

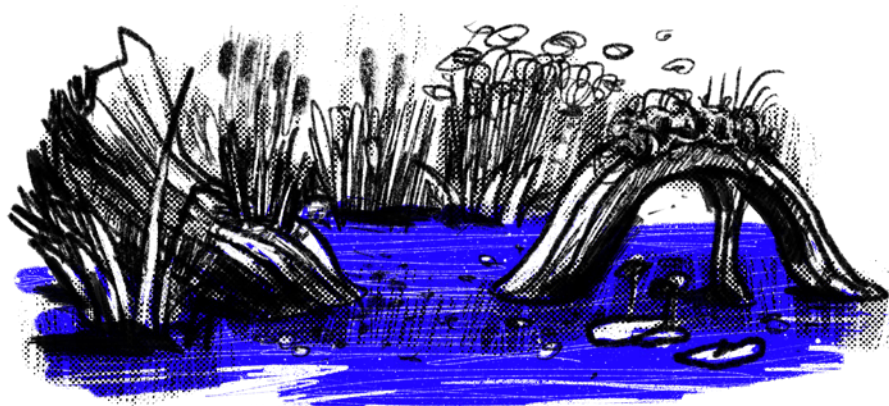
# Gewässer- begleitende Feuchtgebiete

wichtig für die Umwelt





# Feuchtgebiete im Wandel der Zeit

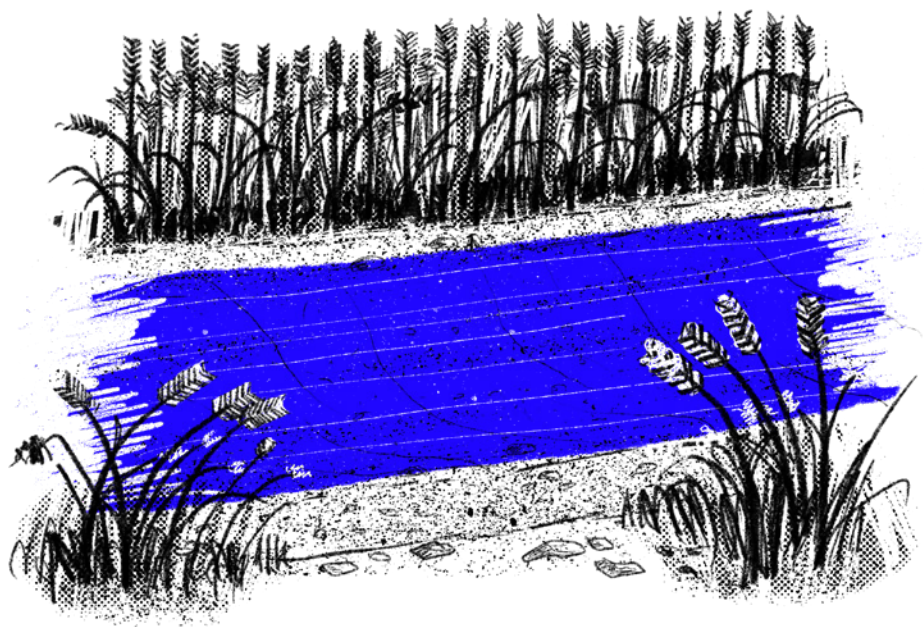


Durch Flussbegradigungen und massive Eingriffe in den Wasserhaushalt der Landschaft kam es zu großflächigen Verlusten von gewässerbegleitenden Feuchtgebieten wie Auen und Mooren. In dieser Broschüre wird gezeigt, wie eine abwechslungsreiche Landschaft in eine eintönige, intensive Landwirtschaft verwandelt wurde, welche Folgen für die Umwelt daraus entstanden sind und wie wichtig es ist, daß flussbegleitende Feuchtgebiete wiederhergestellt werden.

Die Mehrzahl der Menschen verbindet jedoch mit Feuchtgebieten vor allem mit Mooren bzw. dem im Volksmund gebräuchlicheren Ausdruck Sümpfen kaum etwas Gutes. Die Gedanken sind voreingenommen von düsteren Bildern und Vorstellungen — Moorleichen, Irrlichter und Sumpffieber, um nur einige zu nennen. Der schwankende Untergrund, die abgestorbenen Baumskelette, der mit einsetzender Dämmerung langsam aufsteigende Nebel im Zentrum eines „Moorauges“ und die mehr und mehr im bleiernen Zwielicht versinkende Landschaft inszenieren oft ein beklemmendes Schauspiel. Da kann es kaum noch überraschen, dass selbst einer der berühmtesten Dichter und zugleich angesehene Naturforscher feststellt und fordert: „Ein Sumpf zieht am Gebirge hin, verpestet alles schon Errungene, den faulen Pfuhl auch abzuziehn, das Letzte wär' das Höchsterrungne“ aus Goethe, Faust II).

Diese Forderung ist in den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zum Leitbild geworden und wurde leider wortwörtlich genommen. Natürliche Feuchtgebiete sind somit heutzutage nahezu vollständig aus unserer Landschaft verschwunden. Heute, mit zunehmender Sorge über Klimaerwärmung, Wassermangel, Gewässereutrophierung und Artenverlust gibt es eine Umkehr, eine Rückbesinnung auf die landschaftsökologischen Funktionen gewässerbegleitender Feuchtgebiete. Sie werden unter Schutz gestellt und im großen Maßstab wiedervermässt. Die ist jedoch mit einigen Herausforderungen und auch Unsicherheiten verbunden, die im Rahmen des Clearance-Projekts zusammen mit polnischen, niederländischen, dänischen und deutschen Kollegen an einigen Beispielflächen näher untersucht wurden. Einige der Ergebnisse werden im Folgenden detaillierter dargestellt, andere können im Rahmen dieser Broschüre nur oberflächlich angeschnitten werden. Der vorliegende stark verkürzte Text basiert auf einer im Internet veröffentlichten Version einer Publikation des Clearance-Projekts „Guidelines for multifunctional wetland buffer zones“ ([guidelines.clearance-project.com](http://guidelines.clearance-project.com)).

# Das Problem der Über- düngung



Die Nährstoffe gelangen über unterschiedliche Eintragspfade in die Gewässer. Punktuelle Einträge wie direkte Einleitung von ungeklärten Abwässern gehören heute in den meisten Staaten Europas der Vergangenheit an. Technischer Fortschritt und strengere Umweltauflagen haben hier zu einer deutlichen Reduzierung der Schadstoffeinträge beigetragen. Größere Probleme stellen nach wie vor die diffusen Einträge aus intensiv genutztem und oft übergedüngtem landwirtschaftlichem Acker und Grünlandflächen dar. Einerseits muss der steigende Bedarf an Nahrung gedeckt werden, die Landwirtschaft profitiert von höheren Erträgen und ist oft auf eine Maximierung der Erträge angewiesen, andererseits werden aber überschüssige Nährstoffe in das Grundwasser, Seen und Flüsse und schlussendlich in die Meere ausgewaschen mit zum Teil erheblichen negativen Folgen für die Umwelt und letztendlich auch für den Menschen. Hier befinden wir uns in einem Spannungsfeld zwischen ökonomischen und ökologischen Interessen, die gelöst werden müssen.

# Nährstoffe, Pflanzen und Landwirtschaft

Die Landwirtschaft stellt heutzutage die bedeutendste Quelle für die Stoffbelastung der Gewässer in Europa dar. Es sind im Wesentlichen Phosphor und Stickstoff als Hauptbestandteile im Dünger, die zu einem Großteil der Probleme beitragen. Stickstoff und Phosphor sind essentielle Nährstoffe für Pflanzen aber auch für alle anderen Organismen. Zu den Nährstoffen gehören auch Sauerstoff, Kohlenstoff oder Wasserstoff, diese sind jedoch meist im Überschuss vorhanden und limitieren somit nicht das Pflanzenwachstum. Ganz anders verhält es sich hier mit Stickstoff und Phosphor. In der Regel limitiert einer von beiden Nährstoffen oder auch beide zusammen (Co-Limitation) das Pflanzenwachstum während

der Vegetationsperiode. Wie unter natürlichen Bedingungen sind Stickstoff und Phosphor auch auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen limitierende Wachstumsfaktoren. Durch Mahd- und Weidenutzung oder Ernte der Feldfrüchte kommt es zu einem Stoffentzug im Oberboden der durch Düngung ausgeglichen werden muss. Phosphor tritt in vielfältiger Form auf, mehr als 200 Minerale sind bekannt — unter ihnen Apatit, Strengit oder Vivianit. Unter natürlichen Bedingungen wird Phosphor beim Abbau organischer Substanzen oder bei der Verwitterung von Mineralien freigesetzt.

Molekularer Stickstoff in der gasförmigen Form stellt zu 78% den wichtigsten Anteil in der Atmosphäre dar. Die Mehrzahl der Pflanzen ist nicht in der Lage den Stickstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen, eine Ausnahme bilden jene Arten, die in Symbiose mit Stickstoff-fixierenden Wurzelbakterien leben. Die bekannteste Pflanzenfamilie ist hierbei der Leguminosen bzw. Hülsenfrüchtler von denen ein Großteil der Artenvertreter weitgehend unabhängig von den Stickstoffvorräten im Boden sind. Die meisten anderen Nutzpflanzenarten sind jedoch auf den Stickstoff im Boden angewiesen, den sie meist in Form von Nitrat und zu einem weit geringeren Anteil als Nitrit und/oder Ammonium aufnehmen. Wie beim Phosphat, versorgt der Abbau organischen Materials die Pflanzen mit Stickstoff. Ein kleinerer Teil trägt auch in gelöster oder partikulärer Form über Niederschläge zur Ernährung der Pflanzen bei. Für gewöhnlich liegt der verfügbare Anteil deutlich unterhalb der Menge, die eine hohe Primärproduktion zulässt, so dass die Düngung der Nutzflächen mit Phosphor und Stickstoff sowie weiterer Elemente zu deutlichen Ertragssteigerungen führt.

In der Tat fallen die Erträge umso höher aus, je mehr gedüngt wird. Ab einem bestimmten Punkt kommt es jedoch zu keiner weiteren Ertragssteigerung, da andere Faktoren dann das Wachstum limitieren. Überschüssige bzw. nicht genutzte Nährstoffe werden oberflächlich ausgewaschen oder gelangen über das Grundwasser und über Oberflächengewässer

schlussendlich ins Meer. Je größer die Spanne zwischen Pflanzenbedarf und Düngung, desto größer ist auch das Risiko einer erhöhten Auswaschung, wengleich die Witterungsbedingungen am Ende darüber entscheiden, ob bzw. in welchem Umfang solche Nährstoffverluste auftreten. Die Folgen erhöhter Nährstoffeinträge in die Gewässer werden im nächsten Kapitel erläutert.

# Nährstoffüberschuss in Oberflächengewässern — warum ist Eutrophierung ein Problem

In aquatischen Ökosystemen konkurrieren höhere Pflanzen mit verschiedenen Algenformen um Nährstoffe und Licht. Dazu gehören einzellige Vertreter des Planktons oder auch pflanzenartige mehrzellige Organismen. Wie auch auf dem Lande hängt die Biomasseproduktion der Wasserpflanzen und der Algen primär vom Angebot der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor ab. Eine besondere Organismengruppe sind in diesem Kontext die Cyanobakterien, ursprünglich den Algen zugeordnet und heute auch noch oft als Blaualgen bezeichnet. Einige von ihnen haben wie die Wurzelbakterien der Leguminosen die Fähigkeit, atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen, der im Wasser gelöst ist. Das verschafft ihnen einen besonderen Konkurrenzvorteil, auf den im Zusammenhang mit der Eutrophierung noch tiefer eingegangen werden soll.

Neben dem Abbau von abgestorbenen Gewässerorganismen und der atmosphärischen Stickstofffixierung der Cyanobakterien sind die Nährstoffeinträge über das Land eine wichtige Nahrungsquelle für Algen und Wasserpflanzen. Die externen



Einträge werden nur dann ausbleiben bzw. vernachlässigbar, wenn punktuelle Quellen durch technische Lösungen eliminiert werden und eine starke Einschränkung der auf der Düngepraxis basierenden diffusen Quellen im landwirtschaftlichen Einzugsgebiet erfolgt. Der Effekt solcher Maßnahmen kann sich aber über Jahre oder sogar Jahrzehnte verzögern, bis dann das interne Recycling von Nährstoffen wieder zur wichtigsten Nährstoffquelle wird. Ein solches Szenario ist in größeren Teilen Europas eher unwahrscheinlich, da in einigen Ländern wie Polen und Deutschland der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Einzugsgebieten bei etwa 50% und in Dänemark sogar über 60% liegt.

In Flüssen sorgt der erhöhte Eintrag von Nährstoffen dafür, dass Pflanzenarten, die typischerweise unter Klarwasserbedingungen vorkommen, von schnellwüchsigen nährstoffliebenden Arten verdrängt werden. Einige von Ihnen, darunter die Wasserpest (*Elodea canadensis*), gehören zu den invasiven Arten, die die einheimischen Pflanzen verdrängen. Langsam wachsende Arten werden von Fadenalgen überzogen, welche die Photosynthese der Pflanzen stark einschränken. Das Wachstum von invasiven Arten und Algen verursacht schlussendlich einen Rückgang der Artenvielfalt sowohl bei Pflanzen und Tieren, einschließlich der Fische. In den meisten Fließgewässern tritt jedoch gewöhnlich keine Massenentwicklung von Algen und Sauerstoffmangel wie in stehenden Gewässern auf, es sei denn es kommt zu saisonal bedingten starken Rückgängen der Abflüsse. Spätestens jedoch, wenn Standgewässer oder der Küstenbereich erreicht werden, kann es zu einem Massenaufkommen von Algen infolge der Nährstoffüberschüsse kommen.

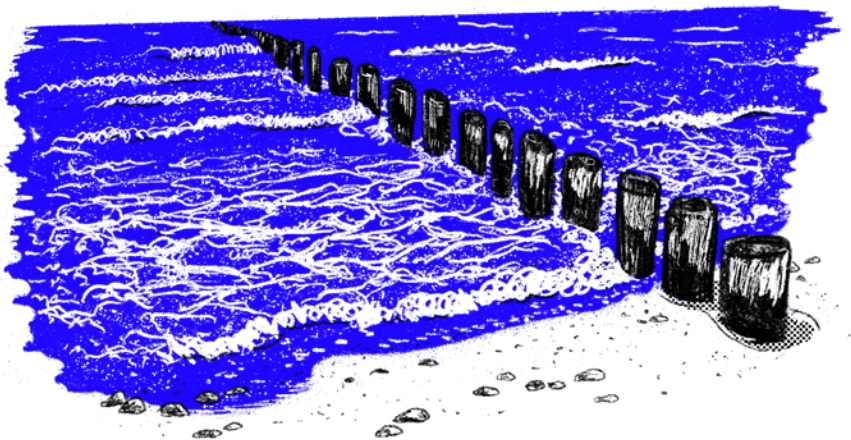
Flachwasserbereiche von Seen oder Küstengewässern sind unter natürlichen Bedingungen mit Unterwasserpflanzen besiedelt oder auch mit am Grund lebenden benthischen Algen, die die verfügbaren Nährstoffe mehr oder weniger vollständig aufbrauchen. Am Tag produzieren sie Sauerstoff über die Photosynthese, der von tierischen Wasserorganismen genutzt

wird. Bei anhaltend hohen bzw. steigenden Nährstoffbedingungen kommt es zur Massenentwicklung von Algen oder auch Cyanobakterien, die insbesondere beim Auftreten von Schwimmatten den Unterwasserpflanzen das Licht rauben. Ab einem bestimmten Punkt stirbt die Unterwasserwelt der Pflanzen und gleichzeitig verschwinden die hier lebenden bzw. an diese Bedingungen angepassten Fische und andere tierische Organismen. Im weiteren Verlauf der Massenvermehrung von Algen bilden sich Schlammschichten aus abgestorbenem organischen Material, die zu stark sauerstoffzehrenden Bedingungen beitragen. Gleichzeitig wird verstärkt Methan gebildet und es kann sich Schwefelwasserstoff anreichern, der für die meisten Wasserorganismen toxisch wirkt. Eine der Folgen sind Fischsterben und im Extremfall etablieren sich sogenannte lebensfeindliche „Totzonen“. Cyanobakterien bzw. „Blualgen“ bilden dominierende Bestände, die zusätzlich durch höhere Temperaturen gefördert werden. Die Produktion von Toxinen, die ins Wasser abgegeben werden, führt mittlerweile in vielen Seen zu Badeverboten, wovon mittlerweile auch verstärkt die Küstengewässer der Ostsee betroffen sind.

## **Starke Zunahme von „Totzonen“ in der Ostsee**

Die Ostsee ist umgeben von dicht besiedelten Agrarstaaten. Jedes Jahr gelangen mehr als 580.000 Tonnen Stickstoff und 29.000 Tonnen Phosphor über Fließgewässer in die Ostsee (HELCOM 2018). Es wurde berechnet, dass davon etwa 46% des Stickstoffs und 36% des Phosphors aus landwirtschaftlichen Quellen stammen, der übrige Teil stammt aus natürlichen und punktuellen Einträgen aus Industrie und kommunalen Abwässern. Forschungsergebnisse zeigen, dass 97% der Ostsee von Eutrophierung betroffen sind und 12% der höchsten Eutrophierungsstufe zuzuordnen sind. Die sauerstofffreien

Zonen, die aufgrund von stabilen Schichtungsverhältnissen auch natürlicherweise auftreten, haben sich seit dem 19. Jahrhundert von etwa 5.000 auf 60.000 km<sup>2</sup> mehr als verzehnfacht. Die stärkste Zunahme erfolgte in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Aufgrund der mittlerweile extremen Ausbreitung wurde die Ostsee jüngst sogar als die in der Welt größte vorkommende Totzone bezeichnet (Jokinen et al. 2018). Der durch den Sauerstoffschwund verursachte Rückgang tierischer Lebewesen in der Ostsee wird auf etwa 30% geschätzt, was in etwa 3 Mio. t tierischer Biomasse entspricht. Erhöhte Wassertemperaturen in den letzten 30 Jahren haben zusätzlich zum Sauerstoffschwund in der Ostsee beigetragen. Es kann keinen Zweifel daran geben, dass sich ohne die Implementierung von Gegenmaßnahmen, die Situation weiterhin verschärfen wird. Einige Lösungsvorschläge werden im Folgenden näher beschrieben.



# Feuchtgebiete: fantastisch und unheimlich zugleich



Feuchtgebiete, darunter Moore, bilden einen Übergang zwischen Land und Wasser und werden deswegen auch als Grenz- oder Übergangszonen bezeichnet. Zu ihren bedeutenden Funktionen zählt der Rückhalt von Nährstoffen aber auch die regulierende Wirkung im Wasserhaushalt. Man kann sie somit durchaus als „Nieren in der Landschaft“ bezeichnen. Ihre Wirkung ist aber noch weitaus vielfältiger, sie sind nicht nur wichtige Lebensräume für eine Vielzahl von selten gewordenen Pflanzen- und Tierarten, sie wirken auch auf das lokale Klima, haben aber auch für das globale Klima bzw. Klimaschwankungen eine wichtige Ausgleichsfunktion. Schlussendlich werden auch ihr ästhetischer Wert und die Möglichkeit als Naherholungsziel geschätzt. Man kann sie also als multifunktionelle Ökosysteme bezeichnen, um die sich aber gleichzeitig eine Vielzahl von Mythen, Aberglauben und unheimliche Geschichten ranken. All ihre wichtigen ökologischen Funktionen sind immer mehr kurzfristigen ökonomischen Interessen gewichen. Es lassen sich aber auch Wege finden, um ökologische und ökonomische Interessen zu verbinden.

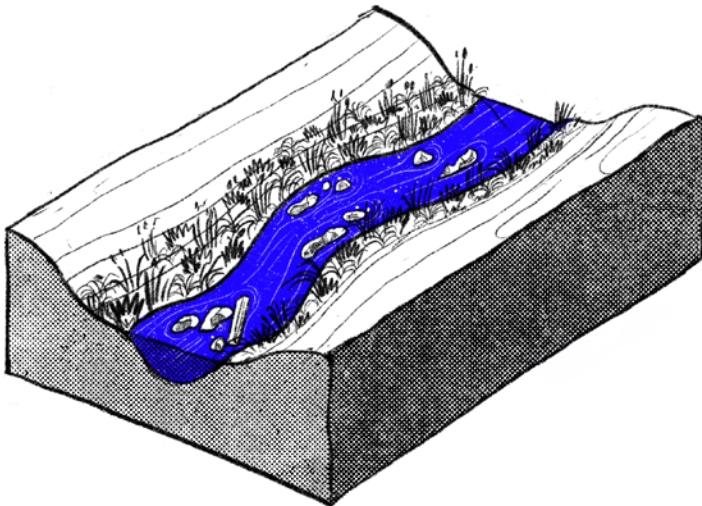
In den letzten Jahrzehnten wurden vielfach Anstrengungen unternommen bzw. wurden Restaurierungsprogramme für Feuchtgebiete entwickelt, die den zu hohen Nährstoffeinträgen in die Gewässer entgegenwirken sollen.

## Feuchtgebietstypen

Die Ausdehnung von Feuchtgebieten als Übergangszonen zwischen Land und Wasser variiert natürlicherweise sehr stark, von wenigen Metern bis zu mehreren 100 m. Bereits wenige Meter reichen aus, dass ein merklicher Effekt auf den Nährstoffrückhalt eintritt, für eine größere Artenvielfalt bei den Pflanzen sind bereits etwa 10-mal breitere Randzonen erforderlich. Um eine hohe faunistische Artenvielfalt beispielsweise bei Vögeln zu ermöglichen, sind sogar mehr als 100 m notwendig (Lind et al., 2019). Feuchtgebiete erscheinen in vielfältiger Ausprägung, ihre Funktion ist nicht nur von ihrer Größe sondern insbesondere von den hydrologischen Bedingungen abhängig. Diese wiederum beeinflussen die Beschaffenheit der Böden und auch die vorherrschenden Pflanzengemeinschaften. Entsprechend der unterschiedlichen Eigenschaften und auch in Abhängigkeit von Eingriffen zur Gewässerregulierung können verschiedene Feuchtgebietstypen unterschieden werden, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

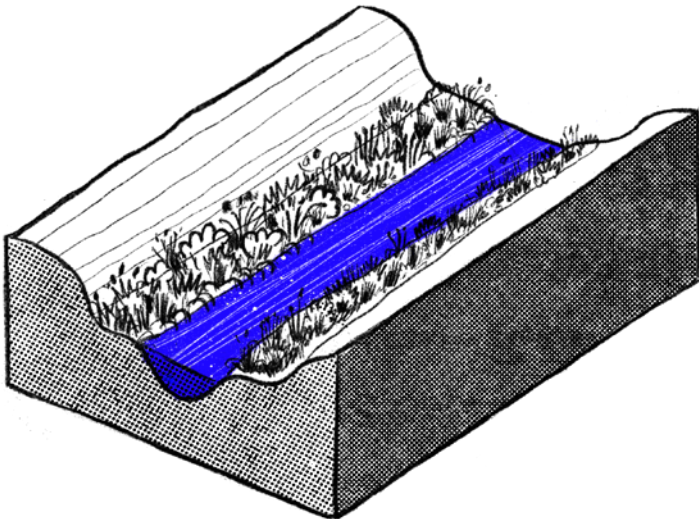
# 01 Gewässerrandzone

ein schmaler Randstreifen bzw. die Uferzone eines Fließgewässers, welche bei höheren Abflüssen überflutet ist, ansonsten aber überwiegend trocken bleibt. In kanalisiertem Gewässerabschnitten ist dieser Bereich oft durch Faschinen oder Steinschüttungen verbaut.



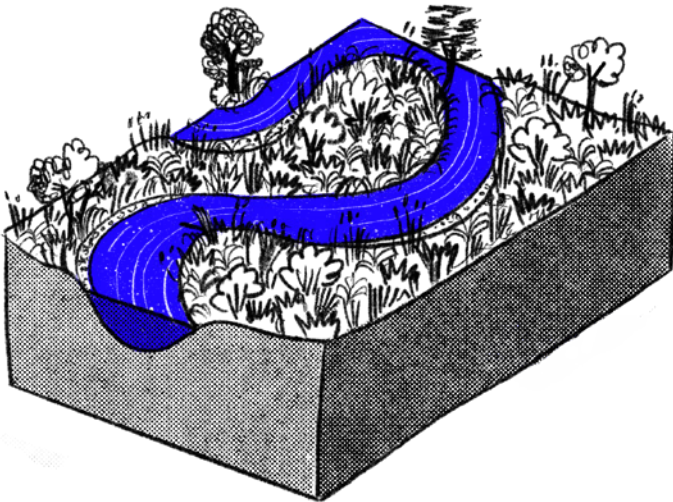
## 02 2-stufige Fließabschnitte

bei steigenden Wasserständen wird das terrassen-  
artig künstlich angelegte erweiterte Flussbett als  
Fließgerinne genutzt, ohne dass angrenzende Land-  
flächen großflächig überschwemmt werden.



## 03 Mäandrierende Fließabschnitte

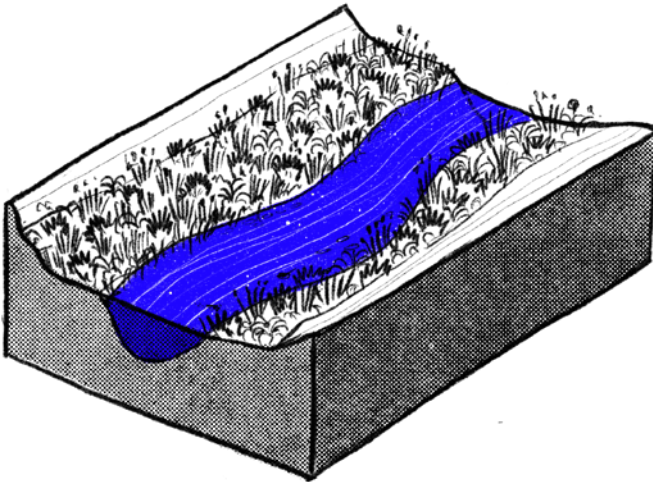
ein natürlicher sich schlängelnder Flussabschnitt mit Feuchtgebiets-Randzonen stromabwärts gelegen bzw. bei nicht kanalisierten oder restaurierten Flussabschnitten höherer Ordnung.





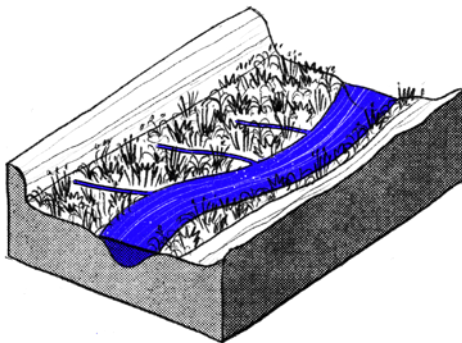
## 04 Naturnahes Niedermoor

durch Grundwasserüberschuss wird eine weitgehend dauerhafte Wassersättigung des Bodens gewährleistet, die eine Voraussetzung für die Bildung von Torf darstellt. Zu den torfbildenden Pflanzenteilen gehören die Wurzeln von Pflanzen der Röhrichtgesellschaften, insbesondere Schilf aber auch Grob- und Feinseggen und holzige Pflanzen wie Sträucher und Bäume.



# 05 Wiedervernässtes Niedermoor

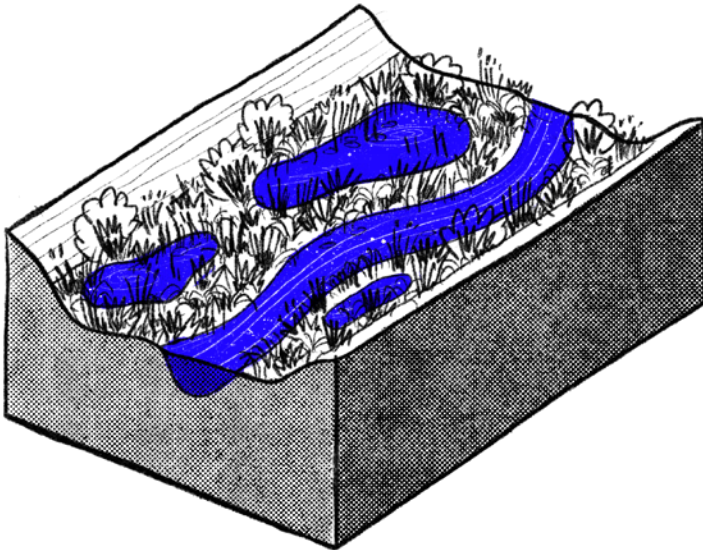
durch Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung über Jahrzehnte sind die Torfe über mehrere Dezimeter oft stark zersetzt, vererdet bis vermullt. Nach einer Vernässung können sich Flachseen bilden, da die Mooroberfläche bis zu mehreren Metern abgesackt, und die Wasserleitfähigkeit der Torfe stark herabgesetzt ist. In solchen wiedervernässten Standorten kann es zu einer hohen Freisetzung von Phosphor<sup>1</sup> aber auch von dem klimarelevanten Treibhausgas Methan kommen. Die Wiederbesiedlung mit torfbildenden Pflanzen kann sich über Jahre und Jahrzehnte verzögern.



1 — Das Risiko erhöhter Phosphorausträge lässt sich bereits vor einer Wiedervernässung durch die Bestimmung der Eisen- und Phosphorgehalte ermitteln. Liegen die molaren Eisen / Phosphorverhältnisse oberhalb von 10, kann ein erhöhter Phosphoraustrag in die angrenzenden Gewässer ausgeschlossen werden. Dennoch erfolgt intern im Moorboden eine hohe Phosphorrücklösung. Der Abtrag des degradierten Oberbodens vor der Vernässung ist eine Möglichkeit, in kurzer Zeit nährstoffarme Verhältnisse zu etablieren. Eine andere Möglichkeit der hohen Stofffreisetzung entgegenzuwirken ist die Ernte und der Austrag der pflanzlichen Biomasse. Es kann aber durchaus Jahrzehnte dauern, bis die Phosphorüberschüsse im Boden verschwunden sind.

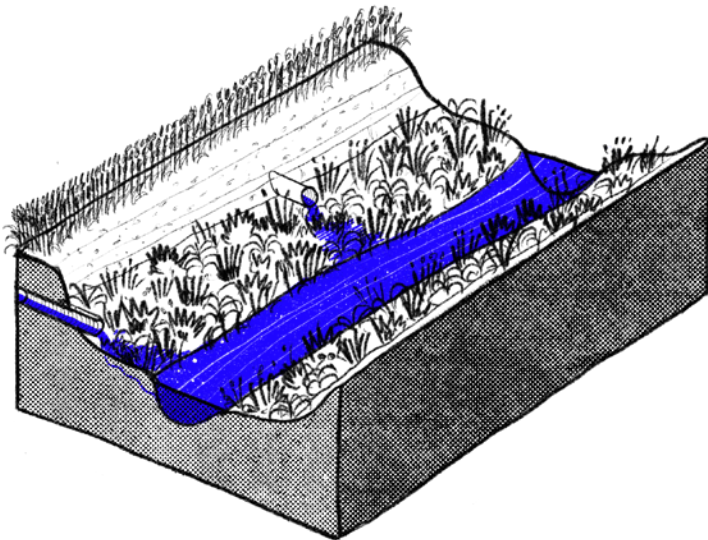
## 06 Flussauen

sind durch eine hohe Dynamik gekennzeichnete Feuchtgebiete, die anders als Niedermoore starke saisonale Wasserstandsschwankungen aufweisen. Bei Hochwasser kommt es zu Sand- und Schlickeinschwemmungen in die Aue. Entsprechend hoch fällt der Rückhalt von partikulären Phosphor- und Stickstoffverbindungen aus. Die Böden sind entsprechend fruchtbar und begünstigen eine hohe Primärproduktion.

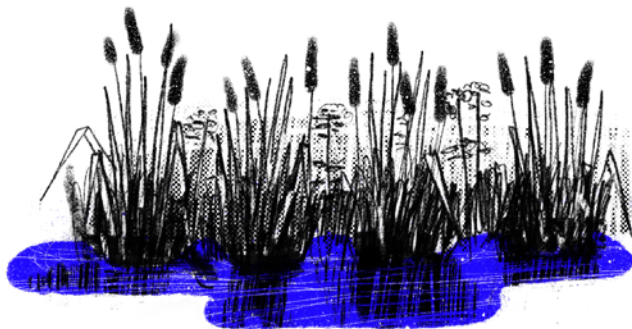


## 07 Dränwassergespeiste Feuchtgebiete

bei ausreichendem Gefälle des Geländes kann zur Vernässung von Gewässerrandzonen Wasser aus unterirdischen Dränsystemen genutzt werden. Diese Form der Vernässung kommt auch in natürlichen Systemen vor, findet aber vor allem bei künstlichen Feuchtgebieten Anwendung. Dazu zählen neuere Technologien wie „Integrierte Pufferzonen“ oder „wassergesättigte Pufferzonen“ (Hoffmann et al., 2020). Dränrohre werden am Feldrand unterbrochen und das Dränwasser in Fanggräben geleitet, von wo es dann im Boden versickert oder das Dränwasser wird über einen Verteilerschacht und ein Verteilerrohr direkt ins Erdreich geleitet. Auf diese Weise werden zum einen günstige Bedingungen für den Nitratabbau geschaffen, gleichzeitig wird Phosphor bei ausreichend hoher Bindekapazität im Boden festgehalten.



# Aspekte der Wieder- herstellung von Feucht- gebieten als Pufferzonen



Der Aufwand, um Feuchtgebiete als Pufferzonen wieder herzustellen, hängt hauptsächlich von den geomorphologischen Bedingungen ab, sowie vom aktuellen Zustand der Flüsse und der flussbegleitenden Landschaft, und inwieweit Sie Ihre natürlichen Funktionen verloren haben.

**Weitere Informationen finden Sie online  
unter [guidelines.clearance-project.com](http://guidelines.clearance-project.com).**

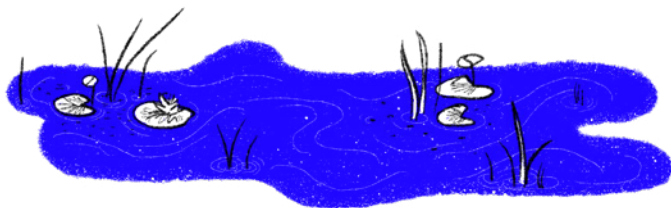
# Feuchtgebiete als Nährstoff- senken – wie funktioniert das?

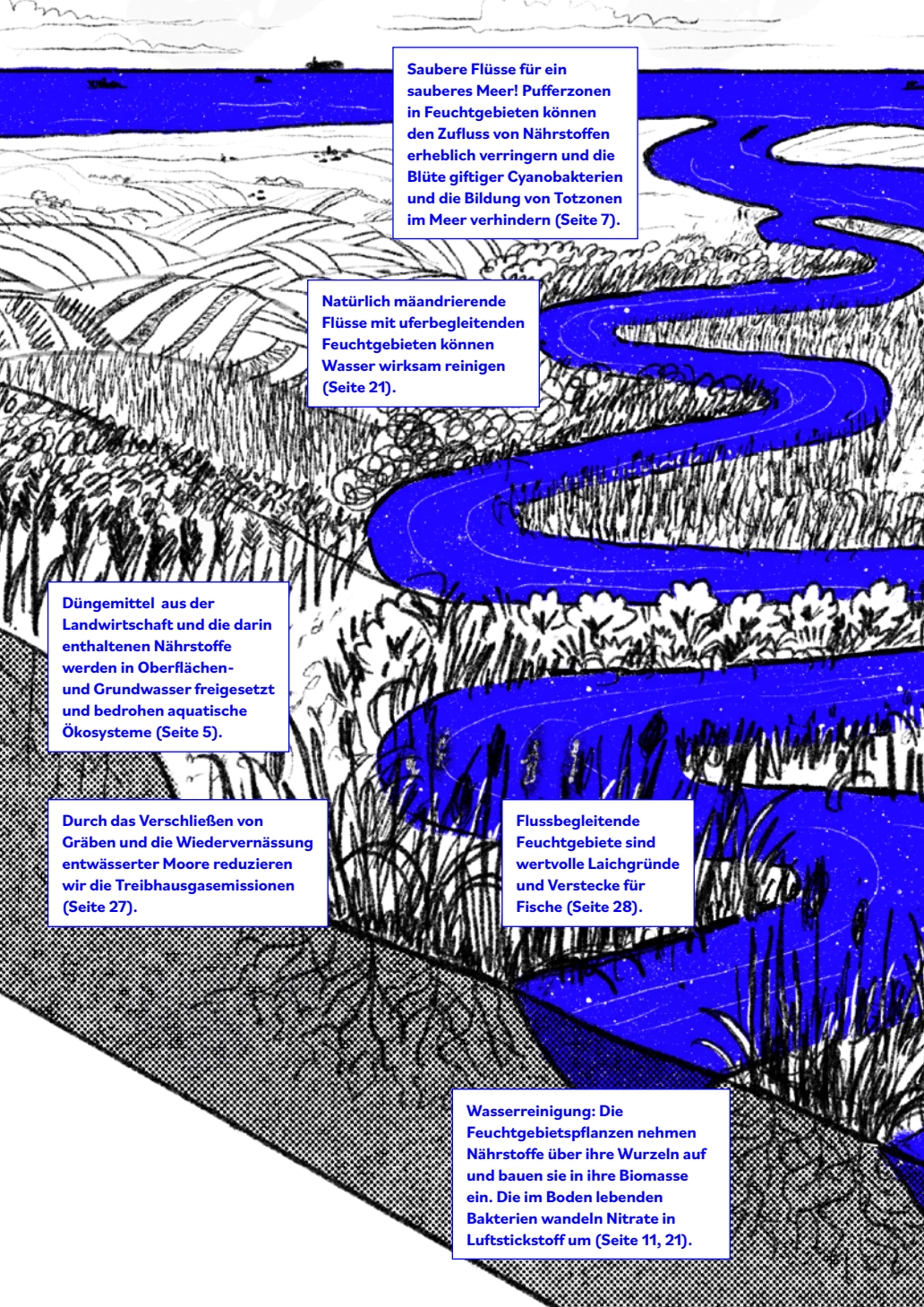


Flußbegleitende Feuchtgebiete halten Nährstoffe zurück und entfernen diese aus dem Oberflächenwasser oder dem Grundwasser, das dem Feuchtgebiet zuströmt. Dabei können in Feuchtgebiets-Pufferzonen Nährstoffe durch chemische und biologische Prozesse aus dem Wasser entfernt werden. Außerdem können Sie aktiv Nährstoffe zurückhalten. Dieser Vorgang wird Retention bzw. Aufnahme genannt. Dabei werden die im Wasser gelösten Nährstoffe im Boden und auch in Feuchtgebietspflanzen eingelagert.

**Weitere Informationen finden Sie online  
unter [guidelines.clearance-project.com](https://guidelines.clearance-project.com).**

# Regulatoren des Wasser- haushalts – - Dürren und Fluten begegnen





Saubere Flüsse für ein sauberes Meer! Pufferzonen in Feuchtgebieten können den Zufluss von Nährstoffen erheblich verringern und die Blüte giftiger Cyanobakterien und die Bildung von Totzonen im Meer verhindern (Seite 7).

Natürlich mäandrierende Flüsse mit uferbegleitenden Feuchtgebieten können Wasser wirksam reinigen (Seite 21).

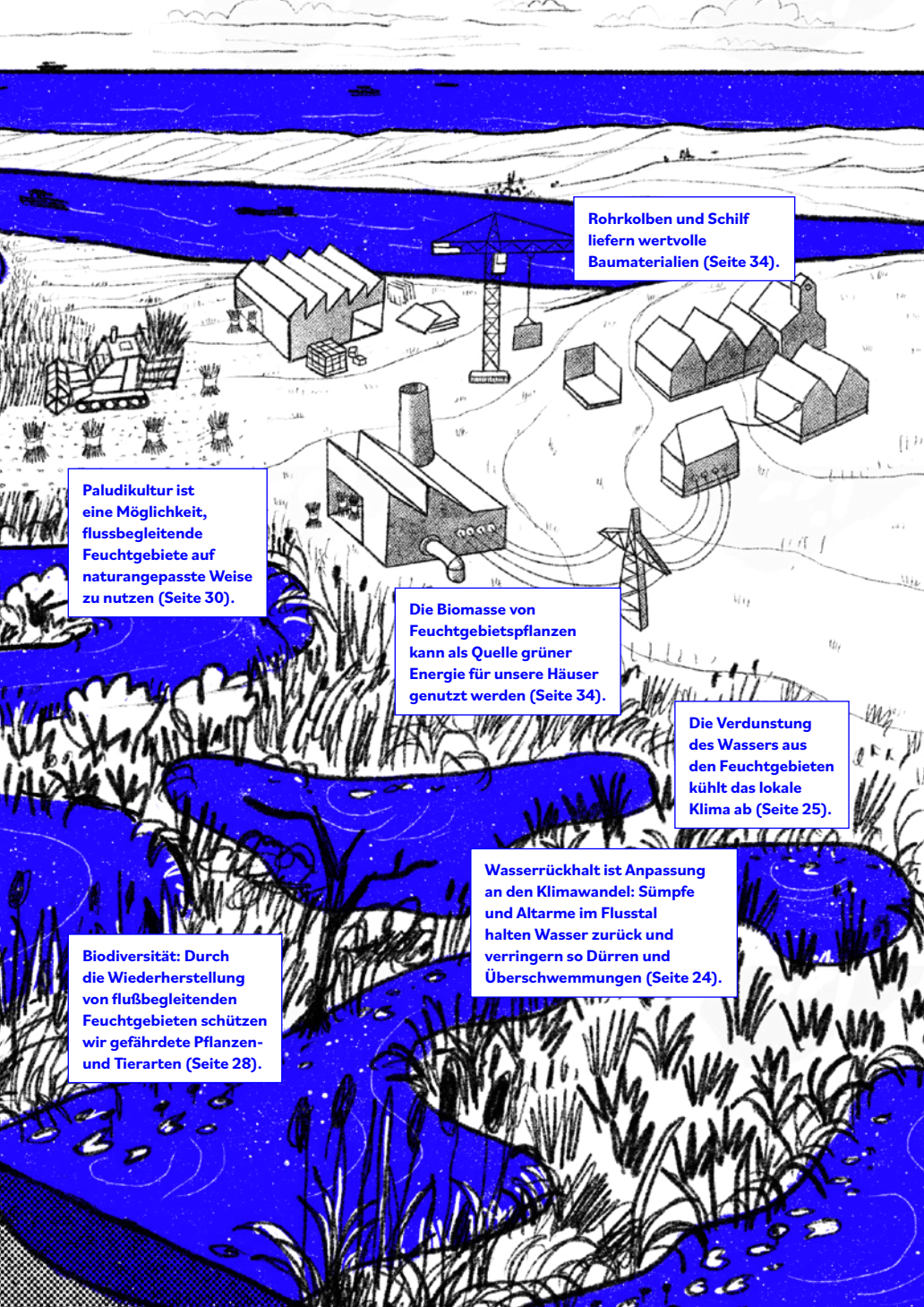
Düngemittel aus der Landwirtschaft und die darin enthaltenen Nährstoffe werden in Oberflächen- und Grundwasser freigesetzt und bedrohen aquatische Ökosysteme (Seite 5).

Durch das Verschließen von Gräben und die Wiedervernässung entwässerter Moore reduzieren wir die Treibhausgasemissionen (Seite 27).

Flussbegleitende Feuchtgebiete sind wertvolle Laichgründe und Verstecke für Fische (Seite 28).

Wasserreinigung: Die Feuchtgebietspflanzen nehmen Nährstoffe über ihre Wurzeln auf und bauen sie in ihre Biomasse ein. Die im Boden lebenden Bakterien wandeln Nitrate in Luftstickstoff um (Seite 11, 21).





Rohrkolben und Schilf  
liefern wertvolle  
Baumaterialien (Seite 34).

Paludikultur ist  
eine Möglichkeit,  
flussbegleitende  
Feuchtgebiete auf  
naturangepasste Weise  
zu nutzen (Seite 30).

Die Biomasse von  
Feuchtgebietspflanzen  
kann als Quelle grüner  
Energie für unsere Häuser  
genutzt werden (Seite 34).

Die Verdunstung  
des Wassers aus  
den Feuchtgebieten  
kühlt das lokale  
Klima ab (Seite 25).

Wasserrückhalt ist Anpassung  
an den Klimawandel: Sumpfe  
und Altarme im Flusstal  
halten Wasser zurück und  
verringern so Dürren und  
Überschwemmungen (Seite 24).

Biodiversität: Durch  
die Wiederherstellung  
von flussbegleitenden  
Feuchtgebieten schützen  
wir gefährdete Pflanzen-  
und Tierarten (Seite 28).

Die vielfältigen Funktionen von natürlichen Feuchtgebieten, Flüssen und wiederhergestellten Feuchtgebiets-Pufferzonen hängen sehr stark von den hydrologischen Faktoren ab, die zeitlich und räumlich jedoch stark schwanken können. Flüsse wurden und werden ausgebaut und regelmäßig instandgehalten, indem sie ausgebaggert und entkrautet werden. Diese Eingriffe wirken sich lokal und regional auf die hydrologischen Bedingungen des Einzugsgebietes aus.

Wenn Flüsse begradigt werden erhöht sich ihre Fließgeschwindigkeit und ihre Sedimente werden ausgespült, auch wenn Infrastrukturelemente an den Flußufern dies eigentlich verhindern sollen. Dies führt zu einer allmählichen Vertiefung des Flußbettes, in das nun auch angrenzende Grundwasserleiter verstärkt abfließen. So gelangt im Gegensatz zum ursprünglichen Zustand viel mehr Wasser in den Fluß und Überflutungen entstehen. Die Entwässerung hydromorpher Böden zur landwirtschaftlichen Nutzung in den Flußtälern führt zu Überflutungen im Frühjahr, da zusätzlich Wasser der Umgebung abgeleitet wird. Die Regulierung von Flüssen umfasst in der Regel neben den Eingriffen ins Flußbett auch die Entwässerung der angrenzenden Feuchtgebiete durch Dränsysteme und Gräben. Als Folge sinkt der Grundwasserspiegel in ihrer Umgebung ab. Werden organische Böden über längere Zeiträume entwässert, wird dem Boden die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und zurückzuhalten, genommen. Man spricht hier von einer Degradation, also einer Bodenverschlechterung. Bei Torfböden ist diese Entwicklung besonders kritisch, da der kohlenstoffreiche Boden bei Entwässerung schnell zersetzt wird, und die Torfe bei anhaltender starker Entwässerung sogar wasserabweisende (hydrophobe) Eigenschaften entwickeln.

Der zweite Effekt hängt mit dem veränderten Wasserkreislauf zusammen. Dies ist besonders wichtig in Regionen, die weit vom Meer entfernt liegen, wo durch die lokale Evapotranspiration<sup>2</sup> die Luftfeuchtigkeit und der Niederschlag beeinflusst werden. Feuchtgebiete haben einen positiven Einfluß auf die

2 — Evapotranspiration — Feldverdunstung, die die direkte Verdunstung von Wasser aus dem Boden und den Wassertransport in die Atmosphäre durch die Vegetation umfasst.

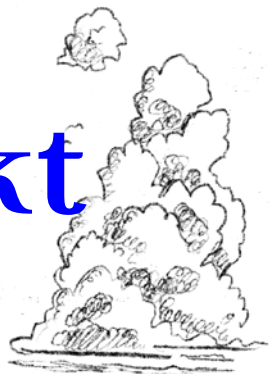
lokale Luftfeuchtigkeit, insbesondere während der heißen Sommermonate. Das Wasser, das aus Feuchtgebieten und offenen Gewässern verdunstet, geht nicht verloren, sondern kommt als sogenannter Konvektionsregen, Nebel oder Tau wieder in das System zurück, wenn auch nicht unbedingt am selben Ort. Darüber hinaus senkt die Verdunstung im Feuchtgebiet durch die Sättigung der Luft mit Wasserdampf die Verdunstung aus angrenzenden Gebieten. Nicht zuletzt absorbiert die Evapotranspiration Wärmeenergie aus der Luft und trägt so zu einer deutlichen Abkühlung der Landschaft bei. Diese absorbierte Energie wird in der höheren Atmosphäre wieder abgegeben, wenn Wasserdampf unter Bildung von Wolken kondensiert. All diese Mechanismen werden durch die Entwässerung von Feuchtgebieten stark vermindert, wodurch Dürreprobleme, die durch den verstärkten Abfluss von Grundwasser und den globalen Klimawandel verursacht werden, noch weiter verstärkt werden.

Der dritte hydrologische Effekt der Flussregulierung und der Entwässerung von Feuchtgebieten ist das erhöhte Risiko von Überflutungen in den Unterläufen der Flüsse. Dies lässt sich leicht durch den beschleunigten Abfluss des Niederschlagswassers aus der Landschaft und das Fehlen von Überflutungsgebieten erklären. Folglich sind immer mehr Städte und Siedlungen entlang der Flüsse von Überflutungen bedroht — vor allem durch die durch die globale Erwärmung verursachten zunehmend instabilen Wetterbedingungen. Auch entwässerte landwirtschaftliche Flächen in ehemaligen flussbegleitenden Feuchtgebieten werden immer anfälliger für Überflutungen. Sie werden nach der derzeit üblichen Vorgehensweise der Wasserwirtschaft oft „saniert“, indem ihre Entwässerungssysteme weiter durch Ausbaggern und Mähen vertieft werden. Solche Maßnahmen erhöhen jedoch bei „normalen“ hydrologischen Bedingungen den Abfluß und die regionale Entwässerung, wodurch der Teufelskreis der Bodendegradation sich fortsetzt.

Wieder hergestellte Feuchtgebiets-Pufferzonen können die verlorenen Ökosystemleistungen von Feuchtgebieten zumindest teilweise kompensieren. „Unland“ (wie heute entwässerte Feuchtgebiete und flußbegleitende Flächen oft bezeichnet werden), kann wieder seine ursprüngliche Rolle in der Landschaft übernehmen. Die Morphologie der wiederhergestellten Feuchtgebiete erlaubt es, sie wieder zu überfluten, ohne dass die bewirtschafteten Nachbarflächen größeren Schaden nehmen. Angesichts der Zunahme von Dürren in Europa wird bisher behauptet, dass die Gesellschaft die Wasserknappheit weder durch technische noch naturbezogene Lösungen verhindern könne. Die Wiederherstellung der flußnahen Feuchtgebiete wird es jedoch ermöglichen, die negativen Auswirkungen von Dürren und Fluten abzumildern (Lehner et al., 2006).

**Eine ausführlichere Version dieses Kapitels finden Sie online unter [guidelines.clearance-project.com](http://guidelines.clearance-project.com).**

# Der Klimaeffekt



Funktionierende Feuchtgebiete spielen eine bemerkenswerte und bedeutende Rolle für das Klima. Der Beitrag von nassen, kohlenstoffspeichernden Mooren, wird weitgehend unterschätzt (Leifeld & Menichetti 2018, Geurts et al. 2019). Ihre Entwässerung verwandelte diese ursprünglichen Kohlenstoffsinken in bedeutende Quellen von atmosphärischem Kohlendioxid. Obwohl Moore nur 3% der Landfläche bedecken, speichern sie 30% des gesamten Kohlenstoffs aller Böden, das ist doppelt soviel wie in allen Wäldern der Erde. Weltweit entweichen 5% aller durch Menschen verursachten Emissionen aus entwässerten Mooren, das sind insgesamt etwa 2 Gigatonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die EU ist weltweit als zweitgrößter Verursacher für einen großen Teil davon verantwortlich. Die Wiedervernässung aller Moore stellt somit eine sehr wichtige Minderungsstrategie<sup>3</sup> dar, dies sollte aber möglichst zeitnah geschehen (Günther et al. 2020). Auf der anderen Seite ist die Wiederherstellung von Feuchtgebiets-Pufferzonen auch eine Anpassungsmaßnahme<sup>4</sup>, die die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf terrestrische und aquatische Ökosysteme mildert.

3 — Minderungsmaßnahmen sind Handlungen, die Ursachen des Klimawandels vermindern, insbesondere Maßnahmen, die die Emissionen von Treibhausgasen reduzieren.

4 — Anpassungsmaßnahmen sind Handlungen, die negative Auswirkungen des Klimawandels verringern.

**Weitere Informationen finden Sie online unter [guidelines.clearance-project.com](https://guidelines.clearance-project.com).**

# Ein Über- -Lebensraum für seltene Pflanzen und Tiere



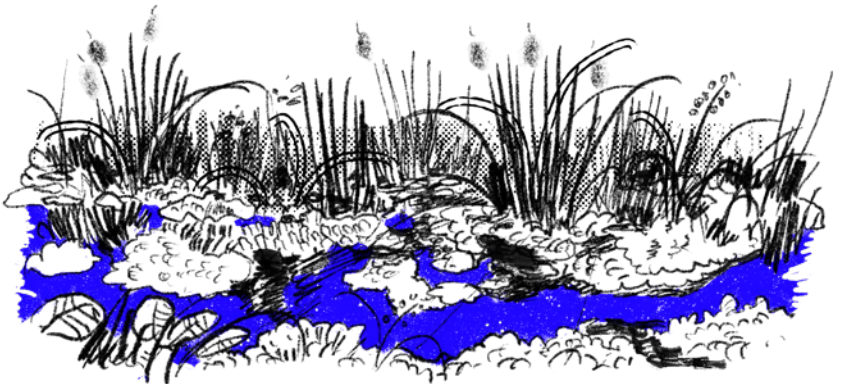
Durch die Umgestaltung von Flüssen und Flusslandschaften haben wir zu einem massiven Rückgang und auch Aussterben von dort beheimateten Arten beigetragen. Die Wiederherstellung von Feuchtgebieten, die notwendig für die Reinigung und Rückhaltung von Wasser ist, ist gleichzeitig eine Chance, auch Rückzugsgebiete von Arten in veränderten Agrarlandschaften wiederherzustellen und damit eine Vielzahl von Arten zu retten, die mit Feuchtgebieten assoziiert sind. Ihr Überleben sichert auch Nahrungs- und Lebensgrundlagen für den Menschen und liegt deshalb auch in unserem Interesse.

**Weitere Informationen finden Sie online  
unter [guidelines.clearance-project.com](http://guidelines.clearance-project.com).**

# Biomassenutzung unter nassen



# Bedingungen: Synergien für Landwirtschaft und Wirtschaft



In den vorangegangenen Kapiteln haben wir erläutert, wie die Wiederherstellung von Feuchtgebieten entlang von Flüssen dazu beiträgt: (1) den Nährstoffaustrag vom Land zum Wasser zu verringern und so der Eutrophierung von Seen und Meeren entgegenzuwirken, (2) die Wasserrückhaltung und -zirkulation zu verbessern und so die Gefahr von Dürren und Überflutungen zu verringern, (3) den Klimawandel abzuschwächen und die Klimaanpassung zu unterstützen und schließlich — (4) die biologische Vielfalt wiederherzustellen und zu schützen. Warum können wir flußnahe Feuchtgebiete nicht einfach jetzt überall wiederherstellen? Auf dem Weg zur flächendeckenden Wiederherstellung gibt es ein ernstzunehmendes Hindernis, welches aber auch eine Chance darstellt. Derzeit werden ufernahe Bereiche oft als Acker, Wiesen oder Weiden landwirtschaftlich genutzt, was eine Entwässerung erfordert. Aber es geht auch anders: Die Wiederherstellung der Feuchtgebiete muß nicht unbedingt bedeuten, daß die Landwirtschaft aufgegeben oder sogar die Flächen zur Wildnisentwicklung freigegeben werden. Für Landwirte und Landbesitzer kann es interessant sein, eine so genannte Feuchtgebiets-Landwirtschaft (auf mineralischen Böden) oder Paludikultur (auf Moorböden) beizubehalten. Dabei werden Feuchtgebietspflanzen angebaut und erfolgreich wirtschaftlich genutzt. Und mit jeder Tonne Biomasse, die aus den Feuchtgebieten geerntet wird, werden zusätzlich Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor aus dem Ökosystem entfernt. In diesem Kapitel werden verschiedene Möglichkeiten der Nutzung von Biomasse aus Feuchtgebieten vorgestellt.

Der Begriff „Feuchtgebiets-Landwirtschaft“ bezeichnet eine produktive Nutzung von Feuchtgebieten, die die Aufrechterhaltung ihrer ökologischen Funktionen mit den damit einhergehenden Ökosystemleistungen kombiniert. Dieses Konzept kann sowohl Anpflanzungen mit gezielt ausgewählten Pflanzenarten als auch die Ernte von spontan entwickelter Vegetation umfassen. Das Konzept der Landwirtschaft in Feuchtgebieten basiert auf der Idee der Paludikultur (Wichtmann et al. 2016), die für die nasse Bewirtschaftung von Mooren



entwickelt wurde, die Wasserstände in Flurnähe aufweisen. Während Paludikultur (palus = lat. Sumpf), ursprünglich vor allem zum Ziel hat, den Kohlenstoff-Vorrat in organischen Böden zu schützen, kann diese Idee auch auf Feuchtgebiete mit mineralischen Böden angewandt werden, um auch dort die Produktion von Biomasse mit der Erbringung aller bisher diskutierten Ökosystemleistungen von Feuchtgebieten zu kombinieren.

Die Umsetzung der Feuchtgebiets-Landwirtschaft ist mit neuen Herausforderungen verbunden, sowohl in der landwirtschaftlichen Praxis (z.B. an feuchte Bedingungen angepasste Erntetechniken), in der Politik (Akzeptanz als reguläre landwirtschaftliche Praxis für Subventionssysteme) als auch in der Wirtschaft (Entwicklung völlig neuer Wertschöpfungsketten für die Nutzung von Feuchtgebiets-Biomasse). Aber mit den Herausforderungen ergeben sich auch Chancen. Neben der Bereitstellung von Flächen für die Wiederherstellung von Feuchtgebieten mit ihren Ökosystemdienstleistungen kann die nasse Landwirtschaft den Einstieg in eine neue biobasierte Kreislaufwirtschaft ermöglichen, die es erlaubt, fossile Energieträger und andere Materialien durch Biobrennstoffe und Naturprodukte zu ersetzen.

## Welche Pflanzen können verwendet werden?

Für die Feuchtgebiets-Landwirtschaft können hochproduktive Feuchtgebiets-Pflanzenarten wie Gemeines Schilf (*Phragmites australis*), Rohrkolben (*Typha* spp.), Seggen (*Carex* spp.), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) entweder mittels Pflanzung oder Aussaat angebaut werden. Einige dieser Pflanzenarten und noch viele weitere können sich nach Wiedervernässung durch Anhebung des

Wasserspiegels auch sukzessive großflächig entwickeln. Dies hängt von der Samenbank<sup>5</sup>, der Verfügbarkeit von Spenderpflanzen in der Nähe, der Intensität der Wiedervernässung, der Nährstoffverfügbarkeit, dem Vegetationsmanagement und vielen anderen Faktoren ab. Bei häufiger Sommermahd können auf geeigneten Standorten artenreiche Feuchtwiesen entstehen. Der Anbau oder die Aussaat von Pflanzenarten ist aufwendiger und mit höheren Kosten verbunden. Die Pflanzen entwickeln sich aber schneller zu produktiven Beständen, die bereits nach zwei bis drei Jahren geerntet werden können.

5 — Die im Boden lagernden lebensfähigen Pflanzensamen.

## Feuchtgebiets-Pflanzenarten und ihr Potenzial zum Nährstoffrückhalt

Die höchsten Nährstoffmengen können im Sommer durch eine Ernte der oberirdischen Biomasse aus dem Feuchtgebiet ausgetragen werden. Dies gilt für alle Feuchtgebietspflanzenarten. Das Gemeine Schilf erreichte im September eine maximale Nährstoffaufnahme und akkumulierte etwa 300 kg Stickstoff (N), 30 kg Phosphor (P) und 100 kg Kalium (K) pro Hektar innerhalb einer Vegetationsperiode. Rohrkolben kann pro Hektar bis zu 500 kg N, 50 kg P und 200 kg K in den oberirdischen Pflanzenteilen speichern, wobei die maximale Aufnahme auch im August und September erreicht wird. Bei einer Ernte im Winter ist das Potenzial für den Export von Nährstoffen deutlich niedriger (Schilf 50 %, Rohrkolben 70 %). Die Nährstoffaufnahme kann jedoch je nach Standort und Nährstoffversorgung des Bodens auch sehr unterschiedlich sein. Soll neben einer guten Biomassequalität und -menge auch ein möglichst hoher Nährstoffrückhalt erreicht werden, wird eine Ernte im Übergang zwischen Sommer und Herbst empfohlen.

# Sinnvolle und nachhaltige Biomassenutzung

Biomasse von Feuchtgebietspflanzen kann für diverse Produkte oder Produktionsketten verwendet werden. Einige dieser Möglichkeiten sind bereits auf dem Markt etabliert. Weitere Verwertungswege sollten untersucht werden. Dabei sollte Wissen aus Produktionsketten übertragen werden, die bereits für vergleichbare Biomassearten wie Stroh, Gras und Holz existieren.

1 — **Futter und Viehzucht** — die Qualität des Futters, das in Feuchtgebieten erzeugt wird, hängt weitgehend vom Erntetermin und vom Nährstoffgehalt ab. In wiedervernässten, nährstoffarmen Mooren hat pflanzliche Biomasse meist einen geringen Futterwert. Mutterkühe verhungern, wenn sie ausschließlich mit solchem Futter versorgt werden. Im Gegenzug dazu kommt der Wasserbüffel sehr gut mit diesen geringen Futterqualitäten zurecht. In nährstoffreicheren Feuchtgebieten ist dies anders. Der Futter- und Nährwert von im Frühjahr gemähtem Rohrkolben aus eutrophen Gebieten ist relativ hoch. Die Verwendung von spät geerntetem Rohrkolben als faserreiches Rauhfutter mit niedrigerem Futterwert ist in grasbasierten, hochwertigen Milchviehrationen ebenfalls eine Option. Weitere Feuchtgebiets-Pflanzenarten, die sich für die Futtermittelproduktion eignen, sind Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Großer Wasserschwaden (*Glyceria maxima*).

2 — **Baumaterial** — in den letzten Jahren ist die Nachfrage nach nachhaltigen, gesundheits- und umweltfreundlichen Baustoffen stetig gestiegen. Baustoffe aus Feuchtgebiets-Biomasse erfüllen diese Anforderungen. Schilfrohr und Rohrkolben weisen aufgrund ihrer morphologischen Eigenschaften eine extrem gute Dämmeignung auf. Schilfrohr wird traditionell weltweit seit Jahrhunderten für die Dachbedeckung verwendet. Das 'Schilfdachdeckerhandwerk' wurde 2014 von der UNESCO als immaterielles Kulturerbe anerkannt. Gegenwärtig sind z.B. die Niederlande, Deutschland, Großbritannien

und Dänemark auf Importe von bis zu 85% Dachreet aus Ost- und Südosteuropa sowie erheblicher Mengen aus China angewiesen. Die Nutzung von wiederhergestellten Feuchtgebieten für die Schilfrohrproduktion könnte die regionale Nachfrage decken.

Die Blätter des Rohrkolbens weisen luftgefüllte Zellen auf, die nach dem Absterben im Winter intakt bleiben und der Rohrkolben-Biomasse seine guten Isoliereigenschaften verleihen. Der im Winter geerntete Rohrkolben kann gehäckselt und unter Zugabe eines mineralischen Zuschlagstoffes in Isolierplatten gepresst werden. Die Platten haben nicht nur ein gutes Isolationspotential, sondern können aufgrund ihrer Festigkeit auch als tragende Bauelemente eingesetzt werden. In einem ersten Versuchsprojekt wurde 2011 in Bayern ein denkmalgeschütztes Gebäude mit Rohrkolbenplatten renoviert. Gehäckselter Rohrkolben kann auch als Einblasdämmung verwendet werden.

**3 — Energie — Feste Biobrennstoffe** — die Nutzung von Feuchtgebiets-Biomasse als festem Biobrennstoff ist eine etablierte Technologie. Das Heizwerk in Malchin (Nordostdeutschland, 800 kW) arbeitet seit 2014 mit Biomasse aus wiedervernässten Mooren, die sich nach Wiedervernässung zu artenreichen Riedgraswiesen mit Seggen und Rohrglanzgras entwickelt haben. Etwa 300 ha dieser Feuchtwiesen produzieren 800 — 1.200 Tonnen Heu, das als Biobrennstoff etwa 350.000 l konventionellem Heizöl entsprechen. Um ein solches Heizwerk wirtschaftlich sinnvoll realisieren zu können müssen unterschiedliche Voraussetzungen erfüllt sein, wie z.B. ein vorhandenes Nahwärmenetz und die Nähe zu potenziellen Biomasse-Produktionsstandorten (kurze Transportwege). In Nordeuropa wurde auf ehemaligen Torfabbauflächen erfolgreich Rohrglanzgras angebaut und zur Verbrennung genutzt. Die Eignung von Pellets aus gewöhnlichem Schilf, Rohrglanzgras und Seggen aus wiedervernässten Mooren wurde auch durch chemische Analysen und Verbrennungstests untersucht — alle Biomassearten wiesen einen Heizwert von 17,4–18,8 MJ/kg auf (Dahms et al. 2017). Praktisch jede Pflanzenart kann auch als Biomasse für feste Biobrennstoffe in angepassten Öfen genutzt werden. Der beste Zeitpunkt für die Ernte von

Biomasse zur Verbrennung ist der Spätherbst oder Winter. Neue Studien über feste Biobrennstoffe zeigen, dass Feuchtgebiets-Biomasse als nachhaltige Biobrennstoffe eine bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz aufweisen als z.B. Holzhackschnitzel oder Holzpellets. Da Bäume langfristig einen sehr hohen Anteil an C festlegen, ist die Herstellung von Produkten als Kohlenstoffsenken wie z.B. Möbeln klimafreundlicher, als diese zu verbrennen. Daher sollte der Ersatz von Brennstoffen auf Erdölbasis durch Feuchtgebiets-Biomasse gefördert werden. Darüber hinaus gibt es in der Feuchtgebiets-Landwirtschaft nur wenig Konkurrenz zwischen dem Anbau von Biokraftstoffen und der Produktion von Nahrungsmitteln — es wird zwar Fleisch- oder Milchproduktion aus den entwässerten Feuchtgebieten verdrängt. Dafür kann aber der bisherige Anbau nachwachsender Rohstoffe auf mineralischen Standorten in die wiederhergestellten Feuchtgebiete verlagert werden.

4 — **Energie — Biogas** — die Nutzung von Feuchtgebiets-Biomasse zur Biogaserzeugung ist eine sinnvolle und nachhaltige Verwertungsoption, die Energie liefert. Der Gärrest ist reich an Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor und kann als wertvoller Bodendünger eingesetzt werden. Bei der anaeroben Vergärung wird frisches oder siliertes Material mit höherem Wassergehalt zur Biogasproduktion verwendet. Das Biogas wird entweder durch ein Blockheizkraftwerk zu Strom- und Wärme umgewandelt oder direkt in das Gasnetz eingespeist.

Bei der Verwertung von Biomasse aus der Landschaftspflege schwanken die Biogaserträge stark zwischen 80 und 750 Nm<sup>3</sup> t<sup>-1</sup> VS (flüchtige Substanzen). Die Biogaserzeugung stellt einen sinnvollen Nutzungspfad dar, wenn die Ernte vom Frühsommer bis zum Spätsommer erfolgt. Eine spätere Ernte verschlechtert die Qualität der Biomasse mit steigendem Rohfasergehalt und der Biogas- bzw. Methanertrag sinkt drastisch.

Eine wesentliche Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb der Biogasanlage ist die gleichzeitige Nutzung der Wärme. Dies spielt auch eine wichtige Rolle bei der Erreichung möglichst geringer Treibhausgasemissionen. Wärme kann in Siedlungen und

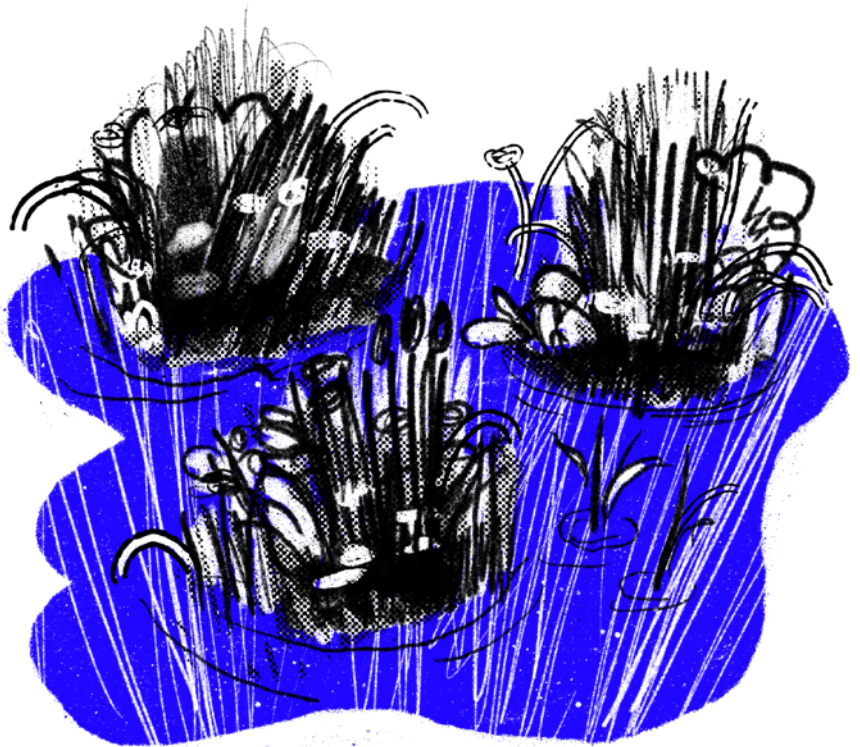
Produktionsanlagen genutzt werden, z.B. in der Agrar- und Lebensmittelverarbeitung, im Gartenbau und in landwirtschaftlichen Betrieben.

5 — **Möbel aus Schwarzerlenholz** — die Erle kann in Kombination mit einer Wiedervernässung auf eutrophen Niedermoorböden angebaut werden, um Energieholz oder Wertholz zu produzieren. Die Produktivität eines 60 Jahre alten Erlenbestandes liegt bei etwa 420 m<sup>3</sup> Wertholz pro Hektar. Die Ernte der Erlen ist aufgrund der geringen Tragfähigkeit der nassen Standorte schwierig, allerdings stehen Seilzuganlagen für die Bergung der Stämme zur Verfügung.

6 — **Kompost** — Die Kompostierung ist ein aerober Prozess, bei dem Mikroorganismen organisches Material in einen relativ stabilen und umweltfreundlichen Dünger umwandeln. Biomasse aus Feuchtgebieten ist ein geeignetes Ausgangsmaterial für das Kohlenstoff- und Nährstoffrecycling mittels Kompostierung, das zusammen mit organischen Abfällen, Gärresten oder Klärschlämmen verarbeitet wird. Komposte aus Rohrkolben und Schilf haben erwiesenermaßen vorteilhafte Eigenschaften, darunter eine hohe Wasserrückhaltefähigkeit, einen hohen Gehalt an organischem Stickstoff und einen neutralen pH-Wert. Da dieser Kompost aus Feuchtgebieten-Biomasse einen positiven Einfluss auf die Eigenschaften des Bodens und die Verbesserung des Pflanzenwachstums hat, kann er zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft, als alternatives organisches Kultursubstrat oder zur Bodenverbesserung im Gartenbau und in der Landschaftspflege verwendet werden. Damit kann nicht erneuerbarer Torf ersetzt werden, der üblicherweise für diese Zwecke verwendet wird.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass beim Kompostieren immer ein großer Prozentsatz des organischen Kohlenstoffs in die Atmosphäre entweicht; daher kann die Kompostierung von Feuchtgebieten-Biomasse als Düngerersatz in der Landwirtschaft zu zusätzlichen Treibhausgasemissionen führen. Die Treibhausgas-Bilanz ist sehr vorteilhaft, wenn Biomasse direkt zur Herstellung von Kultursubstraten verwendet wird.

# Wieviel Wildnis bzw. Feuchtgebiete wollen wir?



Bevorzugen Menschen begradigte, regulierte Flüsse, oder ziehen sie wild mäandrierende Flüsse in ihrer näheren Umgebung vor? Wie viel Wert legen sie auf sauberes Wasser im nahegelegenen Fluss? Möchten sie, dass in den nächsten dreißig Jahren die Ostsee sauberer wird? Bevorzugen sie eine geordnete Landwirtschaft an den Flussufern gegenüber einer natürlichen Vegetation? Oder möchten sie vielleicht, dass kleine Flüsse anderswo wiederhergestellt werden, aber nicht im eigenen „Hinterhof“? Wenn sie für das Management und die Steuerung der Flüsse zahlen müssten, wie würden sie den finanziellen Beitrag zwischen der lokalen, nationalen und internationalen Ebene aufteilen? Ist ihnen tatsächlich wichtig, wie kleinere Flüsse in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft aussehen und spielt die Ästhetik eine Rolle?

Zur Beantwortung solcher Fragen werden empirische Studien durchgeführt, die die Präferenzen (Neigungen) der Menschen auf den Prüfstand stellen. Einige dieser Präferenzen werden aus dem realen Verhalten und den Entscheidungen der Menschen abgeleitet, während andere durch die Befragung ermittelt werden. Eine Stichprobe der Bevölkerung beantwortet hypothetische Fragen oder wählt eine bevorzugte Variante aus mehreren Alternativen für sich aus. Diese Methode wird als Diskretes Auswahlexperiment bezeichnet, ein in einer Befragung eingebetteter Ansatz, mit dem die Zahlungsbereitschaft für komplexe Naturgüter — wie z.B. die Bewirtschaftung von Flüssen — und ihre verschiedenen für die Entscheidungsfindung relevanten Komponenten abgefragt werden. Die so ermittelte Zahlungsbereitschaft spiegelt den erklärten monetären (geldlichen) Nutzen wider, den die Menschen z.B. aus der Re-Mäandrierung eines kleinen Flusses in ihrer unmittelbaren Umgebung ziehen. Diese Vorteile werden anschließend mit den Kosten für diese Maßnahmen verglichen. So wird ermittelt, ob die Menschen tatsächlich eine Re-Mäandrierung in Betracht ziehen.

Im CLEARANCE-Projekt wurde die Einstellung von Menschen zu natürlichen, kleinen Flüssen im Vergleich zu abgewandelten Flüssen im Tiefland von Dänemark, Deutschland und Polen untersucht. Der besondere Schwerpunkt lag dabei auf den Maßnahmen zur



Restauration kleiner Flüsse, d.h. der Wiederherstellung des Bachbettes und der angrenzenden Feuchtgebiete. Bei der Studie wurden die unterschiedlichen Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukte der drei Länder im Vergleich berücksichtigt. Obwohl in Polen das Bruttoinlandsprodukt nur etwa 55% des dänischen und 58% des deutschen beträgt, haben die Befragten in Polen für die in Betracht gezogene Verbesserung der Ökosystemdienstleistungen überraschenderweise eine vergleichbare Größenordnung in Bezug auf die Zahlungsbereitschaft benannt wie in den wohlhabenderen Ländern. Die jährliche Zahlungsbereitschaft der Dänen für das ehrgeizigste Wiederherstellungsprogramm beträgt 336 EUR, die Deutschen sind bereit, 406 EUR zu zahlen, während die Polen im Durchschnitt 372 EUR zahlen würden.

Die Befragten in allen drei Ländern sind bereit, für die Verbesserung der Wasserqualität sowohl in den Flüssen als auch in der Ostsee zu zahlen. In allen untersuchten Ländern ist die Zahlungsbereitschaft zur Verbesserung der Wasserqualität in der Ostsee durchweg wesentlich höher als für die Flüsse in den jeweiligen Ländern. Zum Beispiel beträgt die Zahlungsbereitschaft der deutschen Befragten, die sich über eine Verbesserung der Wasserqualität in der Ostsee freuen, 164 EUR und ist damit etwa 3-mal höher als für die Verbesserung der Wasserqualität in den Flüssen. In Polen liegt hier die Zahlungsbereitschaft bei 135 EUR (dem 2-fachen), während sie in Dänemark bei 105 EUR bzw. dem 1,5-fachen liegt. Die beträchtlichen positiven Präferenzen gegenüber der Sauberkeit des Wassers der Ostsee ergeben sich wohl aus der länderübergreifenden Problematik.

Zu den Präferenzen bezüglich der Form des Flussbetts und des Nutzungs- bzw. Bewuchstyps von Flüssen in der unmittelbaren Umgebung der Befragten wurde in den drei Ländern ein sehr ähnliches Muster beobachtet: Sie bevorzugen mäandrierende Flüsse vor allem gegenüber geraden Flussbetten. Intensive Landwirtschaft ist der am wenigsten bevorzugte Nutzungstyp. Wilde Sümpfe und die Landwirtschaft in Feuchtgebieten — die Optionen, die bezüglich ihrer Ökosystemleistungen Wasserreinheit, Biodiversität und Hochwasserschutz am höchsten einzustufen sind — wurden auch am höchsten bewertet.

Beispielsweise schwankt die Zahlungsbereitschaft für die Wiederherstellung von mäandrierenden Flüssen als Alternative zu regulierten, begradigten Flüssen zwischen 87 EUR in Deutschland und 52 EUR in Dänemark. Dies macht ihre Wiederherstellung zu einer gesellschaftlich wünschenswerten Politikmaßnahme. Darüber hinaus stellen die Befragten in den drei Ländern die Wiederherstellung von natürlich mäandrierenden Flüssen und wilden Sümpfen (oder Feuchtgebiets-Landwirtschaft) in Feuchtgebietspufferzonen auf lokaler Ebene vor die Verbesserung der Wasserqualität in Flüssen auf Länderebene: Die Zahlungsbereitschaft zugunsten lokaler Programme reicht vom 3-fachen (Deutschland) bis zum 2-fachen (Dänemark). Für die allermeisten kleinen Flüsse impliziert dies eine Restoration der Ausformung ihres Flussbettes, die Wiedervernässung von Überflutungsgebieten und die Wiederherstellung von wilden Sümpfen oder die Entwicklung von Paludikultur. Es scheint, dass eine Wiedervernässung bzw. die Restaurierung von Flüssen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Befragten die Unterstützung der Bevölkerung findet. Diese Tendenz lässt sich durch die Vielzahl an Ökosystemleistungen erklären, die sich aus den Wiederherstellungs- und/oder Erhaltungsmaßnahmen der lokalen kleinen Flüsse ergeben, einschließlich der typischerweise schwer zu quantifizierenden ästhetischen Werte, die mit diesen Maßnahmen verbunden sind. Daher sind die zu beobachtenden natürlichen Eigenschaften wie mäandrierende Flüsse und wild anmutende Ufervegetation für die Menschen sehr attraktiv und können als stellvertretende Indikatoren für kulturelle Ökosystemleistungen dienen.

Es scheint, dass wild aussehende Flüsse für die Menschen einfach attraktiver sind. Die Befragten der drei Ostseeanrainerstaaten zeigten gute Kenntnisse über kleine Flüsse, ihren aktuellen Zustand und die Aussichten auf Wiederherstellung, die Ökosystemleistungen der Flüsse und — vielleicht noch allgemeiner — über die Dringlichkeit, die sich beschleunigende Umweltkrise zu mildern.

# ✈ Was kostet ✈ die Restoration von Flußöko- systemen



Im Vergleich zur Nährstoffreduktion mittels landwirtschaftlicher Maßnahmen oder durch Kläranlagen ist die Wiederherstellung von Feuchtgebieten eine sehr kosteneffektive Maßnahme (Trepel 2010). Doch die Wiederherstellung von Feuchtgebieten, einschließlich der (Wieder-) Einrichtung von Feuchtgebieten-Pufferzonen kann je nach örtlicher Situation ganz unterschiedlich sein und mit verschiedenartigen Kosten und Nutzen verbunden sein.

**Weitere Informationen über die Kosten der Einrichtung von Feuchtgebieten-Pufferzonen in Dänemark, Deutschland und Polen finden Sie online unter [guidelines.clearance-project.com](http://guidelines.clearance-project.com).**

# Rechtliche und wirtschaftliche Herausforderungen



Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) kann für die Wiederherstellung von Feuchtgebieten und die Re-Mäandrierung von Flüssen einen passenden Rahmen bieten. Durch die WRRL werden die Wiederherstellung von Feuchtgebieten und die nasse Landwirtschaft über integrierte Wassermanagementpläne sowie damit verbundene Politiken anerkannt. Diese Maßnahmen können auch über die WRRL gefördert und finanziert werden. Darüberhinaus können die Instrumente der Gemeinsamen Agrarpolitik für die Erreichung der Ziele der WRRL genutzt werden.

**Weitere Informationen finden Sie online  
unter [guidelines.clearance-project.com](https://guidelines.clearance-project.com).**

# Das Projekt CLEARANCE

CLEARANCE - Ansatz einer Kreislaufwirtschaft zur Reduzierung der Nährstoffbelastung von Flüssen aus der Landwirtschaft unter Nutzung von kohlenstoffspeichernden Ökosystemen

Ziel des CLEARANCE-Projekts ist die Entwicklung eines integrierten landschaftsökologischen, sozioökonomischen und politischen Rahmens für die Nutzung von wiederhergestellten Feuchtgebieten-Pufferzonen zur Wasserreinigung und zum Nährstoff-Recycling in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten im Rahmen einer Kreislaufwirtschaft. Die Autoren danken der EU und dem Innovationsfonds Dänemark (Dänemark), dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, Deutschland) und dem Nationalen Zentrum für Forschung und Entwicklung (Polen) für die Finanzierung im Rahmen des kollaborativen internationalen CLEARANCE-Projekt-Konsortiums, das im Rahmen des ERA-NET-Cofonds WaterWorks — 2015 Call finanziert wird. Dieses ERA-NET ist ein integraler Bestandteil der gemeinsamen Aktivitäten 2016, die von der Initiative Water Challenges for a Changing World Joint Programme Initiative (Water JPI) entwickelt wurden.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Projektpartner:

Polen: Universität Warschau, Universität für Lebenswissenschaften Warschau (SGGW); Dänemark: Universität Aarhus; Niederlande: Universität Nijmegen; Deutschland: Universität Greifswald, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Universität Kiel und Grüne Liga e.V.



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



Weitere links zu CLEARANCE:

- <https://www.moorwissen.de/en/paludikultur/projekte/clearance/Index.php>
- <http://opendata.waterjpi.eu/dataset/clearance-circular-economy-approach-to-river-pollution-by-agricultural-nutrients>

Kontakt:

Claudia Oehmke und Wendelin Wichtmann, Universität Greifswald,  
Partner im Greifswald Moor Zentrum, mail: [oehmke@paludikultur.de](mailto:oehmke@paludikultur.de)  
Dominik Zak, Universität Aarhus, Dänemark

**Literaturangaben:**

**Zitierte Literatur finden Sie online auf [guidelines.clearance-project.com](http://guidelines.clearance-project.com)**

Autorenteam:

Wiktor Kotowski, Ewa Jabłońska (Hrsg.) und Marek Giergiczny,  
Mateusz Grygoruk, Claudia Oehmke, Sviataslau Valasiuk,  
Wendelin Wichtman, Marta Wiśniewska, Mateusz Wilk, Dominik Zak

Grafikdesign:

Kuba Maria Mazurkiewicz und Michał Drabik ([zespolfwespolf.org](http://zespolfwespolf.org))

Abbildungen:

Łukasz Izert ([zespolfwespolf.org](http://zespolfwespolf.org))

Warschau, 2020

