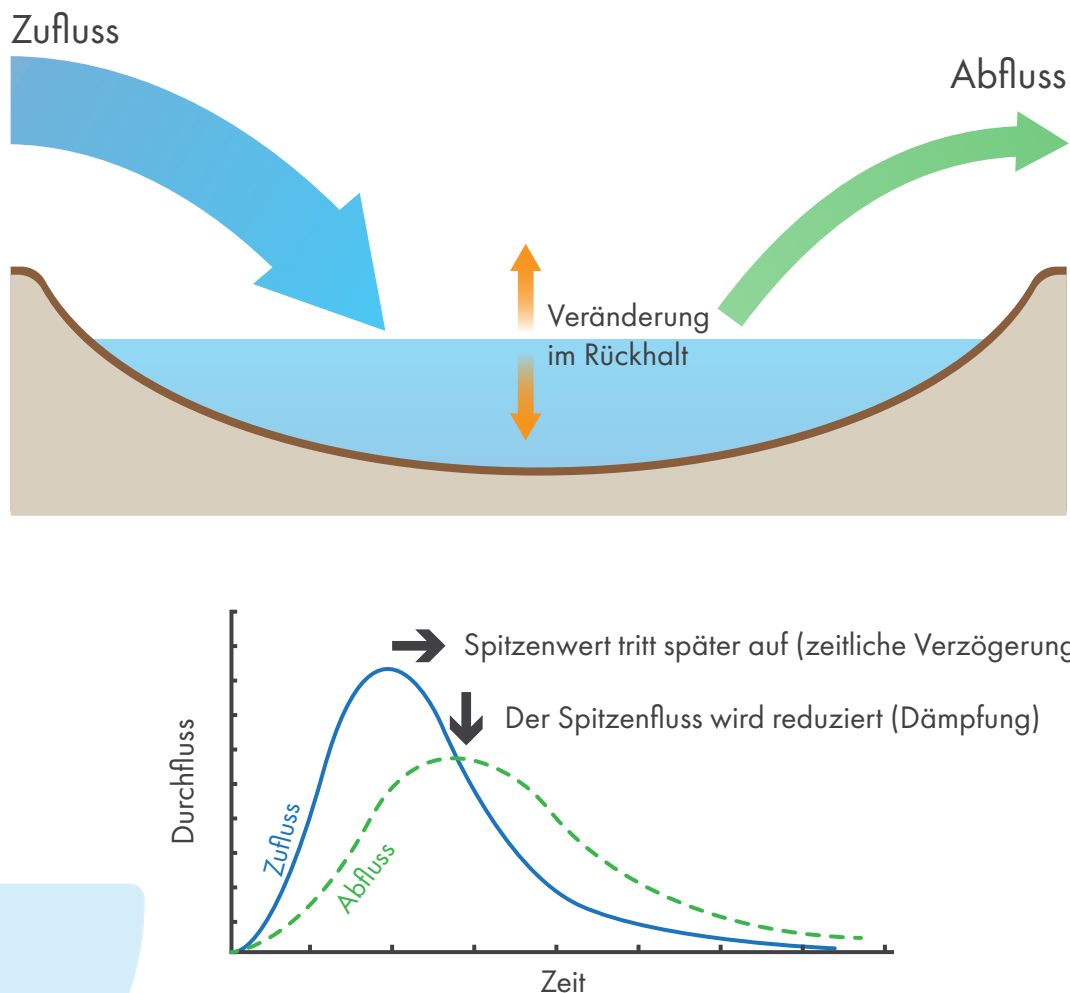
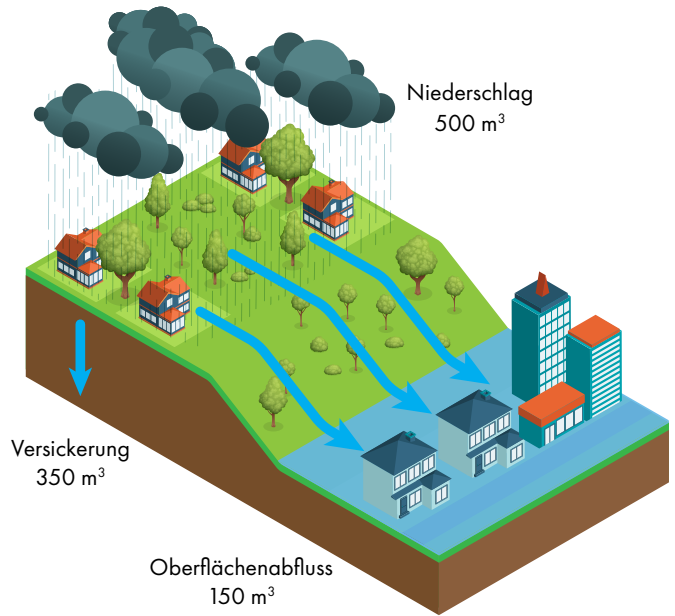


Abb. 9 - Tümpel können Abflussspitzen bei Hochwasserereignissen erheblich reduzieren und verzögern.

Ohne Tümpel



Mit Tümpeln

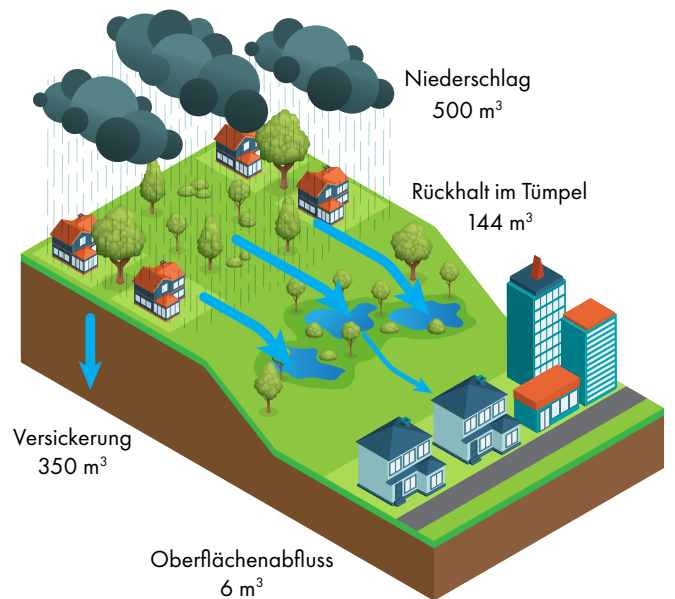
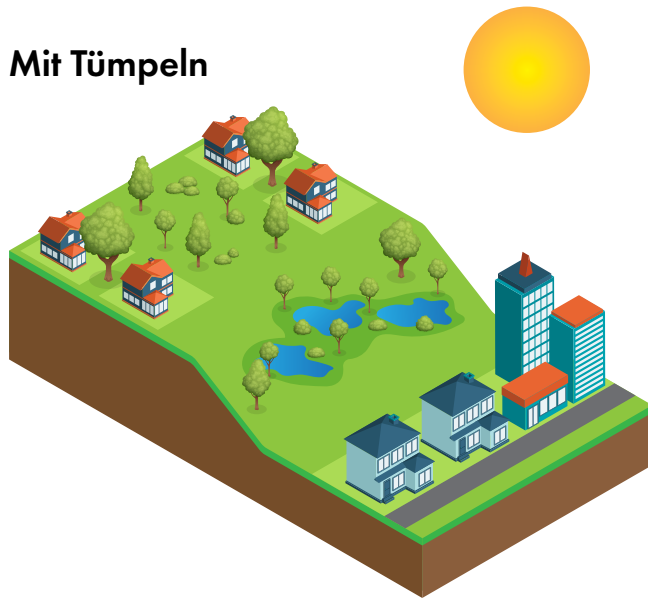


Abb. 10 - Vereinfachte Darstellung des Nutzens einer kleinen Tümpellandschaft im Einzugsgebiet eines städtischen Gebietes während eines Starkregenereignis. Die linke Abbildung zeigt die Situation ohne Tümpellandschaft vor (oben) und nach (unten) einem Starkregenereignis. Die rechte Abbildung zeigt die gleiche Situation, jedoch mit dem Vorteil einer Tümpellandschaft aus drei 300 m² großen Tümpeln mit einer Absenkzone, die 144 m³ Regenwasser speichern kann, wodurch das Hochwasserrisiko verringert wird.



TIPPS ZUR VERBESSERUNG DER WASSERSPEICHERUNG:

- Dichte Tümpellandschaft (zahlreiche Tümpel). Legen Sie in der Tümpellandschaft so viele Tümpel wie möglich an und versuchen Sie, wenn möglich, Regen- und Niederschlagswasser von Dächern oder durch Gräben oder Mulden zu sammeln, die die Topografie nutzen, um das Wasser zu den Tümpeln zu leiten.
- Optimierte Tümpelflächen und -tiefen (so groß wie möglich)
- Große Absenkungszone für jeden Tümpel (mit großer überflutbarer Fläche)
- Hydraulische Berechnungen und Modelle können bei der Gestaltung der Tümpel und Tümpellandschaften helfen.



ERFOLGSGE-
SCHICHTEN 6.2

Regulierung der Süßwassermenge

Tümpel halten das Wasser in der Landschaft und leisten damit mehrere Beiträge der Natur für den Menschen, darunter die Regulierung von Gefahren (siehe vorheriges Beispiel), die Bereitstellung von Wasser für die Landwirtschaft, die Viehzucht und die Tierwelt, die Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie die biologische Vielfalt (Abschnitt 3.5).

Tümpel machen etwa 30 % der Wasseroberfläche auf unserem Planeten aus. Die Wasserspeicherung ist wahrscheinlich eine der ältesten naturbasierten Lösungen im Zusammenhang mit Tümpeln in Agrarlandschaften. Dazu gehört nicht nur die direkte Nutzung des Wassers durch Tiere (Rinder, Wildtiere) oder die Bewässerung von Kulturen, sondern auch die Bereitstellung von Lebensräumen für Wildtiere (Amphibien, Fledermäuse, Libellen, andere Wirbellose), die Schadinsekten bekämpfen, und für Nutztiere (Fische, Schildkröten, Frösche, Enten, Wirbellose) oder Pflanzen (z. B. Brunnenkresse, Minze), die vom Menschen zur Ernährung genutzt werden. Die Wasserspeicherung in Tümpeln ist auch eine wichtige Trinkquelle für Wildtiere, insbesondere in südlichen Gebieten Europas (z. B. im Mittelmeerraum) und in Szenarien des Klimawandels. Zu diesem Zweck wurden überall auf der Welt Tümpel und Tümpellandschaften angelegt. Angesichts der prognostizierten Wasserknappheit kommt dieser Dienstleistung heute eine immer größere Bedeutung zu.

Effiziente naturnahe Lösungen müssen per definitionem der biologischen Vielfalt zugutekommen. Daher ist es auch von Vorteil, wenn Wasserspeicher-Tümpel so angelegt sind, dass sie gute Lebensräume für die biologische Vielfalt schaffen. Zwei Faktoren sind wichtig: Wenn das gespeicherte Wasser nicht verschmutzt ist, ist dies ein wesentlicher Vorteil für die biologische Vielfalt. Zweitens ist es umso besser, je natürlicher das Ufer und das Bett des Tümpels sind: Wasserspeicher-Tümpel werden häufig aus künstlichen Materialien (Beton, Kunststofffolien) angelegt, was zu Lebensräumen von eher schlechter Qualität führt. Wenn möglich, sollten die Tümpel in Lehm, Kies oder Sand angelegt werden, da diese natürlichen Substrate zur Schaffung von Tümpeln führen, die eine bessere Lebensraumqualität bieten. Die Bewirtschaftung der Tümpellandschaft kann auch eine Mischung von Tümpeltypen fördern, von denen einige zur Nahrungsmittelproduktion und andere zum Schutz von Wildtieren genutzt werden.



◀ Viele Tümpellandschaften wurden im Mittelalter für die Fischzucht angelegt (z. B. die Dombes, Frankreich). Sie werden auch heute noch zu diesem Zweck bewirtschaftet und stellen lokale Hotspots der biologischen Vielfalt dar..
© Joël Robin

Das Trinken von Rindern ist häufig ein Merkmal von Tümpeln, die eine hohe Artenvielfalt aufweisen (z. B. Uruguay)..
© Freshwater Habitats Trust



◀ Große künstliche Systeme, wie dieser für die Bewässerung genutzte Stausee, könnten durch naturnahe Lösungen ersetzt werden. © Lio Voo





TIPPS ZUR VERBESSERUNG DER WASSERSPEICHERUNG UND DER DAMIT VERBUNDENEN ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN VON FISCH- UND VIEHTRÄNKEN :

- Wenn der Viehdruck in der Tümpellandschaft hoch ist, kann es von Vorteil sein, die artenreichsten Tümpel (entweder teilweise oder vollständig) einzuzäunen. Beachten Sie, dass für viele Tümpel ein sanfter Weidedruck wichtig und natürlich ist.
- Eine einfache Tränke kann stromabwärts eines Tümpels installiert werden, wodurch sich der Druck auf die Tiere und die Wildtiere besser steuern lässt.
- Fischteiche profitieren von Ufern, die von aufkommender Vegetation dominiert werden, die Laichplätze für Fische und Lebensräume für andere Biota (z. B. Vögel, Amphibien, Wirbellose) bietet und dazu beiträgt, den Nährstoffgehalt im Tümpel zu reduzieren; die Fischdichte sollte der natürlicher Fischgemeinschaften nahekomen.
- Fischteiche mit einer zu hohen Fischdichte sollten vermieden werden, da die Wasserqualität leidet, was sich sowohl auf die Fische als auch auf die Artenvielfalt im Allgemeinen auswirkt.



ERFOLGS-
SCHICHTE 6.5

Verbesserung der Wasserqualität

Jeder Tümpel hat ein Wasserreinigungspotenzial, das in der Regel mit zunehmender Wasserpflanzenvielfalt, Tümpelgröße und -tiefe zunimmt. Die kumulative Wirkung vieler Tümpel kann bedeuten, dass eine große Tümpellandschaft mit einer hohen Tümpeldichte ein außergewöhnliches Potenzial zur Wasserreinigung hat. Tümpellandschaften wurden daher als naturnahe Lösungen zur Verbesserung der Wasserqualität sowohl in landwirtschaftlichen als auch in städtischen Landschaften eingesetzt (z. B. in Irland das Dunhill Integrated Constructed Wetland).^[15] Die Reinigung betrifft nicht nur Nährstoffe, sondern auch eine Reihe anderer Schadstoffe wie Schwebstoffe, Schwermetalle, Pestizide, polychlorierte Biphenyle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, endokrin wirksame Chemikalien, Salze und Bakterien.

Um den Wert der Tümpellandschaft für den Verschmutzungsschutz zu maximieren, sollten die Reinigungsteiche zwischen den Verschmutzungsquellen und den zu schützenden Gewässern (Tümpel, Bäche oder Flüsse) angelegt werden. Dies wird häufig am oberen Ende des Wassereinzugsgebiets der Fall sein, aber auch in "stromabwärts" gelegenen Uferbereichen und Überschwemmungsgebieten. Die Nutzung von Tümpeln zum Abfangen von Schadstoffen kann die Fläche von Reinwasserlebensräumen aller Art vergrößern, wenn die Tümpel gut konzipiert und bewirtschaftet werden.

Tümpel mit dem höchsten Reinigungspotenzial haben eine große Oberfläche und ein großes Volumen, eine lange Verweilzeit und eine dichte Vegetation. Die dichte Vegetation von Schilfgürteln (*Phragmites australis*) zum Beispiel bedeutet, dass sie wegen ihres Reinigungspotenzials weithin gefördert werden.

Der Klimawandel mit höheren Wassertemperaturen und zunehmender Wasserknappheit wird die Auswirkungen der Eutrophierung verschlimmern. Tümpellandschaften sind daher eine Lösung für die Verbesserung der Wasserqualität in Einzugsgebieten und Landschaften, sowohl durch das Abfangen von Verschmutzungen als auch durch die Schaffung neuer sauberer Wasserkörper.

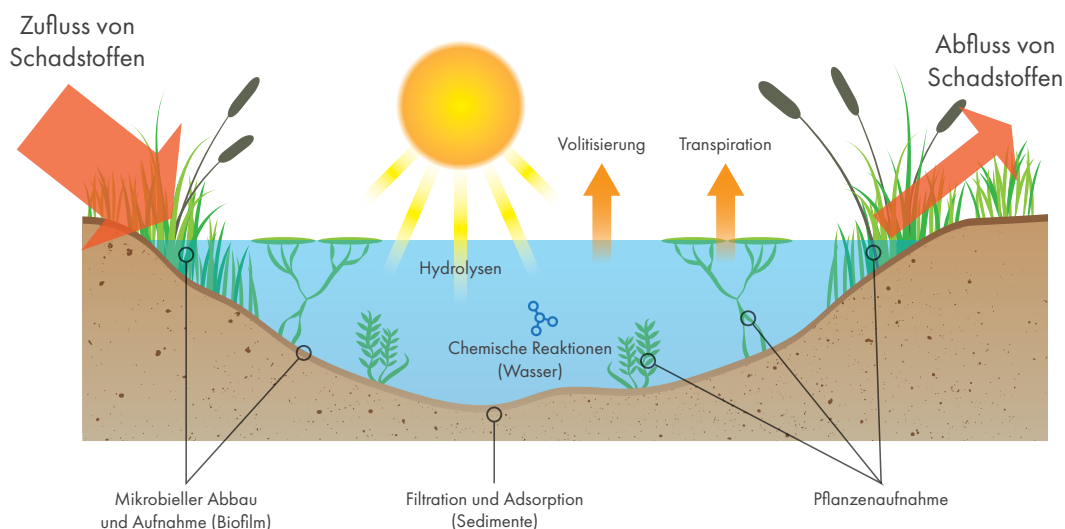


Abb. 11 - Die Reinigung in Tümpeln hängt mit der kumulativen Wirkung verschiedener Prozesse zusammen: Filtration, chemischer Abbau (z. B. Photodegradation, Hydrolyse), mikrobieller Abbau, Verflüchtigung, Adsorption an Sedimenten, Vegetation und organischem Material sowie pflanzliche und mikrobielle Aufnahme.





TIPPS ZUR VERBESSERUNG DER WASSERQUALITÄT:

- dichte Tümpellandschaft (zahlreiche Tümpel)
- Optimierte Tümpelflächen und -tiefen (so groß wie möglich) - hohe Wasserrückhaltezeit in den Tümpeln
- Regelmäßiger Schnitt der aufkommenden Vegetation, um die Aufnahme und Beseitigung von Schadstoffen zu fördern
- Vermeiden Sie den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden im Einzugsgebiet der Tümpel
- Große Flächen mit Pflanzenbeeten, insbesondere mit aufkommender Vegetation (z. B. Schilf)
- Auch die Versickerung und der vertikale Fluss können gefördert werden.



ERFOLGS-
SCHICHTE 6.3

Klimaregulierung: Sequestrierung von Kohlenstoff

Tümpel sind die reichlichsten Süßwasserlebensräume auf der Erde und oft sehr produktive Systeme mit dichter Vegetation und hohen Photosynthese- und Atmungsraten. Dies führt zu einer erheblichen Bindung von Kohlenstoff durch Algen und Gefäßpflanzen, der dann in den Tümpelsedimenten abgelagert wird. Tümpel sind jedoch auch Quellen großer Mengen von Treibhausgasen (z. B. Kohlendioxid und Methan), insbesondere wenn sie verschmutzt sind, was bedeutet, dass Tümpel einen wichtigen Einfluss auf den globalen Kohlenstoffkreislauf haben. Wir müssen also genau verstehen und quantifizieren, wie diese Prozesse in Tümpeln ablaufen und wie wir die Kohlenstoffbindung maximieren und andere Treibhausgasemissionen minimieren können. Daher ist es von entscheidender Bedeutung zu wissen, wie die Tümpelbewirtschaftung dazu beitragen kann, dass Tümpel eher als Kohlenstoffsenken denn als Kohlenstoffquellen fungieren.

Was sind diese Treibhausgase und wie werden sie in Tümpeln erzeugt oder gebunden?

Viele Prozesse, die in Tümpeln ablaufen, erzeugen oder binden die drei wichtigsten Treibhausgase: Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid. Diese Prozesse hängen sowohl mit den Aktivitäten der Vegetation und der mikrobiellen Gemeinschaften als auch mit den physikalisch-chemischen Bedingungen (insbesondere dem Sauerstoff- und Nährstoffgehalt) und der Menge an organischem Material zusammen. Das globale Erwärmungspotenzial ist bei Distickstoffoxid am höchsten (265-mal stärker als bei Kohlendioxid), während Methan in 100 Jahren ein 28-mal höheres Erwärmungspotenzial hat als Kohlendioxid.

Methan wird vor allem in anaeroben Situationen (bei Abwesenheit von Sauerstoff) produziert. Das Gas entsteht, wenn Archaeen das organische Material im Sediment und in der Wassersäule durch Methanogenese verarbeiten. In Gegenwart von Sauerstoff kann Methan durch methanotrophe Bakterien in Kohlendioxid umgewandelt werden. Methan kann auch unter anaeroben Bedingungen zu Kohlendioxid oxidiert werden.

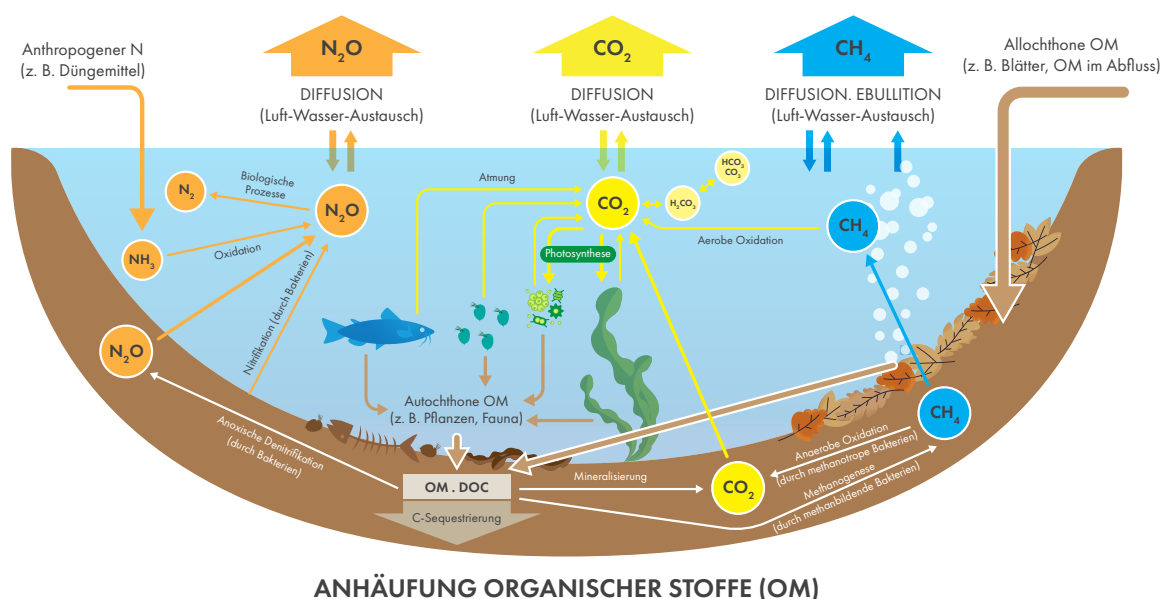


Abb. 12 - Im Tümpel ablaufende Prozesse, die zur Emission der drei Treibhausgase (oben: N_2O - Distickstoffoxid; CO_2 - Kohlendioxid; CH_4 - Methan) und zur Bindung von Kohlenstoff in den Sedimenten (unten) führen, durch Diffusion oder Abschwemmung. OM - Organische Substanz; DOC - Gelöster organischer Kohlenstoff.



Kohlendioxid ist ein Nebenprodukt der Atmung, ein Prozess, den alle Pflanzen, Tiere, Pilze und Bakterien nutzen. Es entsteht auch durch pH-vermittelte Veränderungen in der Karbonatchemie und durch Photooxidation von gelöstem organischem Kohlenstoff (der teilweise durch die Zersetzung organischer Stoffe entsteht). Die Erzeugung von Kohlendioxid ist auch mit der Oxidation von Methan verbunden, wie oben erläutert. Tagsüber wird das Kohlendioxid von Phytoplankton, Algen und Wasserpflanzen durch Photosynthese verbraucht und nachts, wenn die Atmung vorherrscht, wieder freigesetzt.

Distickstoffoxid wird durch bakterielle Aktivität (Denitrifikation oder Nitrifikation) unter stickstoffreichen Bedingungen erzeugt. Hohe Stickstoffkonzentrationen in Gewässern werden häufig durch menschliche Verschmutzung verursacht, einschließlich des Einsatzes von Düngemitteln in der Landwirtschaft und der Abwasserentsorgung. Studien haben gezeigt, dass Tümpel sowohl eine Quelle als auch eine Senke für Distickstoffoxid sein können. Eine Reihe von Studien, darunter die **PONDERFUL**-Daten, haben ergeben, dass Tümpel Senken für N_2O sind.

Wie ist das Gleichgewicht zwischen der Akkumulation von Kohlenstoff und der Emission von Treibhausgasen?

Tümpel sind wahrscheinlich die effizientesten Ökosysteme pro Flächeneinheit auf dem Planeten, wenn es um die Bindung von Kohlenstoff, aber auch um die Produktion von Treibhausgasen geht, wie die **PONDERFUL**-Untersuchungen gezeigt haben. Es gibt auch beträchtliche Unterschiede in den saisonalen Mustern, wobei die Emissionen im Sommer nachweislich höher sind, wobei es jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den Standorten gibt.

Da Tümpel sowohl Kohlenstoff speichern als auch freisetzen können, ist es wichtig, das Gleichgewicht zwischen CO_2 -Sequestrierung und CO_2 -Emission zu berücksichtigen, um ihre Gesamtwirkung zu berechnen. **PONDERFUL**-Erhebungen und Mesokosmen-Experimente zeigen, dass steigende Temperaturen in Verbindung mit einem erhöhten Nährstoffgehalt die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass ein Tümpel ein Nettoemittent ist. Angesichts steigender Temperaturen ist es daher wichtig, den Nährstoffgehalt so niedrig wie möglich zu halten. Darüber hinaus scheinen reichlich bewurzelte Unterwasserpflanzen die Nettosequestrierung zu fördern. Umgekehrt sind Tümpel mit hohen Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff und niedrigem Gesamtstickstoffgehalt (Phosphor scheint in dieser Beziehung eine geringere Rolle zu spielen) eher eine Senke als eine Quelle von Treibhausgasen. Bei der weiteren Entwicklung unseres Verständnisses der Rolle von Tümpeln im Kohlenstoffkreislauf werden Tümpel mit höheren Netto-Sequestrationsraten für weitere Untersuchungen besonders nützlich sein, um zu erfahren, wie die Bewirtschaftung das System in Richtung Kohlenstoffspeicherung lenken kann.

Die von **PONDERFUL** durchgeführte Analyse von 180 Maßnahmen zur naturnahen Gestaltung von Tümpeln, die in 93 Tümpeln/Tümpellandschaften in 24 Ländern umgesetzt wurden, ergab, dass sich die von den Bewirtschaftern umgesetzten naturnahen Lösungen derzeit in erster Linie auf die Anpassung an den Klimawandel (insbesondere auf die Regulierung von Gefahren und Extremereignissen und die Aufrechterhaltung der Wassermenge) und nicht auf die Eindämmung konzentrieren. Es wurden keine Maßnahmen gemeldet, die speziell zur Verringerung der Treibhausgasemissionen oder zur Verbesserung der Fähigkeit von Tümpeln, Kohlenstoffsinken zu sein, eingesetzt wurden.

Welche Arten von Tümpeln weisen niedrige Treibhausgasemissionen auf?

Die Emission von Treibhausgasen wird durch die Nährstoffkonzentration und den gelösten Sauerstoff beeinflusst. Niedrige Werte des gelösten Sauerstoffs werden mit erhöhten Methan- und Kohlendioxidemissionen sowohl im Jahres- als auch im jahreszeitlichen Maßstab in Verbindung gebracht. Die Nährstoffanreicherung, insbesondere durch Stickstoff, wurde im **PONDERFUL**-Datensatz mit erhöhten Emissionen von Kohlendioxid und Methan in Verbindung gebracht.



TIPPS ZUR VERRINGERUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN VON TÜMPELN:

- Anlage von Tümpeln mit einer gut mit Sauerstoff angereicherten Wassersäule (z. B. offen zum Wind, um die Durchmischung der Wassersäule zu fördern)
- Bewirtschaftung der Landschaft, um "saubere" Einzugsgebiete für Tümpel zu schaffen und sicherzustellen, dass die Tümpel nährstoffarm sind



ERFOLGSGE-
SCHICHTE 6.4

Bestäubung

Von den Ökosystemleistungen und den Beiträgen der Natur für den Menschen, die von Tümpeln erbracht werden, wird die Bestäubung von den Verwaltern häufig übersehen. Die Beteiligten an den **PONDERFUL**-Demonstrationsstandorten haben jedoch häufig die Bestäubung als eine wichtige Dienstleistung genannt, die von Tümpeln erbracht werden könnte, was ein wachsendes Bewusstsein für dieses Thema widerspiegelt. Mehrere Studien (z. B. im Vereinigten Königreich, in Schweden, Deutschland und der Schweiz) haben eine größere Anzahl von Bestäubern in der Nähe von landwirtschaftlichen Tümpeln festgestellt, was sich positiv auf die Bestäubung von Pflanzen auswirken kann. Die Bestäuberdiversität ist besonders hoch, wenn die Tümpel einen blütenreichen Wasserpflanzengürtel aufweisen (siehe Abb. 15).

Die meisten Bienen- und Schwebfliegenarten (die Hauptgruppe der Bestäuber) entwickeln sich nicht im Wasser. Stattdessen nutzen sie regelmäßig die Tümpel und die bewachsene Uferlinie für wertvolle Pollen und Nektar (von Blumen) und Wasser zum Trinken. Das Mosaik der Lebensräume entlang der Uferlinie und der umliegenden Gebiete bietet vielen Arten auch Nistplätze. So ist der nackte Boden für mehrere Solitärbienearten von entscheidender Bedeutung, während Totholz und anderes verrottendes Pflanzenmaterial Brut- und Nistplätze für Bienen, Wespen, Ameisen und Schwebfliegen bieten kann.

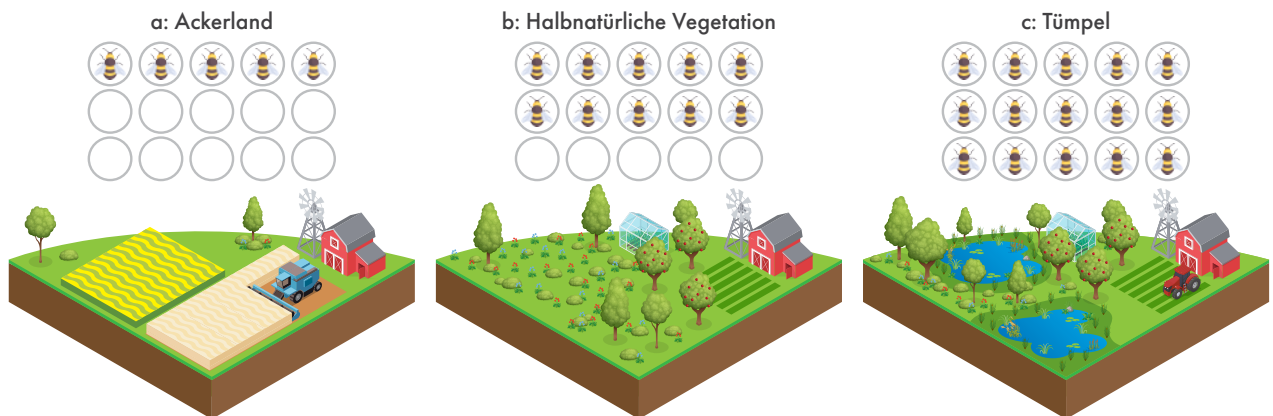


Abb. 13 - In der Agrarlandschaft kann das Gebiet um einen Tümpel (c) potenziell dreimal mehr Bestäuber beherbergen (Abundanz von Bienen und Schwebfliegen) als ein Ackerfeld (a). Dieser Lebensraum beherbergt auch deutlich mehr Bestäuber als naturnahe terrestrische Vegetation ohne stehendes Wasser (b).



TIPPS ZUR VERBESSERUNG DER BESTÄUBUNG:

- Fördern Sie das Vorhandensein und die Vielfalt von Wasserpflanzen in den Randbereichen, wenn möglich mit Arten, die zu unterschiedlichen Zeiten blühen.
- Beibehaltung eines breiten Gürtels mit blütenreicher aufstrebender Vegetation (z. B. *Mentha* spp., *Lysimachia* spp., *Lotus* spp., *Potentilla* spp., *Galium* spp., *Alisma* spp., *Epilobium* spp., *Lycopus* spp., *Cirsium* spp.).
- Förderung eines hohen Anteils von Tümpeln mit offenem Laubdach und früher Sukzession in der Tümpellandschaft. Die holzige Vegetation sollte bewirtschaftet und entfernt werden.



BEDEUTUNG FÜR LERNEN UND INSPIRATION, MENSCHLICHE GESUNDHEIT UND WOHLBEFINDEN

(a) Physische und psychologische Erfahrungen

Es ist inzwischen allgemein anerkannt, dass natürliche Umgebungen, einschließlich Süßwasser, für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen von großem Nutzen sind und physische und psychologische Erfahrungen vermitteln. Blaue Räume werden auch mit dem Abbau von Stress und Ängsten in Verbindung gebracht, und eine kürzlich durchgeführte Metaanalyse, in der die gesundheitlichen Auswirkungen von blauen Räumen quantifiziert wurden, kam zu dem Schluss, dass sie mit der gesundheitsfördernden Wirkung von Grünflächen vergleichbar sind.^[16, 17]

Physische und psychologische Erfahrungen, die mit Tümpeln verbunden sind, wurden in **PONDERFUL**-Umfragen unter Interessenvertretern und Anwohnern als zweitwichtigste Dienstleistung von Tümpellandschaften genannt (siehe 3.2). Diese Erfahrungen sind weitgehend mit der biologischen Vielfalt und dem Vorhandensein von Wasser verbunden. Mit dem Klimawandel wird die Assoziation von Tümpeln mit diesen Erfahrungen zweifellos zunehmen, teilweise aufgrund der potenziellen kühlenden Wirkung von Tümpellandschaften. Viele Aktivitäten werden direkt oder indirekt mit Tümpellandschaften in Verbindung gebracht. Dazu gehören das Beobachten von Wildtieren, Wandern, Picknicken, Radfahren, Kontemplation/Entspannung, Angeln, Jagen, Bootfahren, Schwimmen, Naturfotografie und Kunstschaffen.



◀ Picknicks, Radfahren © Beat Oertli

▼ Freizeitaktivitäten wie Bootsfahrten © Sílvia Martins



Kontemplation, Kontakt mit der Natur © Freshwater Habitats Trust

(b) Bildung und Inspiration

Tümpel sind ein wertvolles Instrument für die Umweltbildung, insbesondere wenn sie Teil einer Landschaft mit anderen verbundenen Gewässern sind. Die Vorteile von Tümpeln für Bildungsaktivitäten sind ihre geringe Größe und Zugänglichkeit (wodurch sie leichter zu erkunden sind als größere Gewässer) und ihre hohe Artenvielfalt (die leicht zu beobachten ist und eine spektakuläre Vielfalt und Einzigartigkeit von Formen, Ökologie und biologischen Merkmalen aufweist).

Darüber hinaus können die physikalischen (z. B. Temperatur) und chemischen (z. B. Nährstoffe, Leitfähigkeit) Eigenschaften von Tümpeln gemessen werden, um den Menschen zu helfen, mehr über Ökosysteme zu lernen. Sie bieten auch einen einfachen praktischen Zugang zum Verständnis anderer, komplexerer Themen (z. B. Kohlenstoffflüsse, Produktivität, trophische Ketten, Lebenszyklen, Metamorphose usw.). Das bedeutet, dass Tümpel Lernmöglichkeiten für Schüler aller Altersgruppen sowie für die breite Öffentlichkeit bieten. Im städtischen Umfeld werden viele Tümpel mit dem Ziel der Bildung und Inspiration angelegt, insbesondere in Schulen, aber auch in privaten Gärten.



TIPPS ZUR VERBESSERUNG DES BILDUNGSWERTS:

- Informationstafeln sind wichtige und beliebte Bildungsinstrumente. Es gibt eine breite Palette von Optionen (z. B. verschiedene Größen und Designs, einige mit Interaktivität), die für alle Zielgruppen und Budgets geeignet sind.
- Organisation von pädagogischen Outdoor-Aktivitäten an Tümpeln, um den engen Kontakt mit und die Identifizierung von Pflanzen und Tieren zu fördern und so die Beziehung zum Gewässer und das Verständnis für den Reichtum der Tümpel zu entwickeln.
- Die Anlage von Tümpeln in Schulhöfen, öffentlichen Stadtgärten und pädagogischen Bauernhöfen bietet wertvolle Bildungsressourcen. Tümpel und Tümpellandschaften sind perfekte Orte, an denen sich die Menschen an Citizen-Science-Aktivitäten beteiligen können, z. B. an Arteninventuren, Wasserqualitätsmessungen und sogar eDNA-Proben.



ERFOLGS-
SCHICHTEN 6.7





◀ Viele Nichtregierungs-organisationen organisieren regelmäßig Veranstaltungen an Tümpeln, da diese weit verbreitet und wichtig sind. © Freshwater Habitats Trust

▶ In der Umgebung von Tümpelanlagen können Informationstafeln aufgestellt werden, die verschiedene Themen im Zusammenhang mit der biologischen Vielfalt und der Funktionsweise dieser Gewässer behandeln. © Beat Oertli



◀ Vogelbeobachtungsplätze werden von der breiten Öffentlichkeit sehr geschätzt. © Freshwater Habitats Trust

KÜHLENDE WIRKUNG

Große Tümpel und dichte Gewässernetze können einen Kühleffekt bewirken. Diese Tümpel oder Tümpellandschaften können die Lufttemperatur um 2 bis 3 °C senken, wobei dies von der Tageszeit abhängt, da in der Nacht eine Erwärmung zu beobachten ist. Am deutlichsten ist der Nutzen, wenn blaue Infrastruktur (einschließlich Fließgewässer) mit grüner Infrastruktur (z. B. Bäume, Sträucher, Hecken, Wiesen) kombiniert wird. Der Kühleffekt kann bis zu 6 °C physiologische Äquivalenttemperatur betragen, wenn die Tümpellandschaft von Bäumen bedeckt ist. Die blau-grüne Matrix ist besonders effizient bei der Senkung der Temperaturen in Städten, wo diese naturbasierte Lösung den städtischen "Wärmeinseleffekt" verbessern kann.

Kleinere Tümpel (weniger als ca. 2500 m²) haben keine signifikanten Auswirkungen auf die Lufttemperatur. Sie haben jedoch anerkanntermaßen eine positive Wirkung auf den Menschen, da sie ein Gefühl der Abkühlung vermitteln, das zu einem besseren Wohlbefinden beiträgt. Diese psychologische Wirkung ist mit dem Sehen, Hören (z. B. Springbrunnen, Wasserstrahlen), Berühren oder der Nähe zum Wasser (Brücken, Trittsteine) verbunden. Dies kann sowohl an kleinen städtischen Gewässern als auch an Zierteichen erreicht werden.

In den Sommermonaten ist das Schwimmen in großen, naturnahen Tümpeln besonders beliebt. Die Nachfrage nach neuen Badestellen wächst schnell und steht im Zusammenhang mit der zunehmenden Häufigkeit und Dauer von Hitzewellen.



Die Nähe von Wasser (z. B. Brücken und Bänke) sorgt für ein kühlendes Gefühl, das von den Menschen besonders bei Hitzewellen geschätzt wird. © Adrienne Sordet



Direkter Kontakt mit Wasser (z. B. beim Schwimmen) sorgt für Abkühlung. © Beat Oertli



In natürlicheren Tümpellandschaften ist die Verbindung der Tümpel mit grüner Infrastruktur (z. B. Bäumen) besonders effizient für die Senkung der Lufttemperatur. © Markus Spiske



TIPPS ZUR ERZIELUNG EINES KÜHLENDEN EFFEKTS:

- Kopplung von Tümpeln mit grüner Infrastruktur (sorgfältig angeordnete Bäume in der Nähe des Tümpels, die ihn aber nicht beschatten, insbesondere auf der Südseite).
- Einführung von Elementen, die den Menschen das Wasser näherbringen (z. B. Brücken, Trittsteine, offene Ufer, Plattformen, Wege, Bänke).
- Bereitstellung von Einrichtungen, die das Schwimmen erleichtern.



ERFOLGS-
GESCHICHTEN
6.6 UND 6.11







4. Praktische Techniken zur Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften zur Anpassung an den Klimawandel

4.1 DIE GRUNDSÄTZE DER BEWIRTSCHAFTUNG, WIEDERHERSTELLUNG UND GESTALTUNG VON TÜMPELN UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie man ein praktisches Programm zur Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften plant und gestaltet, um bei der Anpassung an das sich verändernde Klima zu helfen und dessen Auswirkungen zu verringern. Diese Maßnahmen sind notwendig, um den größten Nutzen aus Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen zu ziehen. Ohne sie wird der Wert von Tümpeln und Tümpellandschaften sinken und damit auch ihre Fähigkeit, uns mit Dienstleistungen zu versorgen, die uns helfen, uns an den Klimawandel anzupassen und seine Auswirkungen zu verringern.

Es wird ein Leitfaden für den gesamten Prozess bereitgestellt, von der Festlegung der Ziele bis zur Anlage und Verwaltung einzelner Tümpel oder Tümpellandschaften. Dieses Kapitel enthält auch neue Entwürfe für CLIMA-Tümpel, die durch **PONDERFUL** erstellt wurden: Tümpel, die speziell für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel konzipiert wurden (siehe Abschnitt 4.6).

ÜBERBLICK ÜBER DIE WICHTIGSTEN ZIELE UND GRUNDSÄTZE FÜR PRAKTISCHE, NATURNAHE LÖSUNGEN FÜR TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Was sind naturnahe Lösungen für Tümpel und Tümpellandschaften?

Tümpel und Tümpellandschaften sind naturnahe Lösungen, die eine Reihe von Vorteilen für Menschen und Wildtiere bieten, einschließlich der Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung. Um sich als naturnahe Lösungen zu qualifizieren, müssen Aktionen, Maßnahmen und Interventionen sowohl für den Menschen als auch für die Natur von Nutzen sein, einschließlich wirtschaftlicher Vorteile.

Maßnahmen, die auf Tümpel und Tümpellandschaften angewendet werden können, um ihre Rolle als naturnahe Lösungen zu stärken, lassen sich im Wesentlichen in drei Kategorien einteilen:

- **Management von Tümpeln als naturnahe Lösungen:** Anwendung praktischer Maßnahmen an bestehenden Tümpeln oder Tümpellandschaften, um ihre Funktion als naturnahe Lösungen zu erhalten. Dies kann ein regelmäßiges Management der Wasservegetation, invasiver Arten oder der Beschattung beinhalten, um bestimmte Pflanzen- oder Tierarten zu fördern, oder die Aufrechterhaltung eines geeigneten Aussichtspunkts für Wildtierbeobachter oder Naturliebhaber. Die Bewirtschaftung kann auch zur Verlangsamung oder Umkehrung der Sukzessionsveränderungen in Tümpeln eingesetzt werden. Die Verschmutzung durch Nährstoffe beschleunigt in der Regel den Prozess der Tümpelsukzession, so dass in verschmutzten Tümpeln eine häufigere Bewirtschaftung erforderlich ist. In diesem Leitfaden wird der Schutz bestehender hochwertiger Tümpel als ein Teilbereich der Tümpelbewirtschaftung betrachtet. Zu den Maßnahmen zum Schutz von Tümpeln gehören: die Unterschutzstellung eines Tümpels (z. B. als Naturschutzgebiet, Regional- oder Nationalpark), die Lösung von Problemen wie der Verschmutzung im weiteren Einzugsgebiet des Tümpels, die Schaffung von Pufferzonen um die Tümpel oder die Beseitigung von Abflüssen, die verschmutzte Straßenabwässer einleiten. Zum Management auf Landschaftsebene gehört auch der Schutz bestehender hochwertiger Tümpel.
- **Wiederherstellung und "Wiederbelebung" von Tümpeln als naturnahe Lösungen:** Wenn Tümpel ihre Funktion verloren haben oder um Lebensraum für eine bestimmte Art zu schaffen, kann ein intensiverer Eingriff erforderlich sein. Dazu können die Beseitigung von Bäumen und Gestrüpp und das Ausbaggern von lange angesammeltem Sediment gehören. Dies wird gewöhnlich als Wiederherstellung bezeichnet, obwohl Bewirtschaftung und Wiederherstellung in Wirklichkeit zwei Enden eines Kontinuums sind. Die Wiederherstellung kann auch die "Wiederauferstehung" von "Geistertümpeln" beinhalten, d. h. die Wiederherstellung alter Tümpel, die in der Vergangenheit absichtlich zugeschüttet wurden.

Beachten Sie, dass es erhebliche Überschneidungen zwischen Wiederherstellung und Bewirtschaftung gibt und diese Begriffe manchmal synonym verwendet werden.



Anlage von Tümpeln als naturnahe Lösungen: Das Ausheben oder Anlegen eines neuen Tümpels an einem Ort, an dem es zuvor keinen Tümpel gab, bringt diese naturnahe Lösung in die Tümpellandschaft. Das Anlegen neuer Tümpel erhöht die Menge an sauberem Wasser in der Landschaft oder Tümpellandschaft, verbessert die Vernetzung von Süßwasserlebensräumen und kehrt die Auswirkungen des Tümpelverlustes um.

Welche Technik sollte verwendet werden, um sicherzustellen, dass Tümpel und Tümpellandschaften eine naturnahe Lösung darstellen: Bewirtschaftung, Wiederherstellung oder Schaffung?

Alle Typen von Eingriffen - Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Schaffung - sind je nach Art der Tümpellandschaft möglich. Ihr Projekt kann sich auf die Bewirtschaftung oder Wiederherstellung bestehender Tümpel oder auf die Schaffung neuer Gewässer konzentrieren. In vielen Tümpellandschaften wird es notwendig sein, alle drei Ansätze anzuwenden, wobei die Bewirtschaftung dazu dient, die Tümpel in gutem Zustand zu erhalten, und die Wiederherstellung dazu, einen Tümpel, der sich verschlechtert hat, zunächst wieder in einen Zustand zu versetzen, in dem die Bewirtschaftung die von ihm erbrachten Leistungen aufrechterhalten kann. Neue Tümpel erweitern dann das Netz und erbringen Leistungen, die die bestehenden Tümpel nicht erfüllen können (z. B. Erweiterung der Süßwasser-Biodiversität in der gesamten Landschaft, Bereitstellung von Lebensraum für rückläufige Arten, Abfangen von Nährstoffen). Denken Sie daran, dass es die Vielfalt der Gewässer in einer Landschaft ist, die einen vielfältigen Nutzen bietet.

Entscheidend für die Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Anlage von Tümpeln ist, dass sie die "richtige" Hydrologie aufweisen. In vielen Fällen bedeutet dies, dass die Hydrologie den natürlichen jahreszeitlichen Schwankungen folgt, wobei der Wasserstand von "permanenten" Tümpeln im Sommer sinkt, um reichhaltige Absenkungszonen zu schaffen, während semi-permanente Tümpel gelegentlich (in einem von zehn Jahren) und temporäre Tümpel jährlich austrocknen. In anderen Situationen muss der Wasserstand so gesteuert werden, dass die Ökosystemleistung oder der Beitrag der Natur für den Menschen, für die der Tümpel oder die Tümpellandschaft bestimmt ist, erbracht wird. So müssen beispielsweise Fischteiche und Tümpel zum Auffangen von Verschmutzungen regelmäßig vollständig entleert werden, um Sedimente zu entfernen.

Management von Tümpeln und Tümpellandschaften

Die Bewirtschaftung von Tümpeln ist erforderlich, um natürliche Störungsprozesse nachzuahmen, die in weiten Teilen der Landschaft verloren gegangen sind, und um nachteilige Auswirkungen, die sich aus der Art der Nutzung des Tümpelinzugsgebiets ergeben, zu verringern oder zu minimieren (z. B. Kontrolle der Auswirkungen der Nährstoffanreicherung). Eine gute Bewirtschaftung kann Tümpel in einem bestimmten Sukzessionsstadium für bestimmte Pflanzen oder Tiere erhalten. Dies könnte zum Beispiel Folgendes beinhalten:

- Regelmäßiges Mähen oder Abweiden der Wasservegetation, Entfernung invasiver Arten und, falls erforderlich, Entfernung von überschüssigem organischem Material und Sediment.
- Bewirtschaftung auf der Ebene der Tümpellandschaft, um sicherzustellen, dass die verschiedenen Sukzessionsstadien der Tümpel in der Landschaft vorhanden sind.
- Aufrechterhaltung des Lebensraumspektrums in einem einzigen Tümpel und Verhinderung der Dominanz einiger weniger Pflanzenarten (z. B. *Typha* spp.).
- Aufrechterhaltung von sauberem Wasser in einem temporären Tümpel für eine gefährdete Wasserpflanzengemeinschaft durch Auffangen von Schmutzwasser oder Bewirtschaftung der Tümpellandschaft.
- Sicherstellen, dass Tümpellandschaften eine Mischung aus Tümpeln mit und ohne Fische aufweisen, um Lebensräume für Arten zu schaffen, die Fische brauchen oder mit ihnen koexistieren, und für Arten, die keine Fischprädation vertragen.
- Freihalten der Tümpel von gebietsfremden Arten, insbesondere von Arten, die das Ökosystem beeinflussen, wie Amerikanischer Sumpfkrebs (*Procambarus clarkii*) oder Kalk-Röhrenwürmer (*Ficopomatus enigmaticus*).
- Die Pflege eines Tümpels aus ästhetischen Gründen, einschließlich der Erhaltung eines geeigneten Aussichtspunktes für Tierbeobachter oder Naturliebhaber.
- Sicherstellen, dass ein Tümpel einen Schutzstatus hat (z. B. lokales, regionales oder nationales Naturschutzgebiet), da dies oft die Verpflichtung mit sich bringt, einen Bewirtschaftungsplan zu erstellen.

Auf der Ebene der Tümpellandschaft besteht das Ideal darin, "Biodiversitäts-Tümpel" so zu bewirtschaften, dass eine Reihe verschiedener Tümpeltypen in der Landschaft erhalten bleibt (offene, neue, beweidete, bewaldete, dicht mit emersen Pflanzen bewachsene, temporäre, semi-permanente, in verschiedenen Sukzessionsstadien usw.). Dies ist besonders wichtig, da Süßwasserpflanzen und -tiere häufig sowohl von einer hohen Dichte an Tümpeln als auch von der Verfügbarkeit einer Reihe von Tümpeltypen profitieren. Alle sauberen, nicht verschmutzten Tümpel können wertvolle Lebensräume für Wildtiere bieten, einschließlich beschatteter und verschlammter Tümpel, denn es ist davon auszugehen, dass verschiedene Tümpeltypen unterschiedliche Arten beherbergen und somit zur biologischen Vielfalt der Tümpellandschaft beitragen. Die Bewirtschaftung der Tümpellandschaft umfasst auch den Schutz bestehender hochwertiger Tümpel, z. B. durch die Steuerung des Viehbestands, um eine angemessene Weidedichte zu gewährleisten.





Städtische Teichbewirtschaftung in Porto, Portugal, wo die Bewirtschaftung selbstverständlich ist. © JT/Charcos com Vida

Tümpel, die neben der Erhaltung der biologischen Vielfalt ein anderes Hauptziel verfolgen, wie z. B. die Wasserreinigung, die Wasserspeicherung oder das menschliche Wohlbefinden, erfordern ebenfalls eine kontinuierliche Bewirtschaftung, um diese Funktion zu erhalten. So müssen beispielsweise Tümpel, in denen Sedimente oder Nährstoffe zurückgehalten werden, regelmäßig ausgebaggert werden, und in Schwimmteichen muss die Vegetation gepflegt werden, um das Wasser offen zu halten.

Wiederherstellung

Einige Tümpel sind physisch noch in der Landschaft vorhanden, sind aber entweder weitgehend ausgetrocknet, haben sehr große Mengen an Sedimenten angesammelt, sind stark von Bäumen und Büschen überwuchert oder wurden absichtlich zugeschüttet (so genannte "Geistertümpel"). Andere erfüllen möglicherweise nicht mehr die ihnen zugedachte Funktion als naturnahe Lösungen. So kann das Tümpelbecken zwar noch vorhanden sein, aber durch Entwässerung, Umleitung des Tümpelwassers, übermäßige Wasserentnahme oder das Fehlfunktion eines Staudamms ist die ursprüngliche Hydrologie (entweder natürlich oder im Falle von Staudämmen künstlich) nicht mehr gegeben.

Die Wiederherstellung umfasst in der Regel intensivere Maßnahmen zur Beseitigung von übermäßigem Bewuchs mit Gehölzen und Bäumen, invasiven Arten oder großen Sedimentansammlungen, die die Funktionen des Tümpels, die biologische Vielfalt oder die Ökosystemleistungen beeinträchtigt haben. Es kann auch bedeuten, Dämme zu reparieren oder Abflüsse zu entfernen. In vielen Fällen sind schwerere Maschinen wie Bagger und Löffelbagger erforderlich, die geplant und in die Maßnahme einbezogen werden müssen.

Die Wiederherstellung der aquatischen und terrestrischen Artenvielfalt in Tümpellandschaften, die von stark beschatteten, verbuschten Tümpeln dominiert werden, kann durch die Wiederherstellung von Gehölzen und die Entfernung von Sedimenten erheblich verbessert werden. Die "Wiederbelebung von Tümpeln" durch die Wiederausgrabung so genannter "Geistertümpel" kann die biologische Vielfalt von Tümpeln und die damit verbundenen seltenen Arten erfolgreich zurückbringen.

Anlegen neuer Tümpel in einer Tümpellandschaft

Wenn Platz vorhanden ist, lohnt es sich fast immer, eine Tümpellandschaft mit Tümpeln zu ergänzen. In städtischen Gebieten können neue Tümpel viele Ökosystemleistungen für Menschen und Wildtiere erbringen. Sie können als Teil neuer städtischer Entwicklungen angelegt werden, wenn sie in die Planungsphase einbezogen werden, oder in verbleibenden Grünflächen angelegt werden. In Städten, in denen die ursprünglichen Tümpel zugeschüttet oder stark verschmutzt wurden, kann die Anlage neuer Tümpel einen Teil dieses Verlustes verringern.

In ländlichen Gebieten ist schätzungsweise die Hälfte der Tümpel verloren gegangen, die es zu Beginn des 20. Jahrhunderts gab. In einigen ländlichen Regionen kann der Verlust noch viel höher sein und 100 % der Tümpel ausmachen. Die Anlage neuer Tümpel in diesen Gebieten wird dazu beitragen, die Tümpeldichte wiederherzustellen und wichtige Lebensräume für die Süßwasser-Biodiversität zu schaffen.



Ein entscheidender Vorteil neuer Tümpel besteht darin, dass sie so konzipiert und angelegt werden können, dass sie bestimmte Ökosystemleistungen erbringen. Für Tümpel, bei denen die biologische Vielfalt im Vordergrund steht, können neue Tümpel beispielsweise in Gebieten angelegt werden, in denen die Zufuhr von unverschmutztem, sauberem Wasser zu ihrer Befüllung gewährleistet werden kann, wenn sie in Einzugsgebieten liegen, die keine Quellen der Oberflächen- oder Grundwasserverschmutzung aufweisen. Dies ist der größte praktische Vorteil, den die Anlage von Tümpeln mit sich bringt: Für andere Süßwasserlebensräume (z. B. Flüsse, Seen, Bäche) ist es viel schwieriger, Einzugsgebiete zu schaffen, die keine Verschmutzung verursachen.

Neue Tümpel können dazu beitragen, die Vernetzung von Wasserlebewesen wiederherzustellen, und - bei guter Gestaltung und sauberem Wasser - neuen Lebensraum für vorhandene Lebewesen bieten. Darüber hinaus können sie als Auffangbecken für die Wiederansiedlung einheimischer Arten dienen. Neue Tümpel können auch genau so angelegt werden, dass sie bestimmte Probleme lösen, wie z. B. die Maximierung des Hochwasserspeichers, das Abfangen von Schadstoffen oder den Bedarf an Wasser für die Bewässerung (siehe Kapitel 3). Auch in diesen Fällen ist eine gute Gestaltung und Planung der Schlüssel dazu, dass die neuen Tümpel die Ziele des Projekts erfüllen.

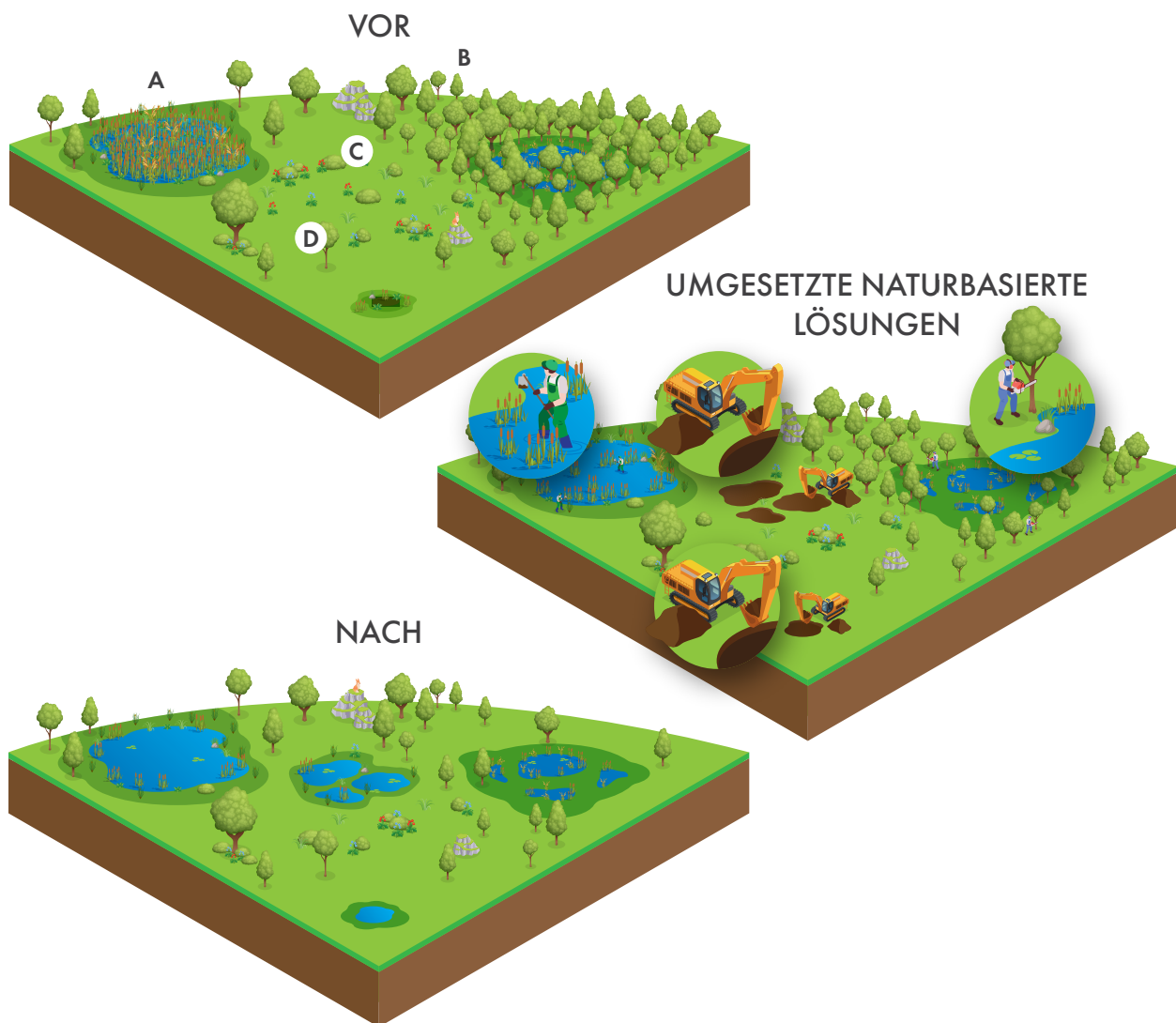


Abb. 14 - Eine Tümpellandschaft vor (A – Überwucherung der Wasservegetation, B – Überwucherung der Bäume, C – Mangel an Teichen, D – Geister- oder verschlammter Teich) und nach der Anwendung von naturbasierten Lösungen.

Politischer und sozialer Kontext von Tümpeln und Tümpellandschaften

Einer der ersten Schritte bei der Entscheidung, welche naturbasierten Lösungen wir mit Tümpeln und Tümpellandschaften erzielen wollen, besteht darin, den breiteren Kontext zu verstehen. Bedenken Sie:

- Was sind die aktuellen Merkmale und der Wert der Tümpellandschaft und seiner einzelnen Tümpel, und wie werden einzelne Tümpel oder die gesamte Tümpellandschaft beeinträchtigt?



- Welche politischen Maßnahmen (auf internationaler, nationaler, regionaler oder lokaler Ebene) könnten dazu beitragen, die Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Schaffung von Tümpeln zu fördern?
- Wie groß ist das gesellschaftliche Bewusstsein oder die Sorge um den guten ökologischen Zustand der Tümpel (entweder für bestimmte Tümpel oder für die gesamte Tümpellandschaft)?
- Welche möglichen Finanzierungsquellen gibt es?

Um mit der Planung Ihres Projekts zu beginnen, sind folgende Fragen wichtig:

- Wie ist die Tümpellandschaft definiert (ihre Ausdehnung oder Grenze) und wie viele Tümpel gibt es in der Tümpellandschaft?
- Wie ist der Zustand der einzelnen Tümpel in der Tümpellandschaft in Bezug auf Biologie, physikalisch-chemische Eigenschaften und Ökosystemleistungen?
- Gibt es derzeitige oder künftige Verschmutzungs- oder Verschlechterungsquellen oder Gefährdungen?
- Welche Beiträge der Natur für den Menschen leistet die Tümpellandschaft bereits oder könnte sie bei entsprechendem Management leisten?
- Wie werden die Tümpellandschaft und die einzelnen Tümpel von den Menschen genutzt?
- Wie hoch ist die Biodiversität der Tümpellandschaft und der einzelnen Tümpel? Sind bedrohte Arten oder invasive Arten in den Tümpeln vorhanden?

Je nach Ressourcen können einige dieser Fragen schwierig im Detail zu beantworten sein. Aber selbst eine relativ subjektive Bewertung kann Ziele definieren. Dieser Prozess ist entscheidend für die Ermittlung der Maßnahmen, die erforderlich sind, um den Nutzen für Menschen und Wildtiere zu maximieren.

Anwendung der Schadensbegrenzungshierarchie

Dieses Handbuch gibt Ratschläge für die Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Schaffung von Tümpeln und Tümpellandschaften. Bei Projekten, die Tümpel oder Tümpellandschaften beschädigen oder zerstören, können die hier zur Verfügung gestellten Informationen als Leitfaden für die verschiedenen Stufen der Schadensbegrenzungshierarchie verwendet werden, die da wären:

- **Vermeidung von Auswirkungen:** Die erste Stufe der Abschwächungshierarchie umfasst Maßnahmen zur Vermeidung von Auswirkungen von Anfang an, z. B. eine sorgfältige räumliche Platzierung der Infrastruktur oder eine sensible Zeitplanung beim Bau, um Störungen zu vermeiden. Beispiele hierfür sind die Verlegung von Straßen außerhalb seltener Lebensräume oder der Brutgebiete wichtiger Arten. Die Vermeidung ist oft die einfachste, billigste und wirksamste Methode zur Verringerung potenzieller negativer Auswirkungen, aber sie setzt voraus, dass die biologische Vielfalt und andere Beiträge der Natur für den Menschen, die durch Tümpel geleistet werden, bereits in den frühen Phasen eines Projekts berücksichtigt werden.
- **Minimierung der Auswirkungen:** Dies sind Maßnahmen zur Verringerung der Dauer, der Intensität und/oder des Ausmaßes von Auswirkungen, die nicht vollständig vermieden werden können. Durch eine wirksame Minimierung können einige negative Auswirkungen beseitigt werden, z. B. durch Maßnahmen zur Verringerung von Lärm und Umweltverschmutzung oder den Bau von Wildtierquerungen an Straßen.
- **Wiederherstellung oder Sanierung von Lebensräumen, die von Auswirkungen betroffen sind:** Ziel dieses Schritts ist es, geschädigte oder entfernte Ökosysteme zu verbessern, die Auswirkungen ausgesetzt waren, die nicht vollständig vermieden oder minimiert werden konnten. Bei der Wiederherstellung wird versucht, ein Gebiet in das ursprüngliche Ökosystem zurückzuverwandeln, das vor den Auswirkungen vorhanden war, während bei der Sanierung lediglich die grundlegenden ökologischen Funktionen und/oder Ökosystemleistungen wiederhergestellt werden sollen. Sanierung und Wiederherstellung sind häufig gegen Ende des Lebenszyklus eines Projekts erforderlich, können aber in einigen Gebieten auch während des Betriebs möglich sein.
- **Ausgleich:** Wenn in früheren Phasen nicht alle Auswirkungen gemildert werden können, sind die verbleibenden Schäden durch die Schaffung oder Wiederherstellung von Lebensräumen zu kompensieren. Tümpel und Tümpellandschaften sind gute Beispiele für Lebensräume, die zum Ausgleich von Verlusten an anderer Stelle genutzt werden können. Es gibt gute Belege für die Wirksamkeit dieses Ansatzes.

Anleitungen zur Mitigation Hierarchy sind aus vielen Quellen erhältlich. Ein guter Ausgangspunkt in englischer Sprache ist CSBI (2015).^[18]

Klare Ziele definieren und Vorgaben machen

Wenn Sie planen, einen Tümpel oder eine Tümpellandschaft zu bewirtschaften, zu restaurieren oder neu anzulegen, müssen Sie sich zunächst die Frage stellen: "Was wollen wir erreichen?" Es ist wichtig, dass Sie sich über Ihre Ziele im Klaren sind, da diese die Ziele der Tümpelbewirtschaftungspläne und der Entwürfe für neue Tümpel bestimmen werden. Überlegen Sie, warum Sie einen Tümpel oder eine Tümpellandschaft anlegen oder wiederherstellen wollen. Geht es in erster Linie um den Menschen oder um die Artenvielfalt? Definitionsgemäß muss eine naturnahe Lösung für beides von Nutzen sein, was auch auf der Ebene der Tümpellandschaft berücksichtigt werden kann (einige Tümpel sind auf die biologische Vielfalt ausgerichtet, andere auf Leistungen für den Menschen).



Möglicherweise müssen Sie eine Reihe von Interessengruppen in diese Entscheidung und die Festlegung der Ziele für Ihren Tümpel einbeziehen. Die Einbindung von Interessengruppen in der frühesten Phase kann auch Probleme (die manchmal nicht gelöst werden können) in den folgenden Phasen vermeiden. Wenn Sie Ihre Ziele in einem sehr frühen Stadium festlegen, können Sie die Aufgaben nach Prioritäten ordnen und unnötige Arbeit vermeiden.

Ein gutes Verständnis der gesamten Tümpellandschaft ist auch entscheidend für die Vermeidung potenzieller Konflikte zwischen den Bedürfnissen der Menschen und der biologischen Vielfalt von Süßwasser. Wenn ein Gewässer beispielsweise einen guten Lebensraum für Wildtiere bietet, kann die Verbesserung des Zugangs für Menschen zur Erbringung einer Ökosystemleistung (z. B. zur Förderung des physischen und psychischen Wohlbefindens) den Tümpel stören oder beeinträchtigen. Dies könnte die Einschleppung nicht heimischer Arten, das Zertrampeln der Ufervegetation oder die Störung der Lebensräume durch Hunde einschließen. In diesem Fall ist es oft besser, neue Tümpel anzulegen, um eine bestimmte Ökosystemleistung zu erbringen, als zu versuchen, dass alle Tümpel alle Funktionen erfüllen. Auf diese Weise können in einer Tümpellandschaft mehrere Nutzen effektiv erbracht werden: So können angelegte Tümpel zur Regulierung von Gefahren und zur Schaffung hochwertiger Lebensräume beitragen, während bestehende Tümpel zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und als Lern- und Inspirationsquelle genutzt werden können.

Bei der Festlegung von Zielen für Tümpelanlagen, bei denen neue Tümpel angelegt werden, muss sichergestellt werden, dass Wasser in geeigneter Qualität zur Verfügung steht. In vielen Tümpellandschaften bedeutet die Verschmutzung der Wasserquellen, dass eine sorgfältige Bewertung und Auswahl zwischen Grundwasser, Oberflächenwasser oder Gräben und Bachzuflüssen erforderlich ist.



Bei diesem Tümpel in einem Naturschutzgebiet in Südengland hatten Hunde und ihre Besitzer Zugang zur rechten Seite des Tümpels, während sie auf der linken Seite durch einen Zaun ausgeschlossen waren. Der Unterschied ist frappierend.

Tümpel können als naturnahe Lösungen angelegt oder wiederhergestellt werden, aber kein einzelner Tümpel kann alle Vorteile bieten, und einige Ziele können unvereinbar sein. Ein und derselbe Tümpel kann zum Beispiel sowohl Nährstoffe abfangen als auch Lebensraum für Feuchtgebietspflanzen bieten, die einen hohen Nährstoffgehalt benötigen oder vertragen. Wenn es jedoch wünschenswert ist, Fische in einem Tümpel zu haben, kann dieser Tümpel nicht gleichzeitig die Populationsgröße von Amphibien wie *Triturus cristatus* und *Bufo bufo* erhöhen, da erstere in der Regel nicht von Fischen gefressen werden dürfen, während letztere Fische tolerieren. Aus diesem Grund lassen sich auf der Ebene der Tümpellandschaft mehrere Ziele viel leichter erreichen, indem man den verschiedenen Tümpeln unterschiedliche "Rollen" zuweist.

Es ist auch sinnvoll, die Beziehung der Tümpel in der Tümpellandschaft zu anderen Süßgewässern und zur Landfauna (einschließlich Wildtieren und Wild) zu berücksichtigen. Tümpel können auf verschiedene Weise dazu beitragen, den biologischen Wert anderer Süßwassergewässer zu erhalten, z. B. durch die Bereitstellung von Wasser:

- Fischbrut- und Rückzugshabitate in Flussauen
- Zufluchtsort für im See lebende Wühlmäuse, die unter dem Prädationsdruck des nicht einheimischen amerikanischen Nerzes stehen, wobei die Wühlmäuse in der Landschaft in Tümpeln in der Nähe des Sees überleben.^[19]
- Zusätzliche Bruthabitate für Amphibien, die hochwertige Tümpel in Tümpellandschaften benötigen, die bereits beeinträchtigte/verschmutzte Tümpel aufweisen.^[20]
- Gebiete, in denen Libellen in Tümpeln brüten können, die in Hochmooren erhalten oder angelegt wurden
- Bereiche mit ruhigem, langsam fließendem Wasser in Fluss- oder Bachfeuchtgebieten, die die Biota des Flusskorridors diversifizieren
- Eine größere Vielfalt an Süßwasserlebensräumen in "Seengebieten", die kleine stehende Gewässer bieten, in denen andere Arten leben als in Seen, vielleicht weil sie nur vorübergehend und folglich frei von Räubern sind; Tümpel können auch Vögeln helfen, die die gesamte Süßwasserumgebung nutzen (d. h. sowohl Seen als auch angrenzende Ufertümpel).

Das Entscheidungshilfe-Diagramm in Abb. 15 kann zur Planung des Prozesses der Bewirtschaftung einer Tümpellandschaft verwendet werden und soll Managern dabei helfen, naturbasierte Lösungen auf der Ebene der Tümpellandschaft umzusetzen.

zen und einen Bewirtschaftungsplan für die Tümpellandschaft zu planen. Konzeptionell besteht das Ziel darin: (i) die Rolle der bestehenden Tümpel in der Tümpellandschaft bei der Bereitstellung verschiedener Ökosystemleistungen oder Beiträge der Natur für den Menschen zu definieren, (ii) eine Risikobewertung aller Auswirkungen vorzunehmen, die eine Bewirtschaftung zur Bereitstellung oder Veränderung dieser Leistungen verursachen könnte, und (iii) zu bestimmen, ob neue Tümpel in die Tümpellandschaft aufgenommen werden sollten, um zusätzliche Ökosystemleistungen zu erbringen.

Die Phasen der Entwicklung des Plans zur Bewirtschaftung der Tümpellandschaft sind:

- Ermittlung des Umfangs der Tümpellandschaft und Festlegung ihrer Ziele
- Identifizierung der einzelnen Tümpel und Bewertung des ökologischen Zustands (biologische Vielfalt und physikalisch-chemische Eigenschaften, Funktionsweise und Beeinträchtigung) jedes Tümpels
- Identifizierung von Bedrohungen für die Tümpel und den Beitrag der Natur für die Menschen, den sie leisten
- Bewertung der Ökosystemleistung/des Beitrags der Natur für den Menschen, die jeder Tümpel in der Tümpellandschaft erbringen soll
- Bewertung des Bedarfs oder der Möglichkeiten für neue Tümpel
- Risikobewertung des Bewirtschaftungs- oder Wiederherstellungsprozesses, um sicherzustellen, dass die bestehenden Ökosystemleistungen/der Beitrag der Natur für den Menschen nicht verringert werden
- Bewirtschaftung, Wiederherstellung, Anlage oder Schutz von Tümpeln.

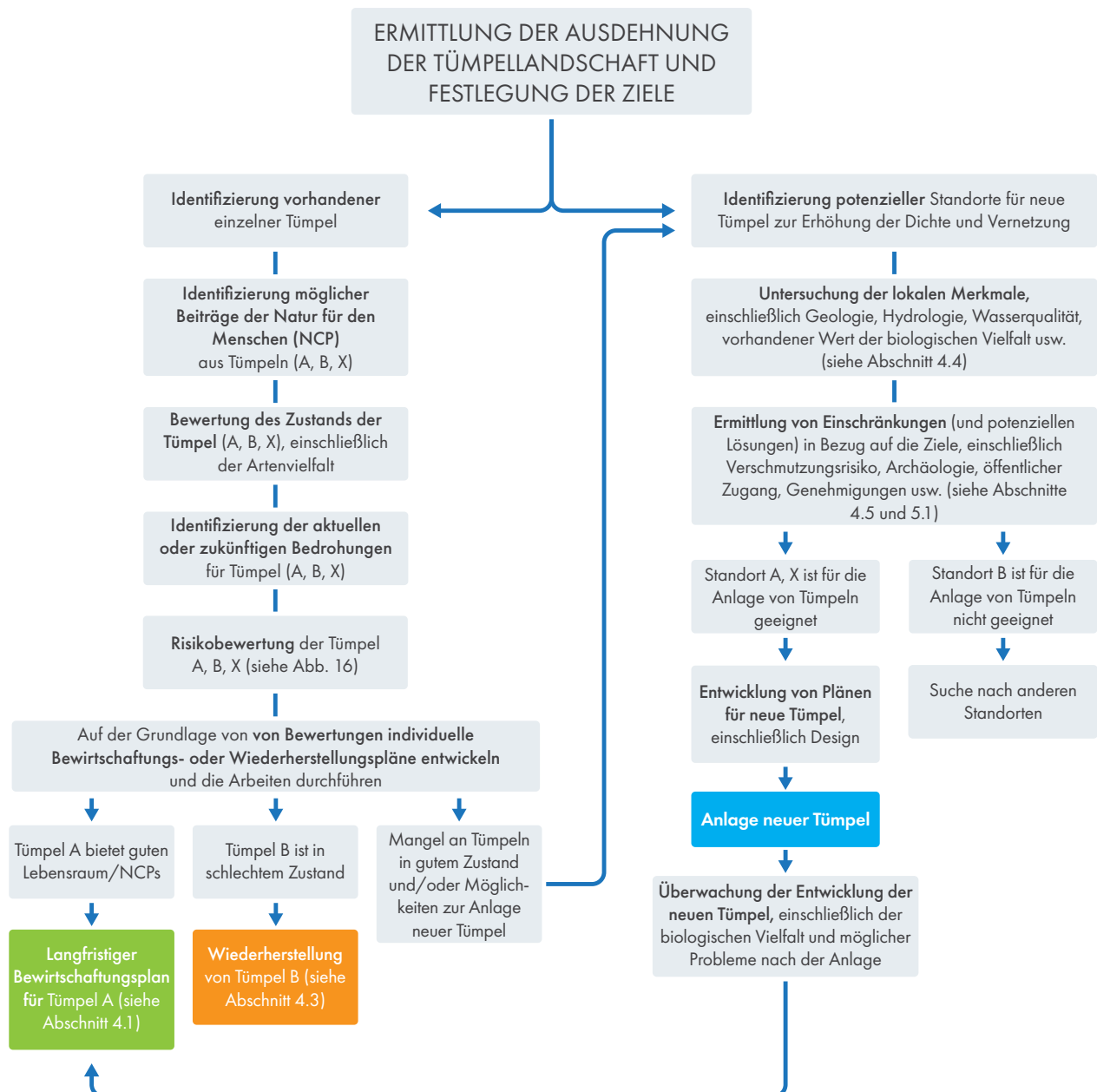


Abb. 15 - Entscheidungsdiagramm für die Bewertung einer Tümpellandschaft



RISIKOBEWERTUNG DES TÜMPELMANAGEMENTS

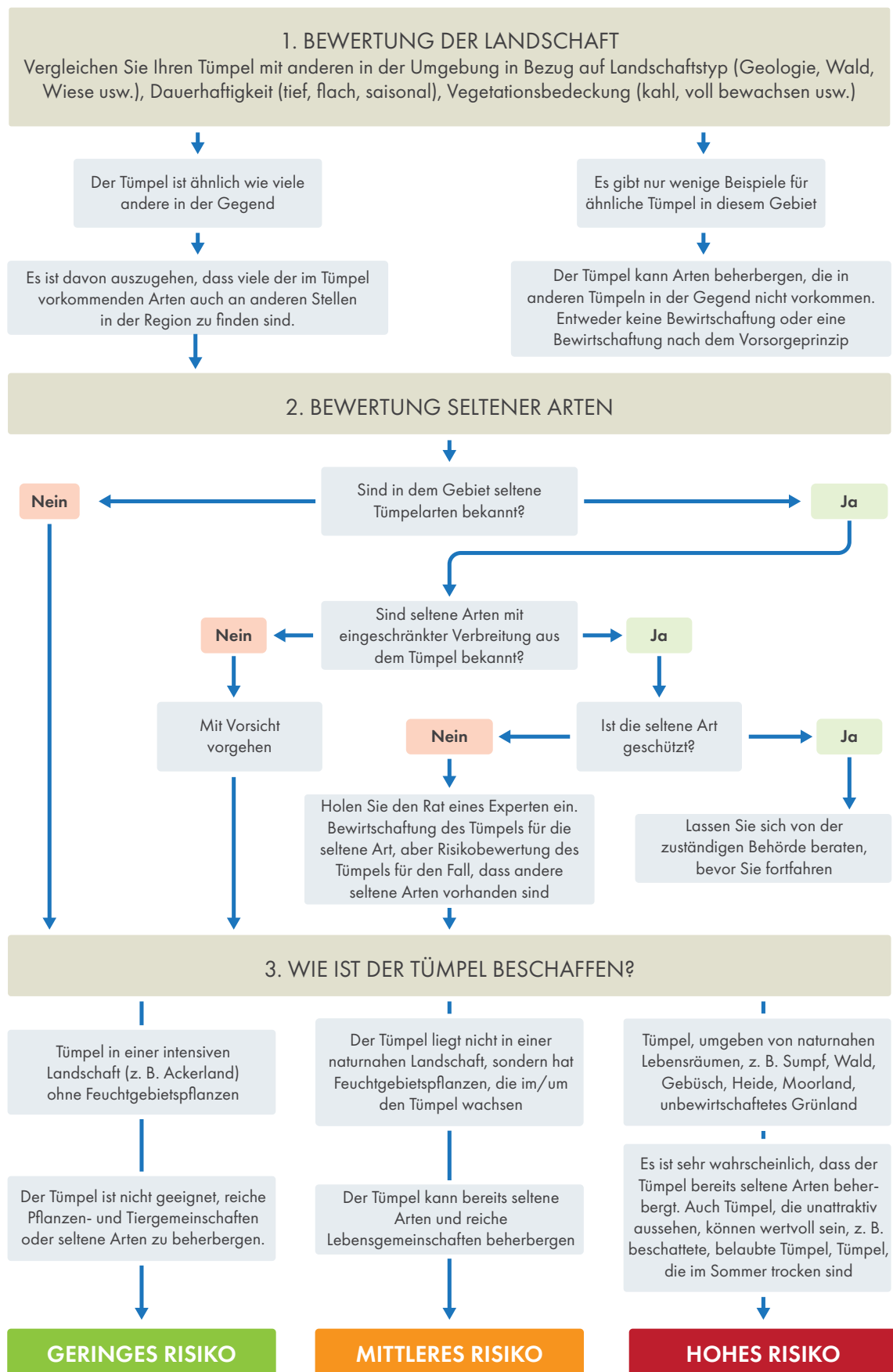


Abb. 16 - Flussdiagramm zur Risikobewertung des Tümpelmanagement (aus The Pond Book, Freshwater Habitats Trust)



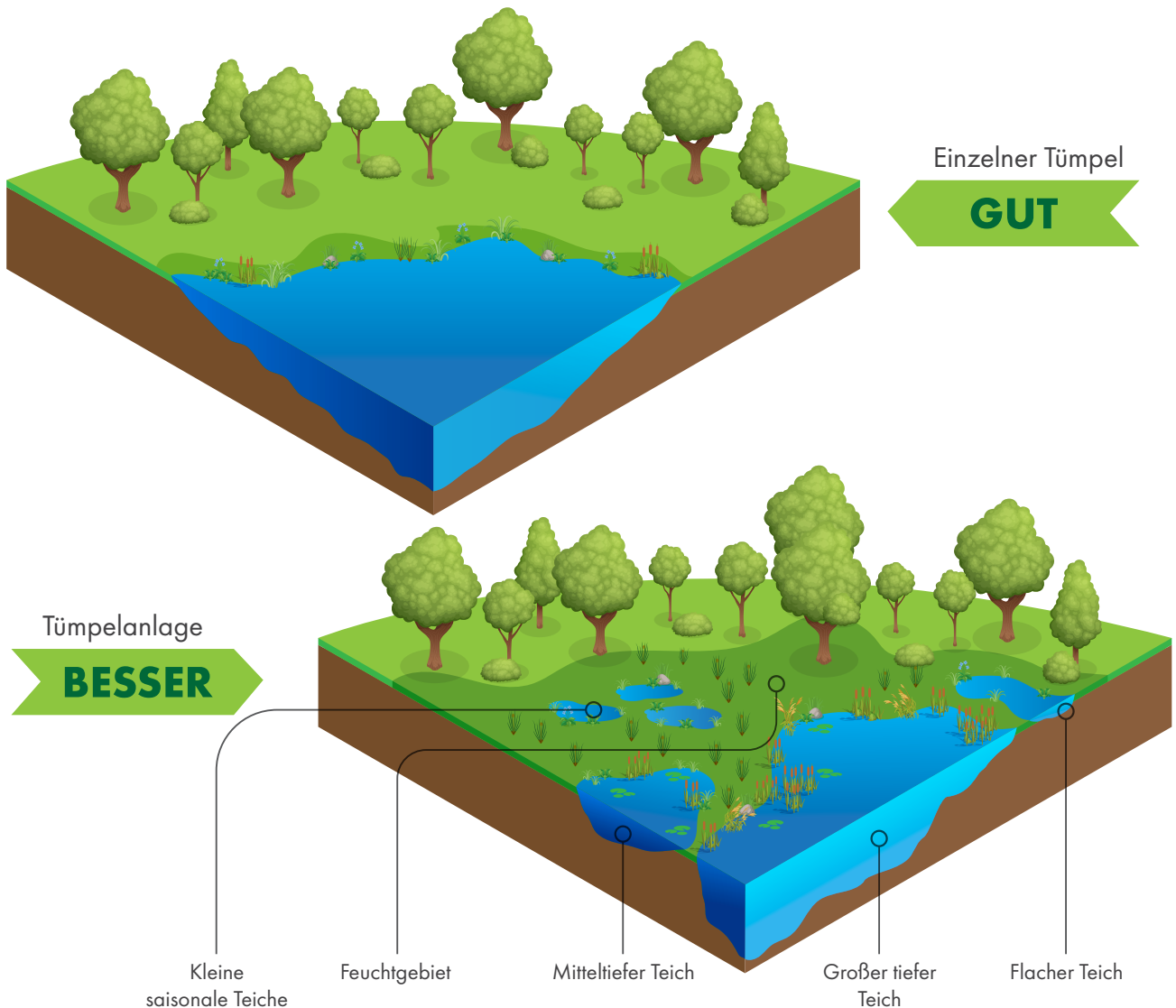


Abb. 17 - Die Anlage einzelner neuer Tümpel mit sauberem Wasser ist gut für die Süßwasser-Biodiversität; die Anlage eines Komplexes von Tümpeln ist besser.

Die Festlegung von Zielen für Ihren Tümpel oder Ihre Tümpellandschaft kann Ihnen helfen, den Erfolg beim Erreichen Ihrer Ziele zu messen. Zu den Zielen könnten gehören:

- Wiederherstellung der Hälfte der Tümpel in einer geschädigten Tümpellandschaft.
- Anlage von Tümpeln zur Verdoppelung der Anzahl unverschmutzter Tümpel in der Tümpellandschaft, um das Netz von Süßwasserlebensräumen zu verbessern und die Wasserqualität zu regulieren.
- Sicherstellen, dass alle Tümpel in der Tümpellandschaft über einen Zeitraum von 10 Jahren bewirtschaftet werden, einschließlich der Festlegung der Maßnahmen, die Sie an jedem Tümpel durchführen werden.
- Förderung der Ansiedlung einer bestimmten Art in Ihrem Tümpel oder Ihrer Tümpellandschaft.
- Entfernen oder Reduzieren einer invasiven Art aus Ihrer Tümpellandschaft.
- Unterstützung oder Erfüllung einer bestimmten Politik oder Initiative in Ihrem Gebiet (z. B. Ziele zur Erweiterung des Spektrums von Arten der Habitat-Richtlinie). Dies könnte besonders wichtig sein, um eine Finanzierung für Ihr Projekt zu erhalten.
- Bewirtschaftung oder Wiederherstellung der Hälfte der Tümpel in der Tümpellandschaft, um zusätzliche Bestäubungsquellen zu schaffen.
- Bewirtschaftung aller Tümpel in der Tümpellandschaft zur Verringerung der Klimarisiken (d.h. Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung, Verringerung der Emissionen).
- Einrichtung eines Netzes von Hochwasserrückhaltebecken an jedem Fließweg in der Tümpellandschaft.
- Eine bestimmte Anzahl von Besuchern oder bestimmte Gruppen (z. B. Menschen mit Behinderungen) oder Demografien (z. B. kulturelle Minderheiten) für Ihre Tümpellandschaft zu gewinnen.
- Bereitstellung von Einrichtungen, die eine direkte physische Interaktion mit den Tümpeln ermöglichen (z. B. Schwimmen).
- Bereitstellung von Bildungsressourcen, um das Verständnis für die Tümpellandschaft zu fördern, um zu lernen und zu inspirieren.



- Zusammenarbeit mit Landbewirtschaftern und Landwirten, um die traditionelle Tümpelbewirtschaftung fortzusetzen und die Nutzung zur Förderung der kulturellen Identitäten zu ermöglichen.

Stellen Sie sicher, dass Sie bei der Festlegung der Ziele auf das entsprechende Fachwissen zurückgreifen können. Dazu könnte die Zusammenarbeit mit einer Reihe von Beratern gehören. Ein lokaler Ökologe kann Sie beispielsweise über die Eignung Ihres Standorts für eine bestimmte Art beraten, aber Sie benötigen möglicherweise einen Ingenieur, wenn Sie Tümpel mit Dämmen oder Wasserbewirtschaftungssysteme mit einem komplexen System von Schleusen anlegen wollen.

Legen Sie einen Zeitrahmen für Ihre Ziele fest. Vielleicht möchten Sie einige Ziele in den ersten Monaten erreichen, während andere mit zukünftigen Plänen für die Tümpellandschaft verbunden sein können, wie z. B. die Anlage weiterer Tümpel in Phasen.

SCHLÜSSELKONZEPTE FÜR DIE GESTALTUNG UND VERWALTUNG VON TÜMPELN UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Das Einzugsgebiet des Tümpels

Alle Gewässer haben ein Oberflächenwassereinzugsgebiet, auch Wassereinzugsgebiet genannt. Das ist das Land, das einen Tümpel umgibt und aus dem das Wasser in den Tümpel abfließt. Bei Tümpeln, die von Bächen oder Gräben gespeist werden, umfasst das Einzugsgebiet auch die Einzugsgebiete dieser Bäche und Gräben. Tümpel haben in der Regel recht kleine Einzugsgebiete, in der Regel einige Dutzend Hektar, manchmal aber auch nur einige hundert Quadratmeter. Im Gegensatz dazu können große Seen Einzugsgebiete von Hunderten oder Tausenden von Quadratkilometern haben. Beachten Sie, dass es schwierig sein kann, das Einzugsgebiet von grundwassergespeisten Tümpeln zu bestimmen.

Die Identifizierung des Einzugsgebiets eines Tümpels und seiner Landnutzung ist bei der Entwicklung von Tümpelsystemen von entscheidender Bedeutung, da sie die Hydrologie und Wasserqualität des Tümpels bestimmt. So sind beispielsweise Tümpel, die von intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen gespeist werden, in der Regel durch Sedimente, Nährstoffe und Pestizide verschmutzt. Wenn ein Tümpel von einem Bach gespeist wird, der Wasser aus Klärgruben oder Güllebecken weiter oben im Einzugsgebiet erhält, wird die Wasserqualität in diesem Tümpel durch Verschmutzung beeinträchtigt. Bei der Planung eines neuen Tümpels, der mit Oberflächenwasser gespeist wird, muss das Einzugsgebiet des Tümpels groß genug sein, damit er sich füllt und das Wasser lange genug zurückhält, um angemessen zu funktionieren und die Projektziele zu erreichen.

Die Kenntnis der Ausdehnung des Einzugsgebiets eines Tümpels unterstützt auch die Entscheidungsfindung auf der Ebene der Tümpellandschaft und hilft bei der Priorisierung von Ressourcen. Zum Beispiel werden Tümpelsanierungs- oder Bewirtschaftungsmaßnahmen für Wildtümpel am besten an Tümpeln durchgeführt, bei denen Verschmutzungsquellen beseitigt oder kontrolliert werden können, um den Nutzen für die Wasserfauna zu maximieren. Beachten Sie, dass verschmutzte Tümpel zwar für terrestrische Arten nützlich sein können, aber die Verschmutzung wird wahrscheinlich Probleme bei der Bewirtschaftung verursachen.



Pondscape, National Trust Coleshill, UK. © Freshwater Habitats Trust



Auch wenn die Einzugsgebiete von Tümpeln in der Regel klein sind, kann es schwierig sein, ihre Ausdehnung zu bestimmen. Der Einsatz von Instrumenten, die für Seen oder Flüsse geeignet sind, muss durch einen Feldansatz ergänzt werden, um die Mikrostrukturen zu ermitteln, die den Abfluss in das oder aus dem Einzugsgebiet leiten (z. B. Gräben, Wege, Geröll, Materialanhäufungen usw.). Diese Feldarbeit wird am besten nach starken Regenfällen durchgeführt, damit der Oberflächenabfluss sichtbar gemacht werden kann.



Abb. 18 - Die Kenntnis des Einzugsgebiets eines Tümpels ist wichtig, um den Standort und die Gestaltung neuer Tümpel zu bestimmen und um zu verstehen, woher die Wasserverschmutzung kommen könnte.

Sauberes Wasser

Sauberes Wasser ist ein Wasser, das eine Chemie und Biologie aufweist, die für ein Gebiet ohne signifikante menschliche Einflüsse normal wäre. Es entspricht dem "sehr guten" Zustand in der EU-Wasserrahmenrichtlinie und dem "guten" Zustand im britischen PSYM* -System zur Bewertung der Qualität von Tümpeln und kleinen Seen (siehe Abschnitt 4.2). Er wird manchmal als "natürlicher Hintergrund", "geringfügig beeinträchtigt" oder "Referenzzustand" bezeichnet.

Leider ist sauberes Wasser in vielen intensiv bewirtschafteten oder urbanisierten Landschaften auf der ganzen Welt selten geworden. So waren beispielsweise in London (Vereinigtes Königreich) 97 % der Fließgewässer (Bäche und Flüsse) und 55 % der stehenden Gewässer (Tümpel und Seen) mit Nährstoffen belastet.[21] Im Rahmen des **PONDERFUL**-Projekts, bei dem die Tümpel hauptsächlich in landwirtschaftlich genutzten Gebieten liegen, wiesen nur 25 % der Tümpel Nährstoffwerte auf, die den Reinwasserkriterien entsprachen. Um den Grad der Verschmutzung genau zu bestimmen, sind Laboranalysen der Schadstoffe erforderlich. In jüngster Zeit wurden jedoch Schnellbestimmungen zur vorläufigen Bewertung des Verschmutzungsgrads in Tümpeln entwickelt, die eine Bewertung der Verschmutzung leichter machen können.

Sauberes Wasser ist für empfindliche Süßwasserpflanzen und -tiere von entscheidender Bedeutung und gehört zu den wichtigsten Merkmalen jeder Tümpellandschaft oder Tümpelanlage für die biologische Vielfalt und die Menschen. Verschmutztes Wasser ist für Tümpel, die zum öffentlichen Schwimmen genutzt werden, ungeeignet und kann auch schädliche Blaualgen- oder Fadenalgenblüten fördern. Gesundheits- und Sicherheitsprobleme können auch durch Bakterien und Viren verursacht werden, die aus organischer Verschmutzung durch Abwässer oder Abfälle aus der Viehzucht stammen.

* PSYM wurde vom **PONDERFUL**-Partner Freshwater Habitats Trust entwickelt und bietet eine Bewertung der ökologischen Qualität eines Tümpels im Vergleich zu Tümpeln auf nationaler Ebene. Es erfordert grundlegende Umweltinformationen, einschließlich pH-Wert und Identifizierung von Pflanzenarten und/oder Wirbellosenfamilien.





Klarwasser-Tümpel © Jeremy Biggs

Sauberes Wasser wird unweigerlich in Tümpeln beeinträchtigt, die speziell zur Verringerung der Verschmutzung oder zum Hochwasserschutz in intensiven landwirtschaftlichen oder städtischen Gebieten angelegt wurden. Wasserbehandlungsteiche bieten nur Lebensraum für Arten, die nicht empfindlich auf Verschmutzung reagieren, und ihre Vielfalt wird im Vergleich zu Tümpeln mit sauberem Wasser in derselben Tümpellandschaft reduziert sein. Die Ergebnisse der **PONDERFUL** Water Friendly Farming-Demonstrationsanlage zeigen, dass Tümpel, die naturnahe Lösungen für die Verschmutzung und den Wasserrückhalt bieten, einen wesentlich geringeren Beitrag zur Artenvielfalt im Süßwasser auf Landschaftsebene leisten als unverschmutzte Tümpel; außerdem beherbergen sie dreimal weniger seltene und empfindliche Arten.

In städtischen Park- oder Dorfteichen füttern die Menschen oft gerne Wildvögel oder Fische. Die Kombination aus verunreinigtem Wasser aus der städtischen Umgebung, dem Nährstoffangebot in der Nahrung und den hohen Beständen an künstlich gefütterten Enten und Fischen bedeutet jedoch, dass die Wasserqualität in der Regel schlecht ist. Darüber hinaus kann Hundekot, wenn er nicht von den Besitzern eingesammelt wird, mit dem Abfluss in die Tümpel an diesen Orten gelangen. Unter diesen Bedingungen entstehen artenarme Wasserpflanzen- und -tiergemeinschaften, und es kann zu Algenblüten kommen[†].

Obwohl diese Tümpel biologisch geschädigt sind, erfreuen sich viele Menschen aller Altersgruppen an der Fütterung und Beobachtung von Fischen und Wasservögeln in städtischen Tümpeln, was dazu beiträgt, eine positive Verbindung zwischen den Menschen und der Natur herzustellen. Während diese Nutzung in einer kleinen Anzahl von Gewässern unterstützt werden kann, raten wir dringend dazu, ein besseres Verständnis für den natürlichen Reichtum von Tümpeln zu fördern und die Menschen aufzuklären, damit sie die natürlichere Umgebung genießen können, die unverschmutzte Tümpel bieten. Auf diese Weise können sie beginnen, einige der verborgenen Geheimnisse der Artenvielfalt natürlicher und sauberer Tümpel zu entdecken, einschließlich der Paarungstänze von Molchen, der Chorgesänge von Fröschen und des Eiablageverhaltens von Libellen.

Informations- und Werbekampagnen können dazu beitragen, dass die Menschen verstehen, dass die Fütterung von Fischen und Enten nicht die beste Lösung für die Tümpelbewirtschaftung ist, da sie Verschmutzung verursacht und die biologische Qualität verringert. Dies bedeutet, dass auf der Ebene des einzelnen Tümpels das grundlegende Ziel einer naturnahen Lösung, nämlich die Verbesserung der Natur, nicht erreicht wird. Auf der Ebene der Tümpellandschaft können diese potenziellen Konflikte zwischen biologischer Vielfalt, Lernerfahrungen und psychologischen Erlebnissen jedoch leicht gelöst werden, indem verschiedene Tümpeltypen in verschiedenen Gebieten angelegt werden und eine gute Einbindung der Öffentlichkeit erfolgt.

[†] Obwohl nährstoffverschmutzte Tümpel für Gefäßpflanzen schlecht geeignet sind und eine geringe Vielfalt an wirbellosen Wassertieren aufweisen, gibt es Hinweise darauf, dass sie vielfältige Algengemeinschaften beherbergen können.



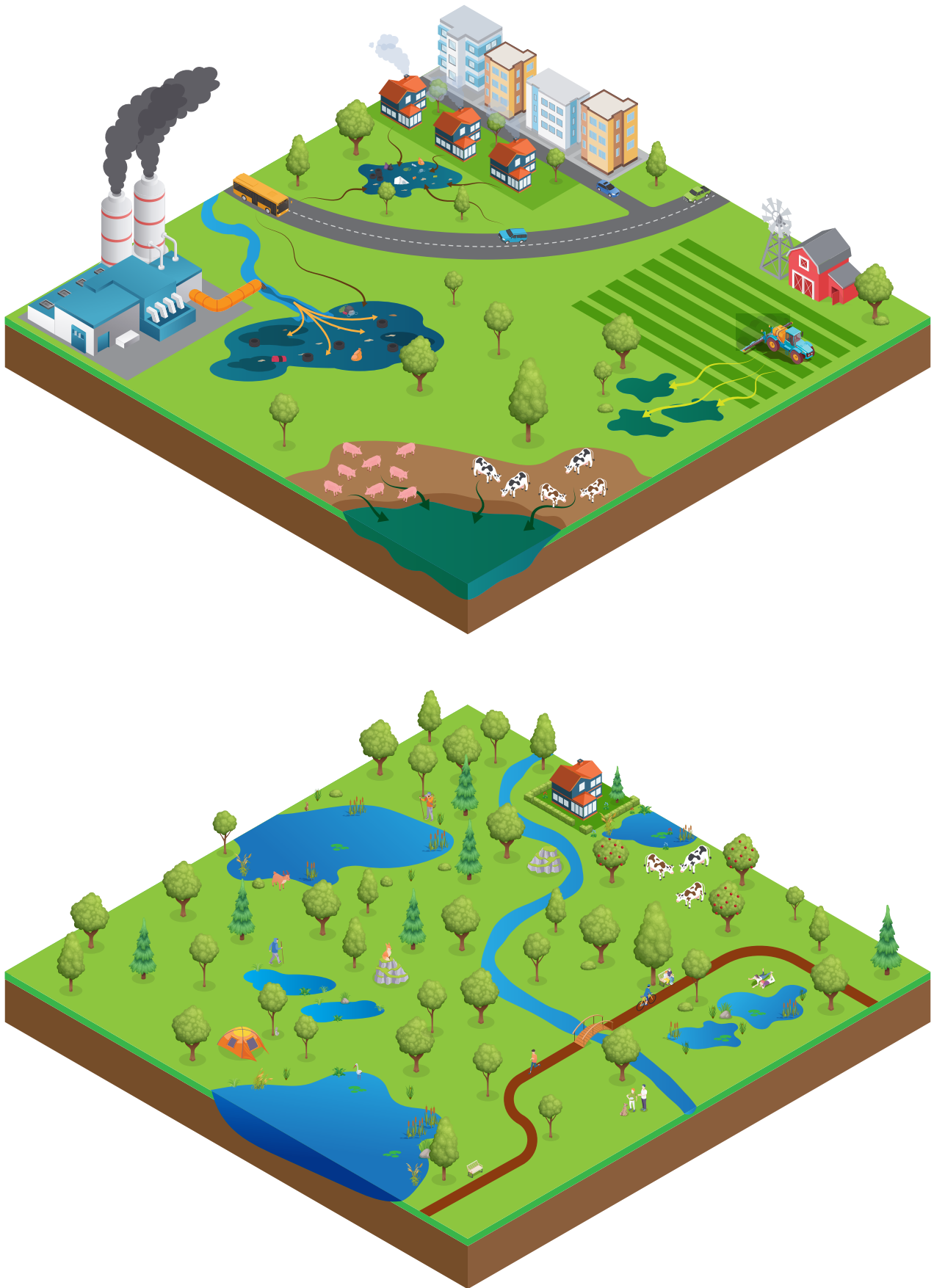


Abb. 19 - Wasser, das in städtische Gebiete oder intensiv bewirtschaftete Flächen fließt, ist in der Regel verschmutzt. Tümpel in weniger intensiv genutzten Landschaften (Wälder, ungedüngte Wiesen, Heidelandschaften) haben in der Regel eine gute Wasserqualität.



Die Kenntnis der Hydrologie und der Wasserquellen neuer oder bestehender Tümpel ist entscheidend für die Entwicklung praktischer Bewirtschaftungs- und Gestaltungspläne. Es gibt eine Reihe von verschiedenen Wasserquellen für Tümpel:

- **Regenwasser:** Dies umfasst sowohl den direkten Beitrag von Regenwasser, das auf den Tümpel fällt, als auch die Regenwassernutzung, die eine wichtige Wasserquelle für städtische Tümpel sein kann, z. B. das Sammeln, Speichern und Weiterleiten von Wasser aus der Dachentwässerung. Regenwasser ist im Vergleich zu Oberflächen- und Grundwasser in der Regel eine saubere Wasserquelle, obwohl es nicht völlig frei von Schadstoffen ist und eine bedeutende Stickstoffquelle darstellen kann.
- **Oberflächenwasser:** Tümpel auf lehmigem Untergrund oder mit einer undurchlässigen Folie, ohne Zu- oder Abfluss, werden durch das Regenwasser aus ihrem Einzugsgebiet gespeist. Wenn der Tümpel von einer naturnahen Landnutzung umgeben ist, ist dieses Wasser "sauber" (siehe Box 2) und spiegelt die natürliche Chemie des Wassers wider, z. B. verschiedene Arten von organischen Stoffen (grobe Partikel, feine Partikel und gelöste Stoffe), die aus dem Einzugsgebiet des Tümpels abfließen. Wenn es im Einzugsgebiet Verschmutzungsquellen gibt (z.B. Nährstoffe, Pestizide, Mikroverunreinigungen), dann wird sich die Wasserqualität im Tümpel wahrscheinlich verschlechtern. Je nach Topographie der Tümpellandschaft und den erforderlichen Leistungen des Tümpels (Artenvielfalt, Wasseraufbereitung, Abflussregulierung) können Gräben oder Mulden ausgehoben werden, um den Oberflächenabfluss in die Tümpel zu leiten und so das Risiko zu verringern, dass er in andere Gebiete gelangt oder sich dort ansammelt. Bei verunreinigtem Wasser können Böschungen, Dämme und Gräben eingesetzt werden, um das verunreinigte Wasser von den Tümpeln, die für die biologische Vielfalt bestimmt sind, abzuleiten oder in andere Tümpel zu leiten, die für die Behandlung der Verschmutzung genutzt werden.
- **Grundwasserr:** Tümpel mit hohem Grundwasserspiegel und einer Geologie, die aus Sanden, Kiesen oder Torf besteht, werden in der Regel durch Grundwasser gespeist. Grundwasser ist im Allgemeinen sauberer und weniger verschmutzt als Oberflächenwasser, selbst in Gebieten mit intensiver Landnutzung, da es beim Durchströmen des Sediments gefiltert wird. Mancherorts kann auch die Stickstoffverschmutzung durch den Prozess der Denitrifikation aus dem Grundwasser entfernt werden, während es durch Kiese und Sande fließt. Allerdings ist nicht jedes Grundwasser sauber: In den Überschwemmungsgebieten verschmutzter Flüsse oder in oberflächennahen Grundwasserleitern unter intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen kann das Grundwasser immer noch verschmutzt sein. Mit Hilfe von Bohrungen lässt sich feststellen, wie tief der Grundwasserspiegel liegt, aber auch das Vorhandensein von Wasservegetation wie Schilf oder die regelmäßige Ansammlung von Pfützen in Teilen des Landes können gute Hinweise darauf geben, wo Grundwasser zu finden sein könnte. Beachten Sie, dass der Grundwasserspiegel in Abhängigkeit von den Jahreszeiten und den Niederschlagsmustern schwankt und unter den Bedingungen des Klimawandels wahrscheinlich stark beeinträchtigt wird.
- **Bäche, Gräben oder Quellen:** Tümpel, die von Flüssen, Bächen und Gräben gefüllt werden, werden durch die Qualität des Wassers, das sie führen, und ihrer Einzugsgebiete beeinflusst und können schnell mit Sedimenten gefüllt werden. Sofern die Landnutzung in den Einzugsgebieten nicht von geringer Intensität ist oder aus naturnahen Lebensräumen besteht (z. B. einheimische Wälder, traditionell bewirtschaftetes naturnahes Grünland, Heideland), ist das Wasser aus diesen Quellen in der Regel verschmutzt, so dass es ratsam ist, keine Tümpel zu bauen, die diese Wasserquellen nutzen (es sei denn, das Hauptziel des Tümpels ist die Wasserreinigung). Wenn vorhanden, können unverschmutzte Quellen und Brunnen ausgezeichnete Wasserquellen sein, die einen kontinuierlichen Wasserfluss bieten und den Bau von Tümpeln ohne undurchlässige Auskleidung ermöglichen. In einigen Fällen, in denen Tümpel einen höheren Gehalt an Nährstoffen oder anderen Schadstoffen aufweisen als die zufließenden Bäche, kann die Wasserqualität des Tümpels durch die Zufuhr von Wasser aus den Bächen verbessert werden, selbst wenn es verschmutzt ist. In diesen Fällen können Bäche Schadstoffe aus dem Tümpel verdünnen und exportieren.
- **Das Meer:** An einigen Küstenstandorten füllt Brackwasser Tümpel in Küstennähe. Die Tümpel können mit Meerwasser gefüllt werden, entweder durch oberflächliche Einträge von Stürmen oder durch unterirdische Quellen, die durch Strandsand fließen. Brackwassertümpel haben eine hochspezialisierte Fauna, darunter auch gefährdete Arten.
- **Substrate:** Tümpel befinden sich normalerweise auf Substraten, die eine geringe Porosität aufweisen (Ton, Schwemmland) oder das Grundwasser speichern (Sande, Kalkstein, Torf). Das Substrat, auf dem sich ein Tümpel befindet, bestimmt seine Hydrologie, und das Wissen darüber ist wichtig für die Bewirtschaftung der Wasserqualität und des Wasserstands. Es ist viel einfacher, neue Tümpel auf undurchlässigen Substraten oder in Gesteinsschichten anzulegen, die Grundwasser enthalten. Auf durchlässigen Substraten können Tümpel mit künstlichen Auskleidungen angelegt werden, die jedoch hohe Kosten verursachen und eine begrenzte Lebensdauer haben.
 - Bewertung der Eignung des Substrats für die Aufnahme von Wasser:
 - Prüfen Sie zunächst die geologischen Karten und sehen Sie sich die vorhandenen Tümpel in der Tümpellandschaft an. Beachten Sie, dass die geologischen Karten oft nicht detailliert genug sind, um die kleinräumigen Unterschiede in der Geologie zu beschreiben, die für die Ermittlung potenzieller Tümpelstandorte erforderlich sind.
 - Prüfen Sie alle lokalen Informationsquellen über die Hydrologie der Tümpellandschaft (z. B. Grundwassermessstellen, die von Wasserwirtschaftsämtern unterhalten werden); obwohl sie für die Überwachung großer Gewässer konzipiert sind, können sie nützliche Informationen für die Tümpelwirtschaft liefern.



- Anlegen von "Versuchsgruben", um die Substrate zu bewerten und festzustellen, ob Grundwasser vorhanden ist; Informationen zur Geologie werden durch die Inspektion der Versuchsgruben gewonnen. Um die Hydrologie und insbesondere die jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels zu beurteilen, kann es erforderlich sein, die Probegrube 1-2 Jahre lang zu beobachten.
- Alternativ können spezialisierte Auftragnehmer mit spezieller Bohrausrüstung beauftragt werden, um ein geologisches "Protokoll" des Untergrunds und der oberflächennahen Geologie zu erstellen und hydrologische Tauchbohrungen für eine längerfristige Überwachung zu installieren.
- Oft ist es sinnvoll zu prüfen, ob die Tümpellandschaft entwässert wurde; Felddrainagen sind in landwirtschaftlich geprägten Regionen weit verbreitet und möglicherweise nicht direkt sichtbar.

Auf der Ebene der Tümpellandschaft können Tümpel mit verschiedenen Wasserquellen nahe beieinander oder sogar auf demselben Gelände liegen, je nach der örtlichen Geologie.

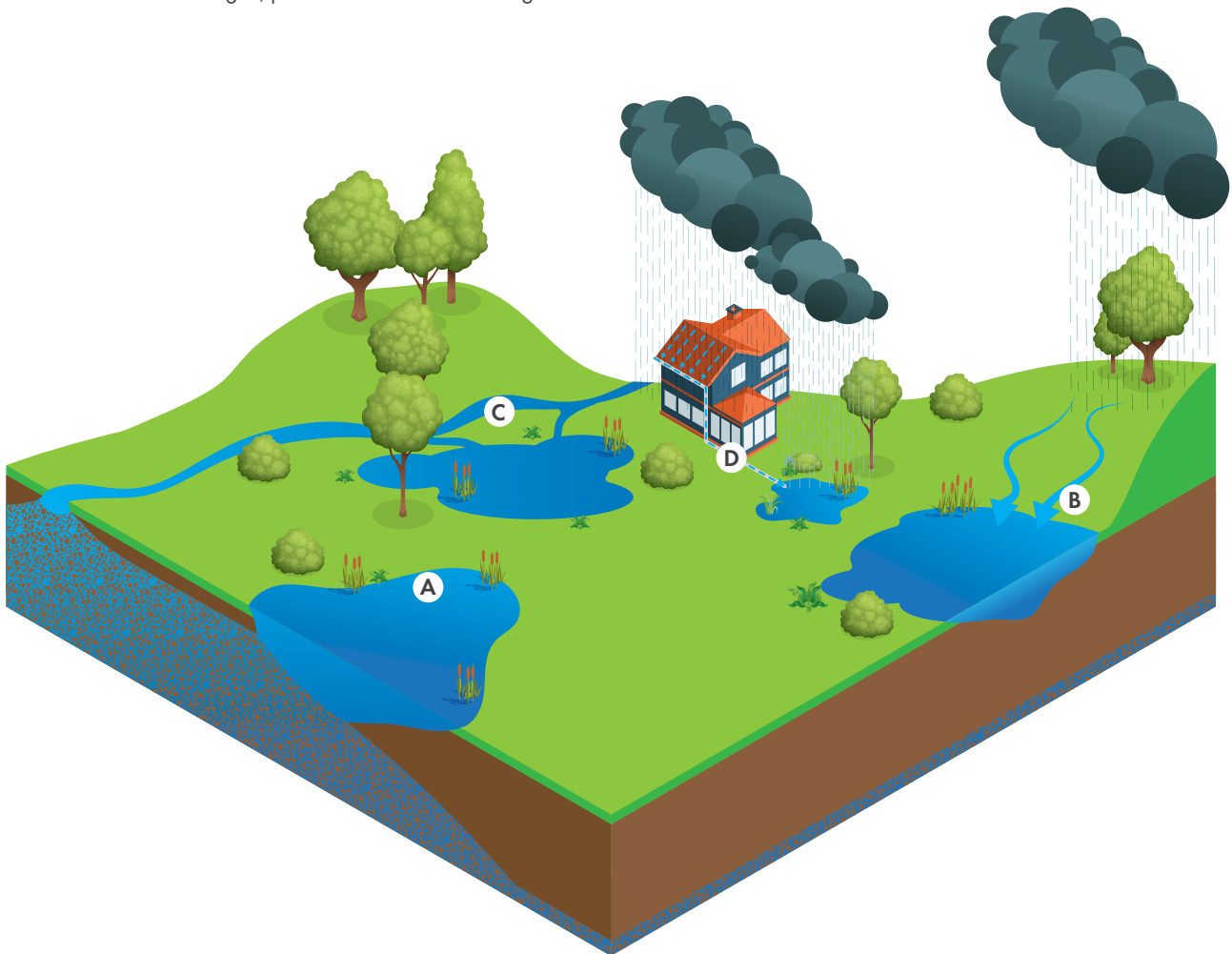


Abb. 20 - Tümpellandschaften können mehrere verschiedene Wasserquellen haben, darunter Grundwasser (A), Oberflächenwasser (B) und Flusseinzugsgebiete; (C). In städtischen Gebieten kann auch die Regenwassernutzung (D) genutzt werden.

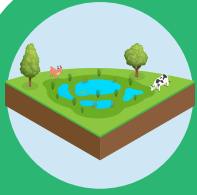
LANGFRISTIGE MANAGEMENTÜBERLEGUNGEN

Bei jedem Tümpelprojekt ist es wichtig, sich bereits in einem frühen Stadium Gedanken über die langfristige Bewirtschaftung der Tümpel zu machen, sobald die ersten Arbeiten - sei es Bewirtschaftung, Wiederherstellung oder Neuanlage - durchgeführt wurden. Mit einer guten Planung ist es möglich, die künftige Bewirtschaftung zu erleichtern und die Häufigkeit künftiger Eingriffe zu verringern. Bei der Planung der langfristigen Bewirtschaftung bestehender oder neuer Tümpel spielt die umliegende Landnutzung eine wichtige Rolle (Tabelle 3).

Es ist auch wichtig, Szenarien des Klimawandels zu berücksichtigen, wenn es darum geht, die besten Maßnahmen für Tümpel und Tümpellandschaften zu finden. So können in trockenen Regionen größere Eingriffe erforderlich sein, um die Funktionsfähigkeit von Tümpeln zu erhalten (z. B. Vertiefung oder Entfernung landwirtschaftlicher Drainagen zur Wiederherstellung der Tümpelhydrologie).

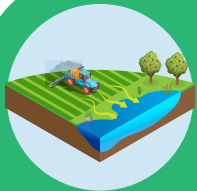


Tabelle 3 - Tümpelwirtschaft: Die wichtigsten Grundsätze



TÜMPEL IN NATÜRLICHEN/HALBNATÜRLICHEN LANDSCHAFTEN MIT WEIDEHALTUNG (NUTZTIERE ODER WILD)

- Die Beweidung mit geringer Intensität stellt für viele bestehende und neue Tümpel die optimale Bewirtschaftung dar und macht die manuelle Pflege überflüssig.
- Bei steilen Tümpelufeln sollten Sie eine Umzäunung in Betracht ziehen, um Menschen und Vieh zu schützen.
- Ziehen Sie eine Umzäunung in Betracht, wenn die Viehdichte oder die Störung hoch ist. Durch die Umzäunung eines größeren Puffers um die Tümpel und die Einrichtung eines Gatters lassen sich die Intensität und der Zeitpunkt der Beweidung durch das Vieh steuern.
- Regelmäßige Kontrolle des terrestrischen Bewuchses um eingezäunte Tümpel.
- Ziehen Sie eine versetzte oder teilweise Umzäunung in Erwägung, so dass einige Teile des Tümpels für die Beweidung offen sind und andere nur bei hohem Wasserstand. Dies kann auch von Vorteil sein, um den Weidedruck zu diversifizieren.
- Wo die Topografie günstig ist (z. B. in hügeligem Gelände), können Tränken aufgestellt werden, um die Häufigkeit der Tierbesuche zu steuern



TÜMPEL IN INTENSIV BEWIRTSCHAFTETEN AGRARLANDSCHAFTEN

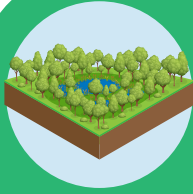
- Die Exposition der Tümpel gegenüber modernen landwirtschaftlichen Praktiken (Ackerbau, intensive Grünlandbewirtschaftung) soll minimiert werden.
- Verschmutzungsempfindliche Arten, wie nährstoffempfindliche Wasserpflanzen und einige Amphibien und Libellen, können in diesen Gebieten in der Regel nicht überleben, obwohl tolerante Arten überleben.
- Erwägen Sie die Anlage von Tümpeln in Landstrichen in der Tümpellandschaft, die dauerhaft von der Bewirtschaftung mit Agrochemikalien befreit sind.
- Denken Sie daran, dass auf landwirtschaftlich genutzten Flächen häufig ein Wechsel zwischen Weide- und Anbauflächen stattfindet. Vergewissern Sie sich, dass Sie die Fruchtfolgenmuster und die verwendeten Agrochemikalien kennen, bevor Sie ein Tümpelprojekt auf landwirtschaftlichen Flächen planen.
- Stellen Sie sich darauf ein, dass in einem Einzugsgebiet, in dem gepflügt, gedüngt und mit Pestiziden gearbeitet wird, die Tümpel stärker bewirtschaftet oder häufiger saniert werden müssen. Diese Tümpel sind wahrscheinlich verschmutzt, so dass die Wasservegetation stärker wächst und die Tümpel schneller verlanden.
- Legen Sie möglichst große Pufferzonen um Tümpel an: 50 m sind gut, aber seien Sie sich bewusst, dass Pufferzonen möglicherweise nicht vollständig wirksam sind, wenn es nach dem Ausbringen von Düngemitteln oder Pestiziden zu starken Regenfällen kommt.
- Um das Verschmutzungsrisiko zu verringern, sollten Sie den Bau von Gräben oder Barrieren in Erwägung ziehen, die verhindern, dass Oberflächenwasser von intensiv bewirtschafteten Flächen in den Tümpel fließt.



TÜMPEL MIT ANSCHLUSS AN FLIESENDES WASSER

- Wenn zuströmendes Wasser in den Tümpel gelangt, setzen sich die Sedimente ab und verschlammen. Stellen Sie sich darauf ein, dass die Bewirtschaftung sehr viel häufiger (und kostspieliger) erfolgen muss als bei oberflächen- oder grundwassergespeisten Tümpeln.
- Fließendes Wasser trägt erstaunlich große Mengen an Schwebstoffen, und Tümpel, die durch Zuflüsse gespeist werden, füllen sich 100- bis 1.000-mal schneller mit Sedimenten als solche ohne Zuflüsse.
- Ziehen Sie in Erwägung, Schlammfänge in Tümpelsysteme einzubauen (quasi ein Opfer-Tümpel vor dem Haupt-Tümpel). Sie müssen regelmäßig entschlammt werden, denn wenn dies nicht geschieht, werden sie schnell unwirksam.
- Wenn Sie Tümpel in der Nähe von Flüssen bewirtschaften, wiederherstellen oder anlegen, die verschmutzt sind, Fischpopulationen beherbergen oder in denen invasive Arten vorkommen, sollten Sie auf eine sorgfältige Bewirtschaftung vorbereitet sein, um Schäden (Verschmutzung, gebietsfremde Arten) zu verringern oder nützliche Lebensräume zu schaffen (Tümpel in der Aue, die mit den Flusskanälen für Fische verbunden sind).





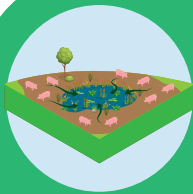
TÜMPEL IN WALDGEBIETEN

- Stellen Sie sicher, dass Sie einen Plan für die Baumpflege haben, um optimale Tümpelbedingungen zu erhalten. Kleine Tümpel in Waldgebieten können schnell stark beschattet werden, was die Eignung für einige Arten beeinträchtigt. Die Baumpflege kann teure Fachkräfte erfordern.
- Bei kleineren Tümpeln sollte man in Erwägung ziehen, das Laub im Herbst und zu Beginn des Winters manuell mit weitmaschigen Netzen oder Harken einzusammeln. Die Auswirkungen solcher Maßnahmen sind nicht untersucht worden, könnten aber von Vorteil sein.
- In Waldgebieten sollten größere Tümpel oder Tümpel auf Lichtungen oder entlang von Wegen angelegt werden. Dies kann dazu beitragen, offenere Bedingungen zu erhalten, ohne dass überhängende Bäume gepflegt werden müssen. Beachten Sie, dass große Mengen an organischen Stoffen, die sich in Tümpeln infolge des Blatt- und Astfalls ansammeln, die Produktion von Methan und anderen Treibhausgasen erhöhen können.



WIEDERHERGESTELLTE ODER BEWIRTSCHAFTETE TÜMPEL

- Denken Sie daran, dass sich die Vegetation aller Arten (Wasser- und Sumpfpflanzen, Bäume und Sträucher) in restaurierten oder bewirtschafteten Tümpeln in der Regel schneller ansiedelt als in neuen Tümpeln, so dass eine Bewirtschaftung früher erforderlich sein kann.
- Ziehen Sie die Einführung einer Weidehaltung mit geringer Dichte in Betracht, um das Wachstum der Vegetation zu steuern, und planen Sie bei der Planung eines Tümpelprojekts künftige Bewirtschaftungsmaßnahmen (einschließlich logistischer und finanzieller Anforderungen).
- Bewerten Sie das Wachstum der Vegetation jährlich, um die Häufigkeit der Pflege anzupassen.



TÜMPEL FÜR DAS UMWELTMANAGEMENT

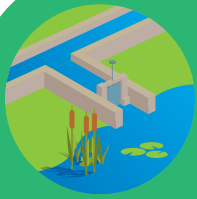
- Stellen Sie sich darauf ein, dass Tümpel, die verschmutztes Wasser und Sedimente zurückhalten sollen, regelmäßig entschlammt und von Bewuchs befreit werden müssen. Die Größe des Tümpels beeinflusst, wie häufig eine Entschlammung erforderlich ist - dies kann zwischen fünf und 30 Jahren liegen.
- Beachten Sie, dass für Sedimente, insbesondere für verschmutzte Sedimente, besondere Entsorgungsanforderungen gelten, die extrem teuer sein können.
- Stellen Sie sicher, dass die Entschlammung der Tümpel sorgfältig geplant und finanziert wird.



TÜMPEL, DIE FÜR DIE ÖFFENTLICHKEIT ZUGÄNGLICH SIND

- Denken Sie daran, dass das Erscheinungsbild und die öffentliche Sicherheit besonders wichtig sind, wenn der öffentliche Zugang gefördert wird. Wenn ein Gelände nicht gepflegt wird, kann sich Abfall ansammeln, und die Infrastruktur (z. B. Wege und Stege) muss regelmäßig gewartet werden.
- Vermeiden Sie die Anlage von Tümpeln mit steilen Rändern, da dies die Unfallgefahr erhöht. Wenn steile Böschungen verwendet werden, sollten sie weit vom Wasser entfernt auf trockenem Boden angelegt werden.
- Stellen Sie sicher, dass die Tümpel breite, flache Ränder mit sehr sanft abfallenden Kanten oder horizontalen Plattformen haben, damit die Menschen sich sicher nähern können.
- Überlegen Sie, wie viele Personen sich mit Hilfe von Websites orientieren und welche Bereiche daher am stärksten frequentiert werden.
- Kontrollieren Sie regelmäßig, ob der Tümpel zugänglich und sicher ist.
- Erwägen Sie Investitionen in die Beschilderung, um die Erwartungshaltung der Öffentlichkeit zu steuern und einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur zu fördern.
- Zäune, Anpflanzungen oder Holzpfähle könnten eingesetzt werden, um den Störungsgrad zu steuern, wenn Hinweisschilder nicht erfolgreich sind.
- Einige Tümpel sollten so angelegt werden, dass sie nur schwer oder gar nicht zugänglich sind, um besser zugängliche Tümpel in derselben Tümpellandschaft zu ergänzen und so die Erhaltung der biologischen Vielfalt zu gewährleisten.
- Vermeiden Sie die Ansiedlung von Fischen und Hausenten in städtischen Tümpeln oder legen Sie Fisch- und Ententümpel als Opfertümpel an.





BEWIRTSCHAFTUNG DES TÜMPELWASSERSPIEGELS

- Denken Sie daran, dass bei vielen Tümpeln und Tümpellandschaften die optimale Bewirtschaftungsmethode für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen und Beiträgen der Natur für den Menschen darin besteht, das natürliche hydrologische Regime vorherrschen zu lassen. Dies führt zu saisonalen Schwankungen des Wasserstandes, die für die Aufrechterhaltung der Ökosystemfunktion eines Tümpels wertvoll sind.
- Planen Sie für eine Reihe von Ökosystemleistungen (z. B. Wasserversorgung, Nahrung und Futter, physische und psychische Erfahrungen), wie Sie den Wasserstand mit Dämmen, Schleusen und Wehren steuern können.
- Wenn Sie Fischtümpel oder Tümpel, die zum Abfangen von Schadstoffen dienen, bewirtschaften, sanieren oder anlegen, sollten Sie den Tümpel vollständig ablassen, um die angesammelten Sedimente zu entfernen.



ÜBERWACHUNG

- Stellen Sie sicher, dass die Überwachung geplant, finanziert und in regelmäßigen, relevanten Abständen durchgeführt wird. Dabei sollten sowohl kurzfristige, frühzeitige Veränderungen als auch längerfristige Auswirkungen der Bewirtschaftung berücksichtigt werden.

Bei der Budgetierung eines Tümpelprojekts ist es wichtig, die Überwachung und zusätzliche Mittel zur Verbesserung der Tümpellandschaft einzuplanen. Eine regelmäßige Überwachung ist sehr wichtig und wird oft nicht bedacht. Wenn Sie die Tümpel in den ersten sechs bis 12 Monaten nach der Bewirtschaftung, Wiederherstellung oder Anlage häufig besuchen, können Sie viel über einen Tümpel erfahren und Bereiche mit Verbesserungsbedarf identifizieren. So kann man zum Beispiel feststellen, dass einige Tümpel durchweg trübe sind, was darauf hindeuten kann, dass die Störung zu groß ist und eine Umzäunung erforderlich ist. Bei neuen Tümpeln sind häufige, frühzeitige Besuche auch nützlich, um invasive Arten aufzuspüren, die, wenn sie schnell entdeckt und entfernt werden, erfolgreich ausgerottet werden können. Generell ist die Überwachung für ein anpassungsfähiges Management unerlässlich.

Auch eine längerfristige Überwachung ist wichtig und kann Aufschluss über Faktoren geben, die die Tümpelfunktion beeinflussen. Bei temporären Tümpeln: Wie viel Zeit des Jahres führt der Tümpel Wasser? Bei dauerhaften Tümpeln: Wie stark schwanken die Wasserstände? Beides wird wahrscheinlich durch klimatische Schwankungen bestimmt.

Aus diesen Beobachtungen kann sich ergeben, dass weitere Arbeiten erforderlich sind, um die Projektziele zu erreichen. Wenn z. B. bei der Anlage von Zuchttümpeln für Amphibien die Überwachung ergibt, dass die Tümpellandschaft durchweg ausgetrocknet ist, bevor die Jungtiere den Tümpel verlassen haben, kann es notwendig sein, mehrere Tümpel zu vertiefen, alternative Wasserquellen zu finden, die in den Tümpel geleitet werden, Wasser zu speichern oder eine undurchlässige Schicht einzubauen, um die Zeit zu verlängern, in der der Tümpel feucht bleibt. Umgekehrt können in Tümpellandschaften, in denen die Tümpel in allen Jahren nass bleiben, weil sie zu tief sind, neue temporäre und semi-permanente Tümpel angelegt werden, um zusätzliche temporäre Wasserlebensräume zu schaffen.



Die regelmäßige Überwachung liefert Informationen über die Wirksamkeit der Bewirtschaftung (Vegetation, Viehbestand, Schadstoffakkumulation, physische Infrastruktur usw.), die möglicherweise Änderungen der Bewirtschaftungspläne erforderlich machen. Es ist zwar möglich, im Voraus zu planen und die Bewirtschaftung vorherzusagen, aber die Pläne müssen auch flexibel sein und sich an der laufenden Überwachung orientieren.

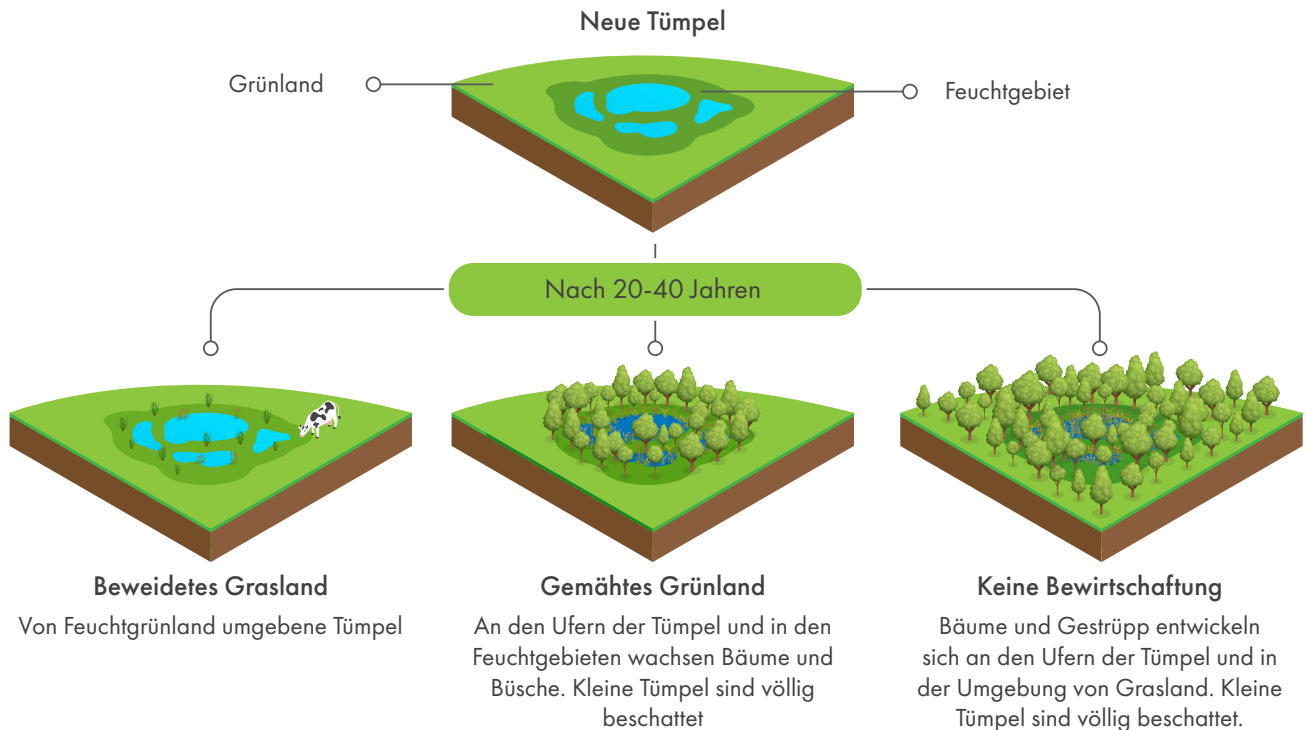


Abb. 21 - Mangelnde Bewirtschaftung kann dazu führen, dass Tümpel vollständig mit Bäumen und anderer Vegetation überwuchert werden. Die Beweidung mit Tieren in geringer Intensität kann ein wirksames Mittel zur Bewirtschaftung von Tümpeln und Tümpellandschaften sein und die Notwendigkeit einer manuellen Vegetationskontrolle verringern.

Tümpel und Stechmücken

In einigen Gebieten, z. B. in touristischen Regionen oder in städtischen und vorstädtischen Landschaften, kann die Sorge bestehen, dass die Bewirtschaftung, Wiederherstellung oder Anlage von Tümpeln die Ausbreitung von Stechmücken begünstigen könnte, die schwere Krankheiten auf Menschen oder Vieh übertragen können. Es ist zu beachten, dass auch Mücken, die keine Krankheiten übertragen, ein Problem darstellen können, einfach weil sie reichlich vorhanden sind, z. B. in der Camargue (FR)

Im Allgemeinen werden Stechmücken in Tümpeln durch natürliche Fressfeinde bekämpft. Die Mückenlarven werden im Wasser von Wasserkäfern, Wasserläufern, Libellen und Molchen gefressen, und die erwachsenen Tiere werden im Tümpel von Fröschen, Fledermäusen, Vögeln und Raubfliegen gefangen. Aus diesem Grund machen Stechmücken normalerweise nur einen kleinen Teil der Tümpelfauna aus. Nur in sehr kleinen und zeitlich begrenzten Regenwassertümpeln sind sie häufig anzutreffen, da es diesen Lebensräumen an Artenvielfalt fehlt.

Alle Stechmücken halten sich eher in künstlichen, räuberfreien Behältnissen auf, insbesondere in Plastikwasserfässern und Altreifen, wo sie sich in großer Zahl vermehren. Solche Behälter sollten so weit wie möglich aus Tümpelanlagen entfernt werden. Wenn Regenwasser in offenen Behältern gesammelt wird, um Tümpel zu speisen, sollte es verwendet werden, bevor die Mückenlarven schlüpfen können, oder es sollte der Einsatz von Filtern in Betracht gezogen werden. Programme zur Mückenbekämpfung, auch für Arten, die ein Krankheitsrisiko darstellen (Malaria, Dengue und Zika), wie die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) und *Anopheles* sp., sollten sich besonders darauf konzentrieren, kleine Wasserbehälter aus der Tümpellandschaft zu entfernen und die lebenswichtige Hilfe der Tümpelbiodiversität zur Kontrolle der Mückenvermehrung zu fördern.

In Tümpellandschaften, in denen es viele Mücken gibt (z. B. in Küstenmarschen), können ihre Stiche die Aktivitäten der Menschen erheblich stören. In Szenarien des Klimawandels wird erwartet, dass sich die krankheitsübertragenden Stechmücken allmählich in nördliche Breitengrade verlagern. Wenn diese Mückenpopulationen entdeckt werden, müssen sie möglicherweise Gegenstand spezieller Überwachungs- und Bekämpfungsprogramme sein, einschließlich der Bekämpfung mit dem natürlichen Insektizid *Bacillus thuringiensis* (Bti). Informationen über Bekämpfungsmaßnahmen sind beim Europäischen Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten erhältlich. Der Einsatz von Bti zur Mückenbekämpfung wird in der Erfolgsgeschichte des **PONDERFUL**-Demonstrationsprojekts in La Pletera beschrieben (Abschnitt 6.6).



4.2 BEWERTUNG UND ÜBERWACHUNG VON TÜMPELN UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Methoden, die zur Überwachung und Bewertung von Tümpeln und Tümpellandschaften sowohl durch einmalige Bewertungen als auch durch längerfristige Überwachung eingesetzt werden können.

Es gibt viele Gründe für die Bewertung von Tümpeln, z. B. um den Erhaltungswert einzelner Tümpel zu beurteilen, um Veränderungen in der Anzahl und im Wert von Tümpeln als naturnahe Lösungen (z. B. zum Abfangen von Schadstoffen) zu überwachen, um die Populationen bedrohter Arten zu beobachten, um die Verteilung verschiedener Tümpeltypen in der Landschaft zu untersuchen oder um die Auswirkungen zu überwachen (z. B. wenn die Zahl der Besucher oder des Viehs, das Tümpel nutzt, zunimmt). Diese Überwachungsprogramme können durch regionale, nationale, EU- oder internationale Politiken motiviert sein.

Bei der Auswahl der zahlreichen Methoden, die zur Bewertung und Überwachung von Tümpeln eingesetzt werden können, sind zwei Punkte zu beachten:

- Was wollen Sie herausfinden? Es ist wichtig, dass Sie sich über die Antwort(en) im Klaren sind, die Sie benötigen, um die am besten geeigneten Daten zu planen und zu sammeln und keine Ressourcen für unnötige Messungen zu verschwenden.
- Gibt es Standardmethoden, die Sie verwenden können? Es hat erhebliche Vorteile, bereits vorhandene Methoden zu verwenden, anstatt eigene neue zu entwickeln, unter anderem :
 - Sie können auf dem Wissen anderer aufbauen: Es gibt viele Faktoren, die bei der Entwicklung von Methoden eine Rolle spielen - von der besten Jahreszeit für die Erhebung über die benötigten Materialien und Fähigkeiten bis hin zu den verschiedenen Möglichkeiten, Dinge zu messen.
 - können Sie Ihre Ergebnisse mit den Daten anderer vergleichen, die mit der gleichen Methode erhoben wurden, um festzustellen, ob Ihre Ergebnisse typisch oder ungewöhnlich sind.

Bei der Anwendung bestehender Methoden ist Vorsicht geboten, insbesondere zwischen verschiedenen Regionen und Klimazonen. Einige Methoden sind regionsabhängig, und obwohl die Entwickler der Methoden deren Grenzen angemessen beschreiben, wird dies manchmal nicht berücksichtigt. In Regionen mit anderen klimatischen Bedingungen als denen, für die die Methode entwickelt wurde, oder mit Unterschieden bei anderen wichtigen Umweltfaktoren ist die Anwendung einer bestimmten Methode möglicherweise nicht angemessen. In diesen Fällen kann eine Anpassung der Methoden zur Berücksichtigung der Auswirkungen der unterschiedlichen Umweltbedingungen eine Lösung sein.

Bewertung und Überwachung des Beitrags, den die Natur durch die Umsetzung naturbasierter Lösungen für den Menschen leistet

Es gibt eine große Bandbreite an Möglichkeiten, den Nutzen von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zu messen. Jede Bewertung muss spezifische Indikatoren definieren, abhängig von den zu überwachenden Beiträgen der Natur für den Menschen (Nature's Contributions to People - NCP), und dann die Art und Weise beschreiben, wie diese Indikatoren in der Praxis gemessen werden können. Für die biologische Vielfalt könnte beispielsweise eine Reihe von Bioindikator-Taxa ausgewählt und die Methoden zur Quantifizierung ihrer Abundanz beschrieben werden (Wasserproben, direkte Beobachtung usw.). Im folgenden Abschnitt werden typische Ansätze zusammengefasst.

Biodiversität (NKP: Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen): Die biologische Vielfalt von Tümpeln wird meist anhand einer Kombination aus der Anzahl der Tümpelarten und dem Vorkommen seltener und bedrohter Arten in einem Tümpel gemessen. Die typischen bewerteten Gruppen sind Amphibien, Sumpfpflanzen und/oder größere (Makro-)Wirbellose. Manchmal werden jedoch auch Kieselalgen, Mikroarthropoden (wie Zooplankton), Reptilien, Fische, Säugetiere und Vögel erfasst, insbesondere in größeren Gewässern. Die Methoden werden in den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 im Einzelnen erläutert.

Wasserspeicherung (NKS: Regulierung von Gefahren; Lebensmittel und Futtermittel): Tümpel können nützlich sein, um in Hochwasserperioden Wasser zu speichern, Brände zu bekämpfen, Vieh zu tränken, Wasser für Wildtiere bereitzustellen und den Rückfluss von Wasser in die Flüsse und die Überflutung flussabwärts gelegener Gebiete zu verhindern oder zu verlangsamen. Die Überwachung könnte die Bewertung des zurückgehaltenen Wasservolumens und des Zeitraums, für den es zurückgehalten wird, umfassen. Die Hochwasserspeicherkapazität ist beispielsweise die zusätzliche Wassermenge, die ein Tümpel über den normalen Wasserstand hinaus aufnehmen kann, bevor er überläuft. Sie kann gemessen werden, indem die Absenkungsfläche mit ihrer Höhe multipliziert wird, um das Wasservolumen zu schätzen, das der Tümpel aufnehmen kann.

Abfangen von Verunreinigungen (NKS: Regulierung der Süßwasserqualität): Tümpel werden häufig genutzt, um Schadstoffe abzufangen und zu verhindern, dass sie in andere Gewässer gelangen. Die gängigste Methode zur Berechnung ihrer Wirkung ist der Vergleich des Gehalts an relevanten Schadstoffen in den Zuflüssen und Abflüssen der Tümpel. In der Regel handelt es sich dabei um Nährstoffe (Phosphor und Stickstoff), aber auch um organische Stoffe, Bakterien, Pestizide und Metalle (z. B. Kupfer in landwirtschaftlichen Gebieten oder Schwermetalle in städtischen Gebieten), aber die Analysekosten können hoch sein. Sie können auch neu auftretende Schadstoffe und Mikroplastik umfassen.

Außerdem gibt es Bewertungen der biologischen Vielfalt und Indizes zur Einschätzung der Wasserqualität. Regelmäßige Wasserproben, die bei feuchtem Wetter zusätzlich entnommen werden, sind unerlässlich. Die Überwachung muss wahrscheinlich



langfristig erfolgen und auch Sturmereignisse einbeziehen, um die Wirksamkeit richtig bewerten zu können (wobei zu beachten ist, dass viele Schadstoffsammelbecken nicht wirksam sind).

Kohlenstoffspeicherung und Abschwächung des Klimawandels (NKS: Regulierung des Klimas): Die Bewertung der Treibhausgasemissionen und der Kohlenstoffbindung in Tümpeln erfordert sorgfältige Messungen vor Ort mit fortschrittlichen Methoden. Dies ist derzeit eine Aktivität auf Forschungsebene. Die für **PONDERFUL** verwendeten Methoden sind in Davidson et al. (2024)^[22] beschrieben und umfassen schwimmende Gassammler zur Messung der Emissionen und Sedimentfallen oder -kerne zur Bewertung der Kohlenstoffbindung.

Wert für Bildung, Annehmlichkeiten, Gesundheit und Wohlbefinden (NKS: Physische und psychologische Erfahrungen; Lernen und Inspiration) : Numerische Daten werden in der Regel in Form von Besucherzahlen bewertet. Die Wahrnehmung der Besucher und anderer Interessengruppen kann durch Fragebögen, Interviews und Fokusgruppen mit halbquantitativer Bewertung durch Fragen auf einer Likert-Skala bewertet werden.

4.2.1 BEWERTUNG UND ÜBERWACHUNG DER EINZELNEN TÜMPEL

Detaillierte Bewertungen von Tümpeln umfassen in der Regel die Erfassung einer Mischung aus physikalischen, chemischen und biologischen Daten. Die biologischen Daten geben Aufschluss über den Wert der biologischen Vielfalt des Tümpels und können Aufschluss über die Qualität des Tümpels geben (d. h. darüber, wie degradiert der Tümpel ist). Physikalische und chemische Daten werden verwendet, um die Tümpelqualität besser zu verstehen, die biologischen Ergebnisse zu interpretieren und den Erfolg oder die Einschränkungen der Beiträge der Natur für den Menschen zu bewerten.

Bewertung der Artenvielfalt in Tümpeln

Maßnahmen zur Messung der biologischen Vielfalt von Tümpeln sollen zeigen, wie wertvoll ein Tümpel für die Tierwelt ist, d. h. den Erhaltungswert des Tümpels. Tümpel sind sehr reichhaltige Lebensräume und es ist fast unmöglich, alle vorhandenen Arten zu identifizieren. Aus diesem Grund konzentrieren sich Maßnahmen zur Messung der biologischen Vielfalt in der Regel auf bestimmte Gruppen, wie z. B. Wasserpflanzen oder Amphibien. Bei der Auswahl der zu untersuchenden Gruppe müssen viele Faktoren abgewogen werden, z. B. die Repräsentativität der Gruppe(n) für den gesamten Tümpel und die Kosten für die Durchführung der Untersuchung. Es ist auch wichtig zu beurteilen, welche Gruppe(n) sich für die Kommunikation mit der Öffentlichkeit eignen (z. B. "Flaggschiff"-Arten). Die Vor- und Nachteile des Einsatzes verschiedener Gruppen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Um für den Tümpel als Ganzes repräsentativ zu sein, ist eine Kombination aus Pflanzen- und Tiergruppen, die viele Arten enthalten, wahrscheinlich die beste Wahl. Die endgültige Wahl hängt von den Zielen des Projekts und den verfügbaren Fähigkeiten ab. Eine typische Wahl ist jedoch die Untersuchung von Feuchtgebietspflanzen, Makroinvertebraten und Amphibien (Tabelle 4). Wenn aus Kostengründen nur eine Gruppe möglich ist, ist die beste Wahl wahrscheinlich die der Feuchtgebietspflanzen, da sie eine artenreiche Gruppe sind, die schnell zu erfassen ist, zur Berechnung von Qualitätsindizes verwendet werden kann und im Mittelpunkt vieler europäischer Bewertungen von Tümpeln steht. Eine Zwischenlösung, die im Rahmen des **PONDERFUL**-Projekts angewandt wurde, ist die Kombination von Feuchtgebietspflanzen und einigen Tiergruppen (unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale und der Phylogenie) wie Zooplankton, Weichtiere, Wasserkäfer, Köcherfliegen, Steinfliegen, Eintagsfliegen, Libellen und Amphibien.

Die biologische Vielfalt von Tümpeln wird in der Regel anhand des Artenreichtums und der Seltenheit bewertet. Beim Artenreichtum wird gezählt, wie viele Arten in den untersuchten Gruppen vorhanden sind. Die Abundanz von Arten ist oft, aber nicht immer, nützlich. Das Vorhandensein von Arten mit nationalem oder internationalem Seltenheitsstatus oder von Arten, die gesetzlich geschützt sind, ist für die Beurteilung des Zustands des Gebiets nützlich. Der Tümpeltyp kann ebenfalls ein wichtiges Mittel zur Identifizierung von Tümpeln sein, die für den Naturschutz von Bedeutung sind, insbesondere wenn der Tümpel in der Liste der seltenen und gefährdeten Lebensräume in Anhang I der Europäischen Habitatrichtlinie aufgeführt ist.

Maßnahmen zur Messung der Seltenheit basieren im Allgemeinen auf länderspezifischen und internationalen Bewertungen der IUCN-Kategorien für bedrohte Arten (gefährdet, anfällig usw.) und in Europa auf der Liste in Anhang II der Europäischen Habitat-Richtlinie. Dazu gehören die Codes für Süßwasserlebensräume: 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180 und 3190. Dazu gehören auch die Codes 2190 (Dünenschwimmbetten) sowie 7110 und 7150 (Tümpel in Torf- und Säuremooren).

Die einzelnen Länder haben jedoch oft spezifische nationale und manchmal auch regionale Seltenheitslisten. Seltenheitsindizes, die Arten auf der Grundlage ihrer Seltenheit einstufen, können nützlich sein, wenn man den Seltenheitswert zwischen Tümpeln vergleicht.

Andere Maße der biologischen Vielfalt: Andere Maße wie die Artenvielfalt (ein Maß, das die Anzahl der Arten und ihre Häufigkeit kombiniert) und Maße für die Funktion von Ökosystemen werden manchmal verwendet, sind aber im Allgemeinen schwieriger zu interpretieren und für die praktische Bewertung der Erhaltung von Tümpeln zu verwenden. Allerdings können Diversitätsindizes für die Analyse ökologischer Prozesse auf Gemeinschaftsebene sehr relevant sein. So können Diversitätsindizes beispielsweise dabei helfen, festzustellen, ob Tümpelgemeinschaften nach einer Bewirtschaftung oder Wiederherstellung die Tendenz haben, einem Referenztypus der Tümpelgemeinschaften zu ähneln.



Bewertung der ökologischen Qualität von Tümpeln

Die ökologische Qualität eines Tümpels ist eine Bewertung des Gesamtzustandes des Tümpels: sein physikalischer und chemischer Zustand sowie die Gesundheit seiner Pflanzen- und Tiergemeinschaften. Die ökologische Qualität eines Tümpels wird meist anhand einer Kombination aus physikalisch-chemischen Daten zur Wasserqualität und biologischen Erhebungsdaten bewertet.

Überwachung der Wasserqualität. Die Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Verschmutzung ist einer der häufigsten Faktoren, der die Tümpel verschlechtert und ihre Fähigkeit einschränkt, die Beiträge der Natur für den Menschen zu leisten. Wasserproben werden im Allgemeinen auf Nährstoffe untersucht, die kritischen Schadstoffe sind insbesondere Stickstoff und Phosphor. Die Nährstoffe werden idealerweise anhand von Laborproben bewertet, die im Spätwinter/Frühjahr entnommen und auf Gesamt-N und Gesamt-P untersucht werden. Nitrat- und Phosphatdaten, die mit Schnelltestkits gemessen werden, sind jedoch ebenfalls nützlich. Chlorophylldaten (ein Maß für die Biomasse von Algen) und Phycocyanin (ein Maß für Blaualgen) werden manchmal gesammelt, aber die Messungen müssen im Frühjahr und Sommer häufig wiederholt werden, da diese Parameter stark schwanken.

Organischer Kohlenstoff, gelöster Sauerstoff und Sulfate werden manchmal gemessen, um die organische Verschmutzung zu bewerten, aber da Tümpel auf natürliche Weise Kohlenstoff ansammeln, ist die Interpretation dieser Daten als "Verschmutzung" nicht einfach. Schwebstoffe geben einen Hinweis auf die Trübung des Tümpelwassers, und die Transparenz kann mit einem Snell-Rohr gemessen werden. Der pH-Wert ist eine wichtige Messgröße, wenn die Gefahr einer Versauerung besteht. Schwermetalle, z. B. Kupfer, Zink und Blei, können wichtige Schadstoffe sein, insbesondere in städtischen Gebieten und Tümpellandschaften mit Weinbergen.

Biozide können ebenfalls wichtig sein, aber die Analyse erfordert die Kenntnis des spezifischen Biozids, das von Interesse ist, und ist teuer. Andere chemische Variablen wie Alkalinität, pH-Wert, Kalzium, Magnesium und Natrium werden im Allgemeinen gemessen, um Hintergrundinformationen über den Tümpel zu erhalten und nicht um seine Qualität zu bewerten.

Für die Verantwortlichen vor Ort gibt es drei praktische Optionen für die Bewertung der Wasserqualität, die sich in Bezug auf Komplexität, Kosten und Informationsgehalt unterscheiden:

- **Kostengünstig und einfach:** Testen Sie den Nährstoffgehalt mit Schnelltests (z. B. mit der PackTest-Reihe, aber es sind auch andere erhältlich) und führen Sie ein- bis zweimal jährlich Messungen durch.
- **Zwischenaufwand:** Laboranalyse ausgewählter Nährstoffe (z. B. Stickstoff- und Phosphorverbindungen oder Gesamt-N und Gesamt-P, pH-Wert, Leitfähigkeit, gelöster Sauerstoff)
- **Vollständig, kostenintensiv:** Laboranalysen von Nährstoffen, Anionen, Kationen, Pestiziden, Schwermetallen, Schwebstoffen, Chlorophyll a und Phycocyanin, die mehrmals im Jahr durchgeführt werden.

Biologische Messgrößen können ebenfalls als Verschmutzungsindikatoren verwendet werden und haben den Vorteil, dass sie dazu beitragen, die direkten Auswirkungen der Verschmutzung auf die Tierwelt zu messen, anstatt die Chemie als Stellvertreter zu verwenden. Wenn beispielsweise eine Pflanzenerhebung durchgeführt wird, kann jeder Art ein Ellenberg-Nährstoffwert (N) zugeordnet werden, und der Durchschnittswert pro Tümpel wird verwendet, um Standorte mit hohen N-Werten zu ermitteln, die wahrscheinlich verschmutzt sind.

Überwachung der biologischen Qualität. Für eine mäßig schnelle artenbezogene Erhaltungsbewertung bietet sich eine Untersuchung der Feuchtgebietspflanzen des Tümpels an. Dies erfordert spezielle Kenntnisse in der Pflanzenbestimmung, aber erfahrene Sachverständige können einen Tümpel in der Regel innerhalb von ein bis eineinhalb Stunden bei einem einzigen Besuch im Sommer untersuchen. Anhand der Daten über den Pflanzenreichtum und die Seltenheit der Pflanzen können besonders wichtige, besonders arme Tümpel oder Tümpel mit einzigartigen Arten ermittelt werden. Eine Liste der Feuchtgebietspflanzen lässt sich bei einem einzigen Besuch schnell und mit hoher Genauigkeit erstellen und spiegelt die Qualität des Tümpels wider (d. h. die Art durchläuft ihren gesamten Lebenszyklus im Tümpel). Sie ist auch ein gutes Surrogat für andere biotische Gruppen und repräsentiert einen angemessenen Anteil der Lebewesen.

Erhebungen von Amphibienarten können ebenfalls eine gute Option sein, da es nur eine relativ geringe Anzahl von Arten gibt und diese in den meisten Fällen leicht zu identifizieren sind und auf die Wasser- und Vegetationsqualität der Tümpel reagieren. Nachteilig ist, dass Amphibien nur einen kleinen Teil der vorhandenen biologischen Vielfalt ausmachen, dass sie nicht gut mit anderen Biota korrelieren, dass ihre Erfassung zeitaufwändig sein kann und dass sie einen großen Teil ihres Lebenszyklus an Land verbringen, so dass sie die Tümpelqualität nicht so genau wiedergeben. Libellen und andere Makroinvertebraten werden ebenfalls häufig als Indikatoren für die biologische Vielfalt von Tümpeln ausgewählt, obwohl sie in der Regel erfahrenere Gutachter, spezielle Probenahmetechniken und eine Laborbestimmung erfordern. Welche Gruppen für die Untersuchung ausgewählt werden, hängt letztlich davon ab, ob die ökologische Qualität des Tümpels, das Vorkommen bestimmter geschützter Arten oder das Auffinden von Organismen, die für die Öffentlichkeit attraktiv sind, bewertet werden soll.

Biologische Daten können jetzt auch mit Hilfe von Umwelt-DNA (eDNA) gewonnen werden; dazu wird eine Wasserprobe entnommen und zur Laboranalyse eingesandt. Die Probenentnahme kann schnell erfolgen (oft etwa eine Stunde) und kann auch von Nichtfachleuten durchgeführt werden. Die Analyse der Proben kann jedoch teuer sein, und die Auswertung der Ergebnisse

erfordert umfangreiche biologische Fachkenntnisse, insbesondere um sicherzustellen, dass die Ergebnisse zuverlässig sind (z. B. um sicherzustellen, dass keine Aufzeichnungen von Arten enthalten sind, die in der Region nicht vorkommen, und um die Ergebnisse mit herkömmlichen Erhebungsdaten abzugleichen).

Derzeit (2024) sind eDNA-Erhebungen am besten für die Identifizierung von Fisch- und Amphibienarten entwickelt. Diese Gruppen sind für sich genommen wichtig, umfassen aber vergleichsweise wenige Arten und sind daher als Indikatoren für den allgemeinen biologischen Zustand oder den Erhaltungswert weniger nützlich als Pflanzen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts sind eDNA-Tests für wirbellose Tiere und Pflanzen weniger nützlich. Es wurden auch biologische Indizes entwickelt, die zur Messung der Gesamtqualität eines Tümpels verwendet werden können, obwohl alle länder- oder regionalspezifisch sind (z. B. PSYM für das Vereinigte Königreich, PLOCH und IBEM für die Schweiz, QAELS für Katalonien).

Tabelle 4 - Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der Auswahl verschiedener Artengruppen für Erhebungen zur biologischen Vielfalt

Biotische Gruppe	Erforderliche Qualifikation für die Durchführung von Umfragen. Geschätzte Ausbildungszeit, die erforderlich ist, um die Kenntnisse zu erwerben: 1: <1 Tag 2: Tage bis Wochen 3: Monate 4: Viele Monate bis Jahre	Zeitaufwand für die Durchführung einer angemessenen Erhebung 1: etwa 1 Stunde 2: 1 Stunde bis 1 Tag 3: 1-2 Tage 4: 2+ Tage	Wert als Indikator für die biologische Vielfalt der Tümpel Anzahl der leicht identifizierbaren Arten, die typischerweise in Tümpeln vorkommen: 1: sehr hoch 2: hoch 3: mäßig 4: wenige Arten
Feuchtgebiets- und Wasserpflanzen	3	1	2
Makroinvertebraten*	4	4	1
Libellen	2	4	2
Zooplankton	4	3	1
Kieselalgen und andere Algen	4	3	1
Amphibien und Tümpelreptilien	2, eDNA = 1	4, eDNA = 1	3
Fische	2, eDNA = 1	3, eDNA=1	3
Säugetiere	2	4	4
Wasservögel	2	2	3

* Makroinvertebraten sind eine große Gruppe, und die Erhebungen konzentrieren sich in der Regel auf Untergruppen, insbesondere Wasserkäfer und Libellen, sowie Köcherfliegen, Wasserwanzen, Eintagsfliegen und Schnecken.

Umweltdaten

Informationen über die Tümpelumwelt sind von großem Wert. Sie können helfen, biologische Ergebnisse zu interpretieren und mögliche Gründe für die Verschlechterung des Zustands von Tümpeln zu ermitteln; sie liefern Informationen für Managemententscheidungen und sind unerlässlich, wenn eine längerfristige Überwachung durchgeführt wird, um Veränderungen aufzuzeigen und zu interpretieren. Sie dienen als Grundlage für Managemententscheidungen, um eine Reihe von Beiträgen der Natur für den Menschen zu leisten (siehe unten).

Zu den Schlüsselvariablen, die sich durchweg als wichtige Faktoren für Tümpelarten, Tümpelgemeinschaften und die ökologische Qualität von Tümpeln erwiesen haben, gehören: Lage (Breitengrad, Längengrad), Fläche (Tümpelfläche, geschätzt anhand des maximalen Wasserstands im Winter und der Wasserfläche zum Zeitpunkt der Erhebung), Höhe über Meeresspiegel, Geologie, Dauerhaftigkeit, Wassertiefe, Absenkung, Beschattung, Vegetationsbedeckung, Beweidung, Vorhandensein eines Zuflusses, umgebende Landnutzung, Vernetzung (d. h. Vorhandensein von nahe gelegenen Gewässern), Trübung, Vorhandensein von Fischen und Störfaktoren wie z. B. der Einfluss von Menschen und Hunden. Vorhandensein von nahegelegenen Gewässern oder Feuchtgebieten, Trübung, Vorhandensein von Fischen und Störfaktoren wie Tümpelbewirtschaftung und der Einfluss von Wasservögeln, Menschen und Hunden.

Informationen sollten auf Tümpel-, Tümpellandschafts- oder Landschaftsebene gesammelt werden, um den regionalen Kontext zu erfassen. Zu den regionalen Maßnahmen gehören Geologie, Landnutzung und Vernetzung (d. h. Vorhandensein von nahegelegenen Gewässern und Feuchtgebieten).



4.2.2 ÜBERWACHUNG UND BEWERTUNG VON TÜMPELLANDSCHAFTEN

Die Überwachung ganzer Tümpellandschaften ist eine größere Herausforderung als die Überwachung einzelner Tümpel. Obwohl viele der Methoden die gleichen sind, fassen wir hier die wichtigsten Ansätze zusammen, die für die Überwachung und Bewertung mehrerer Tümpel in einer Tümpellandschaft verwendet werden können.

Die häufigsten Gründe für die Überwachung von Tümpellandschaften sind **derzeit**:

- Zählen und Identifizieren von Tümpeln, um herauszufinden, wie viele es gibt, und um die Verbindungen zwischen ihnen zu ermitteln.
- Bewertung des Biodiversitätswerts von Tümpeln in der Tümpellandschaft, insbesondere des Werts für Wildtiere und/oder um mehr über den Zustand der Tümpel zu erfahren, wie z. B. die Wasserqualität (z. B. Nährstoffgehalt, Leitfähigkeit) und Tümpelmerkmale wie die Morphologie (z. B. Größe oder Tiefe).

Wir gehen davon aus, dass in **Zukunft** ein größerer Bedarf besteht, die Wirksamkeit von Tümpeln im Hinblick auf die Erbringung öffentlicher Leistungen, wie z. B. die Beiträge der Natur für den Menschen, zu bewerten. Die Methoden hierfür werden im Folgenden beschrieben.

Tümpellandschaften umfassen in der Regel eine beträchtliche Anzahl von Tümpeln, so dass geeignete Methoden in der Regel breit angelegt und aufgrund begrenzter Ressourcen relativ schnell durchführbar sind. Natürlich können bei ausreichender Finanzierung auch detailliertere Bewertungen, wie sie für einzelne Tümpel (oben) beschrieben wurden, durchgeführt werden.

Zählen und Identifizieren von Tümpeln

Bei der Zählung von Tümpeln ist es wichtig, zunächst zu definieren, was unter einem Tümpel zu verstehen ist. Sind temporäre Tümpel eingeschlossen? Was sind die Ober- und Untergrenzen für die Größe von Tümpeln? Eine erste Einschätzung der Anzahl der Tümpel kann mit einer Kombination aus Kartendaten und der Interpretation von Satellitenbildern erfolgen. Dabei werden jedoch häufig Tümpel in Wäldern sowie kleine und temporäre Tümpel übersehen. Für genaue Zählungen müssen daher Methoden der Fernerkundung mit Felduntersuchungen vor Ort kombiniert werden.

Die Verwendung von Fernerkundungsbildern aus verschiedenen Jahren und GIS-Analysen können wertvolle Schätzungen über den Rückgang der Tümpeldichte auf regionaler Ebene liefern. Für sehr große Regionen (z. B. Bezirke, Länder, biogeografische Gebiete) wird häufig ein stichprobenbasierter Ansatz verwendet, der auf Erhebungen in zufällig ausgewählten 1 km-Quadraten beruht.

Bewertung des Wertes der biologischen Vielfalt in Tümpellandschaften

Nützliche Tipps für eine wirksame Überwachung auf der Ebene der Tümpellandschaft sind die maximale Nutzung vorhandener Daten, die Durchführung von Fernerkundungen (mit Satellitendaten und Luftaufnahmen), die Auswahl von Indikatorgruppen oder -arten (obwohl die Möglichkeiten begrenzt sind) und die Messung von Lebensraumfaktoren, die die Tümpelgemeinschaften prägen (Saisonalität, Alter, Landnutzung, Beschattung, Viehbestand).

Maximale Nutzung der vorhandenen Daten: In einem ersten Schritt lohnt es sich, bestehende Datensätze zusammenzustellen, einschließlich seltener und bedrohter Tümpelarten, die in Artenatlanten, nationalen und regionalen Erfassungsgruppen, Erfassungszentren, wissenschaftlichen Abhandlungen oder Erhebungsberichten verfügbar sind. In vielen Online-Biodiversitätsdatenbanken sind inzwischen wertvolle Informationen über Beobachtungsdaten von Arten gespeichert, darunter auch eine wachsende Zahl von wissenschaftlich kuratierten Plattformen zur biologischen Vielfalt, die von Bürgern betrieben werden. Eine räumliche Darstellung der Ergebnisse (z. B. Artenreichtum des Standorts, Anzahl der bedrohten Arten) kann die Häufung von Aufzeichnungen zeigen und besonders hochwertige Tümpel oder Landschaften identifizieren.

Bewertungen aus der Ferne: Derzeit ist es nicht möglich, den Schutzwert von Tümpeln aus der Ferne genau zu beurteilen. Eine erste Bewertung kann jedoch anhand der Landnutzung erfolgen, die mit Hilfe von Satelliten- und anderen Bildern beurteilt wird. Gebiete mit naturnaher Landnutzung (z. B. Wälder, Moorland, unbewirtschaftetes Grasland, Heideland) beherbergen in der Regel Tümpel von höherer biologischer Qualität und sind daher eher in der Lage, eine breite Palette von Beiträgen der Natur für den Menschen zu leisten.

Im Allgemeinen sinkt der Schutzwert von Tümpeln mit zunehmender Intensität der Landnutzung oder wenn Tümpel über Zuflüsse verfügen, die diese Landschaften entwässern. Solche Standorte können jedoch ein größeres Potenzial haben, Schadstoffe abzufangen oder Wasser zu speichern. Im Allgemeinen ist es in solchen Situationen weniger wahrscheinlich, dass Tümpel eine grundlegende Anforderung an naturnahe Lösungen erfüllen: dass sie sowohl der biologischen Vielfalt zugutekommen als auch andere wertvolle Ökosystemleistungen erbringen.

Indikatoren und Gruppen für die biologische Vielfalt: Theoretisch wäre es für die Überwachung und Bewertung ganzer Tümpellandschaften praktisch, eine kleine Anzahl von Indikatorarten für die Bewertung der gesamten biologischen Vielfalt



von Tümpeln zu bestimmen. Die Vielfalt der Tümpel macht es jedoch schwierig, solche universellen Indikatorarten zu finden, es sei denn, es handelt sich um spezifische Tümpeltypen, und es gibt gute Belege dafür, dass die Verwendung sogenannter Flaggschiffarten für die Bewertung von Tümpeln nur von begrenztem Wert ist.^[23]

Erhebungen über Tümpel und Lebensraumtypen: Wenn das Ziel darin besteht, Tümpel in einer Tümpellandschaft zu bewirtschaften, aber keine Möglichkeit besteht, biologische Daten zu sammeln, besteht ein Ansatz darin, die Variation der natürlichen Faktoren zu untersuchen, die die Tümpelgemeinschaften prägen, um die Daten zu liefern, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass Lebensräume vorhanden sind, die für eine breite Palette von Arten geeignet sind. Zu den Faktoren, die gemessen werden sollten (die Liste ist nicht erschöpfend), gehören:

- Saisonabhängigkeit: Gewährleistung eines Gleichgewichts zwischen temporären, semi-permanenten und permanenten Tümpeln.
- Neu und alt: Sicherstellung, dass es sowohl neue oder frisch restaurierte Tümpel (oder beides) mit wenig Sediment und geringem Pflanzenbewuchs gibt, als auch alte Tümpel, die stark bewachsen sind.
- Sicherstellen, dass Tümpel in verschiedenen (naturnahen) Landnutzungsarten und unterschiedlichen geologischen und bodenkundlichen Gegebenheiten (die sich auf die Wasserchemie auswirken) vorhanden sind.
- Unterschiedliche Beschattungsgrade und Zugang zum Vieh. Wenn es beispielsweise überwiegend stark beschattete Tümpel gibt, sollten Sie die Bewirtschaftung anpassen, um ein besseres Gleichgewicht zwischen beschatteten, teilweise beschatteten und unbeschatteten Tümpeln zu erreichen.

Die unterschiedlichen Tümpeltypen können auch Aufschluss über die Vielfalt der Beiträge der Natur für den Menschen geben, auch wenn sich die Zuverlässigkeit der Gutachten über die Erbringung dieser Leistungen noch in einem recht frühen Stadium befindet.



© Beat Oetli



© Bendix



© Freshwater Habitats Trust

4.2.3 BEWERTUNG VON WASSERSPEICHERUNG, WASSERQUALITÄT, KOHLENSTOFFSPEICHERUNG UND PHYSISCHEN/PSYCHOLOGISCHEN ERFAHRUNGEN VON TÜMPELN UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Anders als bei der Bewertung der biologischen Vielfalt werden bei der Bewertung anderer Ökosystemleistungen, die von Tümpeln und Tümpellandschaften erbracht werden, allgemeinere Techniken verwendet, die für eine Vielzahl unterschiedlicher Umgebungen entwickelt wurden und für die Anwendung bei Tümpeln und Tümpellandschaften angepasst werden können. Hier fassen wir die am weitesten verbreiteten Methoden zusammen, die zur Bewertung der folgenden Beiträge der Natur für den Menschen verwendet werden können: Regulierung der Wassermenge, Regulierung der Wasserqualität, Regulierung von Gefahren (Überschwemmungen), Regulierung des Klimas (Kühlung), physische und psychologische Erfahrungen sowie Lernen und Inspiration.

Derzeit gibt es keine routinemäßig anwendbaren Methoden zur Bewertung des Beitrags von Tümpeln und Tümpellandschaften zu den folgenden Beiträgen der Natur für den Menschen: Unterstützung von Identitäten, Erhaltung von Optionen, Nahrung und Futter sowie Bestäubung. Alle diese Bereiche sind weiterhin Gegenstand von Forschungsaktivitäten.

Für weitere Informationen über die Bewertung von naturbasierten Lösungen ist das Handbuch der Europäischen Kommission "Evaluating the impact of nature-based solutions" eine wertvolle Informationsquelle.^[24]

Speicherung von Wasser

Tümpel können nützlich sein, um in Hochwasserperioden Wasser zu speichern und zu verhindern, dass es in Flüsse gelangt und flussabwärts liegende Gebiete überschwemmt. Die Hochwasserspeicherkapazität ist das zusätzliche Wasservolumen über dem normalen Wasserstand, das ein Tümpel aufnehmen kann, bevor er überläuft. Um eine möglichst effektive Hochwasserspeicherung zu gewährleisten, sollten die Tümpel zwischen den Regenfällen trocken sein und schnell abfließen, um



weiterhin kurzfristig Wasser speichern zu können. Die Kapazität eines Tümpels wird normalerweise mit Hilfe von Computermodellen berechnet.

Spezifische zu messende Indikatoren

- Volumen des Tümpels
- Verringerung des Spitzenabflusses flussabwärts (im Vergleich zu Situationen ohne Tümpel)
- Modellierte Einzugsgebietswirkung von Tümpeln
- Bei größeren Tümpelanlagen wird die Tümpelspeicherung wahrscheinlich als Teil eines umfassenderen Einzugsgebietssystems durchgeführt. Die Auswirkungen auf Überschwemmungen werden mit Hilfe von Einzugsgebietsmodellen modelliert (z. B. mit dem Soil and Water Assessment Tool der US EPA).

Abfangen der Verschmutzung

Tümpel werden häufig als Teil nachhaltiger städtischer und ländlicher Entwässerungssysteme eingesetzt, um Schadstoffe abzufangen und zu verhindern, dass sie in andere Gewässer gelangen. Die gängigste Methode zur Berechnung ihrer Wirkung ist der Vergleich des Gehalts an relevanten Schadstoffen in den Zu- und Abflüssen der Tümpel. Die Wirksamkeit der einzelnen Tümpel variiert erheblich. Anspruchsvollere Bewertungen werden die Auswirkungen mehrerer Auffangtümpel auf das gesamte Einzugsgebiet bewerten.

Spezifische zu messende Indikatoren

Nahezu jeder potenzielle Schadstoff kann von Tümpelanlagen aufgefangen werden, aber zu den häufigsten spezifischen Indikatoren gehören:

- Nährstoffe (Phosphor und Stickstoff)
- Ammoniak
- Organische Stoffe und Schwebstoffe
- Pestizide und Metalle, wie Kupfer in landwirtschaftlichen Gebieten
- Schwermetalle in städtischen Gebieten.

Zur Bewertung der Wirksamkeit sind regelmäßige Wasserproben erforderlich, die bei Unwettern besonders häufig genommen werden müssen.

Kohlenstoffspeicherung und Eindämmung des Klimawandels

Die Bewertung der Treibhausgasemissionen und der Kohlenstoffbindung in Tümpeln erfordert sorgfältige Messungen vor Ort mit modernen Spezialmethoden. Die Messung von Gasemissionen erfolgt in der Regel durch schwimmende Kammern, die aus dem Wasser austretende Gase auffangen. Die Gase können auch in der Wassersäule gemessen werden. Die Kohlenstoffbindung wird in der Regel durch Sedimentkernproben geschätzt, kann aber auch durch Sedimentfallen am Tümpelboden ermittelt werden. Die Gas- und Sedimentproben werden gaschromatographisch oder mit Infrarot-Gasanalysegeräten analysiert. Der Gesamtprozess umfasst:

- Auswahl des Standorts: Auswahl repräsentativer Tümpel auf der Grundlage von Größe, Tiefe und umliegender Landnutzung.
- Erhebung von Basisdaten: Messung physikalisch-chemischer Parameter des Tümpels (z. B. Temperatur, pH-Wert, gelöster Sauerstoff).
- Installation der Ausrüstung: Aufstellen von Schwimmkammern oder anderen Messgeräten.
- Regelmäßige Probenahme: Durchführung regelmäßiger Probenahmen, um zeitliche Schwankungen der Gasemissionen zu erfassen.
- Datenanalyse: Analyse der gesammelten Proben und Verarbeitung der Daten zur Berechnung der Gasflüsse.
- Berichterstattung: Stellen Sie die Ergebnisse zusammen und interpretieren Sie die Erkenntnisse.

Wert für Bildung, Gesundheit und Wohlbefinden

Um den Wert von Tümpeln und Tümpellandschaften in Bezug auf die Beiträge der Natur für den Menschen in Bezug auf Gesundheit, Wohlbefinden, Bildung und physische/psychologische Erfahrungen zu bewerten, ist es normalerweise notwendig, Vorher-Nachher-Bewertungen der Nutzung des Geländes, der sich ändernden Einstellungen der Menschen und des finanziellen Werts des Engagements durchzuführen.

Spezifische Indikatoren

- Anzahl der Besucher einer Website
- Dauer und Häufigkeit des Besuchs
- Veränderungen der Einstellungen durch den Besuch oder die Nutzung eines Tümpels oder einer Tümpellandschaft
- Verbesserung der psychischen Gesundheit von Menschen, die Tümpel und Tümpellandschaften besuchen.

Zu den praktischen Methoden gehören verschiedene Arten von Fragebögen, Interviews und Fokusgruppen mit halbquantitativer Bewertung durch Fragen auf einer Likert-Skala.



4.3 VERWALTUNG UND WIEDERHERSTELLUNG VON TÜMPELN UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Der Wert der Bewirtschaftung und Wiederherstellung bestehender Tümpel

Bestehende Tümpel müssen bewirtschaftet oder wiederhergestellt werden, entweder um ihren Wert als naturnahe Lösung zu erhalten oder um Funktionen in der Landschaft wiederherzustellen, sofern dies technisch und praktisch machbar ist (siehe Abschnitt 4.1 für Definitionen von Tümpelbewirtschaftung, Wiederherstellung und Wiederbelebung). Bevor mit der Bewirtschaftung begonnen wird, muss sichergestellt werden, dass eine vorherige Diagnose oder Überwachung des zu sanierenden Tümpels vorliegt (siehe Flussdiagramm in Abb. 15). Wenn bestimmte Kriterien eingehalten werden müssen oder die Sanierungsmaßnahmen das Risiko des Aussterbens einer bedrohten Art bergen, ist die Anlage neuer Tümpel möglicherweise eine bessere Lösung als die Sanierung bestehender Tümpel.

Die Wiederherstellung bestehender Tümpel durch sorgfältig durchdachte Gehölzpflanzungen und Sedimententnahme hat sich als wirksam erwiesen, um sowohl die aquatische als auch die terrestrische Artenvielfalt in landwirtschaftlich genutzten Landschaften zu verbessern. Die Tümpelsanierung und das damit verbundene Konzept der Wiederbelebung von "Geistertümpeln" funktionieren beide gut, weil sie sich die langlebige Natur der Samenbanken von Feuchtgebietspflanzen zunutze machen, die insbesondere bei sauberem Wasser (siehe Box 2) zu einer raschen Erholung der Tümpel führen können. Beide Ansätze sind (in Verbindung mit der Anlage von Tümpeln - siehe unten) von entscheidender Bedeutung, um die Anzahl der Tümpel mit früher Sukzession in der Landschaft zu erhöhen und eine Mischung von Sukzessionsstadien zu gewährleisten, die, wie viele Untersuchungen zeigen, die Süßwasser-Biodiversität auf der Ebene der Tümpellandschaft maximieren.

Die Daten der **PONDERFUL**-Fallstudie zeigten, dass Tümpel, die durch die Entfernung der angesammelten Sedimente und der holzigen Vegetation wiederhergestellt wurden, zumindest kurzfristig weniger Treibhausgase ausstoßen. Derzeit ist jedoch nicht bekannt, wie sich die ausgehobenen Sedimente auf das Klima auswirken. Die Fallstudie zur Tümpelbewirtschaftung im Rahmen des Projekts zeigte auch, dass "offene" Tümpel mit früher Sukzession im Allgemeinen geringere Treibhausgasemissionen aufweisen als Tümpel mit späterer Sukzession. Es ist jedoch anzumerken, dass die Sequestrierung an diesen Standorten nicht einheitlich geschätzt werden konnte, so dass die Nettoauswirkungen ungewiss bleiben.

Die Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Tümpeln beinhaltet in der Regel die Veränderung des bestehenden Tümpels, um seine Fähigkeit, Ökosystemleistungen zu erbringen, zu verbessern. Beachten Sie, dass der Schutz auch eine Managementoption ist, während das "Nichtstun" eine Managementmaßnahme ist. In diesem Fall geht es bei der Bewirtschaftung eher darum, den Zustand des Tümpels oder der Tümpellandschaft zu definieren und die Tümpellandschaft zu verwalten (z. B. durch Beibehaltung einer Landnutzung mit geringer Intensität), als um spezifische Arten von physischen Maßnahmen an einzelnen Tümpeln. In einigen Fällen kann die Bewirtschaftung solcher Standorte in einem völligen Verzicht auf Eingriffe bestehen, wobei die Tümpel physisch überhaupt nicht gestört werden.

In der Regel reicht der Umfang der bei der Bewirtschaftung oder Wiederherstellung erforderlichen Änderungen von einer Bewirtschaftung mit geringer Beeinträchtigung an einem Ende des Spektrums bis zu einer Tümpelwiederherstellung mit starker Beeinträchtigung am anderen Ende des Spektrums (Abb. 22). Eine Bewirtschaftung mit geringer Beeinträchtigung kann darin bestehen, dass nur einige Äste eines Baumes am Rande eines Tümpels gefällt werden, um die Beschattung zu verringern und den derzeitigen Zustand zu erhalten, oder dass eine sehr geringe Viehdichte beibehalten wird. Diese Art der Bewirtschaftung ahmt häufig natürliche Formen der Störung nach. In einigen Fällen sind überhaupt keine zusätzlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen erforderlich (z. B. bei der natürlichen Entwicklung von Tümpeln in Mooren).



Abb. 22 - Das Kontinuum zwischen Tümpelbewirtschaftung und Restaurierung. Dieselbe Maßnahme (z. B. die Bewirtschaftung von Büschen) kann je nach Störungsgrad und Häufigkeit der Eingriffe entweder als Bewirtschaftung oder als Wiederherstellung betrachtet werden.

Am anderen Ende des Spektrums ist die vollständige Wiederherstellung in der Regel mit einem hohen Maß an Störungen verbunden, einschließlich des Ausbaggerns eines Tümpels, um Sediment und Vegetation zu entfernen, des Entfernens von umfangreichem Baum- und Strauchbewuchs, einschließlich des Fällens großer Bäume, und möglicherweise der Veränderung der Form des Tümpels, um seinen Wert für die biologische Vielfalt zu erhöhen. In diesem Fall geht es bei der Bewirtschaftung häufig um die Wiederherstellung des Sukzessionsstadiums. Um das Risiko des Verlustes (als Folge der Bewirtschaftung



oder Wiederherstellung) von bestehenden natürlichen Werten oder Leistungen des Tümpels zu berücksichtigen, müssen die Bewirtschafter bei der Planung der Bewirtschaftungs- oder Wiederherstellungsarbeiten die Auswirkungen von Störungen berücksichtigen.

Bei historischen Tümpeln sollte je nach Umfang des geplanten Eingriffs eine archäologische Beratung in Anspruch genommen werden. Welcher Ansatz gewählt wird, hängt ganz von den Projektzielen und Ressourcen ab. Diese sollten entsprechend den örtlichen Gegebenheiten, dem zu erhaltenden historischen Gut und den angestrebten Verbesserungen für die Tierwelt und/oder den Menschen festgelegt werden.

Jeder Eingriff kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben. Deshalb ist es wichtig, sowohl den Tümpel als auch die ihn umgebende Umwelt (Tümpellandschaft) zu verstehen, bevor man etwas unternimmt. Das Hauptziel von Eingriffen ist in der Regel der Schutz oder die Aufwertung bestehender Werte: Der Tümpel kann bereits für seltene Arten von Bedeutung sein, eine Schlüsselrolle im natürlichen Hochwasserschutz spielen oder ein historisches Merkmal der Landschaft darstellen. Im Zweifelsfall sollten Sie sich von einem Experten beraten lassen, bevor Sie fortfahren, wobei Sie sich am Flussdiagramm zur Entscheidungsfindung in Abbildung 15 orientieren sollten.

Gründe für eine Tümpelbewirtschaftung und -sanierung können sein:

- Erhaltung oder Erhöhung der Vielfalt der Lebensräume in der Tümpellandschaft, so dass es Tümpel in verschiedenen Sukzessionsstadien gibt.
- Vermeidung unerwünschter Veränderungen der Tümpelvegetation und übermäßiger Sedimentansammlungen.
- Verringerung der nachteiligen Auswirkungen menschlicher Einflüsse (z. B. veränderte Landnutzung).
- Erhaltung oder Verbesserung des Lebensraums für eine bestimmte (oft geschützte oder seltene) Art.
- Ermöglichung der Erholung lokaler Wasserpflanzen- oder -tierpopulationen aus bisher unausgekeimten Samen- oder Eiablagen.
- Verbesserung der Wasserqualität in einzelnen Tümpeln.
- Instandhaltung von Tümpeln, die einen ästhetischen oder erholsamen Nutzen für die Menschen bieten.
- Erhaltung anderer bestehender Tümpelfunktionen, die die Beiträge der Natur für den Menschen liefern, z. B. Geschichte und Erbe und Unterstützung von Identitäten (siehe Abschnitt 3.4 und Beispiele in Kapitel 6).



© Freshwater Habitats Trust



Vor der Wiederherstellung oder Bewirtschaftung von Tümpeln sollte immer der Rat eines Experten eingeholt werden, wobei die in Abb. 16. Zu den Tümpeln, die bei der Bewirtschaftung besonders gefährdet sind, gehören solche, die:

- in Gebieten mit hoher Unterscheidungskraft oder Lebensräumen mit hohem Naturwert liegen (z. B. Wälder, artenreiches Grasland, Heide) liegen
- reichlich Feuchtgebietspflanzen haben
- in Naturschutzgebieten oder in für den Naturschutz ausgewiesenen Gebieten liegen
- Unterstützung seltener oder geschützter Arten (einschließlich nicht-aquatischer Pflanzen oder Tiere) bieten
- Sie haben einen bedeutenden Wert für das Kulturerbe (nicht nur für die Natur, sondern auch für die Kultur).

Die Schädigung von Tümpeln mit hohem Erhaltungswert durch eine unsachgemäße Bewirtschaftung, mit der der Beitrag der Natur für den Menschen verbessert werden soll, ist ein wichtiges Thema für den Schutz der biologischen Vielfalt. Eine häufige, schonende Bewirtschaftung ist oft der beste Weg, um Tümpel von hohem Wert in ihrem besten Zustand zu erhalten, und kann bedeuten, dass invasivere, aufwändigere und kostspieligere Restaurierungsarbeiten nicht erforderlich sind.

Grundprinzipien der Tümpelbewirtschaftung und -sanierung

Bei der Planung der Tümpelbewirtschaftung oder -sanierung ist es wichtig, nicht nur den einzelnen Tümpel, sondern die gesamte Tümpellandschaft und die Vorteile, die die vorgeschlagene Bewirtschaftung für diese Tümpellandschaft mit sich bringt, zu berücksichtigen. Ein gutes Ziel ist es, eine vielfältige Tümpellandschaft zu schaffen, die das Spektrum an Lebensräumen und Ökosystemleistungen, die von den Tümpeln in dem Gebiet bereitgestellt werden, maximiert.

Bei der Bereitstellung verschiedener Arten von Beiträgen der Natur für den Menschen in Tümpeln kann es zu erheblichen Kompromissen kommen. Obwohl die Beweise derzeit begrenzt sind, hat sich gezeigt, dass die Anlage von Tümpeln zum Abfangen von Abflüssen und zur Kontrolle der Verschmutzung kaum einen Unterschied für die Süßwasser-Biodiversität auf Landschaftsebene macht, während die Anlage von Tümpeln mit sauberem Wasser, die nicht mit Verschmutzungsquellen verbunden sind, diese schnell erhöht.^[25] Es ist daher von entscheidender Bedeutung, das volle Potenzial der verschiedenen Möglichkeiten in der Landschaft auszuschöpfen, anstatt zu versuchen, dass jeder Tümpel alles kann". Aus diesem Grund schafft die Berücksichtigung des Maßstabs der Tümpellandschaft wertvolle Möglichkeiten.

Überlegen Sie, wie Sie die Beiträge der Natur für den Menschen "Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen" und die Bereitstellung anderer Beiträge der Natur für den Menschen optimieren können, indem Sie die folgenden Faktoren beeinflussen:

- **Oberfläche:** Verschiedene Arten benötigen unterschiedlich große Tümpel. So benötigen Vögel im Allgemeinen größere Tümpel als wirbellose Tiere oder Algen. Beachten Sie auch, dass große Tümpel oft eine größere Habitat-Heterogenität und damit eine höhere Artenvielfalt aufweisen (obwohl dies ein allgemeines Muster mit Ausnahmen ist).
- **Tiefe:** Tümpel jeder Tiefe können eine reiche Tierwelt beherbergen. In einigen Gebieten können flache Tümpel die reichste Tierwelt aufweisen, obwohl Wasservögel und Wassersäugetiere oft tiefere Tümpel bevorzugen und tiefe Tümpel zu den biologisch reichsten gehören können. Tümpel, die nicht austrocknen, sind eher in der Lage, Kohlenstoff zu binden.
- **Dauerhaftigkeit des Wassers:** Obwohl temporäre Tümpel im Durchschnitt weniger Süßwasserarten beherbergen als dauerhafte Tümpel, können sie dennoch eine große Anzahl von Arten beherbergen und sind oft von entscheidender Bedeutung für seltene und unübliche Arten. Die Optionen werden durch die Region, in der der Tümpel liegt, die Hydrologie der Tümpellandschaft und das künftige Klima bestimmt (z. B. Grundwasser gegenüber Oberflächenwasser und klimatisch bedingter Anstieg des Niederschlagsabflusses). Arten, die permanent Wasser benötigen, können temporäre Tümpel nicht nutzen, so dass es ratsam sein kann, verschiedene Hydroperioden in einer Tümpellandschaft zu haben.
- **Uferneigung:** Steile Ufer können an öffentlich zugänglichen Stellen gefährlich sein, aber das Vorhandensein von steilen oder fast senkrechten Ufern kann bestimmte Arten dazu ermutigen, Tümpel zu nutzen (z. B. Große Wühlmaus *Arvicola terrestris*).
- **Beschattung:** Gestalten Sie die Bewirtschaftungssysteme so, dass die Beschattung der Tümpel variiert wird. Offene, sonnige Tümpel sind oft reich an Süßwasser-Wildtieren, aber Schatten ist natürlich, trägt oft zur Vielfalt bei und bringt viele Vorteile mit sich. Beweidete Tümpel oder Tümpel in der Nähe von Waldrändern sind sonniger als Tümpel in dichten Wäldern.
- **Öffentlicher Zugang:** Einige Tümpel können für den Menschen wiederhergestellt werden, aber Tümpel, die in erster Linie der Erhaltung der biologischen Vielfalt dienen, profitieren oft davon, dass sie vor übermäßiger Störung vollständig geschützt sind.

Einige dieser Faktoren werden durch direkte Maßnahmen beeinflusst (z. B. Oberfläche und Tiefe), andere wiederum können durch eine Änderung der allgemeinen Landnutzung beeinflusst werden. Weitere Faktoren, die sich auf die Vielfalt der Tümpellandschaft auswirken, sind die Landnutzung (Tümpel in verschiedenen Lebensräumen), die Geologie (mit Auswirkungen auf die Wasserchemie und die Pflanzengemeinschaften), die Höhenlage und das Windsystem.



Tabelle 5 - Beispielhafte Bewirtschaftungsmaßnahmen. Tabelle, die zeigt, wie Tümpel und Tümpellandschaften bewirtschaftet werden können und welchen Nutzen dies bringt. Beachten Sie, dass Sie immer den bestehenden Wert eines Tümpels berücksichtigen sollten, bevor Sie eine Maßnahme ergreifen. In manchen Fällen kann eine Maßnahme schädlich sein (z. B. das Entfernen von aufkommender Vegetation in einem artenreichen Tümpel oder eine erhöhte Störung durch Menschen und Hunde). Beachten Sie, dass die auf der Ebene der Tümpellandschaft empfohlenen Maßnahmen auch auf die Bewirtschaftung einzelner Tümpel angewendet werden können.

Aktion auf Tümpelniveau	Mögliche Vorteile	Mögliche Nachteile	Methoden
Bewirtschaftung der aufkommen- den Vegetation	Eine Vergrößerung der offenen Wasserfläche kann dazu beitragen, den Lebensraum für bestimmte Arten zu erhalten, die Beschattung zu verringern und die Wassertemperatur zu erhöhen, sowie die Artenvielfalt zu erhalten und zu verbessern. Wenn verschiedene auftauchende Pflanzenarten miteinander vermischt sind, kann dies ein sehr reichhaltiger Lebensraum sein. Daher sollten Sie mit dem Entfernen von Pflanzen warten, bis die auftauchenden Pflanzen mehr als 50 % der Fläche bedecken	Kann wertvolle Biota oder Lebensräume vernichten, Wassertemperaturen und Lichteinfall erhöhen. Beachten Sie, dass auftauchende Vegetation eine Reihe von terrestrischen Arten unterstützt.	Dies kann auf drei Arten geschehen: <ul style="list-style-type: none"> • Weidehaltung: Rinder, Pferde, Schafe und Ziegen können zum Abweiden der Vegetation an Tümpeln eingesetzt werden. • Bewirtschaftung mit Handwerkzeugen (kann als Erhaltungsmaßnahme mit Bürgern durchgeführt werden) • Mechanische Entfernung: Ausbaggern der Vegetation oder Abtragen mit Baggern.
Beseitigung der terrestrischen Vegetation	Verringerung der Beschattung, Verbesserung der Zugänglichkeit. Beachten Sie, dass es ein Gleichgewicht zwischen der Bewirtschaftung und der Schädigung empfindlicher Tümpel gibt, insbesondere in naturnahen Gebieten. ^[25]	Kann die Wassertemperatur erhöhen und die nützliche Beschattung verringern; in nährstoffreichen Tümpeln können sich nährstofftolerante Arten (Algen, Wasserlinsen) vermehren. Kann wichtige Arten, die die Holzvegetation nutzen (z. B. seltene Pilze), eliminieren.	Dies kann auf zwei Arten geschehen: <ul style="list-style-type: none"> • Bewirtschaftung mit Handwerkzeugen (kann als Erhaltungsmaßnahme mit Bürgern durchgeführt werden) • Mechanische Entfernung: Beseitigung der Bodenvegetation mit Baggern oder Forstmaschinen.
Entfernung von Schlick und Sediment	Erhöht die Wassertiefe und Dauerhaftigkeit und kann neue Lebensräume schaffen. Durch die Entschlammung wird die Sukzession umgekehrt und die offene Wasserphase verlängert. Die Freilegung des ursprünglichen Tümpelbodens kann das Wachstum von Wasserpflanzen fördern und die Schadstoffbelastung vorübergehend verringern. Sie kann dazu beitragen, die vollständige Besiedlung des Tümpelbeckens durch Helophyten wie <i>Phragmites</i> zu verhindern. Die Beibehaltung eines Teils der oberen Sedimentschicht des Tümpels kann dazu beitragen, dass die Eier und Samen/Sporen von Wirbellosen erhalten bleiben.	Kann vorhandene Biota schädigen, Treibhausgase freisetzen und archäologische oder paläoökologische Überreste zerstören.	Wird mit mechanischen Baggern nach dem Ablassen durchgeführt; bei einigen Tümpeln mit kontrolliertem Wasserstand kann der Tümpel abgelassen und die Sedimente oxidiert werden.
Reparatur von technischen Anlagen (einschließlich Tümpelfolien)	Gewährleistet die Beständigkeit des Wassers und verbessert das ästhetische Erscheinungsbild des Tümpels und stellt den historischen Wert wieder her.	Keine offensichtlichen Nachteile.	In der Regel von spezialisierten Bauunternehmen/Ingenieuren durchgeführt.
Reparatur von Bohnenwegen, Beschilderung und Beobachtungs- plattformen	Verbesserter Zugang für die Menschen, höherer Bildungswert.	Kann zu vermehrtem Zugang und Störungen führen (z. B. Erleichterung der Einführung nicht heimischer Arten, Störung brütender Feuchtgebietsvögel).	In der Regel von spezialisierten Bauunternehmen/Ingenieuren durchgeführt.
Änderung der Form des Tümpels	Änderung der Uferneigung (durch Vergrößerung breiter, flacher Absenkungszonen), besser für Wildtiere, sicherer für Vieh und Menschen. Wenn möglich, sollten künstliche Substrate entfernt werden.	Keine offensichtlichen Nachteile, wenn die Tümpel vor Beginn der Arbeiten ordnungsgemäß vermessen werden.	Einsatz eines mechanischen Baggers; möglicherweise werden Anhänger benötigt, um den Abraum von der Baustelle zu entfernen.



Aktion auf Tümpelniveau	Mögliche Vorteile	Mögliche Nachteile	Methoden
Vertiefung des Tümpels	Die Vertiefung der Tümpel im zentralen Bereich wird die Dauerhaftigkeit des Wassers erhöhen und den Wasserrückhalt in bescheidenem Maße steigern. VORSICHT! Vertiefen Sie keine temporären Tümpel, es sei denn, sie drohen aufgrund des Klimawandels vollständig auszutrocknen.	Kann zu einer unnötigen Vertiefung von temporären Tümpeln führen, was höchst unerwünscht ist.	Verwenden Sie einen mechanischen Bagger; möglicherweise sind Anhänger erforderlich, um den Abraum vom Gelände zu entfernen. Wenn die Vertiefung des Tümpels unerlässlich ist, um ein vollständiges Austrocknen zu verhindern, können neue Ansätze zum Schutz der Samen-, Sporen- und Eibänke erforderlich sein. In diesen Fällen sollte der Tümpelboden vor der Vertiefung des Tümpels entnommen, gelagert und später ersetzt werden, oder es sollten kritische Arten in Einrichtungen außerhalb des Geländes gezüchtet werden, um sie später wieder in den Tümpel einzubringen. Beachten Sie, dass alle diese Ansätze experimentell sind und dennoch zur Routine gehören. Alternativ können neue, tiefere Tümpel in unmittelbarer Nähe bestehender, absterbender Tümpel angelegt werden, in denen sich empfindliche Arten natürlich ausbreiten können.
Entfernung eingeführter nicht heimischer Fische	Könnte die Trübung verringern und den Wert für andere Wildtiere erhöhen.	Keine offensichtlichen Nachteile, abhängig von der Methode zur Entfernung von Fischen.	Beauftragen Sie spezialisierte Fischereiverwaltungsunternehmen mit dem Netzfang und der Entfernung von Fischen.
Beseitigung anderer invasiver nicht heimischer Arten (Pflanzen, Wirbellose)	Die Entfernung invasiver Pflanzen kann dazu führen, dass einheimische Pflanzen zahlreicher werden und die Vielfalt der Tiere zunimmt. Die Auswirkungen können oft sehr subtil sein. ^[26]	Kann zur Beseitigung von Lebensräumen führen, die von einheimischen oder gefährdeten Arten genutzt werden. ^[26]	Kann kontrolliert werden durch: <ul style="list-style-type: none"> • Physische Entfernung • Herbizide • Pestizide • Biologische Bekämpfungsmittel. Erkundigen Sie sich bei den örtlichen Behörden, welche Methoden in Ihrer speziellen Situation zulässig sind. ^[27,28]
Schaffung terrestrischer Lebensräume für Amphibienarten (Anhäufung von Totholz, Steinen)	Bietet wichtige Lebensräume für Amphibien, die in intensiver bewirtschafteten Tümpellandschaften fehlen können.	Keine offensichtlichen Nachteile für Süßwasserökosysteme.	Befolgen Sie die von Nichtregierungsorganisationen erstellten Standardanleitungen für die Einrichtung von Amphibienrefugien. Installieren Sie diese mit Freiwilligen oder privaten Unternehmen.



Maßnahmen auf Ebene der Tümpellandschaft	Mögliche Vorteile	Mögliche Nachteile	Methoden
Stoppen Sie die Ausbringung von Düngemitteln, Pestiziden oder anderen Schadstoffen im Einzugsgebiet des Tümpels; schaffen Sie große Pufferbereiche (mindestens 50 m) um den Tümpel, um den Eintrag von Düngemitteln und anderen Agrochemikalien zu reduzieren. Wenn dies nicht möglich ist, kann ein Puffer von 10-20 m nach PONDERFUL -Angaben die Wasserqualität verbessern.	Sollte die Wasserqualität verbessern, insbesondere in Verbindung mit dem Ausbaggern und Entschlammern von kontaminierten Sedimenten, mit einem verbesserten ästhetischen Erscheinungsbild der Tümpel (weniger Algenblüten) und einem höheren Gesamtwert für die biologische Vielfalt. Es ist zu beachten, dass schmale Pufferstreifen an Fließgewässern (wo die meisten Daten verfügbar sind) in ihrer Wirksamkeit bekanntermaßen variieren.	Keine offensichtlichen Nachteile für Süßwasserökosysteme.	Entwickeln Sie gemeinsame, kooperative Aktionen mit Landbewirtschaftern und Landwirten in Ihrer Tümpellandschaft. Diskutieren und verhandeln Sie unter anderem folgende Optionen: <ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung von Finanzierungsmechanismen • Reduzierung oder Verzicht auf den Einsatz von Düngemitteln und Bioziden • Teilnahme an Agrarumweltprogrammen zur Herausnahme von Flächen aus dem Ackerbau oder zur Schaffung großer Pufferzonen usw.
Umleitung von verschmutztem Wasser aus den Tümpeln	Verbesserte Wasserqualität, Ästhetik und Wert für die Tierwelt; kann schwierig zu erreichen sein.	Keine offensichtlichen Nachteile; kann die Verschmutzung der flussabwärts gelegenen Lebensräume erhöhen.	Wird in der Regel von spezialisierten Auftragnehmern/Ingenieuren durchgeführt; umfasst auch das Management der Grundstücksentwässerung.
Entfernung der Zäune um die Tümpel, so dass das Vieh die Tümpel abweiden kann	Eine schonende Beweidung (1-2 Tiere/ha) erleichtert die Bewirtschaftung der terrestrischen und aquatischen Vegetation und ist in der Regel gut für die Artenvielfalt im Süßwasser. Tümpel können als Trinkwasserversorgung für das Vieh genutzt werden.	Könnte zu einem übermäßigen Zertrampeln von Gewässern führen.	Planen Sie koordinierte lokale Maßnahmen mit Landeigentümern und Landbewirtschaftern und berücksichtigen Sie dabei die Landschaftsebene und die Zielarten.
Verringerung der Viehdichte oder der Zeit, in der die Tiere Zugang zu den Tümpeln haben	Die Beweidung in geringer Dichte simuliert den alten natürlichen Beweidungsprozess auf Tümpeln; sie kann die Trübung verringern, die mit sehr intensivem Zertrampeln einhergeht, das ästhetische Erscheinungsbild des Tümpels verbessern und den Wert für die Tierwelt erhöhen, da die Beweidung in geringer Intensität in der Regel sehr gut für die Artenvielfalt in Süßwasser ist. Es gibt nur wenige Informationen über die Auswirkungen unterschiedlicher Viehdichten auf Tümpel, aber Dichten von 1 bis 2 Rindern pro Hektar werden oft als Faustregel verwendet (beobachten Sie, wie sich das Gebiet mit diesem Weidedruck entwickelt). Aber auch die alleinige Betrachtung der Besatzdichte kann irreführend sein. Entscheidend ist die Anzahl der Kühe, die den Tümpel umtrampeln. Bei einem Tümpel auf einem großen Feld (mehr Rinder) sollte die Besatzdichte geringer oder der Tümpel größer sein als bei einem Tümpel auf einem kleinen Feld (weniger Rinder).	Könnte zu einer unzureichenden Störung des Tümpels durch das Vieh führen.	Entwickeln Sie gemeinsame, kooperative Aktionen mit Landbewirtschaftern und Landwirten in Ihrer Tümpellandschaft. Diskutieren und verhandeln Sie unter anderem folgende Optionen: <ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung von Finanzierungsmechanismen • Reduzierung oder Verzicht auf den Einsatz von Düngemitteln und Bioziden • Teilnahme an Agrarumweltprogrammen zur Herausnahme von Flächen aus dem Ackerbau oder zur Schaffung großer Pufferzonen usw.
Durchsetzung einer verantwortungsvollen Nutzung der Tümpel durch den Menschen (durch Aufklärung oder Umzäunung)	Verringerung des Risikos der Einschleppung invasiver Arten und des Vandalismus, geringere Trübung, besseres ästhetisches Erscheinungsbild der Tümpel, höherer Wert für die Tierwelt und Wertschätzung durch die Öffentlichkeit.	Reduziert das Bewusstsein für die Bedeutung von Tümpeln als Beitrag der Natur für den Menschen.	Entwicklung von Sensibilisierungskampagnen mit lokalen Partnern. Entwicklung von Förderprogrammen zur Finanzierung der erforderlichen Maßnahmen.



Maßnahmen auf Ebene der Tümpellandschaft	Mögliche Vorteile	Mögliche Nachteile	Methoden
Stoppen Sie das Pflügen im Einzugsgebiet von Tümpeln	Verringerung oder Beseitigung von Verschmutzungsquellen, die den Tümpel im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Abflüssen beeinträchtigen.	Keine offensichtlichen ökologischen Nachteile, könnte aber das Einkommen der Landbesitzer verringern.	Entwickeln Sie gemeinsame, kooperative Aktionen mit Landbewirtschaftern, Landwirten und Wasserwirtschafts-/ Naturschutzbehörden in Ihrer Tümpellandschaft. Diskutieren und verhandeln Sie unter anderem folgende Optionen: <ul style="list-style-type: none"> Planung und Entwicklung des Programms Identifizierung von Finanzierungsmechanismen Verringerung oder Verzicht auf den Einsatz von Düngemitteln und Bioziden. Teilnahme an Agrarumweltprogrammen zur Herausnahme von Flächen aus dem Ackerbau oder zur Schaffung großer Pufferzonen usw.
Anpflanzung von Bäumen, Beseitigung von Gräben oder andere Veränderungen in der Landschaft rund um die Tümpel; Wiederherstellung der terrestrischen und aquatischen Lebensräume in der weiteren Landschaft	Erhöht die Lebensraumvielfalt, die Zuflucht und das Nahrungsangebot für die Tümpelfauna, den Wert für Wildtiere, die Widerstandsfähigkeit gegen Überschwemmungen, das ästhetische Erscheinungsbild und die Erholungsmöglichkeiten.	könnte terrestrische Ökosysteme in unerwünschter Weise verändern (z. B. ermöglichen bewaldete Landschaften mehr Raubtieren das Überleben, was unerwartete Folgen hat).	Entwicklung eines Plans für die Tümpellandschaft, um die wichtigsten Maßnahmen auf Landschaftsebene zu ermitteln. Der Plan kann für ein kleines Gebiet (10 ha) oder ein ganzes Wassereinzugsgebiet (10.000 ha) gelten.
Verbesserung der Vernetzung der Tümpellandschaft für Amphibien (z. B. Tunnel unter Straßen, Gräben)	Unterstützt den Fortbestand von Amphibien in der Landschaft.	Es gibt einige potenzielle Nachteile, wenn die Vernetzung von Tümpellandschaften für Amphibien zunimmt. In einigen wenigen besonderen Situationen könnte eine stärkere Vernetzung die Gefahr bergen, dass sich Krankheiten ausbreiten oder Arten zusammenkommen, die miteinander konkurrieren (z. B. <i>Bufo bufo</i> und <i>Epidalea calamita</i>). In jüngster Zeit gibt es Hinweise darauf, dass sich in Straßentunneln Schadstoffe ansammeln können, die die Exposition von Amphibien gegenüber giftigen Chemikalien erhöhen könnten. ^[29]	Es gibt zahlreiche praktische Leitfäden für die Gestaltung von Vernetzungsmaßnahmen für Amphibien.
Anwendung von Maßnahmen zur Mückenbekämpfung, einschließlich der Behandlung mit <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bti).	Verringert die Störung von Personen, die die Tümpellandschaft nutzen.	Kann andere aquatische und terrestrische Biota schädigen.	Die Verantwortlichen sollten beachten, dass je nach Studiendesign und -dauer Auswirkungen von Bti auf Nicht-Zielorganismen und höhere trophische Ebenen nachgewiesen wurden. Die Verantwortlichen müssen möglicherweise alternative, umweltfreundlichere, aber kostspieligere Techniken zur Mückenbekämpfung in Betracht ziehen. ^[30]

Geistertümpel

Wenn man sich alte Karten ansieht oder mit älteren Einwohnern spricht, kann man oft Tümpel erkennen, die absichtlich zugeschüttet wurden. Diese sind als "Geistertümpel" bekannt. Die Wiederherstellung von Geistertümpeln kann eine hervorragende Gelegenheit sein, das lokale Erbe wiederherzustellen und die biologische Vielfalt an einem Standort zu verbessern. In einigen



Fällen können seltene Pflanzen aus Samen und Sporen in den Tümpelsedimenten wiedergefunden werden - einige können über 100 Jahre alt sein! Auch schlafende Eier von Tümpelkrebsen wie der seltenen *Triops* sp. werden im Sediment gespeichert, wo sie jahrzehntelang oder länger lebensfähig bleiben können. Das bedeutet, dass bei der Wiederherstellung geeigneter Bedingungen ein variabler Anteil der Eier schlüpfen könnte, um die wiederhergestellten Tümpel zu bevölkern.

Beim Ausheben eines Geistertümpels ist es wichtig, die Substratschichten genau zu beachten. Das Ziel sollte sein, die Aufschüttung zu entfernen und den Tümpel in seiner ursprünglichen Form, Größe und Tiefe wiederherzustellen. Graben Sie langsam und graben Sie nicht tiefer, sobald Sie die alten Tümpelsedimente erreicht haben; diese sind in der Regel dunkel, fühlen sich fein an und enthalten viel zersetztes Laub und in kalkreichen Landschaften oft auch Gehäuse von Wasserschnecken.^[31]



Geistertümpel nach der Restaurierung. © Carl Sayer



Geistertümpel vor der Restaurierung. © Carl Sayer

Weitere Informationen über Geistertümpel finden Sie in Kapitel 7: Weiterführende Literatur und praktische Ressourcen.

4.4 TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN ANLEGEN

Der Wert neuer Tümpel

Die Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Tümpeln ist zwar wichtig, aber die Anlage von Tümpeln kann noch effektiver sein, wenn:

- Tümpel in einer Landschaft selten sind.
- Bestehende Tümpel sind verschmutzt oder stark von invasiven Arten betroffen, und es ist nicht möglich, die Verschmutzungsquelle zu beseitigen oder die invasiven Arten auszurotten.
- Die natürlichen Prozesse der Tümpelneubildung wurden ansonsten durch menschliche Aktivitäten gestoppt.
- Bestehende Tümpel sind für Ihre Projektziele schlecht geeignet (d. h. Sie möchten Tümpel für das Wohlbefinden oder die Bildung anlegen, aber die bestehenden Tümpel sind schwer zugänglich).
- Vorhandene Tümpel gehören demselben Typ an (d. h. nur tief oder nur dauerhaft), was eine Folge des Verschwindens verschiedener Tümpeltypen durch menschliche Aktivitäten ist (angestrebtes Ziel: Förderung der Habitat-Heterogenität).
- Ziel der Bewirtschaftung ist die Diversifizierung der Tümpellandschaft durch die Schaffung neuer Tümpeltypen (Formen, Größen, hydrologische Funktionsweise usw.).
- Sie wollen die Verfügbarkeit von Lebensräumen für bestimmte Arten verbessern.
- Es ist notwendig, die Vielfalt der Tümpel zu erhöhen, um die spezifischen Beiträge der Natur für den Menschen zu leisten.

Denken Sie daran, dass neue Tümpel so angelegt werden können, dass sie den spezifischen Zielen Ihres Projekts besser entsprechen, während viele bestehende Tümpel durch ihre Eigenschaften oder ihren Standort in gewisser Weise eingeschränkt sind. Das Anlegen neuer Tümpel mit sauberem Wasser ist gut für die Artenvielfalt. Durch die Erhöhung der Tümpeldichte in einer Landschaft wird nicht nur die Menge an hochwertigen Lebensräumen für Wildtiere erhöht, sondern auch die Vernetzung verbessert, indem weniger mobile Arten von Tümpel zu Tümpel wandern können (wie Trittsteine).

In der Demonstrationsanlage **PONDERFUL** Water Friendly Farming (Erfolgsgeschichten 6.1) führte die Anlage von Tümpeln mit sauberem Wasser zu einem Anstieg der Anzahl der Feuchtgebietspflanzenarten in der Demonstrationsanlage um 16 %, mit einem Anstieg von 83 % bei seltenen Arten. Dies zeigt, dass die Anlage neuer Tümpel für Wildtiere in der Landschaft den großflächigen Rückgang von Süßwasserarten umkehren kann.^[25]



© Freshwater Habitats Trust

Die Zahl der seltenen und ungewöhnlichen Arten hat sich nach der Anlage von Tümpeln fast verdreifacht.

Aus dieser Arbeit geht hervor, dass die Anlage neuer Tümpel mit sauberem Wasser zu einer der deutlichsten und schnellsten Zunahmen der Artenvielfalt in Süßwasser geführt hat, die bisher bei einer Wasserbewirtschaftungstechnik beobachtet wurde. Die Anlage von Tümpeln erhöht auch die Größe der Metapopulationen von Arten (selbst der häufigsten) und stärkt ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Beeinträchtigungen. Neue Tümpel sind auch für die Menschen wichtig, da sie Dienstleistungen wie Wasserspeicherung, Verschmutzungskontrolle und psychische Gesundheit bieten (siehe Kapitel 3).

Wichtigste Merkmale für neue Tümpel

Bei der Gestaltung und Anlage neuer Tümpel müssen alle wichtigen Merkmale eines Tümpels berücksichtigt werden. Dazu gehören:

- **Fläche:** Es gibt keine ideale Tümpelfläche. Die gesamte Bandbreite an Tümpelgrößen - von sehr klein (2 m^2) bis sehr groß (2 ha oder mehr) - kann Menschen und Wildtieren zugutekommen, je nach Tümpellandschaft, den Zielen von Beiträge der Natur für den Menschen und den Zielarten. Vermeiden Sie es, nur sehr kleine Tümpel anzulegen: Es gibt eindeutige Belege dafür, dass kleine Tümpel, insbesondere in städtischen Gebieten, zwar viel Freude in Gärten bereiten und Lebensräume für weit verbreitete und robuste Arten bieten, aber nicht zu einer landschaftsweiten Süßwasser-Biodiversität beitragen, oft einen hohen Anteil an gebietsfremden Arten aufweisen, die zu ihrer Ausbreitung beitragen, eine schlechte Wasserqualität haben und dadurch wahrscheinlich einen Überschuss an Treibhausgasen erzeugen.^[32] In der Tat ist die Herstellung qualitativ hochwertiger sehr kleiner Tümpel einer der schwierigsten Teile der Tümpelgestaltung.
- **Die Tiefe:** Die maximale Tiefe eines Tümpels beeinflusst oft, wie lange ein Tümpel im Laufe des Jahres Wasser führt (obwohl sehr flache Tümpel im Grundwasser dauerhaft sein können - siehe die **PONDERFUL**-Demonstrationsfläche Pinkhill Meadow). Aus diesem Grund hängt die Dauerhaftigkeit des Wassers auch von der Wasserquelle des Tümpels und seinem Einzugsgebiet ab. Jährliches Austrocknen ist für einige Arten und einige Ziele von Nature's Contributions to People wünschenswert. Sie ist ein Merkmal aller temporären Tümpel, einschließlich des in der EU-Habitatrichtlinie als prioritär eingestuft Lebensraums "mediterrane temporäre Tümpel".
- **Ränder und Uferneigungen:** Die Tümpelränder sind ein sehr wichtiges Element, das in der Planungs- und Gestaltungsphase berücksichtigt werden muss. Im Allgemeinen profitieren die biologische Vielfalt, die Zugänglichkeit und die Sicherheit des Tümpels erheblich von breiten, flachen Rändern. Die Artenvielfalt eines Tümpels kann manchmal durch unregelmäßige Uferlinien und niedrige Inseln erhöht werden (letztere sind besser, wenn sie nahe an der Wasserlinie liegen und im Winter überflutet werden).

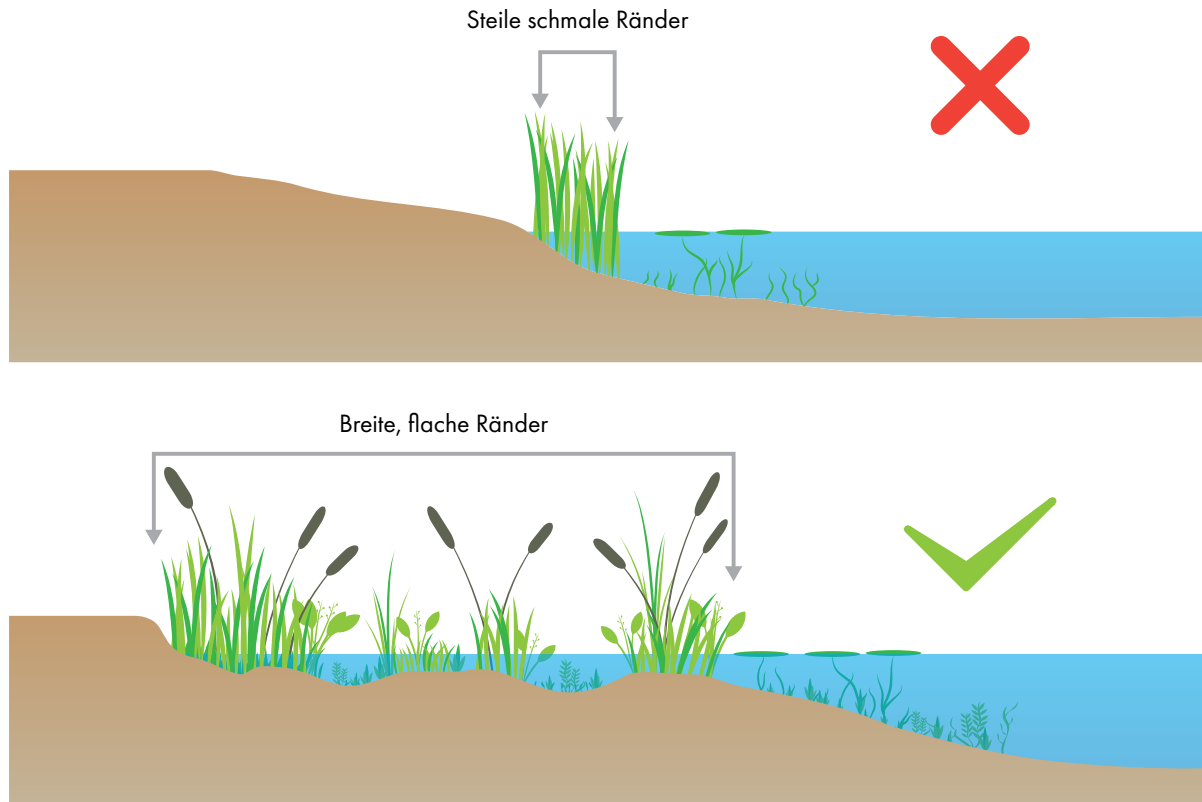


Abb. 23 - Eine schmale Absenkungszone (steile, schmale Randbereiche; oben) und eine breite Absenkungszone (weite, flache Randbereiche; unten). Die Absenkungszone ist der artenreichste Teil des Tümpels für die Tierwelt.

- **Flachwasserzone:** Die Flachwasserzonen sind der Teil des Tümpels, der bei maximalem Wasserstand (auf der Nordhalbkugel meist im Spätwinter oder im zeitigen Frühjahr) etwa 10 cm oder weniger tief ist. Das Flachwasser ist in der Regel einer der artenreichsten Teile des Tümpels, da viele Tier- und Pflanzenarten nur im Flachwasser vorkommen. Die Fortpflanzung von Amphibien (z. B. die Eiablage oder bei einigen Arten die Kaulquappen) hängt stark von den flachen Tümpelzonen ab. Einige Tümpel können vollständig aus flachen Bereichen bestehen (oft sind diese auch nur vorübergehend), während andere Tümpel flache Bereiche und Abschnitte mit tieferem Wasser aufweisen.
- **Absenkungszone:** Dies ist der Bereich zwischen dem maximalen Wasserstand und dem minimalen Wasserstand des Tümpels (Abb. 23). Schwankende Wasserstände sind natürlich und für einige Arten, darunter eine Vielzahl von gefährdeten Pflanzen- und Tierarten, von entscheidender Bedeutung. Die Absenkungszone ist der artenreichste Teil des Tümpels, was die Anzahl der vorkommenden Arten angeht. Sie ist auch für Reptilien, Vögel und Säugetiere als Nahrungsgebiet und für semiaquatische wirbellose Tiere wie Laufkäfer und Fliegen wichtig.
- **Zuflüsse/Abflüsse:** Zuflüsse, einschließlich Gräben und Bäche, bringen oft verschmutztes Wasser in Tümpel; sie können auch eine Quelle für invasive Pflanzen und Fische sein. Dies ist für Tümpel, die die Artenvielfalt maximieren sollen, nachteilig und sollte vermieden werden. Bei Tümpeln, die für die Wasseraufbereitung, den Schutz vor Verschmutzung oder den Hochwasserschutz konzipiert sind, ist eine korrekte Berechnung der Größe der Zu- und Abflüsse für die Hauptfunktion des Tümpels von wesentlicher Bedeutung.
- **Unmittelbare Umgebung:** Ein Tümpel ist keine von seiner Umgebung getrennte Insel: Das angrenzende Land versorgt den Tümpel in der Regel mit Wasser und ist Teil des Lebensraums vieler Arten, die den Tümpel für einen Teil ihres Lebenszyklus nutzen (z. B. Libellen, Diptera, Amphibien). Daher ist es wichtig, dass bei der Planung neuer Tümpel das Gelände um den Tümpel herum frühzeitig berücksichtigt wird. So muss der neue Tümpel möglicherweise in der Nähe anderer Feuchtgebiete oder Tümpel angelegt werden, in denen die gefährdeten Arten, die der neue Tümpel anziehen soll, bereits vorkommen. Es ist jedoch auch wichtig zu überlegen, ob es nicht wichtiger ist, die Vernetzung der Tümpel zu erhöhen; wenn isolierte Tümpel seltene oder bedrohte Arten beherbergen, ist es wichtig, die Ankunft potenzieller Räuber oder Konkurrenten zu vermeiden. Bei der Gestaltung von Tümpeln sollte die Umgebung berücksichtigt werden, die Teil der Tümpelumgebung ist. So kann zum Beispiel eine Umzäunung erforderlich sein, um neue terrestrische Busch- und Waldlebensräume in der Umgebung des Tümpels zu schützen, um sie vor übermäßiger Störung durch Hunde in Bereichen mit offenem Zugang zu schützen und um eine gute Deckung für Libellen und Amphibien zu erhalten. Wenn der Tümpel nicht über ein völlig natürliches Einzugsgebiet verfügt, kann die Umgebung des Tümpels auch wichtig sein, um einen Pufferbereich zwischen dem Tümpel und den intensiveren, Verschmutzung verursachenden Teilen der Tümpellandschaft zu schaffen.

Sollten neue Tümpel bepflanzt werden?

Es liegt nahe zu denken, dass neue Tümpel eine helfende Hand brauchen, damit sie in den ersten Monaten oder Jahren keine "leeren Lebensräume" bleiben. Es gibt jedoch viele Gründe, warum es oft besser ist, neue Tümpel nicht zu bepflanzen, sondern sie stattdessen der natürlichen Besiedlung zu überlassen. Der erste Grund ist, dass neue Tümpel ein sehr spezieller Lebensraum sind, der von Pflanzen und Tieren genutzt wird, die in älteren Tümpeln nicht vorkommen. In der Regel handelt es sich dabei um Arten, die entweder (a) nackte Sedimente bevorzugen oder (b) nicht gut mit anderen konkurrieren können. Die künstliche Reifung von Standorten durch das Hinzufügen von Pflanzen beschleunigt das Ende des Stadiums der "neuen Tümpel" und verhindert, dass die Tümpel ein wichtiges Refugium für diese Arten darstellen.

Ein zweiter Grund, Tümpel nicht zu bepflanzen, ist, dass dies in der Regel unnötig ist. Wie Darwin bereits erwähnte, sind viele Tümpelpflanzen und -tiere besonders gut daran angepasst, neue Standorte zu finden. Wanzen und Käfer fliegen innerhalb weniger Stunden ein, vor allem in den wärmeren Monaten. Die meisten anderen Insektenfamilien (z. B. Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Libellen) und einige einjährige Wasserpflanzen etablieren sich innerhalb des ersten Sommers.

Es ist erwiesen, dass diese natürliche Besiedlung so schnell vonstattengeht, dass drei- oder vierjährige neue Tümpel ohne jegliche Hilfe oft genauso reichhaltig sind wie über 50 Jahre alte Standorte. Schließlich sind Pflanzen- und Tierarten, die sich aus eigener Kraft ansiedeln, in der Regel besser an das Gewässer angepasst als diejenigen, die wir selbst auswählen, und - was sehr wichtig ist - die natürliche Ansiedlung von Pflanzen und Tieren verringert eines der größten Risiken der Bepflanzung: die versehentliche Einschleppung invasiver gebietsfremder Pflanzen und Tiere.

Wenn Pflanzen benötigt werden, um einen bestimmten Beitrag der Natur für den Menschen zu erreichen (Abfangen von Verschmutzungen, visuelle Verschönerung, Stärkung der Population einer bestimmten gefährdeten Art), sollten Sie die Pflanzen lokal aus einer bekannten Quelle beziehen ("lokal" bedeutet 10-20 km vom Einführungsort entfernt).

DIE WICHTIGSTEN SCHRITTE DER TÜMPELANLAGE

Tümpel können in jeder Art von Landschaft oder Landnutzung angelegt werden. Bei der Planung einer Tümpelanlage sind einige wichtige Schritte zu beachten, um den Nutzen zu maximieren.



Box 3. Sieben Schritte zur Gestaltung einer Tümpelanlage

1. **Entscheiden Sie, was die Hauptnutzung ist** und wie dies Ihre Entscheidungen beeinflussen wird. Es ist schwierig, multifunktionale Tümpel anzulegen, daher ist es am besten, eine einzige oder wenige potenzielle Nutzungen und einen klaren Schwerpunkt zu haben. Achten Sie darauf, widersprüchliche Ziele zu vermeiden (z. B. Artenvielfalt und Schadstoffreduzierung).
2. **Identifizieren Sie einen Standort.** Berücksichtigen Sie die derzeitige Landnutzung (wie und von wem wird das Gelände genutzt?), bewerten Sie die Geologie, die Bodenart und die Bodenbeschaffenheit und wählen Sie Gebiete mit guten natürlichen Lebensräumen aus, die das Tümpelgebiet umgeben und den größten Teil des Einzugsgebiets ausmachen. Stellen Sie sicher, dass es eine geeignete regelmäßige/ausreichende Wasserversorgung gibt. Ein Blick auf bestehende Tümpel ist eine hervorragende Möglichkeit, die lokale Hydrologie zu verstehen. Wählen Sie idealerweise Standorte, an denen keine künstliche Auskleidung erforderlich ist und die mit Baumaschinen befahren werden können.
3. **Vergewissern Sie sich, dass der Standort nicht bereits wichtig ist** (für Wildtiere, Archäologie, Erholung oder Landwirtschaft). Wenn bereits feuchte Lebensräume (Quellen, Sümpfe, Moore) vorhanden sind, sollten diese nicht ersetzt, sondern neue Tümpel in der Nähe angelegt werden, um die Vielfalt der Lebensräume zu verbessern. Holen Sie alle erforderlichen Genehmigungen ein (Genehmigungen für Schutzgebiete, geschützte Arten oder Landnutzungsänderungen). Holen Sie bei Bedarf fachlichen Rat ein.
4. **Vergewissern Sie sich, dass der Standort nicht durch Versorgungsleitungen (z. B. Wasser, Gas, Strom) oder andere Infrastrukturen beeinträchtigt wird.** Grabungen in der Nähe von (unterirdischen und oberirdischen) Stromkabeln sind mit erheblichen Sicherheitsrisiken verbunden. Wenn Sie sich frühzeitig darüber im Klaren sind, wo sich die Infrastruktur befindet, können Sie den Entwurf so ändern, dass Auswirkungen vermieden werden. Prüfen Sie, ob Infrastrukturen für Strom, Wasser, Öl, Gas, Abwasser und Kommunikation vorhanden sind. Berücksichtigen Sie bereits geplante, aber noch nicht vorhandene Dienstleistungen, z. B. künftige Eisenbahnstrecken oder Straßen.
5. **Entwerfen Sie den Tümpel/die Tümpel.** Fertigen Sie eine Planskizze des Tümpels an und berücksichtigen Sie dabei Größe, Tiefe und Profile, wobei Sie breite, flache Ränder bevorzugen sollten. Achten Sie darauf, die Vielfalt der Lebensräume in der Tümpellandschaft zu erhöhen: fünf unterschiedlich große Tümpel sind besser als ein großer Tümpel. Denken Sie auch an eine langfristige Bewirtschaftung, indem Sie Platz für den Zugang von Maschinen zum Tümpel vorsehen, falls dieser angepasst oder entschlammt werden muss. Wenn Sie bei der Anlage eines Tümpels frühzeitig an die Bewirtschaftung denken, können Sie den Entwurf ändern, um die Notwendigkeit späterer Eingriffe zu minimieren. Verfeinern Sie den Entwurf, wenn Sie mehr über die Einschränkungen des Standorts und die voraussichtlichen Wasserstände erfahren.
6. **Graben Sie Probeflöcher.** Legen Sie Probebohrungen für grundwasser- und oberflächenwassergespeiste Tümpel an den Stellen an, an denen Sie die neuen Tümpel anlegen wollen. Für Tümpel, die von Bächen gespeist werden, können Sie ebenfalls Probebohrungen vornehmen, wenn Sie sie in natürlichen Substraten anlegen und sicherstellen müssen, dass sie das Wasser aufnehmen können. Diese müssen mindestens so tief sein wie der geplante Tümpel, idealerweise aber tiefer. Beobachten Sie den Tümpel mindestens ein Jahr lang, damit Sie die Veränderungen des Wasserstands nachvollziehen können.
7. **Planen Sie das gesamte Projekt und legen Sie die Entwürfe fest.** Überlegen Sie, wie Ihre neuen Tümpel auf der Ebene der Tümpellandschaft funktionieren werden. Können Sie die Lebensraumvielfalt weiter erhöhen, indem Sie die Anlage von Tümpeln über mehrere Jahre hinweg staffeln? Denken Sie an die erforderlichen Maschinen, an Gesundheit und Sicherheit und an die laufende Überwachung. Bei kleineren Projekten kann es möglich sein, Freiwillige einzubeziehen, nicht nur, um schwere Maschinen zu vermeiden oder die Kosten zu senken, sondern auch, um Anwohner und Interessenvertreter in das Projekt einzubeziehen.

Ausführlichere Informationen über die Anlage von Tümpeln finden Sie im Freshwater Habitats Trust Tümpelbau-Toolkit, das eine breite Palette von Vorschlägen zu Tümpelgrößen, -formen und -tiefen, dem Wert von Schatten und der Bedeutung von Beweidung enthält (siehe: <https://freshwaterhabitats.org.uk/advice-resources/pond-creation-hub/pond-creation-toolkit/>). Leitfäden für die Nutzung von Tümpeln als Verschmutzungs- und Wasserkontrollstrukturen sind in einer Reihe von Quellen erhältlich.



Box 4: Beurteilung der Hydrologie und des Substrats - ein Schlüsselement bei der Anlage von Tümpeln

Die Untersuchung des Substrats und der Hydrologie, einschließlich des Grundwassers, ist ein Schlüsselement des Tümpelbauprozesses. Geologie- und Bodenkarten können nützliche Informationen liefern, aber ihre Auflösung ist in der Regel zu gering, um die für die Anlage von Tümpeln erforderlichen detaillierten Standortinformationen zu liefern. Vor allem in Überschwemmungsgebieten kann sich der Substrattyp über kürzeste Entfernungen von durchlässig zu undurchlässig ändern.

Im Allgemeinen ist die beste Methode zur Beurteilung des Substrats und der Hydrologie das Ausheben eines Probelochs an der Stelle, an der die Tümpel wahrscheinlich angelegt werden sollen. Dies kann je nach Substrat und der geplanten Tiefe der neuen Tümpel mit einem Erdbohrer, einem Spaten oder einem mechanischen Bagger erfolgen.

Wird eine tiefe blaue Tonschicht gefunden, die auf Staunässe hinweist, dann können die Tümpel sofort angelegt werden. Ist der Lehm gesprenkelt, was auf schwankende Wasserstände hindeutet, ist es normalerweise notwendig, die Probebohrung(en) ein oder zwei Jahre lang zu überwachen. Eine längerfristige Überwachung (über Monate oder Jahre) ist wahrscheinlich auch dann erforderlich, wenn das Substrat Sand, Kies oder Kiesel enthält und das Grundwasser die Hauptwasserquelle ist. Dies wird Ihnen helfen, (i) die Durchlässigkeit des Substrats und (ii) die Schwankungen des Grundwasserspiegels zu verstehen.

In einigen Fällen (z. B. an Standorten mit regelmäßigem Publikumsverkehr) können Tauchbrunnen zur Ermittlung des Wasserstands besser geeignet sein als offene Probebohrungen, da sie für Personen sicherer sind. Die Informationen über die Substrate und die Hydrologie können dann in die Tümpelplanung einfließen, um sicherzustellen, dass die Tiefen und Profile für die Ziele des Tümpels geeignet sind.

Wo sich das Wasser nicht auf natürliche Weise ansammelt, können Kunststoff-, Beton- oder Tonabdichtungen verwendet werden. Diese sind jedoch teuer, haben eine vergleichsweise kurze Lebensdauer (eher einige Dutzend als Hunderte oder Tausende von Jahren), erfordern kohlenstoffintensive Produktionsprozesse und können undicht werden. Künstliche Abdichtungen unterstützen nicht das gesamte Spektrum des natürlichen Wasserhaushalts, da sie hauptsächlich vom Zufluss von Bächen, Gräben oder Dachwasser abhängen. Tonauskleidungen über natürlich durchlässigen Substraten sind besonders schwer zu pflegen und reißen häufig.



Probebohrungen werden eingesetzt, um das Substrat und die Hydrologie eines neuen Tümpels vor Baubeginn zu beurteilen.
© Freshwater Habitats Trust



Tümpel für die biologische Vielfalt anlegen

Tiere und Pflanzen haben sich über viele Millionen Jahre hinweg an das Leben in Tümpeln angepasst. Daher ist der beste Weg, die Tier- und Pflanzenwelt in Tümpeln zu schützen, die Schaffung von Gewässern, die die in der Vergangenheit verbreiteten wilden Tümpel mit sauberem Wasser imitieren, wobei die Besonderheiten der natürlichen Tümpel in jeder Region zu berücksichtigen sind (siehe Kapitel 3). Natürliche Tümpel gibt es in allen Formen, Größen und Tiefen, aber in stark veränderten Landschaften kann es schwierig sein, sauberes Wasser zu finden. Tümpel mit schlechter Wasserqualität werden nie die volle Bandbreite an Pflanzen- und Tierarten beherbergen, die in unverschmutzten Tümpeln zu finden sind, und sie werden langfristige Bewirtschaftungsprobleme haben. Wenn Sie sich auf einen verschmutzten Standort beschränken, werden Sie daher nicht in der Lage sein, einen Tümpel anzulegen, der sein volles Potenzial erreichen kann.

Dennoch können fast alle Tümpel für die Tierwelt wertvoll sein, da sie robuste oder weit verbreitete und widerstandsfähige Arten beherbergen. Bei Tümpeln, die von Grund auf neu besiedelt werden, gibt es gute Belege dafür, dass sie innerhalb von 5-10 Jahren einen Zustand erreichen können, der dem von bereits länger bestehenden Tümpeln ähnelt.

Zusätzlich zu den Punkten in Box 3 oben sollten Sie die folgenden einfachen Schritte befolgen, um den Nutzen für die biologische Vielfalt zu maximieren:

1. Suchen Sie einen Ort mit einer sauberen Wasserquelle.
 - Achten Sie darauf, dass der Tümpel eine natürliche Umgebung hat.
 - Vermeiden Sie es, den Tümpel mit einem Bach oder Graben zu verbinden, es sei denn, Sie wissen, dass das Wasser in diesen Zuflüssen unverschmutzt ist.
 - Geben Sie keinen Mutterboden in oder um den Tümpel.
2. Schaffen Sie viel flaches Wasser (<10 cm tief) und lassen Sie den Tümpelboden variabel: Klumpen und Unebenheiten maximieren die Lebensraumvielfalt. In größeren Tümpeln kann es Platz für Inseln geben. Achten Sie darauf, dass sie niedrig sind (nahe der Wasserlinie), effektiv bewirtschaftet werden können und nicht schnell von der Landvegetation bedeckt werden.
3. Tümpel sollten strategisch angelegt werden: Häufig wird der größte Nutzen für die biologische Vielfalt dort erzielt, wo Tümpel an bestehende Feuchtgebiete anschließen oder diese erweitern können.
4. Lassen Sie den Tümpel sich natürlich besiedeln. Füllen Sie ihn nicht mit Pflanzen, Fischen oder anderen Tieren. In Städten und städtischen Gebieten, wo es oft weniger natürliche Besiedlungsquellen gibt, können Sie die Besiedlung unterstützen, indem Sie einige einheimische Pflanzen aus nahegelegenen Tümpeln, Flüssen und Feuchtgebieten mitbringen (achten Sie darauf, dass Sie dabei nicht gegen die örtlichen Vorschriften verstoßen).
5. Achten Sie darauf, dass der Tümpel wenig beeinträchtigt wird (z. B. keine häufige Störung durch Hunde oder Entenfütterung).

Tümpel für Menschen schaffen

Blau Räume sind bekanntlich gut für das menschliche Wohlbefinden, und ein Tümpel oder eine Tümpellandschaft kann eine wichtige Gemeinschaftsressource oder ein Kulturgut sein. Unabhängig davon, ob Sie in einer städtischen oder ländlichen Umgebung arbeiten, gibt es viele verschiedene Arten von Tümpeln und Tümpellandschaften, die Sie anlegen können, um Vorteile wie Bildung, Tourismus und Gesundheit zu bieten (siehe Kapitel 3 und Erfolgsgeschichte 6.11, "Rhône genevois, CH"). Planen Sie unbedingt Zugänglichkeits- und Sicherheitsaspekte sowie die Infrastruktur (z. B. Stege, Plattformen, Brücken) ein. Erwägen Sie die Verwendung von dekorativen Materialien wie Steinen und lassen Sie sich von Experten beraten.

Es ist wichtig zu verstehen, dass ein Tümpel, der diese Ökosystemleistungen erbringt, weniger wahrscheinlich auch eine bedeutende Rolle bei der Förderung der biologischen Vielfalt spielt. Allerdings ziehen Tümpel, die für Menschen angelegt wurden - selbst in dicht besiedelten städtischen Gebieten - in der Regel einige Wildtiere an.

Box 5. Schaffung von Teichen, um Ökosystemdienstleistungen für Menschen bereitzustellen

Fragen, die Sie sich stellen sollten, bevor Sie Tümpel anlegen, die Ökosystemleistungen für den Menschen erbringen:

- Wie viele Personen werden den Tümpel nutzen und wie werden sie ihn erreichen?
- Haben Sie bei der Gestaltung des Tümpels an Gesundheit und Sicherheit gedacht? Ist eine zusätzliche Infrastruktur erforderlich?
- Wie soll der Tümpel langfristig bewirtschaftet werden, um seine Funktion zu erhalten (z.B. Schwimmen, Bildung oder Inspiration)?
- Möchten Sie auch Wildtiere in den Tümpel locken? Wenn ja, welche Art?
- Soll der Tümpel für Freizeit- oder Bildungsaktivitäten genutzt werden?
- Haben Sie die Mittel, um den Tümpel langfristig in gutem Zustand, sicher und für die Menschen zugänglich zu halten?



4.5 PRAKTISCHE ÜBERLEGUNGEN ZUR VORBEREITUNG VON TÜMPELBEWIRTSCHAFTUNG, -SANIERUNG UND -ANLAGE

Die konkreten praktischen Vorbereitungen für die Tümpelbewirtschaftung, -sanierung und -neugestaltung hängen von Ihrem Standort, der örtlichen Gesetzgebung und den Projektzielen ab. Stellen Sie sich bei der Planung die folgenden Fragen, um sicherzugehen, dass Sie vorbereitet sind.

Box 6. Fragen, die Sie sich stellen sollten

- Kennen Sie den bestehenden Wert der Tümpellandschaft (für die biologische Vielfalt, das menschliche Wohlbefinden)? Wenn nicht, lassen Sie sich von einem Experten beraten.
- Ist Oberflächenwasser, Grundwasser oder (wo geeignet) der Zufluss von Bächen oder Gräben vor Ort ausreichend vorhanden, oder müssen Sie eine undurchlässige Folie verwenden und andere Wasserquellen erschließen, um den Tümpel mit Wasser zu versorgen?
- Ist vor Beginn der Arbeiten eine Genehmigung erforderlich? Dies kann sich auf die Bodennutzung, geschützte Gebiete oder Arten beziehen.
- Haben Sie geprüft, ob in der Nähe des Tümpels Versorgungsleitungen vorhanden sind (z. B. Freileitungen oder Gasleitungen)? Oder ob zukünftige Infrastrukturen in der Nähe des Tümpels geplant sind?
- Wurde der Standort verändert? Wenn viele Felddrainagen vorhanden sind, müssen diese entfernt werden, oder die neuen Tümpel können kein Wasser aufnehmen.
- Verfügen die Maschinenbediener über entsprechende Erfahrung? Wenn nicht, kann eine enge Überwachung erforderlich sein.
- Welche Maschinen werden benötigt? Kleinere Bagger können erforderlich sein, wenn die Zugangswege schmal sind. Kleine Tümpel (einige Quadratmeter) können mit "Freiwilligen" angelegt werden, um die Menschen vor Ort in das Projekt einzubeziehen, aber das kann harte Arbeit bedeuten und die Tümpel können schnell volllaufen.
- Wohin werden Sie Sedimente/Abfälle und holzige Abfälle entsorgen? Verteilen Sie diese nicht dort, wo sie in die Tümpel zurückgespült werden.
- Gibt es weitere Gesundheits- und Sicherheitsaspekte? Berücksichtigen Sie mögliche Auswirkungen auf Auftragnehmer, Mitarbeiter und die Öffentlichkeit.
- Haben Sie ein Budget für die Überwachung der Tümpel, die Behebung von Problemen und die Anpassung der Tümpelgestaltung zur Verbesserung der Leistung vorgesehen?



© Summerstock

© Charcos com Vida/JT



4.6 TÜMPELGESTALTUNG FÜR TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN: MIT CLIMA-PONDS

PONDERFUL hat Standards für die Gestaltung von klimaschonenden Tümpeln entwickelt, um standardisierte Entwürfe zur Verfügung zu stellen, die schnell und auf breiter Basis nach gemeinsamen Standards umgesetzt werden können.

Die Entwürfe wurden für drei typische Situationen erstellt:

- Tümpel, die ausschließlich der biologischen Vielfalt und dem Engagement (einschließlich Wohlbefinden und Gesundheit) dienen, und damit verbundene Beiträge der Natur für den Menschen. Da sie unverschmutztes Wasser enthalten, sollte auch die Produktion von Treibhausgasen minimiert werden
- Tümpel, die eine Vielzahl von Beiträgen der Natur für den Menschen in der ländlichen Landschaft leisten sollen, einschließlich der Minimierung der Treibhausgasproduktion, der Speicherung von Wasser, der Behandlung von verschmutztem Sediment und Abfluss sowie der Förderung der biologischen Vielfalt
- Tümpel, die dazu bestimmt sind, in städtischen Gebieten einen Beitrag der Natur für den Menschen zu leisten, wobei Wasserspeicherung, Schadstoffrückhalt, Gesundheit und Wohlbefinden sowie biologische Vielfalt zu den beabsichtigten Vorteilen gehören. Das Design soll auch die Produktion von Treibhausgasen minimieren.

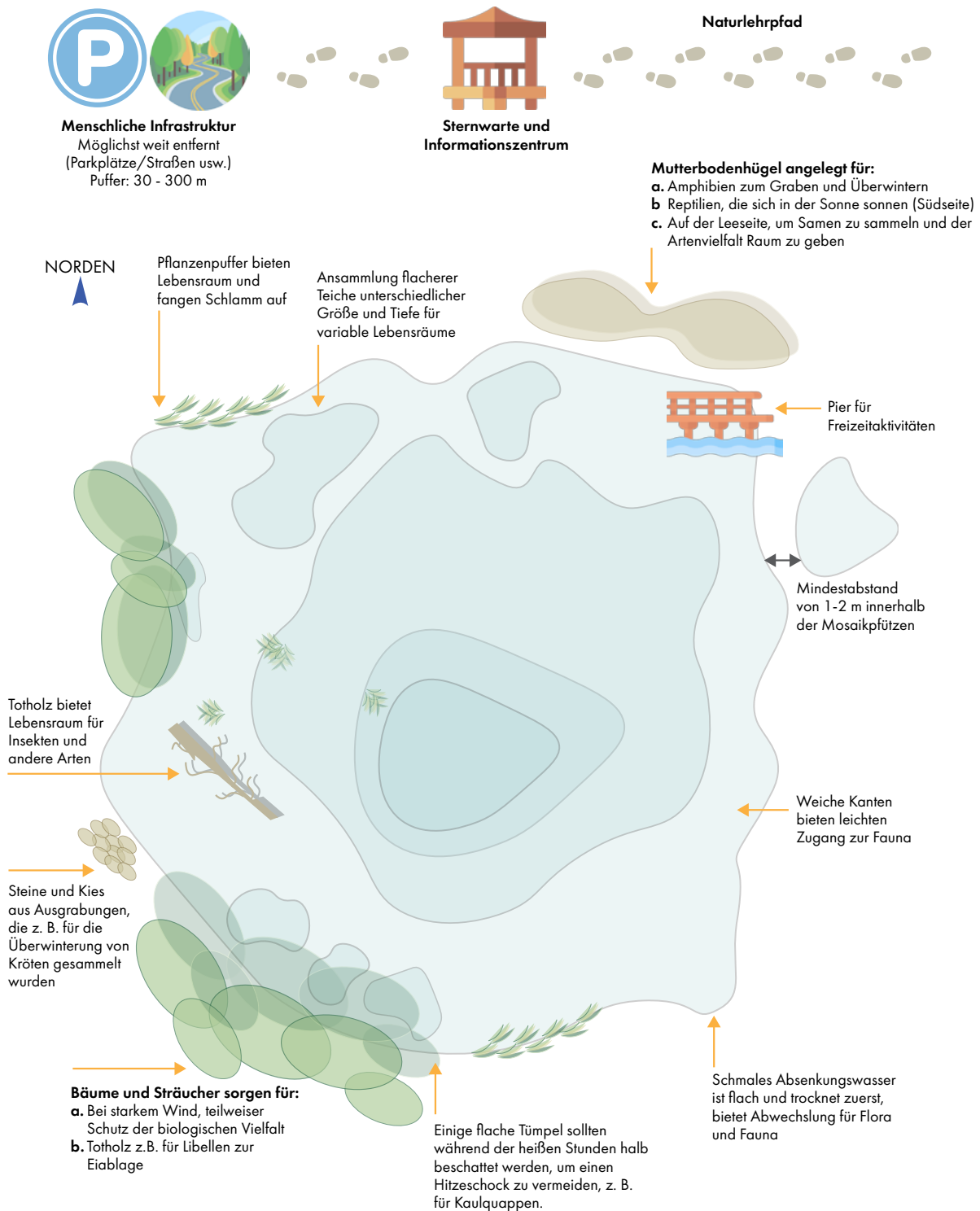


Abb. 24 - CLIMA-Tümpel Natur-Design. Dieses Design priorisiert die Erhaltung der Biodiversität © Amphi International ApS

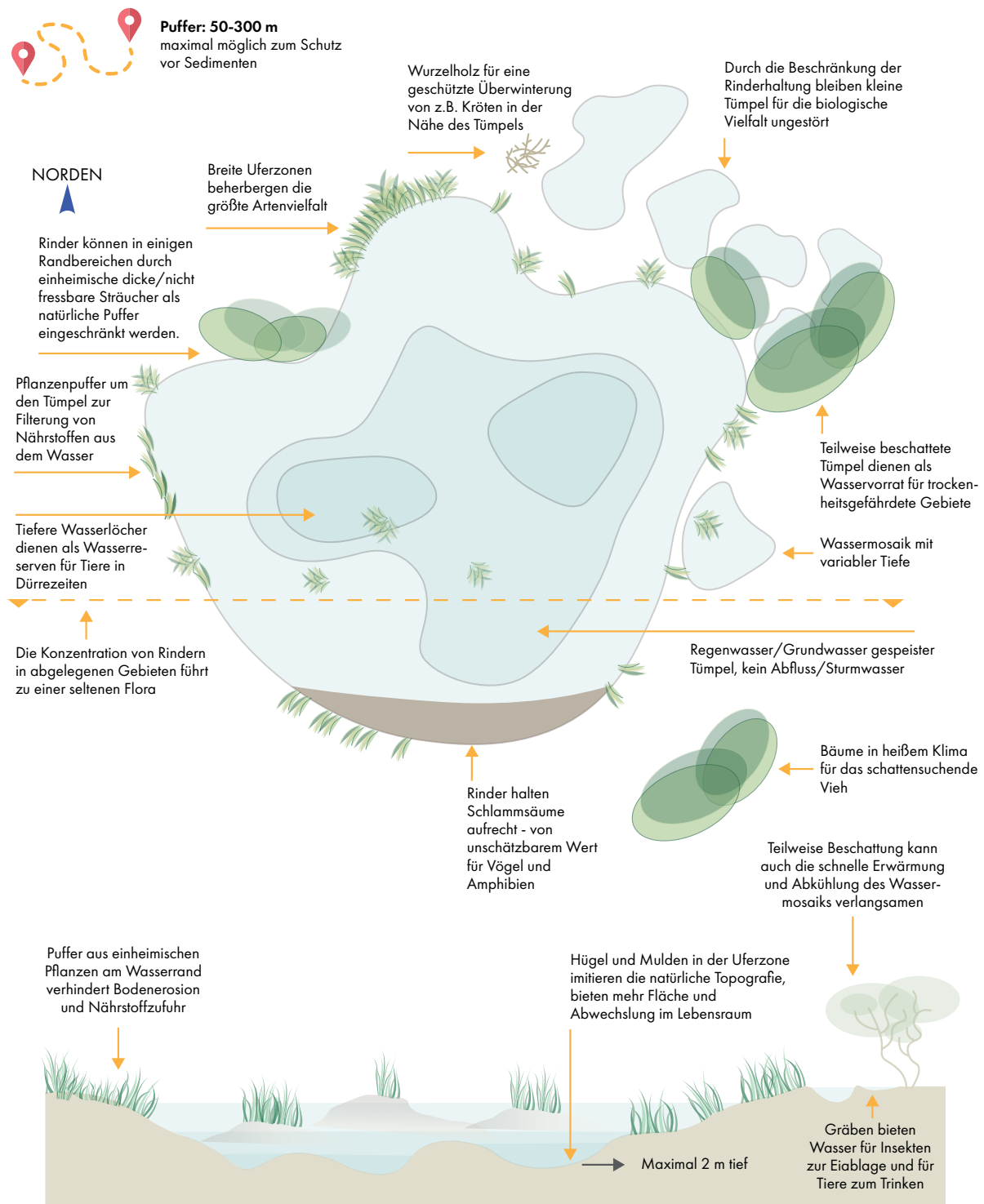


Abb. 25 - CLIMA-Tümpel ländliches Design. Diese Gestaltung bietet zahlreiche Vorteile für die ländliche Landschaft, darunter die Minimierung der Treibhausgasproduktion, die Bereitstellung von Hochwasser- und Schadstoffauffangsystemen und die Förderung der biologischen Vielfalt. © Amphi International ApS

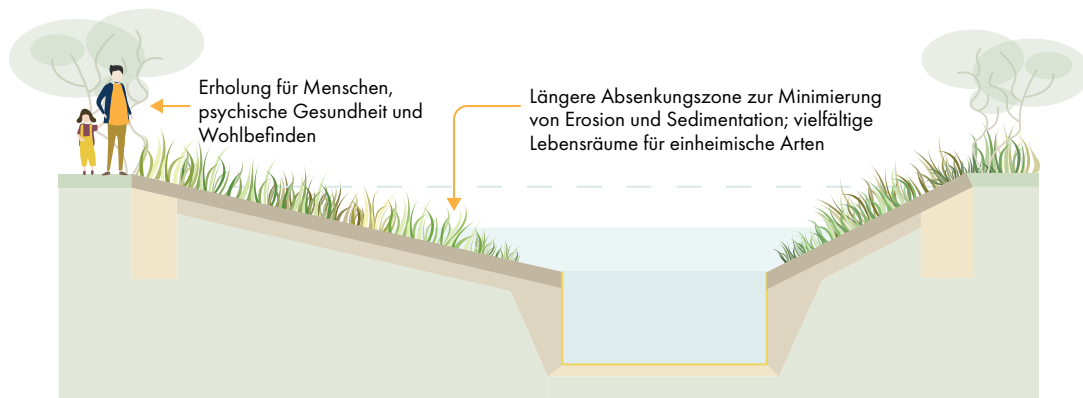
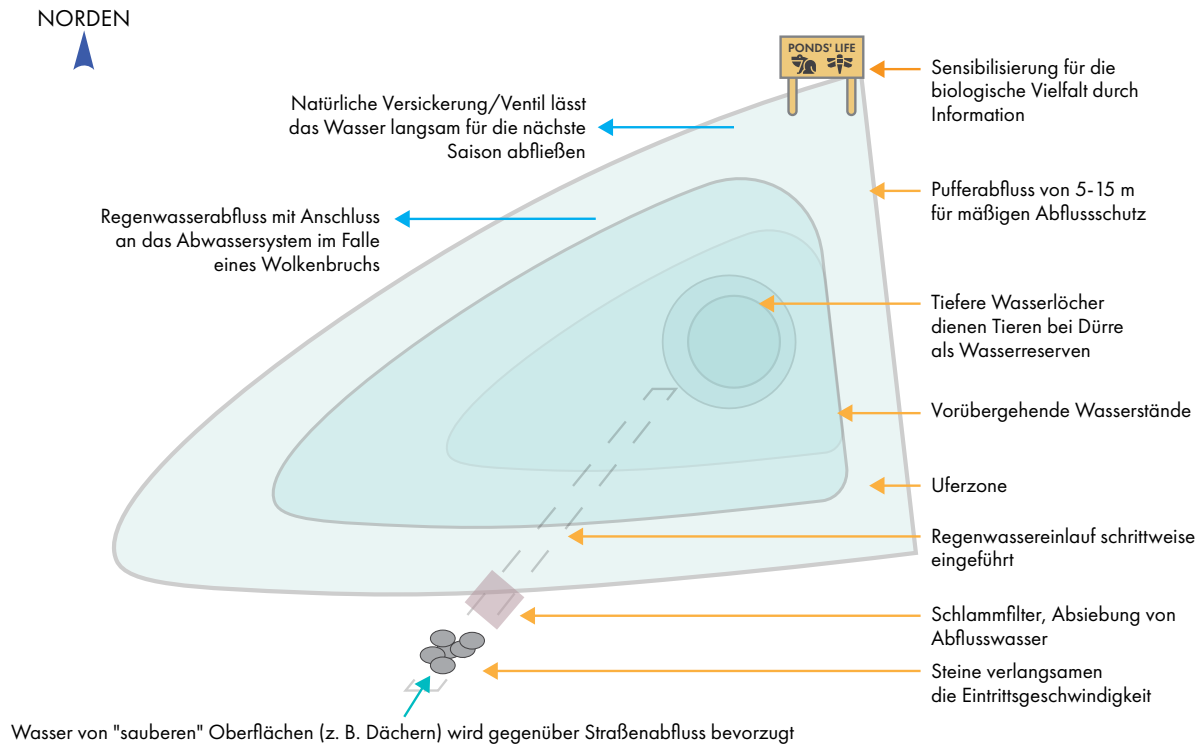


Abb. 26 - CLIMA-Tümpel städtisches Design. Dieser Entwurf ist für städtische Standorte gedacht und konzentriert sich in erster Linie auf die Wasserspeicherung, das Abfangen von Verschmutzungen, die Minimierung der Treibhausgasproduktion und die Förderung der biologischen Vielfalt, wo dies möglich ist. © Amphi International ApS
Der **PONDERFUL**-Designstandard für CLIMA-Tümpel wird vom **PONDERFUL**-Konsortium gesondert veröffentlicht.^[33,34]







5. Kosten und praktische Zwänge: Finanzierung und Förderung von Tümpellandschaftsprojekten

5.1 PRAKTISCHE HERAUSFORDERUNGEN UND KOSTEN DER ANLAGE VON TÜMPELN

Entwickler von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen sehen sich mit einer Reihe von praktischen Einschränkungen konfrontiert, die die Umsetzung begrenzen. Ein wichtiger Faktor sind die Kosten. In diesem Kapitel untersuchen wir einige der Probleme, mit denen die Menschen konfrontiert werden können, wenn sie für Tümpel bezahlen, welche Art von Kosten sie einplanen müssen und wie diese Herausforderung überwunden werden kann. Wir erörtern auch, wie die Politik die Umsetzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen sowohl einschränken als auch fördern kann.

Kosten für den Tümpel

Bei der Bewirtschaftung, Wiederherstellung oder Anlage von Tümpeln und Tümpellandschaften fallen eine Reihe von Kosten an. Dazu gehören einmalige Vorlaufkosten und laufende Kosten.

Einmalige Kosten begleiten das Projekt von der Idee bis zum Bau. Es handelt sich um Kosten, die nur zu Beginn eines Projekts zur Sanierung eines bestehenden Tümpels oder zur Anlage eines neuen Tümpels anfallen. Zu den einmaligen Kosten gehören alle Kosten, die mit der Entwicklung, Planung und Durchführung des Projekts verbunden sind.

Laufende Kosten sind die Kosten, die mit der Instandhaltung des Tümpels oder der Tümpellandschaft verbunden sind, nachdem diese bewirtschaftet, wiederhergestellt oder angelegt wurde. Beispiele hierfür sind die laufende Überwachung, kleinere Reparaturarbeiten an der Infrastruktur der Tümpellandschaft, die regelmäßige Entfernung invasiver Arten und der Umgang mit den Auswirkungen der öffentlichen Nutzung zum Schutz der Artenvielfalt. Die laufenden Kosten können im Laufe der Zeit steigen oder sinken, je nachdem, wie sich die Tümpellandschaft entwickelt (z. B. wie viele Menschen sie besuchen, der Erfolg der Tümpelgestaltung, künftige externe Belastungen der Tümpel wie die Intensivierung der Landwirtschaft in der Nachbarschaft).

Finanzierung: Deckung der Kosten

Das Fehlen einer ausreichenden Finanzierung ist ein Haupthindernis für die Einführung von naturbasierten Lösungen im Allgemeinen und stellt auch für Tümpel eine Herausforderung dar. Das Forschungsprojekt **PONDERFUL** lieferte eine wertvolle Zusammenfassung dieses Problems.^[35,36]

Naturnahe Lösungen werden derzeit überwiegend mit öffentlichen Mitteln finanziert, obwohl die private Finanzierung ein Wachstumsbereich ist. Es gibt jedoch viele verschiedene Möglichkeiten der Finanzierung von Tümpellandschaften. Das **PONDERFUL** Sustainable Finance Inventory (Tabelle 6) nennt 24 verschiedene "Finanzierungsinstrumente", die Entwickler von Tümpellandschaften nutzen können, um für Tümpel zu bezahlen, darunter einkommensschaffende Maßnahmen für staatliche oder private Landbesitzer, öffentliche Subventionen und Zuschüsse, private Spenden, Kreditaufnahme, Investitionen und vertragliche Ansätze.^[35]

Die Finanzierungsquellen unterscheiden sich erheblich und sind daher mit unterschiedlichen Verpflichtungen und Anforderungen verbunden. Diese Unterschiede bedeuten, dass jede Finanzierungsquelle unterschiedliche Stärken und Schwächen hat und daher für verschiedene Projekttypen geeignet ist.

Tabelle 6 - PONDERFUL Bestandsliste der Finanzquellen (McDonald et al. 2023)

HAUPTKATEGORIE	KATEGORIE-DEFINITIONEN	INSTRUMENTE
1. Einkommensinstrumente	Instrumente zur Erzielung von Einnahmen, die dann zur Finanzierung naturnaher Lösungen verwendet werden können. Einige können von Landbesitzern genutzt werden (1.1, 1.4 und 1.5), andere können nur von staatlich anerkannten Verbänden (1.2 und 1.3) oder Regierungen (1.6) erhoben werden.	1.1 Nutzungsgebühren 1.2 Business Improvement Districts 1.3 Besserungsabgaben 1.4 Entwicklungsrechte und Pachtverträge 1.5 Verkauf von Marktwaren 1.6 Sonstige Maßnahmen zur Erhöhung der Einnahmen
2. Contracting-Ansatz (Kostensenkung/Umstrukturierung)	Rechtliche Vereinbarungen, die die Kosten für die Finanzierung naturbasierter Lösungen senken oder umstrukturieren, entweder durch die Bereitstellung von Vermögenswerten oder die Nutzung von Vermögenswerten zu niedrigeren als den marktüblichen Sätzen (2.1) oder durch die Verlagerung der Finanzierung von Vorlaufkosten gegen laufende Zahlungen (2.2).	2.1 Übertragung von Gemeinschaftsvermögen 2.2 Öffentlich-private Partnerschaft
3. Freiwillige Beiträge/Spenden	Freiwillige Zahlungen aus freiem Willen, sei es als direkter Nutznießer der naturbasierten Lösungen (3.2) oder einfach als Beitrag (3.1, 3.3).	3.1 Philanthropische Beiträge 3.2 Freiwillige Beiträge der Begünstigten 3.3 Crowdfunding
4. Handelbare Rechte/Genehmigungen und Zahlungen für Ökosystemleistungen	Die Einnahmen werden durch den Verkauf der "Rechte" an den Ökosystemleistungen erzielt, die durch die naturbasierten Lösungen entstehen. Diese Zahlung kann relativ informell erfolgen (4.1) oder über strukturierte Märkte für den Klimaschutz (4.2), für den Ausgleich von Schäden an der biologischen Vielfalt an anderer Stelle (4.3) oder für die Verringerung von Wasserverschmutzungen (4.4).	4.1 Zahlungen für Ökosystemleistungen 4.2 Transferbasierte Instrumente: freiwillige Kohlenstoffmärkte 4.3 Transferbasierte Instrumente: Biodiversitäts-Offsets und Habitat-Banking 4.4 Transferbasierte Instrumente: Handelssysteme für Wasserqualität
5. Subventionen	Subventionen sind ein finanzieller Beitrag des Staates an eine Person, ein Unternehmen oder eine Organisation, um sozial nützliche Ergebnisse zu fördern. Es kann sich um laufende Zahlungen (oder Steuervergünstigungen) handeln, die an Ergebnisse oder Produktion gebunden sind (5.1, 5.2)	5.1 Umweltsubventionen 5.2 Steuervergünstigungen
6. Zuschüsse	Direkter Beitrag der Regierung (auf lokaler, nationaler oder EU-Ebene) an einen Empfänger als Gegenleistung für die Durchführung einer bestimmten Aktivität. Zuschüsse sind in der Regel einmalige Zahlungen (auch wenn sie in Raten gezahlt werden können) und werden häufig im Wettbewerb vergeben (6.1).	6.1 Zuschüsse
7. Schuldtitel	Übertragung von Kapital gegen das Versprechen, dieses Kapital im Laufe der Zeit zurückzuzahlen, im Allgemeinen mit Zinsen. Dabei kann es sich um eine direkte Kreditvergabe von einem Kreditgeber an einen Kreditnehmer handeln (7.1) oder über die Kreditmärkte vermittelt werden (7.2).	7.1 Darlehen und grüne Darlehen 7.2 Anleihen und grüne Anleihen
8. Eigentumsmodelle (Eigenkapitalfinanzierung)	Finanzierung durch den Verkauf eines Eigentumsanteils an den naturbasierten Lösungen, möglicherweise mit einem Anspruch auf einen Teil des Gewinns. Dies kann durch den Wunsch motiviert sein, etwas zu bewirken (8.1) oder rein kommerziell (8.2).	8.1 Wirkungsorientierte Investitionen 8.2 Kommerzielle Investitionen



Praktische Hinweise zur Kostendeckung

Die folgenden Schritte können Ihnen dabei helfen, zwischen verschiedenen Zahlungsmöglichkeiten für Ihr Tümpelprojekt zu wählen:

- **Verstehen Sie Ihr Tümpelprojekt:** Welchen Nutzen wird es bringen und für wen? Welche Kosten werden anfallen (z. B. Bagger, Arbeiter, Auskleidung, Gehwege)? Ein klares Verständnis des Umfangs der finanziellen Kosten hilft bei der Ermittlung von Finanzierungsoptionen. Ein klares Verständnis des Nutzens kann helfen, Einnahmequellen zu identifizieren oder Ihre Fähigkeit zur Finanzierung zu stärken.
- **Prüfen Sie alle Finanzierungsmöglichkeiten:** Dazu gehören öffentliche Quellen (wie regionale oder nationale Zuschüsse und Umwelt- oder Landnutzungsbeihilfen) sowie private Quellen. Die Nutzung privater Finanzierungsquellen kann eine größere Herausforderung darstellen, zumal sich diese Perspektive grundlegend von der eines Tümpelbauleiters, Naturwissenschaftlers, Ingenieurs oder Landschaftsarchitekten unterscheiden kann, aber mehr oder größere Tümpelbauprojekte ermöglichen kann.
- **Denken Sie in großen Dimensionen:** Die Finanzierung einzelner Tümpel kann eine Herausforderung sein, aber es können sich zusätzliche Finanzierungsmöglichkeiten ergeben, wenn eine Tümpellandschaft als Teil eines größeren Projekts vorgeschlagen wird, z. B. Tümpellandschaften als Bestandteil eines größeren Erholungsgebiets oder als Teil einer Infrastrukturentwicklung.
- **Auf eine Änderung der Politik drängen:** Tümpellandschaften schaffen in erster Linie öffentliche Güter, die schwer zu finanzieren sind, wie z. B. die Förderung der biologischen Vielfalt. Öffentliche Mittel und neue politische Ansätze, wie die Schaffung von Märkten für Biodiversitätsvorteile oder andere Umweltleistungen, können Einnahmen generieren. Die Demonstrationsanlage **PONDERFUL** UK Water Friendly Farming (Erfolgsgeschichten 6.1 und 6.4) bietet ein Beispiel für den potenziellen Nutzen einer neuen Politik: Die Interessenvertreter lobten die Genehmigungspolitik der Bezirke[†], die die Anlage von Tümpeln für eine europäisch geschützte Art, den Kammolch, finanziert.

Überwindung politischer Sachzwänge

Politische Maßnahmen können die Pflege und Schaffung von Tümpellandschaften sowohl fördern als auch behindern. Es gibt gemeinsame Hindernisse, die von der europäischen, nationalen und regionalen Politik aufgeworfen werden. Die **PONDERFUL**-Demonstrationsstandorte bieten Beispiele dafür, wie solche Hindernisse überwunden werden können.

Politische Maßnahmen im Zusammenhang mit Tümpellandschaften geben oft dem wirtschaftlichen Wert Vorrang vor den Zielen der biologischen Vielfalt, wobei nachteilige Landnutzungen Vorrang haben. In der Zwischenzeit werden Tümpel trotz ihres potenziellen Nutzens im Vergleich zu anderen Lebensräumen oft vernachlässigt und fallen oft aus den wichtigsten EU-Politiken für Wasser und Biodiversität heraus oder werden in den Umsetzungsprogrammen der Mitgliedsstaaten nicht ausreichend berücksichtigt. Zu den Herausforderungen, die bei der Bewertung der EU-Politik durch **PONDERFUL** festgestellt wurden, gehören auch^[37]:

- Misstrauen zwischen politischen Entscheidungsträgern und privaten Landbesitzern.
- Mangelndes Interesse der Landwirte aufgrund von Bedenken über betriebliche Einschränkungen.
- Beschaffung von Finanzmitteln für private Landprojekte (Finanzmittel sind leichter zu erhalten, wenn ein eindeutiger öffentlicher Nutzen besteht).
- Langfristige Finanzierung der Tümpelwirtschaft.
- Mangel an Ressourcen für die Überwachung. Überwachungsinstitutionen haben oft mit Ressourcenengpässen oder mangelndem Interesse zu kämpfen, und es fehlt an Ausgangsdaten, Forschung oder technischen Leitlinien.
- Die Genehmigungsverfahren für die Anlage oder Sanierung von Tümpeln können in einigen Ländern langwierig sein.
- Mangelnder Wissensaustausch über die Vorteile von Tümpeln und naturbasierten Lösungen, was die Annahme und Umsetzung von Maßnahmen behindert.

Zu den Beispielen, die von den **PONDERFUL**-Demonstrationsstandorten geliefert wurden, gehören:

- In La Pletera (Spanien) und Schöneiche (Deutschland) reformierten die politischen Entscheidungsträger die Kommunalpolitik, um die politischen Ziele so zu formulieren, dass ein Gleichgewicht zwischen wirtschaftlichem Wachstum und dem Schutz des natürlichen Erbes hergestellt wird.
- Die Ausweisung von Tümpeln und Tümpellandschaften als Schutzgebiete, wie z. B. in Pikhakendonk (Belgien) und Schöneiche (Deutschland), hat zu einer besseren Planung, einem besseren Zugang zu Finanzmitteln (z. B. La Pletera (Spanien)) und einer institutionellen Verbesserung (La Pletera, Spanien) geführt. Nationale oder lokale Ausweisungen bieten ähnliche Vorteile wie internationale Ausweisungen, wirken aber oft wirksamer bei der Einschränkung schädlicher Landnutzungen. Wenn es noch keine Schutzgebiete gibt, können Gemeinden Flächennutzungspläne als "Sprungbrett" für eine spätere

[†] Die Genehmigungspolitik der Bezirke sieht ein vereinfachtes Verfahren vor, mit dem die Auswirkungen von Bauvorhaben auf Kammolch-Tümpel ausgeglichen werden können. Die Bauherren zahlen feste Beträge an Tümpelentwickler, die strategisch neue Lebensräume für Tümpel entwickeln.



Aufnahme in Schutzgebiete oder Planungsdokumente nutzen, wie dies in Rhône Genevois (Schweiz), La Pletera (Spanien) und Schöneiche (Deutschland) der Fall war.

- Flächennutzungspläne und Schutzgebiete können auch dazu beitragen, die Genehmigungsverfahren für die Anlage von Tümpeln zu beschleunigen (z. B. Dänemark, Deutschland, Uruguay). Die Ausweisung lokaler Mikroreservate kann dazu beitragen, Vereinbarungen mit Landeigentümern zu treffen, und in einigen Fällen Gegenstand der Finanzierung durch private Unternehmen sein, die beispielsweise ihren Namen für das Reservat zur Verfügung stellen können..
- Die Finanzierung von Maßnahmen durch private Akteure ist selten, kommt aber vor und erfolgt häufig im Rahmen von Ad-hoc-Vereinbarungen über die Bewirtschaftung. Vereinbarungen zwischen öffentlichen Einrichtungen und Landeigentümern konzentrieren sich in der Regel auf Schutzgebiete (z. B. Schweiz, Vereinigtes Königreich), während sich Vereinbarungen zwischen Landeigentümern und Organisationen der Zivilgesellschaft auch auf andere Gebiete erstrecken (Belgien, Schweiz, Vereinigtes Königreich).
- Eine erfolgreiche Überwachung von Tümpeln wird beobachtet, wenn zivilgesellschaftliche Organisationen die Verantwortung übernehmen (z. B. Schweiz, Türkei), Tümpel in Überwachungseinheiten zusammengefasst werden (Albera, Spanien) oder langfristige Tümpelprojekte bestehen (Lystrup, Dänemark).
- Genehmigungen für die Anlage von Tümpeln und die Regulierung der Landnutzung sind am wirksamsten, wenn sie in die Flächennutzungsvorschriften integriert (z. B. Dänemark, Deutschland), mit Schutzgebieten verknüpft (Uruguay) oder an Finanzierungssysteme gekoppelt sind (Vereinigtes Königreich).
- Wirksame Einrichtungen entstehen in der Regel aus einem nachhaltigen Budget und entwickeln sich im Laufe der Zeit, wie in La Pletera (Spanien) und Pinkhill Meadow (Vereinigtes Königreich) zu sehen ist. Diese können mit Schutzgebieten oder Organisationen der Zivilgesellschaft verbunden sein, die Partnerschaften mit lokalen Behörden eingehen.
- Die lokale Identifikation mit der Tümpellandschaft kann durch den Status eines Schutzgebiets, durch Umwelterziehung und Forschungsarbeit erhöht werden, wie dies in Belgien, dem Vereinigten Königreich, Deutschland, Spanien, der Schweiz und der Türkei der Fall ist.
- Die Forschung spielt eine wichtige Rolle bei der Unterstützung politischer Maßnahmen, indem sie Beweise liefert, wie in La Pletera (Spanien), und indem sie die Vorteile von Tümpeln ermittelt (z. B. Dänemark, Vereinigtes Königreich). Die Forschung hat auch die Bereitschaft der Öffentlichkeit erhöht, naturbasierte Lösungen umzusetzen (Spanien, Uruguay).

Weitere Informationen zu diesen Erfolgsgeschichten finden Sie in Kapitel 6.



5.2 FÖRDERUNG VON NATURNAHEN LÖSUNGEN FÜR TÜMPEL UND TÜMPELLANDSCHAFTEN

Tümpel und Tümpellandschaften bringen Vorteile für viele Personengruppen (siehe Kapitel 3).

Die Anlage oder Wiederherstellung von Tümpellandschaften können einfacher sein, wenn sich die Beteiligten der Vorteile bewusst sind. Das Projekt **PONDERFUL** hat eine Reihe von Möglichkeiten aufgezeigt, wie man Unterstützung für einen Tümpel oder eine naturnahe Tümpellandschaft erhalten kann:

- **Gemeinden einbeziehen:** Wenn die Menschen vor Ort den Beitrag der Tümpellandschaft positiv sehen und das Potenzial erkennen, dass sie ihre Lebensqualität verbessern kann, erhöht sich die öffentliche Unterstützung für die Bewirtschaftung, Wiederherstellung und Schaffung.
- **Fördern Sie technische Unterstützung und Wissensaustausch:** Tümpelwirte profitieren von gezielter technischer Unterstützung, Zusammenarbeit und Wissensaustausch, um die Umsetzung von naturbasierten Lösungsmaßnahmen zu fördern. Bisher konzentrieren sich die Unterstützung und der Austausch im Zusammenhang mit der Umsetzung naturbasierter Lösungen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Abschwächung des Klimawandels auf Flüsse und Bäche, Feuchtgebiete, Moore, Wälder und Torfgebiete. Es ist wichtig, den Bekanntheitsgrad und die öffentliche Wertschätzung von Tümpellandschaften zu erhöhen, die dieselben Vorteile bieten können. Dies würde die Kohärenz bei der Bewirtschaftung aller Süßwasserkörper gewährleisten.
- **Feiern Sie den Erfolg:** Positive Beispiele für naturnahe Lösungen in Tümpellandschaften sollten weitergegeben werden. Diese Erfolgsgeschichten zeigen das Potenzial naturnaher Maßnahmen und können ein starker Anreiz für andere Tümpelwirte sein, die besten Praktiken zu übernehmen. Demonstrationsprojekte können die Vorteile nachhaltiger Praktiken aufzeigen und helfen, Vertrauen in diese Ansätze aufzubauen. Um ein breites Lernen zu ermöglichen, sollten die Informationen leicht zugänglich sein.
- **Netzwerk:** Die Erleichterung des Wissensaustauschs über mehrere Ebenen und verschiedene Interessengruppen hinweg ist wichtig. Auf regionaler Ebene sollte dies Gemeinden und lokale Behörden, regionale politische Entscheidungsträger und die Zivilgesellschaft einschließen. Möglicherweise müssen auch Rechts- und Regulierungsbehörden einbezogen werden, da diese Gruppen bei der Gestaltung von Managemententscheidungen zusammenarbeiten. Es geht darum, ein Umfeld zu schaffen, das zum Lernen anregt und die Grundlage für die Vernetzung von Besuchern, Einwohnern, Zivilgesellschaft, Managern und Entscheidungsträgern auf allen Ebenen bildet.
- **Kommunizieren und aufklären:** Es sind Aufklärungskampagnen erforderlich, um das Bewusstsein für den Wert von Tümpellandschaften zu schärfen, einschließlich der Beiträge, die sie für die Menschen und die Arten, die sie unterstützen, leisten, sowie der Bedrohungen, denen sie ausgesetzt sind. Dies kann das Zugehörigkeitsgefühl und die Verbundenheit der Betroffenen mit Tümpeln und Tümpellandschaften stärken.





6. Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen: Erfolgsgeschichten aus den PONDERFUL DEMO-Standorten

6.1 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für die biologische Vielfalt

- Schaffung eines Hotspots der biologischen Vielfalt mit einer kleinen Tümpellandschaft: Pinkhill | [Seite 106](#)
- Schaffung eines Hotspots der Artenvielfalt mit einer großen Tümpellandschaft: Bois de Jussy | [Seite 107](#)
- Förderung von Amphibiengemeinschaften Schaffung von Lebensräumen und Umsiedlung von Kammmolchpopulationen: Pikhakendonk | [Seite 108](#)
- Aktives Management von bedrohten Amphibienarten: Fünische Inseln | [Seite 109](#)
- Erhaltung von Seeufertümpeln zur Förderung von Vogelgemeinschaften: Mogan-See (Dikkuyruk) | [Seite 110](#)
- Tümpellandschaften und Tümpel mit sauberem Wasser sind für die Erhaltung der Artenvielfalt im Süßwasser unerlässlich: (WFF) | [Seite 111](#)

6.2 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Verringerung des Hochwasserrisikos

- Anlage eines Tümpels in einem öffentlichen Park zum Schutz vor Regenwasser und zur Förderung der biologischen Vielfalt: Lystrup | [Seite 112](#)
- Eine Tümpellandschaft zur Eindämmung von Überschwemmungen.: Gölbaşı Düzlüğü | [Seite 113](#)

6.3 Tümpellandschaften als Klärungssysteme

- Tümpel zur Behandlung landwirtschaftlicher Abwässer.: Bois de Jussy | [Seite 114](#)

6.4 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Optimierung der Kohlenstoffbilanz

- Teiche mit sauberem Wasser sind kohlenstofffreundlich: Water Friendly Farming (WFF) | [Seite 115](#)

6.5 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für die Nahrungsmittelproduktion.

- Extensive Rinderhaltung koexistiert mit aquatischer Artenvielfalt: Uruguay | [Seite 116](#)

6.6 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für Tourismus und Gesundheit.

- Koexistenz von natürlichen Lebensräumen und Tourismus: La Pletera | [Seite 117](#)
- Mückenkontrolle in touristischen Gebieten: La Pletera | [Seite 118](#)

6.7 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen für die Bildung

- Entwicklung eines Naturbildungszentrums zum Thema Wasser und Tümpel inmitten der Gemeinde: Schöneiche | [Seite 119](#)
- Ein Projekt für einen Volkspark. : Gölbaşı Düzlüğü | [Seite 120](#)

6.8 Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen zur Unterstützung von Identitäten

- Vorübergehende Tümpel, lokale Identität und Freizeitgestaltung: Albera | [Seite 121](#)

6.9 Landnutzungsmanagement in der Tümpellandschaft als naturnahe Lösungen zur Verbesserung der Lebensraumqualität.

- Landnutzungsmanagement in der Tümpellandschaft, um die Auswirkungen der Landwirtschaft zu verringern: Albera | [Seite 122](#)
- Aktive Bewirtschaftung der Tümpellandschaft zur Erhaltung der biologischen Vielfalt mit mehreren Beteiligten: Gette Vallei | [Seite 123](#)

6.10 Eine Tümpellandschaft unter Schutz stellen

- Die Ausweisung einer Tümpellandschaft als Naturschutzgebiet: Tommelen | [Seite 124](#)

6.11 Multifunktionalität auf der Ebene der Tümpellandschaft:

- Komplementarität von Tümpeltypen und Funktionen in einer Tümpellandschaft: Rhône Genevois | [Seite 125](#)



6.1 Tümpellandschaften FÜR DIE BIOLOGISCHE VIelfALT

SCHAFFUNG EINES HOTSPOTS DER BIOLOGISCHEN VIelfALT MIT EINER KLEINEN TüMPELLANDSCHAFT IN EINEM ÜBERSCHWEMMUNGS- GEBIET (UK)

TüMPELLANDSCHAFT VON PINKHILL

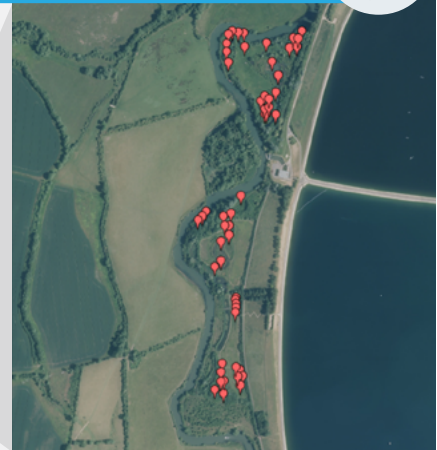
IDENTITÄTSKARTE

Fläche der Tümpellandschaft: 12 ha
57 Tümpel (2,7 ha Wasserfläche)

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Auengrünland mit geringer Intensität
- Umgebung: Landwirtschaft, Wasserreservoir

Bioklimatische Zone: Ozeanisch

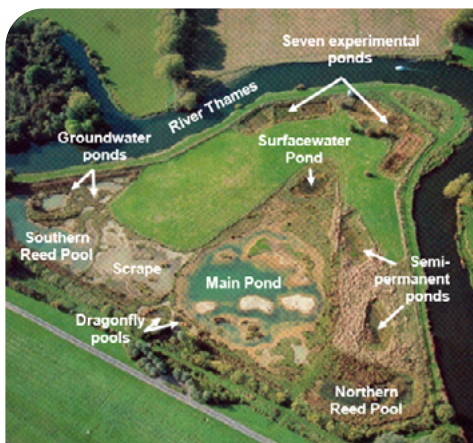


Die Tümpellandschaft von Pinkhill befindet sich im alten Überschwemmungsgebiet der Themse, das eine lange Tradition als Feuchtgebiet hat. Der erste Tümpelkomplex (der 1990 angelegt wurde) ist weniger als 3 ha groß, aber außergewöhnlich reichhaltig und beherbergt heute etwa 20 % aller britischen Süßwasserpflanzen und größeren wirbellosen Tierarten. Der Artenreichtum des Gebietes ist auf eine Reihe von Faktoren zurückzuführen. Die Tümpel sind unterschiedlich groß und reichen von 5 m² bis zu 0,3 ha. Einige Tümpel trocknen jedes Jahr aus, andere sind semi-permanent, was viele verschiedene Lebensräume bietet. Die meisten Tümpel haben ausgedehnte Flachwasserbereiche und Feuchtgebiete an ihren Rändern.

Es war wichtig, die Tümpel so zu gestalten, dass ihre Wasserqualität so sauber wie möglich ist. Um dies zu erreichen, hat keiner der Tümpel eine direkte Verbindung zur verschmutzten Themse. Darüber hinaus werden die meisten Tümpel durch Grundwasser gespeist, das nur geringe Mengen an umweltschädlichen Nährstoffen enthält.

Die Bewirtschaftung dient dazu, den Wert des Gebietes zu erhalten, die Sichtbarkeit für Besucher zu gewährleisten und das wissenschaftliche Verständnis zu verbessern. Dazu gehören die Beweidung mit Rindern, die Bewirtschaftung von Gestrüpp, die Mahd von Wiesen, die Anlage neuer Tümpel und die Bewirtschaftung/Umgestaltung bestehender Tümpel. Die Bewirtschaftung wird von Thames Water geleitet, wobei zusätzliche Partnerschaftsprojekte mit der NRO Freshwater Habitats Trust durchgeführt werden.

Pinkhill ist ein klarer Beweis dafür, dass es möglich ist, neue Tümpellandschaften von außergewöhnlichem Wert für die biologische Vielfalt zu schaffen, selbst wenn nur begrenzte Flächen zur Verfügung stehen.



▲ Pinkhill Meadow ist eine von drei Auenwiesen in dieser Tümpellandschaft

Pinkhill Tümpel ►

▼ *Arvicola amphibius*



▲ *Baldellia ranunculoides*



▲ *Juncus compressus*

SCHAFFUNG EINES BIODIVERSITÄTS-HOTSPOTS MIT EINER GROSSEN TÜMPELLANDSCHAFT (SCHWEIZ)

TÜMPELLANDSCHAFT BOIS DE JUSSY



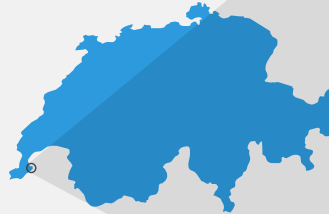
IDENTITÄTSKARTE

Fläche der Tümpellandschaft: 610 ha
69 Tümpel und 300 kleine Tümpel
(insgesamt 3 ha Wasserfläche)

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Waldgebiet
- Umgebung: Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Kontinental (ozeanischer Einfluss)



Diese große Tümpellandschaft befindet sich in einem Waldgebiet in der Nähe der Stadt Genf. Ein Dutzend der großen Tümpel wurde in den 1960er Jahren angelegt, um den Wald zu entwässern und Wasser für den Fall eines Brandes zu speichern. Heute ist das Hauptziel der Verwaltung die Erhaltung der biologischen Vielfalt. Mehrere andere Tümpel unterschiedlicher Größe wurden in den Lehm Boden gegraben.

Diese Tümpellandschaft ist ein lokaler Hotspot der biologischen Vielfalt und beherbergt 2/3 des regionalen Reichtums an Wasserpflanzen, Libellen und Amphibien (einschließlich der unter Naturschutz stehenden Arten Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) und Gelbbauchunke (*Bombina variegata*)). Die Anlage von Tümpeln in diesem Gebiet kam sowohl der aquatischen Artenvielfalt (einschließlich Pflanzen, Wirbellosen, Amphibien und Reptilien) als auch der Landtierwelt (z. B. große und kleine Säugetiere, Fledermäuse, Vögel) zugute.

In den letzten 20 Jahren wurde die Tümpellandschaft kontinuierlich gepflegt. Der Erfolg hier ist auf folgende Faktoren zurückzuführen:

- Unterstützung durch externe Berater nach einem vorgegebenen Bewirtschaftungsplan, der auf die biologische Vielfalt abzielt (Anlage von Tümpeln, Tümpelsanierung, Entfernung exotischer Arten, Baumpflege, Bewirtschaftung terrestrischer Lebensräume, Verbesserung der Vernetzung von Tümpeln).
- Die Schaffung eines dichten Netzes von Tümpeln unterschiedlicher Größe (von 300 kleinen 1 m²-Tümpeln bis zu großen 5000 m²-Tümpeln), Form und Gestaltung. Naturnahe Wälder sorgen für eine gute Verbindung zwischen den Tümpeln.
- Die Umsetzung der Schutzbestimmungen.
- Die Wiederansiedlung bedrohter Arten.

Das hohe Maß an aktivem Management bedeutet, dass eine kontinuierliche Finanzierung erforderlich ist. Bewirtschaftungsmaßnahmen haben sich als der Schlüssel für den erfolgreichen Schutz und die Verbesserung der biologischen Vielfalt an diesem Standort erwiesen.



© HES-SO

FÖRDERUNG VON AMPHIBIENGEMEINSCHAFTEN: SCHAFFUNG VON LEBENSÄRÄUMEN UND UMSIEDLUNG VON KAMMOLCHPOPULATIONEN (BELGIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT PIKHAKENDONK



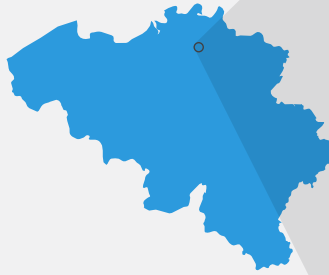
IDENTITÄTSKARTE

Bereich Tümpellandschaft: 5 km²
62 Tümpel (10,2 ha Wasserfläche)

Amphibienartenreichtum: 7

Vorherrschende Bodenbedeckung: extensive Weiden und Wiesen

Bioklimatische Zone: Atlantik



Die Landschaft in Pikhakendonk besteht größtenteils aus Wiesen, die in ein dichtes Netz aus alten Weißdornhecken und einigen Waldstücken eingebettet sind. Die Tümpellandschaft ist ein NATURA-2000-Gebiet und umfasst 62 kleine Tümpel. Mehrere dieser Tümpel wurden kürzlich im Rahmen eines Umsiedlungsprojekts für den Kammmolch (*Triturus cristatus*) angelegt. Eine Reihe von alten Tümpeln und Gräben wurde durch Ausbaggern und Reprofilierung der Ränder wiederhergestellt, um die Lebensraumeignung für aquatische Gemeinschaften zu verbessern.

Die derzeitige Amphibiengemeinschaft ist besonders reichhaltig und zahlreich, mit dem Vorkommen von zwei in der Habitatrichtlinie aufgeführten Arten (Kammmolch (*Triturus cristatus*), Grasfrosch (*Rana temporaria*)) und fünf weiteren Arten (Erdkröte (*Bufo bufo*), Moorfrosch (*Pelophylax ridibundus/kurtmuelleri*), Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*), Tümpelmolch (*Lissotriton vulgaris vulgaris*) und der nicht heimische Levante-Wasserfrosch (*Pelophylax bedriagae*)).

Im Jahr 2016 wurde eine bestehende Population des Kammmolchs aus einem nahegelegenen Standort (15 km entfernt) auf Antrag der flämischen Regierung in Zusammenarbeit mit der Agentur für Natur und Wälder (ANB) und dem Forschungsinstitut für Natur und Wald (INBO) in die Tümpellandschaft umgesiedelt. Die Umsiedlung war notwendig, da der ursprüngliche Lebensraum dieser Art durch eine groß angelegte Flussrenaturierung im Dijle-Tal zerstört werden sollte.

Zusätzlich zu dieser Umsiedlung erwachsener Tiere wurde vom INBO ein wissenschaftliches Zuchtprogramm eingerichtet. In Gefangenschaft gezüchtete Jungtiere (3 205 Individuen) wurden in mehreren Tümpeln ausgesetzt (2017-2020). Die Populationsdynamik der umgesiedelten Molchpopulation wird regelmäßig von INBO und Natuurpunt (einem unabhängigen ehrenamtlichen Verein) überwacht. Im Jahr 2023 wurde die Umsiedlung als erfolgreich bewertet, da in mehreren Tümpeln Kammmolche lebten und die neu entstandene Population erfolgreich zu brüten schien. Die Umsiedlung ist ein gutes Beispiel für naturnahe Lösungen, wenn Lebensräume stark isoliert sind und eine natürliche Besiedlung nicht möglich ist.



◀ *Triturus cristatus* © Pieter Jan Alles



AKTIVES MANAGEMENT VON BEDROHTEN AMPHIBIENARTEN (DÄNEMARK)

TÜMPELLANDSCHAFT DER FÜNNISCHE INSELN



IDENTITÄTSKARTE

Gebiet der Tümpellandschaft: 15 km²
64 Tümpel (4 ha Wasserfläche)

Amphibienartenreichtum: 5

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Weide
- Umgebung: Weideland und Ackerland

Bioklimatische Zone: Kontinental



Die Tümpellandschaft der fönischen Inseln umfasst Ærø, Avernakø und Birkholm, drei kleine Inseln (88 km², 6 km² bzw. 1 km²) von insgesamt 55 Inseln des südfönischen Archipels. Der größte Teil des Landes auf diesen Inseln wird landwirtschaftlich genutzt.

Diese Inselgruppe ist ein "Hot Spot" für die Rotbauchunke (*Bombina bombina*), eine in Europa stark bedrohte Art. Heute ist diese Art in zahlreichen Tümpeln auf den drei Inseln anzutreffen, dank der über 35-jährigen Bewirtschaftung der Tümpellandschaft für diese Art. Nur zwei Populationen auf Avernakø und Hjørtø sind ursprünglich, alle anderen auf den übrigen Inseln wurden mit Hilfe eines Zuchtprogramms wiederhergestellt. Die Lebensräume der Unken sind teilweise durch zwei Natura-2000-Gebiete geschützt, die speziell für diese Art eingerichtet wurden.

Die Bewirtschaftung der Tümpellandschaften für die Rotbauchunke zielt darauf ab, sowohl die aquatischen als auch die terrestrischen Lebensräume zu verbessern und zu vergrößern sowie die genetische Variabilität der verbleibenden Populationen zu erhalten. Dank mehrerer Projekte, die von lokalen und internationalen Geldgebern (EU-LIFE-Programm) finanziert wurden, konnten seit den 1990er Jahren über 80 Tümpel angelegt oder wiederhergestellt werden. Darüber hinaus wurden auf Avernakø fast 35 ha Ackerland dauerhaft in Wiesen umgewandelt, auf denen keine Düngemittel, Pestizide und Bodenbehandlungen eingesetzt werden.

Die Anlage und Wiederherstellung von Tümpeln in Clustern fördert die Vernetzung von Lebensräumen und erhöht die Vielfalt der aquatischen Lebensräume. Außerdem haben die Gemeinden und die dänische Naturschutzbehörde Landwirten geholfen, mit der Beweidung zu beginnen, indem sie die Umzäunung der Wiesen finanzierten. Die Beweidung mit den richtigen Arten und in der richtigen Dichte ist ein Schlüsselfaktor für die Erhaltung der Lebensräume unter günstigen Bedingungen für Amphibien.

Da die lokalen Gemeinschaften der Tümpellandschaft mit der Art vertraut wurden, hat diese Erfolgsgeschichte zu einem Anstieg des öffentlichen Umweltbewusstseins und Wissens beigetragen. *Bombina bombina* wird auch für die Vermarktung lokaler Touristenattraktionen genutzt (z. B. geführte Touren, um rufende Unken zu sehen und zu hören).



© Aarhus University

Bombina bombina © Marek Szczepanek



ERHALTUNG DER UFERTÜMPEL VON SEEN ZUR FÖRDERUNG VON VOGELGEMEINSCHAFTEN (TÜRKEI)

TÜMPELLANDSCHAFT DES MOGAN-SEES (DIKKUYRUK)



IDENTITÄTSKARTE

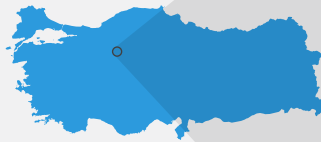
Bereich Tümpellandschaft: 11,8 km²
15–20 Tümpel (6,8 ha Wasserfläche)

Artenreichtum der Wasservögel: 83

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Naturschutzgebiet
- Umgebung: stadtnah und ländlich

Bioklimatische Zone: Zentralanatolisches kalt-trockenes Steppenklima



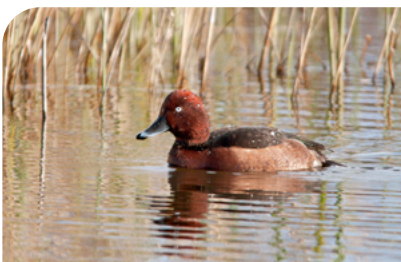
Die Tümpellandschaft des Mogan-Sees umfasst mehrere Ufertümpel, die nach dem Bau einer großen Schleuse im Jahr 2015 flussaufwärts durch den sinkenden Wasserstand entstanden sind. Diese Tümpellandschaft ist ein Schlüsselement für die Erhaltung der Vogelwelt des Sees in einem größeren geografischen Rahmen. Der Mogan-See ist in der Türkei ein wichtiges Vogelschutzgebiet (Important Bird Area - IBA), in dem rund 249 Vogelarten (83 Wasservogelarten) nachgewiesen wurden. Der See und insbesondere die Tümpellandschaft bieten Lebensraum für brütende Rallenreier (*Ardeola ralloides*), Kolbenenten (*Netta rufina*), Moorenten (*Aythya nyroca*; auf der Roten Liste der IUCN weltweit als gefährdet eingestuft) und Weißkopfruderenten (*Oxyura leucocephala*; auf der Roten Liste der IUCN weltweit als gefährdet eingestuft).

Neben der bedeutenden Vogelgemeinschaft ist das Gebiet besonders reich an anderen Gruppen (Amphibien, Reptilien, Säugetiere), obwohl die Gemeinschaft der Wirbellosen weiterer Untersuchungen bedarf. Das Gebiet beherbergt auch große Populationen der endemischen Pflanze *Centaurea tchihatcheffii* (auf der Roten Liste der IUCN als "vom Aussterben bedroht" eingestuft), die an Feuchtgebiete gebunden ist, die im Frühjahr und Sommer austrocknen. Sie ist in den Steppen und Weiden des südlichen Ankaras bis hin zur Konya-Ebene zu finden.

Die Tümpellandschaft ist Teil des besonderen Umweltschutzgebiets Gölbaşı (Gölbaşı SEPA), das 1992 eingerichtet wurde, um die Verstädterung des stadtnahen Gebiets von Ankara einzudämmen und den hohen Biodiversitätswert des Gebiets zu schützen und zu erhalten. Der jüngste Verwaltungsplan umfasst mehrere Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt; die Tümpellandschaft wurde zur "sensiblen A"-Zone erklärt (was den absoluten Schutz von Röhrichten und Tümpeln erfordert). Zu den umgesetzten Maßnahmen gehören:

- Verbot der Errichtung von Sperrgebieten, Aushub und Auffüllung
- Verbot der Fischerei
- Beseitigung bestehender touristischer Einrichtungen
- Überwachung und Erfassung von Brutvogelarten
- Sperrung von Vogelbrutgebieten für menschliche Aktivitäten während der Brutzeit
- Überwachung der Pflanze *Centaurea tchihatcheffii* und Schutz der Schlüsselpopulation dieser Art durch Zäune.

Diese Erfolgsgeschichte verdeutlicht den großen Nutzen einer Tümpellandschaft am Seeufer, die die regionale Süßwasser-Biodiversität erhält und fördert.

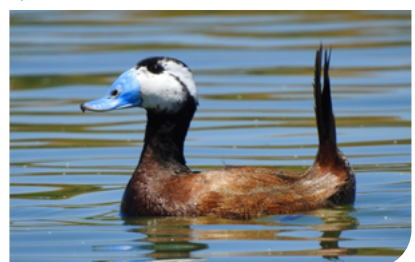


▲ *Aythya nyroca* © Moretta Tabaccata



© METU

▼ *Oxyura leucocephala* © Aissa Djamel Filali



TÜMPELLANDSCHAFTEN UND TÜMPEL MIT SAUBEREM WASSER SIND FÜR DIE ERHALTUNG DER ARTENVIELFALT IM SÜSSWASSER UNERLÄSSLICH (VEREINIGTES KÖNIGREICH)

TÜMPELLANDSCHAFT PROJEKT WATER FRIENDLY FARMING (WFF)



IDENTITÄTSKARTE

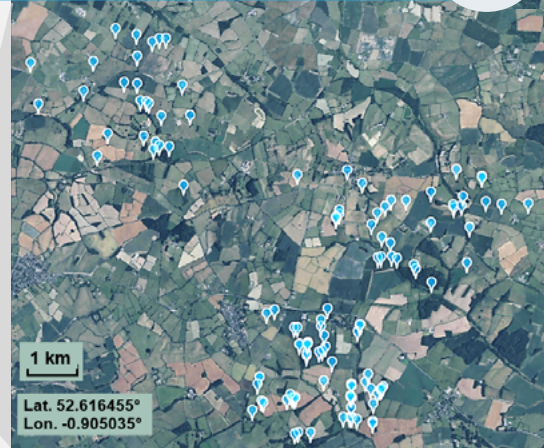
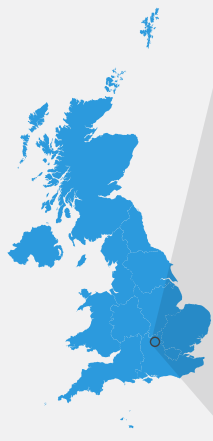
Gebiet der Tümpellandschaft: 30 km²
123 Tümpel (4,6 ha Wasserfläche)

Artenreichtum der Wasserpflanzen: 86

Vorherrschende Bodenbedeckung:
Tümpellandschaft: Landwirtschaft

Umgebung: Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Ozeanisch



Das Projekt Water Friendly Farming (WFF) ist in den englischen Midlands angesiedelt. Es zielt darauf ab, die Wirksamkeit verschiedener Techniken zu untersuchen, die die biologische Vielfalt und die Ökosystemfunktionen in der Landschaft unterstützen könnten.

Die Untersuchungen von **PONDERFUL** haben gezeigt, dass Tümpel für die Erhaltung der Süßwasser-Biodiversität in dieser landwirtschaftlich geprägten Region von entscheidender Bedeutung sind, wenn man sie anhand von Wasserpflanzen beurteilt. In dem 30 km² langen Gebiet zeigten Erhebungen aller Gewässer (Bäche, Flüsse, Gräben, Tümpel), dass fast alle (95 %) der Feuchtgebietspflanzen der Region in Tümpeln zu finden waren, verglichen mit 33 % in Gräben und 40 % in Bächen. Würden alle Tümpel verschwinden, würde mehr als die Hälfte der Feuchtgebietspflanzenarten (56 %) in dem Gebiet verloren gehen. Diese Ergebnisse machen deutlich, wie wichtig es ist, Netze von landwirtschaftlichen Tümpeln zu erhalten, wenn wir die Süßwasser-Biodiversität auf dem Lande bewahren wollen.

Im Rahmen des Projekts "Wasserfreundliche Landwirtschaft" wurden 2013 zwanzig neue Tümpel mit sauberem Wasser angelegt. Diese neuen Tümpel haben sich als außerordentlich wichtig für die regionale Süßwasser-Biodiversität erwiesen. Zehn Jahre nach ihrer Anlage beherbergten die sauberen Tümpel sieben regional seltene Arten, darunter fünf, die in anderen Gewässern nicht vorkommen. Insgesamt haben diese Tümpel den Reichtum an Feuchtgebietspflanzen in ihrem Einzugsgebiet um 16 % erhöht. Der Reichtum an regional seltenen Arten nahm um 83 % zu.

Die entscheidenden Faktoren für die Anlage von Reinwassertümpeln waren:

- Sicherstellung, dass das Land rund um die Tümpel nicht verschmutzt ist: Die besten Tümpel waren von extensivem Weideland oder Wald umgeben.
- Sicherstellen, dass die Tümpel nicht von einem Bach oder einem Abfluss gespeist werden, da diese in der Regel Schadstoffe und Schlamm in die Tümpel bringen

Diese Ergebnisse unterstreichen den großen Wert der Anlage neuer Tümpel mit sauberem Wasser und die Notwendigkeit, praktische Anleitungen zu geben.



© Freshwater Habitats Trust



© Freshwater Habitats Trust

6.2 TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURNAHE LÖSUNGEN ZUR REDUZIERUNG DES HOCHWASSERRISIKOS

ANLAGE EINES TÜMPELS IN EINEM ÖFFENTLICHEN PARK ZUM SCHUTZ VOR REGENWASSER UND ZUR FÖRDERUNG DER BIOLOGISCHEN VIelfALT (DÄNEMARK)

TÜMPELLANDSCHAFT LYSTRUP



IDENTITÄTSKARTE

Bereich Tümpellandschaft: 5 km²
18 Tümpel (2,1 ha Wasserfläche)

Kumuliertes Wasservolumen: 18,600 m³
Die Pufferzonen der Tümpel ermöglichen jedoch die Speicherung eines viel größeren Volumens bei Sturmereignissen

Vorherrschende Bodenbedeckung: Wohngebiete (55 %) und Grünland (40 %)

Bioklimatische Zone: Kontinental



Nachdem mehrere schwere Stürme enorme Schäden verursacht hatten, beschloss die Stadtverwaltung Aarhus, dass Lystrup ein Pilotprojekt für die Umsetzung mehrerer naturbasierter Lösungen (Regenrückhaltebecken, Deiche und Mulden) werden sollte. Ein Demonstrationsprojekt wurde von der Universität Aarhus ins Leben gerufen. Dabei wurden die Anwohner sowohl in die Entwurfs- als auch in die Umsetzungsphase einbezogen und die Klimaanpassung mit der Schaffung von Lebensraum für die biologische Vielfalt kombiniert. Ziel war es auch, die Freizeitnutzung und die Beteiligung der Betroffenen an der Pflege des Gebiets nach dem Bau zu erhöhen.

Das Demonstrationsprojekt, das sich über eine Fläche von etwa sechs Hektar in einem großen Stadtpark mitten in Lystrup (Hovmarksparken) erstreckte, war eine Partnerschaft, an der die örtliche Gemeinde, eine Schule, die Stadtverwaltung (Aarhus City Council), ein Wasserversorgungsunternehmen (Aarhus Vand) und Wissenschaftler (Universität Aarhus) beteiligt waren. In dem zuvor artenarmen Grünland wurden ein großer Rückhaltetümpel, Gräben und ein Deich angelegt. Außerdem wurde eine nichtstaatliche Organisation für Viehzucht gegründet, die das Gebiet bewirtschaftet, Führungen für Wildtiere anbietet und parallel zu den Bauarbeiten ortsspezifische Spielmöglichkeiten entwickelt.

Die Umgestaltung des Parks erforderte auch eine Änderung seiner Bewirtschaftung durch die Integration von Zielen der biologischen Vielfalt: die Umstellung des Mähregimes und die Einführung der Rinderbeweidung.

Der Rückhaltetümpel trägt zur Artenvielfalt bei, insbesondere für Amphibien: Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*) und Teichfrosch (*Rana temporaria*) brüten dort bereits, und auch der geschützte Kammmolch (*Triturus cristatus*) wird diese Lebensräume in Zukunft voraussichtlich nutzen.

Die Wirksamkeit dieser Tümpel als naturnahe Lösung hat sich bei mehreren Unwettern bewährt. Der neue Tümpel und die dazugehörigen Deiche und Mulden haben die Schäden an Eigentum und Infrastruktur verringert.



EINE TÜMPELLANDSCHAFT ZUR EINDÄMMUNG VON ÜBERSCHWEMMUNGEN (TÜRKEI)

GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ-TÜMPELLANDSCHAFT



IDENTITÄTSKARTE

Fläche der Tümpellandschaft: 0.4 km²
30 Tümpel (1,7 ha Wasserfläche)

Bei einem Hochwasserereignis aufgestautes
Wasservolumen: 1 Million m³

Vorherrschende Bodenbedeckung:
- Tümpellandschaft: Feuchtgebiet
- Umgebung: städtisch

Bioklimatische Zone: Zentralanatolisches kalt-trockenes Steppenklima



Die Gölbaşı Düzlüğü-Tümpellandschaft war früher Teil des stromaufwärts gelegenen Eymir-Sees. Sie wurde durch den Bau von Autobahnen und die Absenkung des Wasserspiegels der Seen Mogan und Eymir geschaffen. Dies führte zur Bildung von 30 Tümpeln in einem dichten Schilfgürtel im Feuchtgebiet zwischen den beiden Seen. Das Wasser aus dem stromaufwärts gelegenen Mogan-See fließt durch einen mit Beton ausgekleideten Kanal, durchquert die Gölbaşı Düzlüğü-Tümpellandschaft und gelangt schließlich in den Eymir-See. Die Tümpellandschaft hat eine sehr hohe Wasserspeicherkapazität von ca. 1 Mio. m³. Dieses große Volumen macht die Tümpellandschaft sehr effektiv bei der Verhinderung von Überschwemmungen flussabwärts. Diese Eigenschaft macht sie zu einem hervorragenden Beispiel für grüne Infrastruktur in einem städtischen Gebiet.

Der stromaufwärts gelegene Mogan-See tritt regelmäßig bei starken Regenfällen, insbesondere im Frühjahr, über die Ufer und beschädigt die Umgebung. So verursachten beispielsweise die Überschwemmungen in den Jahren 2011 und 2012 schwere Schäden im Bezirk Gölbaşı und seinen Siedlungen. Der vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft veröffentlichte "Hochwassermanagementplan für das Ankara-Becken" zeigte die Auswirkungen von Hochwasserereignissen auf. Demnach kann der Gölbaşı Düzlüğü schweres Hochwasser (das einmal alle 500 Jahre auftritt) aufnehmen. Ein hydrologisches Modell der Gölbaşı Düzlüğü-Tümpellandschaft wurde erstellt, um die Hochwasserschuttkapazität des Gebiets zu untersuchen. Diese Tümpellandschaft hat das Potenzial, überschüssiges Wasser für einen beträchtlichen Zeitraum zurückzuhalten, was eine natürliche Entwässerung ermöglicht und zum Schutz von Ankara beiträgt.

Da die Tümpel von dichtem Schilf umgeben sind, bieten sie hochwertige Unterschlupf- und Brutplätze für Vögel. Fast alle Arten, die in den Tümpeln der Tümpellandschaft des Mogan-Sees brüten, brüten auch hier.

In den letzten Jahren wurden auch Anstrengungen unternommen, die Tümpellandschaft wiederherzustellen und zu erhalten, indem ihr Potenzial durch ein Volksparkprojekt genutzt wurde. Die Tümpellandschaft hat ein hohes Potenzial zur Verbesserung des Wohlbefindens der Menschen vor Ort.



Abbildung x. Blick auf die Tümpellandschaft und die überschwemmten Gebiete um den Mogan-See (März 2012) © METU & O. Çağrı Bozkurt



6.3 TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS KLÄRUNGSSYSTEME

TÜMPEL ZUR BEHANDLUNG LANDWIRTSCHAFTLICHER ABWÄSSER

TÜMPELLANDSCHAFT BOIS DE JUSSY



IDENTITY CARD

Fläche der Tümpellandschaft: 610 ha
69 Tümpel und 300 kleine Tümpel
(3 ha Wasserfläche)

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Waldgebiet
- Umgebung: Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Kontinental (ozeanischer Einfluss)

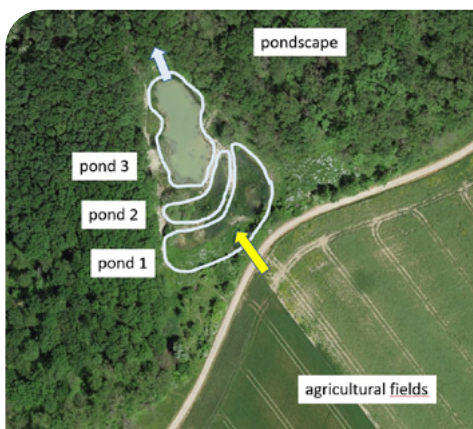
Die NBS befindet sich in dem gelben Kreis.



Der "Bois de Jussy" ist eine Tümpellandschaft, die reich an abwechslungsreichen Gewässern ist (60 Tümpel von 100 m² bis 5000 m² und 300 kleine Tümpel; 1-2 bis 50 Jahre alt), in denen sich die Artenvielfalt erfolgreich entwickelt hat, insbesondere Amphibien, Libellen und die Wasservegetation. Ein Wald, der die Tümpel umgibt, bildet einen wirksamen Pufferbereich. Das Einzugsgebiet umfasst jedoch auch landwirtschaftliche Flächen, was zu einer Verschmutzung durch Nährstoffe und Pestizide führt, die über kleine Gräben in die Tümpellandschaft gelangen.

Um dieses Problem zu lösen und die Zuflüsse zu reinigen, haben die Verantwortlichen vor kurzem drei neue Tümpel als NBS in die Tümpellandschaft eingebaut. Wie in der Abbildung dargestellt, wird das verschmutzte Wasser (gelber Pfeil) von einem ersten gut bepflanzten Tümpel aufgefangen, bevor es in einen zweiten und später in einen dritten Tümpel fließt. Das gereinigte Wasser (blauer Pfeil) fließt dann flussabwärts in die Tümpellandschaft, wo es andere Gewässer speist. Die Überwachung der Wasserqualität und auch der Artenvielfalt hat die Effizienz dieser NBS bewiesen. So brüten dort beispielsweise drei bedrohte Amphibienarten (*Bombina variegata*, *Triturus cristatus* und *Rana dalmatina*) sowie eine reiche Wirbellosengemeinschaft (einschließlich Libellen).

Diese Art der NBS auf lokaler Ebene kann auch in größerem Maßstab effizient umgesetzt werden, auch für die Wasseraufbereitung in kleinen Dörfern. Eine Erfolgsgeschichte gibt es beispielsweise in Irland (Grafschaft Waterford), wo eine Reihe von fünf großen Tümpeln die Abwässer von 500 Einwohnern des Dorfes Dunhill reinigen und gleichzeitig ein Hotspot der biologischen Vielfalt sind.^[15]



Das verschmutzte Wasser (gelber Pfeil) wird von einem ersten gut bewachsenen Tümpel aufgefangen, bevor es in einen zweiten und später in einen dritten Tümpel fließt. Das gereinigte Wasser (blauer Pfeil) fließt dann flussabwärts in Richtung Tümpellandschaft, wo es andere Gewässer speist.



▲ *Cordulia aenea* (Odonata) © Julie Fahy

6.4 TÜMPELLANDSCHAFTEN MIT EINER OPTIMIERTEN KOHLENSTOFFBILANZ

TÜMPEL MIT SAUBEREM WASSER SIND KOHLENSTOFFFREUNDLICH. UK DEMO-SITE: WASSERFREUNDLICHER LANDBAU (WFF).

TÜMPELLANDSCHAFT PROJEKT WATER FRIENDLY FARMING (WFF)



IDENTITY CARD

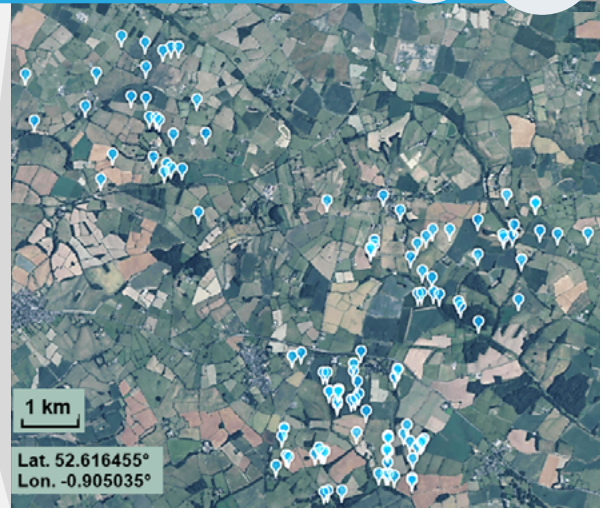
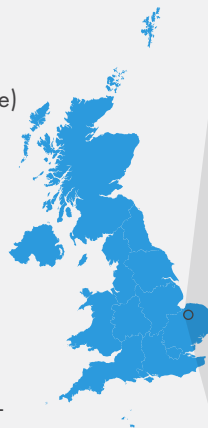
Fläche der Tümpellandschaft: 30 km²
250 Tümpel (4.6 ha aquatische Oberfläche)

Vorherrschende Bodenbedeckung:
Tümpellandschaft: Landwirtschaft
Umgebung: Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Ozeanisch

Wasserqualität

- Gesamt-Stickstoff Mittelwert: 2.3 mgN/L
- Gesamt-Phosphor Mittelwert: 0.12 mgP/L
- Chlorophyll a Mittelwert: 15 µg/L



Unabhängig von der angesprochenen gesellschaftlichen Herausforderung sollte die Minimierung des Kohlenstoff-Fußabdrucks ein Ziel sein, wenn Tümpel oder Tümpellandschaften als NBS eingesetzt werden. Dieses Ziel kann sogar das zentrale Ziel für einige Tümpellandschaften sein. **PONDERFUL**-Forschungsarbeiten mit Messungen in 400 Tümpeln in Europa, der Türkei und Uruguay haben ergeben, dass der Schlüsselfaktor für eine optimale Kohlenstoffbilanz (Gleichgewicht zwischen Sequestrierung und Emissionen) die Wasserqualität der Tümpel ist. Ein Tümpel mit guter Wasserqualität, insbesondere mit einem naturnahen Nährstoffgehalt und gut mit Sauerstoff angereichertem Wasser, emittiert nur geringe Mengen an Methan (CH₄), einem Treibhausgas, das bekanntermaßen eine starke Erwärmung bewirkt. Dieses Gas wird in der Regel in großen Mengen in Tümpeln mit schlechter Wasserqualität produziert, zum Beispiel in stark hypertrophen Tümpeln, die weitgehend anoxisch sind.

Die britische DEMO-Site Water Friendly Farming (WFF) ist ein Erfolgsbeispiel für die Anlage von Tümpeln mit sauberem Wasser. Diese Fallstudie zeigt, dass es selbst in landwirtschaftlich geprägten Gebieten möglich ist, Tümpel von hoher Qualität anzulegen. Die im Rahmen des **PONDERFUL**-Projekts durchgeführten Wasserqualitätsmessungen ergaben relativ niedrige Nährstoffwerte (Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff) und auch niedrige Werte von Chlorophyll a (ein Indikator für die Primärproduktion). Es wird erwartet, dass solche Tümpel besonders klimafreundlich sind und geringe Methanemissionen aufweisen.

Wie in diesem Handbuch dargelegt, sind die entscheidenden Faktoren für die Schaffung von Tümpeln mit sauberem Wasser folgende (i) Sicherstellung, dass das Land um die Tümpel herum nicht verschmutzt ist: die besten Tümpel sind von unverbessertem Weideland oder Wald umgeben (ii) Sicherstellung, dass die Tümpel keinen Bachzu- oder Abfluss haben, da diese normalerweise Schadstoffe und Schlamm in die Tümpel bringen.



▲ Im Rahmen des PONDERFUL-Projekts wurden in 250 Tümpeln intensive Probenahmen von Treibhausgasen durchgeführt. Diese schwimmenden Kammern fangen die Methanblasen auf, die in den anoxischen Sedimenten des Tümpels entstehen. © HES-SO

▼ Einer der neu angelegten Tümpel mit sauberem Wasser. Das Einzugsgebiet ist frei von verschmutztem Wasser und der Abfluss hat einen geringen Nährstoffgehalt. © Freshwater Habitats Trust



6.5 Tümpellandschaften FÜR DIE NAHRUNGSMITTELPRODUKTION

GERINGE INTENSITÄT DER RINDERZUCHT KOEXISTIERT MIT AQUATISCHER BIODIVERSITÄT (URUGUAY)

TÜMPELLANDSCHAFT URUGUAY



IDENTITÄTSKARTE

Uruguay Fläche: 175,000 km²

Anzahl und Dichte der Tümpels:

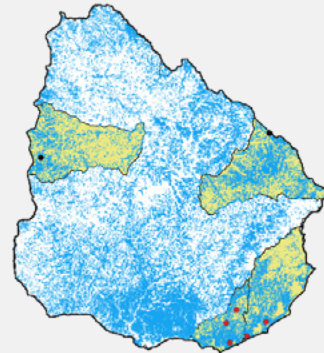
170,000 Tajamares (Tümpel)

Die dichteste Region: Canelones, 4 Tümpel/ha

Vorherrschende Bodenbedeckung in den Tümpellandschaften:

Rinderbeweidung (auf natürlichem Grünland oder Weiden)
und Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: gemäßigtes Grasland,
feuchtes subtropisches Klima.



Karte von Uruguay mit den verschiedenen Departements, in denen Tümpellandschaften untersucht wurden: in rot durch das **PONDERFUL**-Team des CURE, in schwarz durch ein Team des CENUR Litoral Norte.

In Uruguay werden ländliche Tümpel (tajamares) hauptsächlich zum Tränken von Vieh und zur Bewässerung in kleinem Maßstab angelegt. Ihre Zahl hat seit Anfang der 2000er Jahre drastisch zugenommen, was mit der Intensivierung der Landwirtschaft (Ackerbau und Viehzucht) zusammenhängt. Je nach landwirtschaftlicher Produktion befinden sich die Tajamares in Einzugsgebieten mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität (z. B. intensive Rinderhaltung auf gesäten Weiden gegenüber extensiver Rinderhaltung auf natürlichem Grasland).

Die Ergebnisse von **PONDERFUL** und anderer Studien zeigen, dass Tümpel und Tümpellandschaften in Gebieten mit geringer Landnutzungsintensität eine bessere Wasserqualität, ein geringeres Risiko von Cyanobakterienblüten, eine höhere aquatische Artenvielfalt und geringere Treibhausgasemissionen aufweisen. Auf lokaler und landschaftlicher Ebene können Tümpel, die in Gebieten mit geringer Landnutzungsintensität angelegt werden, die negativen Auswirkungen der Intensivierung der Landwirtschaft auf die Wasserqualität und die Artenvielfalt verringern. Die Tümpelbewirtschaftung ist ebenfalls wichtig, da das Vorhandensein einer vielfältigen Ufervegetation die Erosion und den Nährstoffeintrag verringert und gleichzeitig Lebensraum für die einheimische Fauna und Flora bietet. Die Umzäunung der Tümpel, um den direkten Zugang von Vieh zu verhindern, trägt ebenfalls zu einer besseren Wasserqualität und einer höheren Artenvielfalt bei; sie ist besonders für Wasserpflanzen und Amphibien von Vorteil.

Diese Erfolgsgeschichte zeigt, wie die Viehzucht, wenn sie mit geringer Intensität betrieben wird, eine Koexistenz mit der aquatischen Biodiversität ermöglicht. Die Anwendung von Umweltrichtlinien bei der Bewirtschaftung ländlicher Tümpel fördert ebenfalls positive Effekte und erhöht den Nutzen für Mensch, Natur und Vieh.



▲ *Nymphoides humboldtiana* © UDELAR



© UDELAR

6.6 TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURNAHE LÖSUNGEN FÜR TOURISMUS UND GESUNDHEIT

KOEXISTENZ VON NATÜRLICHEN LEBENS-RÄUMEN UND TOURISMUS (SPANIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT VON LA PLETERA



IDENTITÄTSKARTE

Bereich Tümpellandschaft: 0.6 km²
20 Tümpel (33 ha Wasserfläche)

**Anzahl der Besucher der Tümpellandschaft
(Anzahl/Jahr):** 126,000

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Küstensalzwiesen
- Umgebung: touristische Wohnsiedlung, Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Mittelmeer



Die Tümpellandschaft von La Pleta befindet sich an der Costa Brava (Katalonien), einem beliebten Touristenziel, in der Nähe des mediterranen Badeortes L'Estartit. Diese Salzwiese und die 20 dazugehörigen Tümpel wurden 2014 angelegt, als die alte Siedlung durch ein voll funktionsfähiges Salzwiesen-Ökosystem ersetzt wurde. Die Wiederherstellungsmaßnahmen umfassten die Entfernung von gepflasterten Straßen, einer Promenade und Dämmen.

Das Gebiet beherbergt heute 47 Wasserpflanzenarten, 104 Wasservögel und 17 Familien von wirbellosen Tieren. Nur relativ wenige Arten, die an die variablen Temperaturen, den Salzgehalt und die Nährstoffzusammensetzung angepasst sind, sind in der Lage, diese Salzwiesen zu besiedeln. Die Verbreitung dieser Arten ist jedoch aufgrund der Zerstörung und Verstädterung dieser Küstenlebensräume stark eingeschränkt. Mit dem Vorkommen dieser seltenen Arten leisten diese Ökosysteme einen wichtigen Beitrag zur regionalen Vielfalt. Die Schaffung mehrerer neuer Lagunen hat zur Erhaltung des endemischen Iberischen Zahnkarpfens (*Aphanius iberus*) beigetragen. Auch der Seeregenpfeifer (*Charadrius alexandrinus*), ein Vogel, der ein verstecktes Nest auf dem Sand baut, hat von den Restaurierungsmaßnahmen profitiert.

Heute wird das Gebiet von der Verwaltung des Naturparks (Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter) und der Stadtverwaltung von Torroella de Montgrí-L'Estartit verwaltet. Beispiele für die Verwaltung sind: Kontrolle und Anpassung des öffentlichen Zugangs, Instandhaltung der Infrastrukturen (Wege, Aussichtspunkte, Beschilderung usw.), Verwaltung geschützter Arten, Umwelterziehung und andere Aktivitäten zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit. Es gibt Wanderwege am Rande des Gebiets, und die Öffentlichkeit hat Zugang zum Strand, aber nicht zu den Dünen oder den Salzwiesen, um den menschlichen Druck auf diese Naturgebiete zu vermeiden.

An diesem Standort hat sich gezeigt, dass die Erhaltung der biologischen Vielfalt mit hohen Besucherzahlen vereinbar ist. Etwa 100.000 Menschen (Wanderer und Radfahrer) besuchen die Tümpellandschaft jedes Jahr zu Freizeit-, Tourismus- und Naturbeobachtungszwecken und nutzen die umliegenden Wanderwege und Aussichtspunkte.



SICHERE MÜCKENKONTROLLE IN TOURISTISCHEN GEBIETEN (SPANIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT VON LA PLETERA



IDENTITÄTSKARTE

Bereich Tümpellandschaft: 0.6 km²
20 Tümpel (33 ha Wasserfläche)

Anzahl der Besucher der Tümpellandschaft
(Anzahl/Jahr): 126,000

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Küstensalzwiesen
- Umgebung: touristische Wohnsiedlung, Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Mittelmeer



Die Tümpellandschaft von La Pleta ist ein wiederhergestellter natürlicher Lebensraum in einem Gebiet mit hohem Tourismusdruck an der spanischen Mittelmeerküste (Costa Brava). In natürlichen, gut erhaltenen Tümpeln kontrollieren Raubtiere (z. B. Libellen, Wasservanzen, Käfer, Amphibien, Fische) in der Regel die Larvendichte der Stechmücken. Stechmücken gedeihen in künstlichen oder veränderten Lebensräumen ebenso wie in anderen aquatischen Lebensräumen, in denen es kaum Fressfeinde gibt. Sie können in Gebieten, in denen der Tourismus eine der wichtigsten Wirtschaftstätigkeiten ist, gesundheitliche Probleme und wirtschaftliche Einbußen verursachen, wie z. B. an der Küste der Costa Brava, wo sich Salzwiesen (wie La Pleta) in unmittelbarer Nähe von Campingplätzen und Touristenunterkünften befinden.

Es gibt Salzwiesenmücken, die an vorübergehend überflutete Naturgebiete angepasst sind. Die Weibchen legen ihre Eier auf trockenem Sediment ab, wo ein anschließendes Überschwemmungsereignis das Schlüpfen einer einzigen Generation von Larven bewirkt. Das gleichzeitige Auftreten von Millionen von Individuen nach einem plötzlichen Auftauchen der Stechmücken beeinträchtigt die Wirtschaft der an den Salzwiesen gelegenen Fremdenverkehrsgebiete erheblich.

Die aktive Bewirtschaftung von La Pleta hat sich als besonders wirksam erwiesen, um die Zahl der Stechmücken zu begrenzen. Ein Mückenbekämpfungsdienst (Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter) überwacht und kontrolliert das Auftauchen der Mücken, indem er nach dem Auftauchen der Larven ein biologisches Insektizid (*Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)) auf das Wasser aufbringt. Bti ist ein bakterieller Proteinkristall, der sich innerhalb weniger Stunden nach der Anwendung abbaut. Es ist für die meisten in den Salzwiesen vorkommenden Wasserpflanzen unschädlich.

Die Überwachung und Kartierung der Vegetation hat es dem Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter ermöglicht, den Einsatz von Bti gezielt zu steuern (und einen großflächigen Einsatz zu vermeiden). In einem Salzwiesengebiet wirken sich kleine Veränderungen der Topografie stark auf die Verteilung der Vegetation aus, die sich schon bei einem Höhenunterschied von wenigen Zentimetern drastisch verändern kann. Die Höhe des Bodens beeinflusst, wie lange der Boden bei hohem Wasserstand überflutet wird, was wiederum bestimmt, welche Pflanzen dort überleben können. Die enge Beziehung zwischen Überschwemmung, Wasserstand, Mückenschlupf und Vegetation macht die Verwendung von Vegetationskarten für die Mückenbekämpfung sehr effektiv.



▲ Vereinfachte Vegetationskarte von La Pleta mit den Gebieten, in denen es viele Mückenlarven gibt (grüne Farben). © Xavier Quintana

▼ Verbreitung von Bti in gezielten Bereichen der überfluteten Salzwiesen. © Xavier Quintana



6.7 TÜMPELLANDSCHAFTEN FÜR DIE BILDUNG

ENTWICKLUNG EINES TÜMPELS UND EINES WASSERBILDUNGSZENTRUMS INMITTEN EINER GEMEINDE (DEUTSCHLAND)

TÜMPELLANDSCHAFT SCHÖNEICHE

IDENTITÄTSKARTE

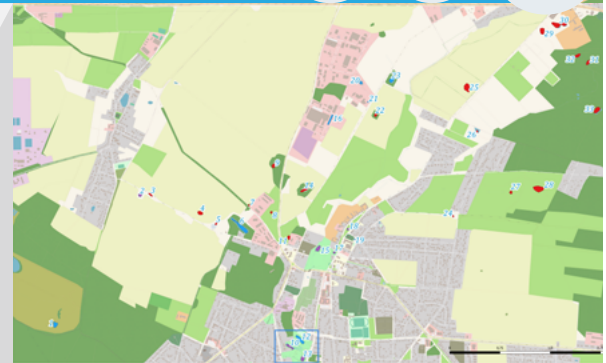
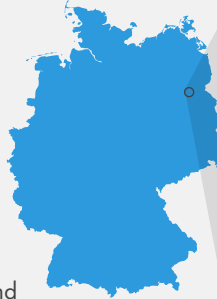
Gebiet der Tümpellandschaft: 16 km²
33 Tümpel (3,2 ha Wasserfläche)

Anzahl der Besucher der Tümpellandschaft (Anzahl/Jahr): 20,000

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Grünland, Weideland
- Umgebung: Landwirtschaft und städtische Umgebung

Bioklimatische Zone: Kontinental



Nr.	Name	Nr.	Name	Nr.	Name	Nr.	Name
1	Lehmkuhle	10	Tiefenbach Kanalsystem	18	Bäckerpfuhl	27	Westlicher Egelpfuhl
2	Giebelpfuhl	11	Senke am Jägergraben	19	Schulisch Storchenschule	28	Ostlicher Egelpfuhl
3	Giebelpfuhl	12	Dübelteich	20	Rehersteich	29	Bussardwehrt
4	Hölle	13	Mühlenteich	21	Gartensteich	30	Dorfbach Vogeldorf
5	Großer Fenn	14	Pieperpfuhl	22	Esperpfuhl	31	Waldsteich 1
6	Wendamer	15	Schönsteich	23	Blockpfuhl	32	Waldsteich 2
7	Pfänderbrinke	16	Regenwasserhalsbecken	24	Stemmpfuhl	33	Krienerpfuhl
8	Koppelpfuhl	17	Pristerpfuhl	25	Baummannpfuhl		
				26	Karawischpfuhl		

Diese peri-urbane Tümpellandschaft befindet sich in der Nähe von Berlin (Deutschland), im Zentrum einer Stadt (Schöneiche) mit etwa 15.000 Einwohnern. Bei den Tümpeln handelt es sich um Feldsölle, die durch die Eiszeit vor 10.000-12.000 Jahren entstanden sind. Etwa 90 % der Tümpellandschaft sind für die Öffentlichkeit zugänglich, so dass die Besucherzahlen hoch sind (17.000 Besucher/Jahr). Die örtliche Nichtregierungsorganisation "Naturschutzaktiv Schöneiche" hat den Kleinen Spreewaldpark als Bildungs- und Inspirationszentrum entwickelt. Wanderwege entlang von Tümpeln und Wasserläufen, eine reiche Tierwelt und Aktivitätsmöglichkeiten (z. B. ein Kinderspielfeld) ziehen die Menschen vor Ort, insbesondere Familien, an.

Auf dem Gelände wurden Informationstafeln aufgestellt, um die Besucher aufzuklären. Der Standort wird auch für Schulbesuche genutzt. Die Nähe zu Wohngebieten ist ein großer Vorteil, denn die Menschen besuchen den Standort regelmäßig, identifizieren sich mit ihm und sind sich der Umweltveränderungen bewusst.

Die Auswirkungen der globalen Erwärmung und der veränderten Landnutzung auf die Wasserverfügbarkeit in dem Gebiet sind an den drastischen jährlichen Schwankungen des Wasserstands im Kleinen Spreewaldpark direkt ablesbar. Achtzehn der 33 Tümpel sind inzwischen dauerhaft trocken. Dies kann die Menschen vor Ort dazu motivieren, Maßnahmen zu ergreifen, um den weiteren Verlust der örtlichen Tümpel zu verhindern.

Diese Art von naturnahen Lösungen werden idealerweise dort umgesetzt, wo natürliche Tümpel in städtischen Gebieten zu finden sind. Die Nähe zu Wohngebieten bedeutet, dass die Menschen vor Ort das Bildungszentrum häufig besuchen und ein tieferes Verständnis für die jährlichen Veränderungen in den Tümpeln und die Bedrohungen, denen sie ausgesetzt sind, entwickeln.



© Paula Mehner



© Paula Mehner



© Paula Mehner

EIN VOLKSPARK-PROJEKT IN DER NÄHE EINES STÄDTISCHEN GEBIETS (TÜRKEI)

TÜMPELLANDSCHAFT GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ



IDENTITÄTSKARTE

Fläche der Tümpellandschaft: 0.4 ha
30 Tümpel (1,8 ha Wasserfläche)

Anzahl der Besucher der Tümpellandschaft
(Anzahl/Jahr): 140,000

Vorherrschende Bodenbedeckung:
- Tümpellandschaft: Naturschutzgebiet
- Umgebung: städtisch

Bioklimatische Zone: Zentralanatolisches kalt-trockenes Steppenklima



Die Tümpellandschaft Gölbaşı Düzluğu besteht aus 30 Tümpeln, die von städtischer Infrastruktur umgeben und durch dichtes Schilf voneinander getrennt sind. Derzeit wird auf einer Fläche von etwa 60 Hektar ein Volkspark-Projekt durchgeführt, das auch die Wiederherstellung der Tümpellandschaft umfasst. Mit diesem Renaturierungsprojekt soll die lokale Artenvielfalt geschützt und gefördert, der Nutzen und das Bewusstsein der Öffentlichkeit für die Region gestärkt werden und es soll als beispielhaftes Modell für grüne Infrastruktur zur Verbesserung der Hochwasserresistenz dienen.

Das Hauptziel des Projekts besteht darin, Schutzmaßnahmen für *Centaurea tchihatcheffii* zu finden, die nach den Kriterien der IUCN als "vom Aussterben bedroht" (CR) gilt. Darüber hinaus zielt das Projekt darauf ab, andere bedrohte oder gefährdete Arten sowie empfindliche Gebiete und potenzielle Bedrohungen für Schutzgebiete zu ermitteln. Im größeren Gebiet des Gölbaşı-Umweltschutzgebiets wurden insgesamt 494 Pflanzenarten identifiziert, darunter drei Amphibienarten, 12 Reptilienarten, 83 Vogelarten und 25 Säugetierarten. Darüber hinaus umfasst das Projekt Aktivitäten wie Schutz- und Überwachungsmaßnahmen in der Region, das Einsammeln fester Abfälle rund um den See und die Tümpel sowie die Aufklärung von Anwohnern und Schulen.

Diese Erfolgsgeschichte zeigt, welches Potenzial Tümpellandschaften haben, um von den Menschen für die Freizeitgestaltung und die Naturerziehung genutzt zu werden und gleichzeitig ihre biologische Vielfalt zu fördern.



© Gölbaşı Düzluğu



▲ *Orthetrum cancellatum* © Charles J. Sharp

▼ *Centaurea tchihatcheffii* © Yanardoner Sevgi



© Gölbaşı Düzluğu

6.8 TÜMPELLANDSCHAFTEN ALS NATURNAHE LÖSUNGEN ZUR UNTERSTÜTZUNG VON IDENTITÄTEN

VORÜBERGEHENDE TÜMPEL, LOKALE IDENTITÄT UND FREIZEITGESTALTUNG (SPANIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT ALBERA

IDENTITÄTSKARTE

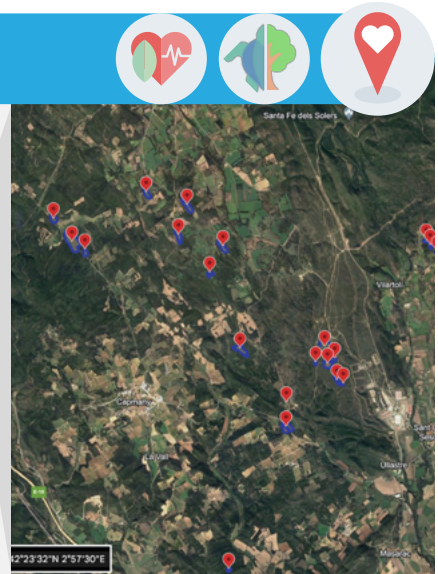
Gebiet der Tümpellandschaft: 25 km²
23 Tümpel (29,8 ha Wasserfläche)

Anzahl der Besucher der Tümpellandschaft
(Anzahl/Jahr): 72,500

Anzahl der am Schutz des kulturellen
Erbes beteiligten Akteure: 8

Vorherrschende Bodenbedeckung:
Mediterrane Macchia

Bioklimatische Zone: Mittelmeer



Diese Gruppe von 241 feuchten Senken und 23 Tümpeln befindet sich am Fuße des Albera-Gebirges. Alle Tümpel an diesem Standort sind sehr flach und temporär, einige mit einer relativ kurzen Wasserstandszeit (von etwa zwei bis neun Monaten). In besonders trockenen Jahren mit geringen Niederschlägen können alle Tümpel völlig trocken bleiben. Einige der Tümpel sind prioritäre Lebensräume im Sinne der Habitat-Richtlinie der EU: "3170 Temporäre mediterrane Tümpel" und "3130 Oligotrophe bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea".

Diese Region ist seit Tausenden von Jahren besiedelt, und die lokale Gemeinschaft von Albera hat eine starke kulturelle Identität, die mit der Landschaft, einschließlich der vielen Tümpel und überfluteten Senken, verbunden ist. In der Region gibt es zahlreiche historische Denkmäler, darunter 24 Menhire und Dolmen (stehende Steine oder Megalithen aus der Zeit zwischen 3.500 und 1.800 v. Chr.), sieben romanische Kirchen (9. bis 12. Jahrhundert) und Hunderte von Kilometern Steinmauern. Für die Bewohner dieser Region sind die Tümpel und ihr römisches und megalithisches Erbe ein wesentlicher Bestandteil ihrer Identität. Es gibt mehrere Organisationen, die dieses Erbe restaurieren, pflegen und Informationen darüber verbreiten (z. B. Empordanès Excursionist Club, Art and Work Group, Jonquerenc Excursionist Club, Cantallops Cultural Action Association).

Einige megalithische Monumente wurden nach Tümpeln benannt (z. B. Menhir Estany I, Dolmen Estany II). Auch eine romanische Kirche (Santa Cristina de Canadal) teilt ihren Namen mit zwei Tümpeln (Canadal petit pond, Canadal Gran pond). Außerdem heißt der beliebteste Wanderweg in der Gegend "Itinerari dels estany" (Weg der Seen/Tümpel), was zeigt, wie wichtig die Tümpel für das kulturelle Erbe der Region Albera sind.



6.9 LANDNUTZUNGSMANAGEMENT IN DER TÜMPELLANDSCHAFT ALS NATURNAHE LÖSUNG ZUR VERBESSERUNG DER LEBENSRAUMQUALITÄT

LANDNUTZUNGSMANAGEMENT IN DER TÜMPELLANDSCHAFT ZUR VERRINGERUNG DER AUSWIRKUNGEN DER LANDWIRTSCHAFT (SPANIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT ALBERA



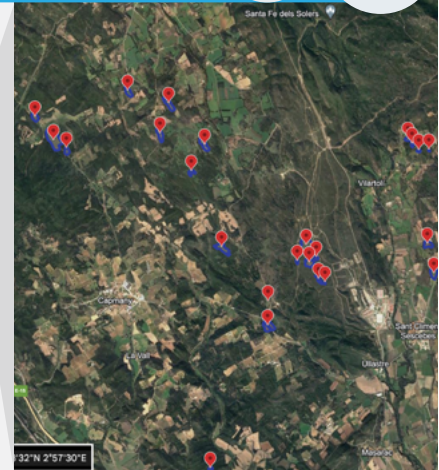
IDENTITÄTSKARTE

Gebiet der Tümpellandschaft: 25 km²
23 Tümpel (29,8 ha Wasserfläche)

Anzahl der Arten in Anhang II+IV der
Habitat-Richtlinie: 9

Vorherrschende Bodenbedeckung:
Mediterrane Macchia

Bioklimatische Zone: Mittelmeer



Die Tümpellandschaft von Albera besteht aus 23 Haupttümpeln und 241 überflutbaren Vertiefungen mit unterschiedlichem Überflutungsgrad, die alle natürlichen Ursprungs sind. Alle Tümpel sind sehr flach und vorübergehend mit einer relativ kurzen Wasserstandszeit (von etwa 2 bis 9 Monaten). Einige dieser Tümpel sind prioritäre Lebensräume der europäischen Habitat-Richtlinie: "3170 Temporäre mediterrane Tümpel" und "3130 Oligotrophe bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea".

Der Erhaltungszustand von Tümpeln wird in der Regel stark von der Landnutzung sowohl der Tümpellandschaft als auch ihres Einzugsgebiets beeinflusst. Ab 2010 schloss das Institut Alt Empordanesa per a la Defensa i Estudi de la Natura (IAEDEN), eine im Umweltbereich tätige NRO, Vereinbarungen mit 29 privaten Landbesitzern in der Tümpellandschaft von Albera, um die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung zu verringern. Dies betraf 14 Hektar der Tümpellandschaft. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wird eine schonende landwirtschaftliche Bewirtschaftung gefördert, und es werden verschiedene Projekte zur Erhaltung der Umwelt entwickelt. So werden beispielsweise Weinberge und Olivenhaine mit "ökologischen Techniken" ohne Herbizide und Insektizide bewirtschaftet, und Grünland wird gemäht, anstatt es als Kuhweide zu nutzen. Ziel der Zusammenarbeit ist es, den natürlichen Kreislauf der Flora zu erhalten und zusätzliche Nährstoffe in den Tümpeln zu vermeiden. Dies ermöglicht eine "tümpelfreundlichere" Landnutzung in mehreren Bereichen der Tümpellandschaft von Albera.



© Lluís Benejam



© Sandra Bruçet

AKTIVES MANAGEMENT EINER TÜMPELLANDSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER BIOLOGISCHEN VIELFALT MIT MEHREREN INTERESSENGRUPPEN (BELGIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT GETTE VALLEI



IDENTITÄTSKARTE

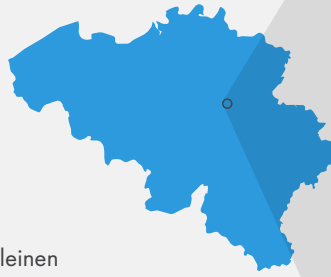
Fläche der Tümpellandschaft: 4.79 km²
41 Tümpel (0,8 ha Wasserfläche)

Artenreichtum der Wasserpflanzen: 59

Vorherrschende Bodenbedeckung:

- Tümpellandschaft: Wälder und kleine Landschaftselemente, darunter Hecken, landwirtschaftliche Parzellen und Grünland
- Umgebung: überwiegend Landwirtschaft mit kleinen Waldstücken

Bioklimatische Zone: Atlantik



Das Gete-Tal ist einer der letzten großen offenen Räume in Flandern. Die Tümpellandschaft wurde weitgehend vor intensiver Landwirtschaft und Verstädterung geschützt. Die Tümpellandschaft der Gete Vallei zeichnet sich durch ihre einzigartige Artenvielfalt aus.

Diese Tümpellandschaft wird seit mehreren Jahrzehnten zum Schutz der biologischen Vielfalt bewirtschaftet, und zwar mit guten Ergebnissen. Die Nichtregierungsorganisation Natuurpunt spielt eine Schlüsselrolle beim Naturschutz in dieser Region. Die derzeitige Bewirtschaftung wird weitgehend von einem Team lokaler Freiwilliger organisiert, das von Fachleuten von Natuurpunt unterstützt wird. Natuurpunt ist Eigentümer von Grundstücken in der Region, die zu ihrem Schutz als Naturschutzgebiete ausgewiesen werden. Diese Reservate werden dann nach einem genehmigten Managementplan verwaltet.

Darüber hinaus arbeitet die NRO mit örtlichen Landwirten und privaten Landbesitzern in der Region zusammen, um Privatland zum Zwecke der Erhaltung der biologischen Vielfalt zu bewirtschaften. Natuurpunt strebt auch eine Vergrößerung des formell geschützten Gebiets an, indem es zusätzliche Flächen erwirbt, die als Naturschutzgebiet ausgewiesen werden sollen.

Die Bewirtschaftung in diesem Gebiet zielt sowohl auf die terrestrische als auch auf die aquatische Artenvielfalt ab und konzentriert sich weitgehend auf die Erhaltung historischer Landschaftselemente wie blumenreiches Grasland, Hecken, landwirtschaftliche Tümpel und naturnahe Waldstücke. In den letzten Jahrzehnten wurden mehr als 20 kleine Tümpel auf dem Land angelegt, um die Verfügbarkeit von aquatischen Lebensräumen und die Vernetzung zu verbessern. Bestehende Tümpel werden regelmäßig durch Ausbaggern und Zurückschneiden der Ufervegetation bewirtschaftet. Die langjährigen Bewirtschaftungsmaßnahmen haben sich als erfolgreich für den Erhalt der biologischen Vielfalt in der Region erwiesen, insbesondere für den langfristigen Erhalt einer großen Population des Kammmolchs (*Triturus cristatus*).



© HES-SO



© Pieter Jan Alles



© Pieter Jan Alles

6.10 EINE TÜMPELLANDSCHAFT UNTER SCHUTZ STELLEN

DIE AUSWEISUNG EINER TÜMPELLANDSCHAFT ALS NATURSCHUTZGEBIET (BELGIEN)

TÜMPELLANDSCHAFT VON TOMMELEN



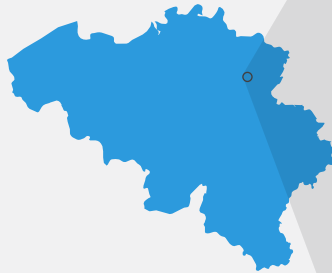
IDENTITÄTSKARTE

Fläche der Tümpellandschaft: 0,18 km²
144 Tümpel (1,3 ha Wasserfläche)

Geschützte Fläche
(z.B. Naturschutzgebiet): 95%

Vorherrschende Bodenbedeckung:
- Tümpellandschaft: extensives Weideland
mit einigen Waldstücken
- Umgebung: städtisch

Bioklimatische Zone: Atlantik



Die Tümpellandschaft von Tommelen entstand unbeabsichtigt durch Bombenangriffe während des Zweiten Weltkriegs. Im Jahr 2006 wurde sie als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Sie ist derzeit im Besitz der Gemeinde Hasselt und wird seit 1996 von der Naturschutzorganisation Natuurpunt (und lokalen Freiwilligen) verwaltet.

Die Ausweisung der Tümpellandschaft als Naturschutzgebiet (ca. 80 % der Fläche stehen derzeit unter Schutz) war ein erster wichtiger Schritt für den wirksamen Schutz der Tümpellandschaft. Dies führte auch zur Erstellung eines Bewirtschaftungsplans, der auf die Erhaltung der biologischen Vielfalt abzielt und den Zugang zu wichtigen Finanzmitteln für die Erhaltung der Tümpellandschaft ermöglicht. Ein Teil des Gebiets ist von der Öffentlichkeit abgeschirmt, um Störungen durch Besucher zu verringern. Im Zuge der Ausweisung wurden auch Wanderwege angelegt, um das Gebiet für die örtliche Bevölkerung besser zugänglich zu machen. Tommelen ist nun eine wichtige Grünfläche in Stadtnähe, die von den Menschen zur Erholung und zur Beobachtung der Tierwelt aufgesucht wird.

Heute beherbergt das Gebiet eine außergewöhnlich reiche Amphibiengemeinschaft, zu der sowohl der Kammolch (*Triturus cristatus*) als auch der Laubfrosch (*Hyla arborea*) gehören.



▲
Hyla arborea © Wim Dirckx



© Filip De Clercq



© Filip De Clercq

6.11 MULTIFUNKTIONALITÄT AUF DER EBENE DER TÜMPELLANDSCHAFT

KOMPLEMENTARITÄT VON TÜMPELTYPEN UND FUNKTIONEN IN EINER TÜMPELLANDSCHAFT (SCHWEIZ)

TÜMPELLANDSCHAFT RHÔNE GENEVOIS



IDENTITÄTSKARTE

Gebiet der Tümpellandschaft: 15 km²
46 Tümpel (13,3 ha Wasserfläche)

Vorherrschende Bodenbedeckung:
Wald und Landwirtschaft

Bioklimatische Zone: Kontinental



Zwischen 1970 und 2018 wurden an diesem Standort 15 große Tümpel (zwischen 5.000 m² und 30.000 m²) sowie viele mittelgroße und kleine Tümpel angelegt. Einige Tümpel wurden angelegt, um natürliche Lebensräume auf zuvor bebautem Land wiederherzustellen, andere, um neue Möglichkeiten für die Freizeitgestaltung wie Schwimmen und Angeln zu schaffen. Sie zeigen, welche vielfältigen Funktionen eine Tümpellandschaft haben kann.

Die Trennung von Naturtümpeln und Freizeittümpeln fördert gleichzeitig den Schutz der biologischen Vielfalt der Tümpel und liefert zahlreiche Beiträge der Natur für den Menschen.

Dabei handelt es sich um eine landschaftsbezogene Lösung, bei der eine ganze Reihe kleinerer naturbezogener Lösungen umgesetzt werden. Dabei handelt es sich um verschiedene Maßnahmen zur Steuerung der Besucherströme sowie um den vollständigen Schutz mehrerer Naturgebiete: Wanderwege, Parkplätze, Grillplätze, Strände, Zäune, Stege zum Angeln und Naturbeobachtungsstellen. Die Ergebnisse für die biologische Vielfalt werden durch die Schaffung neuer Lebensräume für Zielarten (z. B. Kröten, Schwalben) und die Wiederansiedlung bedrohter Arten (z. B. Europäische Sumpfschildkröte) erzielt. Zur Erfolgsmessung werden die Populationen überwacht. Auch die Vogelbeobachtung wird an mehreren Standorten gefördert.

Zu den Faktoren, die zum Erfolg dieser Website beigetragen haben, gehören:

- Gestaltung von Tümpeln für einen bestimmten Zweck, anstatt zu versuchen, multifunktionale Tümpel zu schaffen.
- Umsetzung eines Managementplans und Kontrolle der Besucherströme.
- Förderung der Zusammenarbeit zwischen lokalen Behörden, NROs und privaten Beratungsunternehmen.

Diese Tümpellandschaft ist ein gutes Beispiel für den Einsatz naturnaher Lösungen zur Förderung der biologischen Vielfalt, zur Verbesserung der menschlichen Gesundheit und zur Abschwächung des Klimawandels. Diese Art von naturbasierten Lösungen kann potenziell in lokale Strategien und Maßnahmen aufgenommen werden und würde von finanziellen Zuschüssen profitieren. Je nach der örtlichen Geologie können einige Kosten sogar durch den Verkauf von vor Ort gewonnenen Materialien (z. B. Kies) ausgeglichen werden.



© Beat Oertli



© Adrienne Sordet



7. Weiterführende Literatur und praktische Ressourcen

Arnaboldi, F., Alban, N., 2007. **La gestion des mares forestières de plaine**. Guide technique de l'Office National des Forêts.

Biggs, J., Williams, P., 2024. **Ponds, Pools and Puddles**. HarperCollins. New Naturalist Series Volume: 148. 614pp.

Biggs, J., Williams, P., Withfield, M., Fox, G., Nicolet P., 2000. **Ponds, pools and lochans. Guidance on good practice in the management and creation of small waterbodies in Scotland**. SEPA. 78 pp.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/ponds_pools_lochans_2000.pdf

Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., Oertli, B., Teixeira, J. (2024). **Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturnahe Lösungen: Leitfaden für politische Entscheidungsträger zur Nutzung von Tümpeln und Tümpellandschaften als naturbasierte Lösungen für die Abschwächung und die Anpassung an den Klimawandel**, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR. www.doi.org/10.5281/zenodo.14141497

Boothby, J. (Ed), 1997. **British Pond Landscape. Action for Protection and Enhancement**. Proceedings of the UK Conference of the Pond Life Project, University College Chester.

Boothby, J. (Ed), 1999. **Ponds & Pond Landscapes of Europe**, Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project, Maastricht.

Brönmark, C., Hansson, L.A., 2000. **The Biology of Lakes and Ponds**. New York, Oxford University Press.

Caramujo, M.J., Cunha, C., de Carvalho, C.C.C.R, Luís, C., 2012. **Presos no Charco – Biodiversidade de crustáceos em charcos temporários**. Universidade de Lisboa.

https://www.researchgate.net/publication/308764368_Presos_no_Charco_Biodiversidade_de_crustaceos_em_charcos_temporarios

Davidson, T., Levi, E., Bucak, T., Girard, L., Robin, J., 2024. **Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial**. EU Horizon project **PONDERFUL**

Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Demierre, E., Gallinelli, P., Hornung, J., Sordet, A., Vecsernyés, Z., Oertli, B., 2022. **Guide pratique pour l'optimisation des services écosystémiques des plans d'eau urbains**.

<https://campus.hesge.ch/conforto/?p=258>

Dick, J., Carruthers-Jones, J., Carver, S., Dobel, A.J., & Miller, J.D., 2020. **How are nature-based solutions contributing to priority societal challenges surrounding human well-being in the United Kingdom: a systematic map**. Environmental Evidence, Vol. 9, pp. 1–21.

<https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-020-00208-6>

Dumitru, A., Wendling, L. (Eds), 2021. **Evaluating the impact of nature-based solutions – A handbook for practitioners**. European Commission. Luxembourg.

<https://data.europa.eu/doi/10.2777/244577>

Dumitru, A., Wendling, L. (Eds), 2021. **Evaluating the Impact of Nature-Based Solutions: Appendix of Methods**. European Commission. Luxembourg.

<https://repository.uel.ac.uk/item/896vx>

Engelhardt, W., 1996. **Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unsere Gewässer**. 14 Aufl. Stuttgart: Franckh-Cosmos.

EPCN, 2008. **The Pond Manifesto**.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/12/EPCN-manifesto_english.pdf



Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Development of standards for commercialization and 'best practice' design code.** Amphi International Aps.

Freshwater Habitats Trust, 2011. **Pond Creation Toolkit.**

<https://freshwaterhabitats.org.uk/advice-resources/pond-creation-hub/pond-creation-toolkit/>

Frossard, P.-A., Oertli, B., 2015. **Manuel de gestion. Recommandations pour la gestion des mares urbaines pour favoriser la biodiversité.** Hepia, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland.

https://www.researchgate.net/publication/280935771_Manuel_de_gestion_Recommandations_pour_la_gestion_des_mares_urbaines_pour_favoriser_la_biodiversite

Glandt, D., 2006. **Praktische Kleingewässerkunde.** Laurenti-Verlag, Bielefeld.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 1 – Issues relating to conservation, functioning and management.** Tour du Valat, France.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 2 – Species information sheets.** Tour du Valat, France.

Herteman, M., Norden, M., Vandersarren, G., 2023. **Guide Technique de Restauration et Entretien des Mares des Antilles. Rema Project.**

<https://www.uicn-fr-ressources.fr/rema/guide-technique-rem-2023.pdf>

Hoffman R.L., Tyler T.J., Larson G.L., Adams M.J., Wente W., Galvan S., 2005. **Sampling protocol for monitoring abiotic and biotic characteristics of mountain ponds and lakes: U.S. Geological Survey Techniques and Methods.**

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/USGS_sampling_protocol_2005.pdf

IGB, 2023. **Small standing water bodies as biodiversity hotspots – particularly valuable, but highly endangered. Options for action, protection and restoration.** IGB Dossier, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin.

https://www.igb-berlin.de/sites/default/files/media-files/download-files/IGB_Dossier_Small_standing_water_bodies_2023.pdf

IUCN, 2020. **IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A User-friendly Framework for the Verification, Design and Scaling up of NbS.** IUCN. Gland, Switzerland.

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>

Lefevre, J.C. (Dir.), 2010. **Carrières, biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes.** Buchet-Chastel, Ecologie. 381 pp.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/carrieres_bio_2010.pdf

LIFE Charcos, 2018. **Temporary Ponds: a natural habitat to be protected!**

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/863/anexos/en.pdf>

Macan TT., 1973. **Ponds and Lakes.** Crane, Russak & Company, Inc. New York.

Oertli, B., Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Camponovo, R., Demierre, E., Gallinelli, P., Sordet, A., & Vecsernyés, Z., 2023. **Etangs urbains. Un nouveau guide permet d'optimiser leurs multiples services écosystémiques.** Aqua & Gas, 9, 26-32.

Oertli, B., Frossard, P.-A., 2013. **Les mares et étangs: écologie, conservation, gestion, valorisation.** Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne. 480 pp.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/livre_mares_etangs.pdf

Oertli, B., Sordet, A., Bartrons, M., Beklioglu, M., Benejam, L., Biggs, J., Boissezon, A., Hornung, J., Lago, M., Lemmens, P., Meerhoff, M., Mehner, T., Nicolet, P., Quintana, X., Rasmussen, M., Robin, J., Williams, P., Brucet, S., 2024. **Nature-based Solutions using Ponds and Pondscapes: 16 leaflets** (English and local languages) presenting the **PONDERFUL** Demonstration Sites (DEMO-sites). <https://zenodo.org/records/12160725>



O'Rourke, A., Loughran, F. (Eds.), 2024. **The Irish Pond Manual: A Guide to the Creation and Management of Ponds.** An Taisce. <https://www.antisce.org/Handlers/Download.ashx?IDMF=01f01b3a-a3fd-4a51-822b-8fa991ad75fd>

Pedroso, N.M., Almeida, E., Pinto-Cruz, C. (Eds.), 2018. **Manual de boas práticas para a conservação dos charcos temporários mediterrânicos.** Life Charcos. 28pp.
<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/866/anexos/charcosguiadeboaspraticas2018compressed.pdf>

Pinto-Cruz, C. (Ed.), 2018. **Illustrated guide of the South-West Coast Mediterranean Temporary Ponds.**
<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/865/anexos/guiadaspecieslifecharcosweb.pdf>

Pinto-Cruz C., Silva V., Pedroso N.M. (Ed.), 2012. **Charcos Temporários do Sul de Portugal.** Cátedra Rui Nabeiro Biodiversidade, Universidade de Évora.
https://www.researchgate.net/publication/233809606_Charcos_Temporarios_do_Sul_de_Portugal

PONDERFUL Project. (2023, May 18). **Die Bedeutung von Tümpeln / Exploring the Importance of Ponds [Video].** YouTube. www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxAX75Getj8SGp4yBo0dchud

PONDERFUL Project. (2024, April 29). **Wie können neue Tümpel geschaffen werden? / How to create a new pond? [Video].** YouTube. www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxCdbwlvRtLskyDIollecO9d

Prompt, E., Guillerme, N., 2011. **Les étangs piscicoles, un équilibre dynamique.** ISARA-Lyon et l'Université Lyon, France.

Roth, C., Fuchs, E., Grossenbacher, K., Jungen, H., Klötzli, F., Marrer, H., 1981. **Etangs naturels – Comment les projeter, les aménager, les recréer.** Office fédéral des forêts, Division de la protection de la nature et du paysage, Berne.

Ruiz, E., 2008. **Management of Natura 2000 habitats. 3170 * Mediterranean temporary ponds.** European Commission.
http://votaniki.gr/wp-content/uploads/2018/09/3170_Mediterranean_temporary_ponds.pdf

Sancho, V., Lacombe, I., 2010. **Conservación y Restauración de Puntos de Agua para la Biodiversidad.** Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 168 pp.
https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/manual_charcas.pdf

Sayer, C.D., Biggs, J., Greaves, H.M., Williams, P., 2023. **Guide to the restoration, creation and management of ponds.** University College London, London, UK.
https://norfolkponds.org/wp-content/uploads/2023/10/guide_to_restoration_creation_management_ponds.pdf

Sayer, C., Burningham, H., Alderton, E., Axmacher, J., Robinson, P., Greaves, H. Hind, A., 2023. **Bringing lost ponds back to life: the art of ghost pond resurrection.** Conservation Land Management, 21(1), 25-31.

Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'.** Amphi International Aps.

Trintignac, P., Bouin, N., Kerleo, V., Le Berre, M., 2013. **Guide des bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs dans les Pays de la Loire 2004-2013.**

Williams, P., Biggs, J., Whitfield, M., Thorne, A., Bryant, S., Fox, G., Nicolet, P., 1999. **The Pond Book: a guide to the management and creation of ponds.** Freshwater Habitats Trust, Oxford.

Williams, P., Biggs, J., Crowe, A., Murphy, J., Nicolet, P., Weatherby, A., Dunbar, M., 2010. **Countryside Survey. Pond report 2007.**
https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/CountrysideSurveyPondReport_UK_2007.pdf

WWT, 2022. **Creating Urban Wetlands for Wellbeing. A route map.**
<https://www.wwt.org.uk/uploads/documents/2022-06-08/wwt-creating-urban-wetlands-for-wellbeing.pdf>





8. Hinweis

- [1] European Commission (no date), Nature-based solutions. Accessed 14 May 2024, <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en>
- [2] Biggs, J., Von Fumetti, S. and Kelly-Quinn, M., 2017. The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. *Hydrobiologia* 793, pp.3-39.
- [3] Richardson, D. C., Holgerson, M. A., Farragher, M. J., Hoffman, K. K., King, K. B. S., Alfonso, M. B., Andersen, M. R., Cheruveil, K. S., Coleman, K. A., Farruggia, M. J., Fernandez, R. L., Hondula, K. L., López Moreira Mazacotte, G. A., Paul, K., Peierls, B. L., Rabaey, J. S., Sadro, S., Sánchez, M. L., Smyth, R. L. and Sweetman, J. N., 2022. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific Reports*, 12, 10472.
- [4] Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. and Petersen, T. (Eds.), 2022. *Living Planet Report 2022 - Building a nature-positive society*. WWF, Gland, Switzerland.
- [5] Horton, B.P., Shennan, I., Bradley, S. L., Cahill, N., Kirwan, M., Kopp, R. E. and Shaw, T. A., 2018. Predicting marsh vulnerability to sea-level rise using Holocene relative sea-level data. *Nature Communications*, 9, 1-7.
- [6] de Felipe, M., Aragonés, D. and Díaz-Paniagua, C., 2023. Thirty-four years of Landsat monitoring reveal long-term effects of groundwater abstractions on a World Heritage Site wetland. *Science of the Total Environment*, 880, 163329.
- [7] Eeles, B., 2010. Anthropomorphic rock cut tombs as temporary ponds in the Alt Penedès region of Catalonia, Spain. *European Pond Conservation Network Newsletter*, No. 4, 6-7.
- [8] Aubin, J., Rey-Valette, H., Mathé, S., Wilfart-Monziols, A., Legendre, M., Slembrouck, J., Chia, E., Masson, G., Callier, M., Blancheton, J-P., Tocqueville, A., Caruso, D. and Fontaine, P., 2014. *Guide de mise en oeuvre de l'intensification écologique pour les systèmes aquacoles*. © Diffusion INRA-Rennes, 131 p. ISBN : 978-2-9547969-1-8
- [9] European Commission, 2023. Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation. Accessed 14 May 2024. <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/56804bb8-ddb9-40c8-8370-1648e2262b80_en?filename=ec_diy-manual-adaptation-climate-change-mission.pdf>
- [10] Cunillera-Montcusí, D., Borthagaray, A. I., Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Tornero, I. and Arim, M., 2021. Meta-community resilience against simulated gradients of wildfire: disturbance intensity and species dispersal ability determine landscape recover capacity. *Ecography*, 44, 1022-1034.
- [11] Naselli-Flores, L., Termine, R. and Barone, R., 2016. Phytoplankton colonization patterns. Is species richness depending on distance among freshwaters and on their connectivity? *Hydrobiologia*, 764, 103-113.
- [12] Natural England and RSPB, 2019. *Climate Change Adaptation Manual - Evidence to support nature conservation in a changing climate*, 2nd Edition. Natural England, York, UK.
- [13] Fahy, J. C., Demierre, E. and Oertli, B., 2024. Long-term monitoring of water temperature and macroinvertebrates highlights climate change threat to alpine ponds in protected areas. *Biological Conservation*, 290, 110461.
- [14] 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*, Volume 115, Issue 2.
- [15] Uisce Éireann (no date). Dunhill wetlands. Accessed 14 May 2024. <<https://www.water.ie/help/wastewater/wetlands/dunhill-wetlands/>>



- [16] Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tieges, Z. and Chastin, S., 2021. Mechanisms of impact of blue spaces on human health: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2486.
- [17] Smith, N., Georgiou, M., King, A. C., Tieges, Z., Webb, S. and Chastin, S., 2021. Urban blue spaces and human health: A systematic review and meta-analysis of quantitative studies. *Cities*, 119, 103413.
- [18] CSBI, 2015. A cross-sector guide for implementing the mitigation hierarchy. Prepared by the Biodiversity Consultancy on behalf of IPECA, ICMM and the Equator Principles Association: Cambridge UK.
- [19] Brzeziński, M., Chibowska, P., Zalewski, A., Borowik, T. and Komar, E., 2018. Water vole *Arvicola amphibius* population under the impact of the American mink *Neovison vison*: Are small midfield ponds safe refuges against this invasive predator? *Mammalian Biology*, 93, 182-188.
- [20] Magnus, R. and Rannap, R., 2019. Pond construction for threatened amphibians is an important conservation tool, even in landscapes with extant natural water bodies. *Wetlands Ecology and Management*, 27, 323-341.
- [21] McGoff, E., Dunn, F., Moliner Cachazo, L., Williams, P., Biggs, J., Nicolet, P. and Ewald, N. C., 2017. Finding clean water habitats in urban landscapes: professional researcher vs citizen science approaches. *Science of the Total Environment*, 581-582, 105-116.
- [22] Davidson, T., Levi, E., Bucak, T., Girard, L. and Robin, J., 2024. Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial. University of Vic - Central University of Catalonia, Spain
- [23] Gascón, S., Boix, D. and Sala, J., 2009. Are different biodiversity metrics related to the same factors? A case study from Mediterranean wetlands. *Biological Conservation*, 142, 2602-2612.
- [24] Dumitru, A. and Wendling, L. (Eds.), 2021. Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners. European Commission. Luxembourg.
- [25] Williams, P., Biggs, J., Stoate, C., Szczur, J., Brown, C. and Bonney, S., 2020. Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments. *Biological Conservation*, 244, 108515.
- [26] Tasker, S. J. L., Foggo, A., Scheers, K., van der Loop, J., Giordano, S. and Bilton, D. T., 2024. Nuanced impacts of the invasive aquatic plant *Crassula helmsii* on Northwest European freshwater macroinvertebrate assemblages. *Science of the Total Environment*, 913, 169667.
- [27] European Commission (no date). Invasive alien species. Accessed 14 May 2024. <https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en#implementation>
- [28] European Commission (no date). EASIN - European Alien Species Information Network. Accessed 14 May 2024. <<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>>
- [29] White, K. J., Petrovan, S. O. and Mayes, W. M., 2023. Pollutant accumulation in road mitigation tunnels for amphibians: A multisite comparison on an ignored but important issue. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1133253.
- [30] Poulin, B., Lefebvre, G., Hilaire, S. and Després, L., 2022. Long-term persistence and recycling of *Bacillus thuringiensis israelensis* spores in wetlands sprayed for mosquito control. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243, 114004.
- [31] Sayer, C., Biggs, J., Greaves, H. and Williams, P., 2023. Guide to the restoration, creation and management of ponds. University College London, London, UK.
- [32] Hill, M. J., Wood, P. J., White, J. C., Thornhill, I., Fairchild, W., Williams, P., Nicolet, P. and Biggs, J., 2023. Environmental correlates of aquatic macroinvertebrate diversity in garden ponds: Implications for pond management. *Insect Conservation and Diversity*, 17, 374-385.



- [33] Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'. Amphi International Aps.
- [34] Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Development of standards for commercialization and 'best practice' design code. Amphi International Aps.
- [35] McDonald, H., Seeger, I., Lago, M. and Scholl, L., 2023. Synthesis report on sustainable financing of the establishment of ponds and pondsapes. PONDERFUL Project (EU Horizon 2020 GA no. ID869296), Deliverable 1.4.
- [36] Toxopeus, H., Polzin, F., 2021. Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, 289, 112371.
- [37] Ryfisch, S., Seeger, I., McDonald, H., Lago, M. and Blicharska, M., 2023. Opportunities and limitations for nature-based solutions in EU policies - Assessed with a focus on ponds and pondsapes. *Land Use Policy*, 135, 106957.





